एकीकृत खरपतवार प्रबंधन की नवीन तकनीकियाँ

संपादक

आर.पी. दुबे

जे.एस. मिश्र

व्ही.के. चौधरी

भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति

भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय

महाराजपुर, जबलपुर - 482004, मध्य प्रदेश, भारत

संपादक:

डॉ. आर.पी. दुबे

सचिव, भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति

प्रधान वैज्ञानिक, भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, महाराजपुर, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

डॉ. जे.एस. मिश्र

अध्यक्ष, भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति

निदेशक, भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, महाराजपुर, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

डॉ. व्ही.के. चौधरी

प्रधान वैज्ञानिक, भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, महाराजपुर, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

पुस्तक का सही उद्धरण:

दुबे आर.पी., मिश्र जे.एस. एवं चौधरी व्ही.के. (संपादक). 2024. *एकीकृत खरपतवार प्रबंधन की नवीन तकनीकियाँ,* भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति, जबलपुर, भारत, पृष्ठ 160.

पुस्तक में अध्याय का सही उद्धरण:

लेखक (गण). 2024. .....अध्याय का शीर्षक..... पृष्ठ संख्या..... पुस्तक: *एकीकृत खरपतवार प्रबंधन की नवीन तकनीकियाँ,* (संपादक: दुबे आर.पी., मिश्र जे.एस. एवं चौधरी व्ही.के.), भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति, जबलपुर, भारत.

आईएसबीएन संख्या: 978-81-981439-1-4

9 788198 143914

प्रतिलिप्यधिकार ©: 2024: भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति

संकलन एवं संयोजन:

ज्ञानेंद्र प्रताप सिंह

कार्यालय प्रबंधक, भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति,

भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

प्रथम संस्करण: नवम्बर, 2024

प्रकाशक:

भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति

भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय

महाराजपुर, जबलपुर - 482004, मध्य प्रदेश, भारत

फोन नंबर: 0761 2353934

मुद्रण:

अमृत ऑफसेट, 568 मढ़ाताल नगर निगम रोड, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482002, भारत

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन की नवीन तकनीकियाँ

संपादक
आर.पी. दुबे
जे.एस. मिश्र
व्ही.के. चौधरी

भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति
भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय
महाराजपुर, जबलपुर - 482004, मध्य प्रदेश, भारत

प्रस्तावना

भारत एक कृषि प्रधान देश के साथ ही कृषि में विविधताओं और संभावनाओं का देश भी है। कृषकों द्वारा वैज्ञानिक शोध से प्राप्त ज्ञान अपनाकर देश ने कृषि में उन्नति के नए मार्ग एवं कीर्तिमान स्थापित किये हैं। परन्तु बढ़ती जनसँख्या की चुनौतियों के दृष्टिगत हमें अपने कृषि में नवीनतम तकनीकियों को अपनाना अत्यंत आवश्यक हो गया है जिससे अधिक से अधिक गुणवत्तापूर्ण खाद्यान्न देश की जनता को प्राप्त हो सके। फसल उत्पादन में होने वाली हानियों में विभिन्न जैव कारकों जैसे खरपतवार, कीट, रोग, चूहे आदि की महत्वपूर्ण भूमिका रहती है। शोध से यह ज्ञात हुआ है की इन जैव कारकों में सबसे अधिक, लगभग 37% हानि खरपतवारों के प्रकोप से होती है। खरपतवार प्रबंधन एक जटिल विषय है जिसमे फसल को उगाने की विधियों के साथ खरपतवारों की प्रजातियों एवं प्रबंधन के विभिन्न उपायों की जानकारी होना आवश्यक है।

जलवायु परिवर्तन से कृषि में फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा में परिवर्तन हो रहा है इससे खरपतवार नियंत्रण के उपायों में भी बदलाव संभावित है। नई कृषि प्रणालियों जैसे संरक्षित खेती, जैविक एवं प्राकृतिक खेती, शाकनाशियों के नवीन संयोजन, सेंसर आधारित खरपतवार नियंत्रण के उपकरणों के उपयोग आदि से एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का परिदृश्य बदल रहा है।

भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति के तत्वाधान में बनारस हिन्दू विश्वविद्यालय में 28-30 नवम्बर 2024 को आयोजित द्विवार्षिक सम्मलेन के उपलक्ष्य पर समिति ने एक अभिनव पहल के तहत विभिन्न फसलों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन की नवीनतम तकनीकियों को संकलित कर हिंदी में प्रकाशित करने का प्रयास किया है। ऐसी आशा है की इस संकलन का अधिक से अधिक लाभ कृषक बंधुओं को मिलेगा। साथ ही विद्यार्थियों, विस्तार सेवाओं से सम्बंधित अधिकारियों, शोधकर्ताओं एवं निति निर्धारकों के लिए भी यह पुस्तक उपयोगी होगी।

सभी विषय विशेषज्ञों को नवीनतम खरपतवार तकनीकों पर लेख लिखने हेतु संपादक मंडल आभार एवं साधुवाद प्रेषित करता है। इस संकलन पर पाठकों से उनके विचार एवं सुझाव आमंत्रित हैं जिन्हें भविष्य में प्रकाशित होने वाले अंकों में स्थान दिया जायेगा।

धन्यवाद।

आर.पी.दुबे

जे. एस. मिश्र

व्ही.के. चौधरी

अनुक्रमणिका

अध्याय 1: एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का महत्व 1-7
जे.एस. मिश्र

अध्याय 2: धान में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 8-13
धर्मबीर यादव, अशोक यादव एवं व्ही.के. चौधरी

अध्याय 3: गेहूँ में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 14-20
राजेन्द्र सिंह छोकर, शिव राम सामोता, सुभाष चंद्र गिल एवं नीरज कुमार

अध्याय 4: मक्का में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 21-24
पिजुश कान्ती मुखर्जी, जितेंद्र कुमार दुबे, सोनाली सिंह और अनामिका पाण्डेय

अध्याय 5: श्री अन्न फसलों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 25-27
आर.पी. दुबे

अध्याय 6: खरीफ दलहनों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 28-31
राघवेन्द्र सिंह, निखिल कुमार सिंह, सीमा यादव, एस.के.दुबे एवं रामेन्द्र सिंह

अध्याय 7: रबी दलहनों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 32-37
नरेंद्र कुमार, मोहम्मद हाशिम, सी.पी. नाथ एवं के.के. हाजरा

अध्याय 8: खरीफ तिलहनों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 38-43
मनोज कुमार सिंह, राजेश कुमार सिंह, प्रतीक सनोडिया एवं संजीव कुमार

अध्याय 9: रबी तिलहनों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 44-49
जी.एस. पंवार एवं दिनेश साह

अध्याय 10: सोयाबीन में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 50-55
अमित कुमार झा, मुनि प्रताप साहू, विजय कुमार चौधरी, विकास सिंह एवं बादल वर्मा

अध्याय 11: गन्ना में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 56-64
वी.पी. सिंह, के.के. सिंह, दिलीप कुमार एवं गया करन सिंह

अध्याय 12: कपास में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 65-67
टोडर मल पूनिया, अंकुर चौधरी एवं विरेन्द्र सिंह हुड्डा

अध्याय 13: सब्जियों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 68-73
व्ही.के. चौधरी, विकास सिंह एवं मुनि प्रताप साहू

अध्याय 14: आलू में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 74-76
शैलेन्द्र प्रताप सिंह, तेज प्रताप एवं धर्मेन्द्र कुमार

अध्याय 15: तम्बाकू में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 77-80
वी.जे. पटेल, डी.डी. चौधरी, आकाश मिश्रा एवं बी.डी. पटेल

अनुक्रमणिका

अध्याय 16: बीजीय मसालों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 81-83
अरविन्द वर्मा, रुचिका चौधरी एवं आर.पी. दुबे

अध्याय 17: फलोद्यान में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 84-89
जीतेन्द्र कुमार सोनी, आशुतोष कुमार, प्रदीप कुमार विश्वकर्मा, कुणाल आनंद एवं आशीष चौरसिया

अध्याय 18: रोपण फसलों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 90-93
पी. प्रमीला, सविता एंटनी एवं ज्ञानेंद्र प्रताप सिंह

अध्याय 19: बरसीम में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 94-97
डी.डी. चौधरी, वी.जे. पटेल एवं एच. के. पटेल

अध्याय 20: फसलों में परजीवी खरपतवारों का एकीकृत प्रबंधन 98-103
जे.एस. मिश्र

अध्याय 21: संरक्षित कृषि में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 104-109
व्ही.के. चौधरी, एम.पी. साहू एवं विकास सिंह

अध्याय 22: फसलीय एवं गैर-फसलीय क्षेत्र में शाकनाशी अवशेषों का एकीकृत प्रबंधन 110-115
शोभा सोंधिया

अध्याय 23: जैविक एवं प्राकृतिक कृषि में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन 116-119
आर.पी. दुबे

अध्याय 24: सेंसर आधारित खरपतवार प्रबंधन तकनीकी 120-125
सी.आर. चेतन, दीपक पवार, डी. श्रीकांत, के. मंजूनाथ, डी.जे. श्रीनिवास, पी.के. सिंह एवं आर.पी. दुबे

अध्याय 25: आक्रामक खरपतवारों का जैविक नियंत्रण 126-136
सुशील कुमार एवं नीलू सिंह

अध्याय 26: जलवायु परिवर्तन का खरपतवारों पर प्रभाव 137-143
दीपक पवार, डी. श्रीकांत, एस.आई. कुवरदादरा, सी.आर. चेतन, शोभा सोंधिया एवं पी.के. सिंह

अध्याय 27: शाकनाशियों का प्रयोग एवं सावधानियाँ 144-150
अनिल दीक्षित एवं राजन शुक्ला

अध्याय 28: बाज़ार में उपलब्ध शाकनाशियों की सूची 151-160
ज्ञानेंद्र प्रताप सिंह

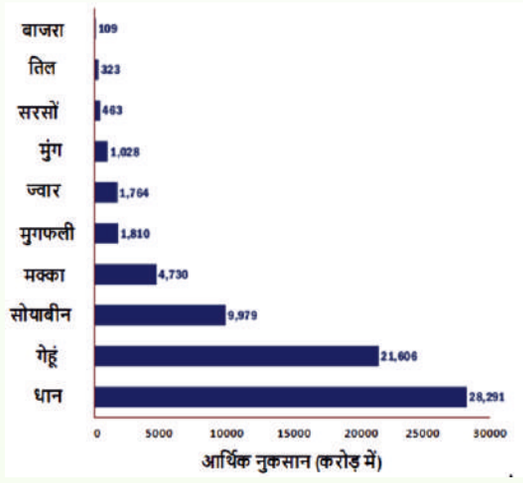
एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का महत्व

जे.एस. मिश्र
भाकृअनुप-खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

दुनिया की बढ़ती हुयी आबादी के भरण-पोषण के लिए खाद्यान्न उत्पादन में भी लगातार वृद्धि की आवश्यकता है। जलवायु परिवर्तन एवं प्राकृतिक संसाधनों की उपलब्धता में लगातार कमी के कारण फसलों से भरपूर एवं टिकाऊ उत्पादन प्राप्त करना एक गंभीर चुनौती है। फसलों से अधिक एवं टिकाऊ उत्पादन प्राप्त करने में खरपतवार महत्वपूर्ण जैविक बाधा है जो फसल के साथ विभिन्न संसाधनों जैसे नमी, पोषक तत्व एवं सूर्य की रोशनी के लिए प्रतिस्पर्धा करके फसल की पैदावार एवं गुणवत्ता में भरी कमी कर देते हैं। साथ ही साथ खरपतवार फसलों में लगने वाले कीड़ों एवं बीमारियों के जीवाणुओं को भी आश्रय देते हैं, जिससे इनका प्रकोप बढ़ जाता है। कुछ खरपतवार (परजीवी खरपतवार) जैसे अमरबेल, ओरोबेंकी, स्ट्रेगा आदि फसलों के ऊपर आश्रित होकर ही अपनी वृद्धि करते हैं तथा फसलों को पूरी तरह से नष्ट कर देते हैं। व्यापार के वैश्वीकरण के कारण आक्रामक विदेशी खरपतवारों (पार्थेनियम, लैंटाना आदि) का प्रसार तेजी से बढ़ता जा रहा है, जो हमारी जैव-विविधता एवं पर्यावरण के लिए गंभीर चुनौती हैं। जलीय खरपतवार (जलकुम्भी, सेल्विनिया आदि) जलीय संरचनाओं में समस्या उत्पन्न करके पानी की उत्पादकता में कमी के साथ-साथ जलीय फसलों (मखाना, सिंघाड़ा आदि) के उत्पादन में कमी एवं मत्स्यपालन एवं जल-आधारित औद्योगिक इकाइयों के लिए भी समस्या पैदा कर देते हैं।

सामान्यतयः सभी किसान अपनी सामर्थ्य एवं परिस्थिति के अनुसार फसलों में खरपतवार प्रबंधन के विभिन्न तरीकों का प्रयोग करते हैं। भा.कृ.अनु.प. के खरपतवार अनुसंधान निदेशालय के एक अध्ययन के प्राप्त आंकड़ों से यह विदित है कि भारतवर्ष की प्रमुख 10 फसलों में यदि ठीक ढंग से खरपतवारों का प्रबंधन नहीं किया गया तो खरपतवारों द्वारा 14-36 % तक की कमी पाई गई है, जिससे प्रतिवर्ष लगभग 70,000 करोड़ रुपये का आर्थिक नुकसान आंका गया है। जो कि देश की अर्थव्यवस्था में बहुत बड़ी हानि है। वर्तमान समय में कृषि से अधिक लाभ अर्जित करने के लिए कम लागत में अधिक उत्पादन प्राप्त करना नितांत आवश्यक है। फसलों में खरपतवारों की विविधता को देखते हुये खरपतवार प्रबंधन की केवल एक ही विधि से खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण संभव नहीं होता है। अतः खरपतवार प्रबंधन के अच्छे नतीजे पाने के लिए समेकित खरपतवार प्रबंधन विधि अपनाना चाहिये। यह विधि एकल विधि की तुलना में अधिक प्रभावशाली, लाभदायक एवं पर्यावरण हितैषी है। इस पद्धति में खरपतवार प्रबंधन के विभिन्न तरीकों जैसे फसल की सस्य क्रियाओं में परिवर्तन करके तथा यांत्रिक विधियों को एक साथ अपनाकर न केवल खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण पाया जा सकता है, वरन् पैदावार में वृद्धि भी की जा सकती है तथा शाकनाशी रसायनों पर निर्भरता कम होने से पर्यावरण को भी सुरक्षित रखा जा सकता है।

विभिन्न जैविक कारको से फसलों में होने वाले नुकसान



खरपतवारों के द्वारा विभिन्न फसलों में आर्थिक नुकसान

घासकुल के खरपतवारों पर राइस मिलीबग कीट का आश्रय एवं धान में प्रकोप

राइस मिलीबग कीट द्वारा बुरी तरह प्रभावित सीधी बुवाई वाला धान

तालिका 1. खरपतवारों द्वारा प्रमुख फसलों में पोषक तत्वों का अवशोषण (कि.ग्रा./हे.)

फसल	नाइट्रजन	फॉस्फोरस	पोटेशियम
धान (सीधी बोनी)	20-45	5-14	17-48
धान (रोपाई)	10-12	3-5	10-15
मक्का	23-59	6-10	16-62
ज्वार	36-46	11-18	31-47
गेहूं	20-90	2-13	28-54
अरहर	28-30	20-25	10-15
मूंग	30-32	17-20	80-130
कपास	67-75	20-38	30-109
चना	29-55	3-8	15-72
मटर	61-72	7-14	21-105
मसूर	30-40	3-5	20-25
सोयाबीन	26-65	3-11	43-102
मूंगफली	15-39	5-9	21-24
सरसों	20-25	3-5	10-15
अलसी	30-35	3-5	10-15
गन्ना	35-162	22-44	135-242

खरपतवारों द्वारा प्रमुख फसलों में पोषक तत्वों का अवशोषण

खरपतवार फसलो के साथ पोषक तत्वों, नमी एवं प्रकाश के लिए प्रतिमधारको पैदावार एवं गुणवत्त में कमी करते है। विभिन्न अनुसंधान परिणामों से यह ज्ञात हुआ है कि खरपतवार प्रमुख पोषक तत्वों को निम्नलिखित मात्रा में अवशोषित कर फसलों के साथ प्रतिस्पर्धा करते है (तालिका 1)।

फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा का क्रांतिक समय एवं फसलों की उपज में कमी एवं आर्थिक हानि आमतौर पर परिस्थितियों एवं प्रकोप के आधार पर विभिन्न फसलों की पैदावार में खरपतवारों द्वारा 10 से 80 प्रतिशत तक की कमी आंकी गयी हैं। कभी.कभी तो यह शत-प्रतिशत तक हो जाती है। खरपतवार फसलों के लिए भूमि में निहित पोषक तत्व एवं नमी का एक बड़ा हिस्सा शोषित कर लेते हैं। साथ ही साथ फसल को आवश्यक प्रकाश एवं स्थान से भी वंचित रखते हैं। जिसके फलस्वरूप पौधे की विकास गति धीमी व गुणवत्ता भी प्रभावित होती है। दलहनी फसलों में 75 से 90 प्रतिशत, तिलहन फसलों में 25 से 35 प्रतिशत तथा गेहूं व जौ आदि खाद्यान्न फसलों में 10 से 60 प्रतिशत तक पैदावार में कमी आ जाती है। औसतन रबी की फसलों में खरपतवार द्वारा लगभग 10-80 प्रतिशत तक पैदावार में कमी आ जाती हैं, साथ ही साथ फसलों के दानो में तेल एवं प्रोटीन प्रतिशत में, तथा गन्ने में शर्करा की मात्रा में कमी हो जाती हैं। तथा सब्जियों एवं चारे के गुण भी नष्ट हो जाते है, यही सब कारण से फसलों की कीमत बाजार में कम प्राप्त होती है।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन प्रणाली

खरपतवार फसल की प्रारंभिक अवस्था से लेकर कटाई तक विभिन्न संसाधनों हेतु प्रतिस्पर्धा करते है। अतः किसी एक विधि पर पूर्णतः आश्रित नही रहा जा सकता। इसके लिए एकीकृत खरपतवार प्रबंधन प्रणाली का उपयोग करना चाहिए, यह प्रभावी, भरोसेमंद तथा व्यवहारिक खरपतवार प्रबंधन विधियों का एकीकरण है। फसलों में खरपतवारों की विविधता के कारण खरपतवार प्रबंधन के अच्छे नतीजे पाने के लिए एकीकृत खरपतवार प्रबंधन अपनाना चाहिए। यह विधि एकल विधि की तुलना में अधिक प्रभावी, लाभदायक एवं पर्यावरण हितैषी है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन (IWM) सस्य क्रियाओं, रासायनिक एवं जैविक तरीकों के संयोजन से खरपतवार प्रबंधन का स्थाई दृष्टिकोण है जो आर्थिक, स्वास्थ्य एवं पर्यावरणीय जोखिमों को कम करता है। यह एक विज्ञान आधारित निर्णय प्रक्रिया है जो खरपतवारों की पहचान और प्रबंधन के लिए विभिन्न तरीकों एवं रणनीतियों को जोड़ती है।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के घटक

निवारक या सुरक्षात्मक विधि

इस विधि में वे सभी क्रियायें शामिल है जिनके द्वारा खेतों में खरपतवारों के प्रवेश को रोका जा सकता है जैसे प्रमाणिक बीजों का उपयोग करके, अच्छी सड़ी गोबर एवं कम्पोस्ट का उपयोग करके, सिंचाई की नालियों को साफ-सुथरा एवं उपकरणों का सही तरीके से उपयोग करना शामिल है। खरपतवार समस्या की रोकथाम आमतौर पर नियंत्रण या उन्मूलन की तुलना में आसान और कम खर्चीली होती है।

- खरपतवार बीज मुक्त पशु चारे का प्रयोग करें। खेतों में पूर्ण रूप से सड़ी हुई गोबर व कम्पोस्ट खाद का प्रयोग करें अन्यथा इससे सबसे ज्यादा मात्रा में खरपतवार बीजों के खेत में आने की संभावना होती है।
- बुवाई के लिए खरपतवार बीज मुक्त शुद्ध और प्रमाणित बीज या पौध का ही प्रयोग करें।
- खरपतवार ग्रसित क्षेत्र की मिट्टी दूसरे खेत में ना डाले एवं पौधशाला नर्सरीद्ध वाले स्थान को खरपतवार मुक्त रखें।
- कृषि यंत्रों को एक खेत से दूसरे खेत में ले जाने से पूर्व साफ कर लें।
- सिंचाई के लिए बनाई गई नालियों को खरपतवार मुक्त रखे।
- खेत के आस.पास की मेड़ों को खरपतवार मुक्त रखना चाहिए। इसके लिए समय.समय पर मेड़ों में उगे खरपतवारों को नष्ट करते रहना चाहिए।
- फूल आने से पहले ही खरपतवारों का नियंत्रण करें जिससे इनके प्रसार में कमी आएगी।

- रोपाई वाली फसलो की पौधशाला में ही खरपतवारों को उखाड़कर बाहर कर देना चाहिए।

सस्य क्रियाएँ

इस विधि में सस्य संवधि पद्धतियों को अपनाकर खरपतवारों को नियंत्रित किया जाता हैए इनमें ऐसी परिस्थिति पैदा की जाती है खरपतवारों के खिलाफ फसलों की प्रतिस्पर्धा क्षमता बढ़ाने के लिए कई सस्य क्रियाएं जैसे स्टेल सीड बेड विधि ,फसल घनत्व, पंक्ति व्यवस्था, बुवाई / रोपाई का समय, मृदा सौर्यीकरण द्वारा,

मल्चिंग, पोषक तत्व एवं जल प्रबंधन, आदि प्रभावी पाई गई हैं; जो फसल की वृध्दि में सहायक होकर खरपतवारों की प्रतिस्पर्धा क्षमता को कम कर देती हैं। इन रणनीतियों को एकीकृत खरपतवार प्रबंधन में शामिल करके इसे अधिक सस्ता एवं टिकाऊ बनाया जा सकता है। फसल विविधिकरण द्वारा जहाँ एक ओर खरपतवारों की संख्या एवं जैव भार में कमी की जा सकती है वहीँ दूसरी ओर मृदा स्वास्थ्य में सुधार होने से फसलों की खरपतवारों के प्रति प्रतिस्पर्धा क्षमता में भी विकास होता है। फसल प्रणाली के विविधिकरण से फसल प्रबंधन के तरीकों में भी बदलाव करना पड़ता है जिस से खरपतवारों की समस्या कम करने में काफी सहायता मिलती है।

फसल विविधीकरण

फसल विविधीकरण द्वारा खरपतवार प्रबंधन के लिए दो प्रमुख सिद्धान्तों का पालन किया जाता है।

- विभिन्न फसल प्रबंधन वाली फसलों के अनुक्रमों का उपयोग करके खरपतवारों के अंकुरण एवं वृद्धि को कम करना।
- फसल विविधीकरण के तरीकों द्वारा पोषक तत्वों, नमी एवं प्रकाश को फसलों के पक्ष में अधिकतम करने के लिए डिजाइन किया जाना। जिससें खरपतवारों को इनकी उपलब्धता कम से कम हो पाये।

ये सिद्धांत किसी भी फसल विविधीकरण विधियों (जैसे फसल चक्र, कवर क्रापिंग और इंटरक्रापिंग) के लिए आधार होना चाहिए। विविधीकरण का उद्देश्य सभी खरपतवारों को पूरी तरह खत्म करना नहीं है बल्कि उन्हें नियंत्रित करके उनके द्वारा फसलों में होने वाले नुकसान को कम करना हैं। क्योकि कुछ खरपतवार फसलों, मनुष्यों एवं पशुओं के लिए फायदेमंद भी होते हैं तथा विभिन्न पारिस्थितिकी तंत्र सेवाएं भी प्रदान करते हैं।

फसल चक्रण

एक ही भूमि पर समय के साथ क्रमिक रूप से कई फसलों को उगाने की प्रथा को फसल चक्रण कहां जाता है। जिसका उद्देश्य न्यूनतम लागत के साथ उच्च आर्थिक उत्पादकता प्रदान करता है। फसल चक्रण खरपतवारों के दबाव को कम करने और फसल की पैदावार बढ़ाने के साथ-साथ भूमि के स्वास्थ्य में सुधार, कीट व्याधियों की संख्या में कमी भी करता हैं। एकल फसल प्रणाली में खरपतवार प्रजातियां प्रबंधन प्रथाओं के अनुकूल हो जाती है और फसल के साथ प्रतिस्पर्धा करके पैदावार में कमी लाती हैं। फसल चक्रण में खरपतवारों को विविध खरपतवार प्रबंधन की विविधों (जैसे जीरो टिलेज, जुताई, विविध शाकनाशी रसायनों का प्रयोग, बुवाई की तिथि, कतारों के बीच की दूरी, उर्वरक एवं सिंचाई की व्यवस्था के अधीन करके उनकी वृद्धि एवं विकास को रोककर बीज उत्पादन को कम कर दिया जाता है। जिससे उनके प्रबंधन मे आसानी होती है। उदाहरण के लिए धान आधारित एकल फसल चक्रण (सीधी बुवाई धान-गेहूं-मूंग) को निरन्तर अपनाने से धान मे घास कुल के खरपतवारों जैसे- संवा, डिजिटेरिया, दाईनेब्रा, दूब घास एवं मोथा की अधिकता हो जाती है तथा धान के लिये अनुमोदित शाकनाशी रसायनों द्वारा इनका समुचित नियंत्रण न होने से धान की पैदावार में काफी कमी (70-80 प्रतिशत) पायी गई है। परन्तु फसल चक्र मे धान की जगह 1-2 वर्ष मक्का की फसल लगाने से मक्के के लिए अनुशंसित शाकनाशी रसायनों के प्रयोग से घास कुल एवं मोथा के इन खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण किया जा सकता है। तथा 1-2 वर्ष बाद पुनः धान की फसल को अपनाया जा सकता है।

फसल विविधीकरण से जहां एक ओर फसल अनुसार शाकनाशियों मे बदलाव के कारण खरपतवारों के प्रकार एवं घनत्व मे कमी आती है, वहीं दूसरी ओर फसल प्रबंधन के तरीकों में बदलाव से खरपतवारों के अंकुरण, वृद्धि एवं विकास, एवं उनकी बीज उत्पादन क्षमता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। फसल चक्रण में ऊंचाई वाली फसलों जैसे मक्का, ज्वार, बाजरा, गन्ना आदि को अपनाने से बाद में

धान आधारित एकल फसलचक्रण (सीधीबुवाई धान-गेहूं-मूंग) को निरन्तर 12 वर्षों तक अपनाने से धान मे घासकुल के खरपतवारों की अधिकता

लगातार 12 वर्षों तक सीधी बुवाई वाले धान के स्थान पर मक्का की फसल

2-3 वर्षों तक मक्का लगाने के बाद पुनः सीधी बुवाई वाला धान

धान आधारित एकल फसलचक्रण (सीधीबुवाई धान-गेहूं-मूंग) मे फ़सल विविधिकरण द्वारा खरपतवार प्रबंधन

उगने वाले खरपतवारों का विकास रुक जाता है। शाकनाशी प्रतिरोध को कम करने के लिए फसल चक्रण को सर्वोÿाम प्रबंधन तकनीकों मे से प्रमुख माना गया है। फसल चक्रण विभिन्न क्रिया विधि वाले शाकनाशियों के उपयोग को बढ़ावा देकर खरपतवारों मे शाकनाशी प्रतिरोध को रोकने मे भी मदद कर सकता है।

अंतरफसल (इंटरक्रॉपिंग)

अंतरफसल एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का मुख्य अंग है। जिसमें दो या अधिक फसलों को एक साथ उगाया जाता है। और कुछ समय तक सह-अस्तित्व में रहते हैं। इसका प्रयोग सामान्यतः कम इनपुट और संसाधन सीमित कृषि प्रणालियों में लघु एवं सीमांत कृषकों द्वारा किया जाता है।

खरपतवार प्रबंधन की दृष्टि से अंतरफसल से खरपतवार का दबाव कम होता है और फसलों को बढ़ने में मदद मिलती है। मुख्य फसल की दो कतारों के बीच खाली जगह में खरपतवार अधिक उग जाते है। इन खाली स्थानों में कम अवधि वाली एवं शीघ्र बढ़ने वाली अंतर फसलें लगाने से खरपतवरों पर काफी हद तक काबू पाया जा सकता है। उदाहरण के लिए मक्का के साथ लोबिया की अंतरफसल लेने से खरपतवारों की संख्या एवं शुष्कभार में कमी देखी गई है।

खरपतवार प्रबंधन के साथ-साथ अंतरफसल में दलहनी फसलों जैसे लोबिया, सोयाबीन मूंग, उड़द, मूंगफली आदि लेने से भूमि की उर्वराशक्ति मे भी वृद्धि होती है। जिसके कारण फसलों की वृद्धि होने से खरपतवारों पर विपरीत प्रभाव पड़ता है

संसाधन विभाजन के अलावा अंतरफसलों में एलीलोपैथिक अंतक्रियाएं भी शामिल हो सकती है, जो पर्यावरण अनुकूल एवं आर्थिक रूप से खरपतवार नियंत्रण प्रदान करती है। एलीलोपैथी तंत्र में पड़ोसी पौधों के बीच निरोधात्मक एवं उतेजक दोनो संबंध शामिल है जो सीधे पौधों की वृद्धि एवं विकास को प्रभावित करते है। अनुसंधान परिणामों मे यह पाया गया है कि फसलों के साथ ज्वार की अंतरफसल लगाने से उनकी एकल फसल की तुलना में बेहतर खरपतवार नियंत्रण एवं पैदावार निकलती है।

परजीवी खरपतवारों जैसे अमरबेल (कस्कुटा), भूंईफोड (ओरोबैंकी) एवं अगिया (स्ट्राइगा) के प्रबंधन में भी फसल विविधीकरण का महत्वपूर्ण योगदान है। अंतरफसल तकनीक भी इन परजीवी खरपतवारों को फैलने से रोकती हैं। परजीवी खरपतवार स्ट्राइगा के प्रबंधन के लिए मक्के में मूंगफली/सोयाबीन की अंतरफसल लेने से मक्के की अधिक पैदावार के साथ-साथ स्ट्राइगा का नियंत्रण भी होता है।

कवर फसलें

कवर फसलें मृदा स्वास्थ्य सुधारने, मिट्टी के कटाव को कम करने तथा खरपतवारों एवं अन्य कीट व्याधियों के प्रभाव को कम करने के लिए बढ़ते मौसमों के बीच लगाई जाती हैं। कवर फसले शीघ्र बढ़ने के साथ-साथ खरपतवारों से प्रकाश, पानी एवं पोषक तत्वों के लिए प्रतिस्पर्धा करके खरपतवारों के विकास को दबाती हैं। फसल की समाप्ति के बाद यह मिट्टी की सतह पर गीली घास की परत बनाती हैं, जो खरपतवारों के बीज के अंकुरण, उद्भव एवं स्थापना को कम कर देती हैं। इसके अतिरिक्त कुछ कवर फसलों मे एलीलोकेमिकल्स के कारण खरपतवारों पर प्रतिकूल प्रभाव देखा गया है।

फसल प्रजातियां

प्रारंभिक अवस्था में तीव्र अंकुरण, उच्च वृद्धि और तेजी से मृदा को ढकने की विशेषता वाली किस्मों के उपयोग से फसल प्रतिस्पर्धी क्षमता में सुधार होता है। जैसे मटर की '*जे.पी. 885*' किस्म, धान की पूर्णाए स्वर्ण श्रेयाए 'वंदना' आदि प्रजाति।

ढैंचा की कवर क्रॉपिंग

शून्य जुताई (जीरो टिलेज)

शून्य जुताई (जीरो टिलेज)

इस तकनीक में विशेष मशीनों जैसे जीरो टिल सीडड्रिल अथवा हैप्पी सीडर की मदद से पूर्व फसल के अवशेष के मौजूदगी में फसल के बीजों की बुवाई की जाती है। फसल अवशेष के कारण खरपतवारों का अंकुरण कम हो जाता हैए तथा भूमि में नमी के मात्र संचित रहने से फसलों का विकाश अधिक होता है। साथ ही जुताई के खर्च में भी कमी की जा सकती है।

यांत्रिक विधि

खरपतवारों को नियंत्रण करने की यह एक सरल एवं प्रभावी विधि है। फसल की प्रारंभिक अवस्था में बुआई के 15 से 45 दिन के मध्य फसलों को खरपतवारों से मुक्त रखना जरूरी है। सामान्यतः दो निराई-गुड़ाई, पहली 20-25 व दूसरी 45 दिन बाद करने से खरपतवारों का नियंत्रण प्रभावी ढंग से होता है। अतः उन्नत खरपतवार प्रबंधन हेतु वर्त्तमान में स्वचालित औजार एवं उपकरणों की ज्यादा उपयोगिता है, जिसमे हस्तचलित निदाई यंत्र, पहियेदार कुदाली, व्हील हो, बुरशकटर, इंजन चलित निदाई यंत्र (पावर वीडर), ट्रैक्टर चलित निदाई यंत्र, आदि का प्रयोग काफी प्रचलन में है। आर्टिफिशियल इंटेलीजेंस एवं सेंसर का उपयोग करते हुए रोबोट आधारित निदाई यंत्र को बनाने में विगत कुछ वर्षों से बड़े स्तर पर शोध कार्य चल रहे हैं जिसमें काफी आशातीत सफलता भी हासिल हुई है।

शाकनाशी रसायनों (हर्बीसाइड) का उपयोग

वर्त्तमान परिवेश में कृषि में मजदूरों की उपलब्धता दिनों दिन कम होती जा रही है तथा उनकी मजदूरी में भी लगातार बढ़ोत्तरी हो रही है। इसलिए आज निराई के लिए न तो मजदूर उपलब्ध हैं, और यदि हैं भी तो अधिक मजदूरी के कारन हाथ से निराई लाभकारी नहीं है। अतः खरपतवार नियंत्रण में शाकनाशी रसायनों (हर्बीसाइड) का उपयोग बढ़ता जा रहा है। जो खरपतवार प्रबंधन की दृष्टि से अधिक प्रभावी एवं लाभकारी है। यदि शाकनाशियों का प्रयोग अनुसंशित मात्रा एवं उपयुक्त समय में समेकित विधि में किया जावे तो इसका फसल उत्पाद एवं पर्यावरण पर कम दुष्प्रभाव नहीं पड़ता है।

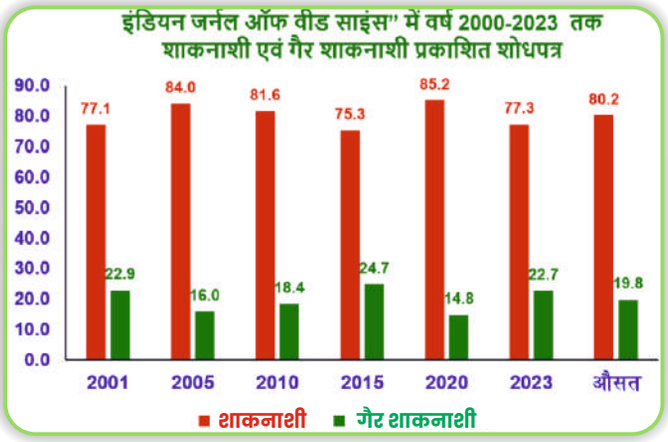
खरपतवारों में खरपतवारनाशी सहिष्णुता

एक ही प्रकार के शाकनाशी रसायनों के लगातार प्रयोग के कारण खरपतवारों में खरपतवारनाशी प्रतिरोध की समस्या काफी बढ़ रही है। खरपतवारनाशीयों का धान -गेहूं फसल प्रणाली में अधिकाधिक उपयोग के परिणामस्वरूप गंगा के मैदानों की सिंचित धान -गेहूं फसल प्रणाली में उगाई जाने वाली गेहूं की फसल में गुल्ली डंडा (फेलेरिस माइनर) में खरपतवारनाशी प्रतिरोध आइसोप्रोट्यूरान से 1992.93 में पहली बार शुरू हुआ और अब क्लोडीनाफोप, फेनोक्साप्रोप के साथ साथ सल्फोसल्फुरान तक जा पहुंचा है। इसके अलावा फेलेरिस माइनर के कुछ जैवप्ररूप में कुछ नए खरपतवारनाशी जैसे पिनाक्साडेन और मेसोसल्फुरन + आयोडोसल्फ्यूरान के लिए भी प्रतिरोध विकसित कर लिया है। अब

तक गुल्ली डंडा में एक से अधिक खरपतवारनाशी के लिए प्रतिरोध विकसित हो चूका है। इसी तरह सोयाबीन की फसल में इमाजेथापायर शाकनाशी के लगातार प्रयोग के कारण एकिनोक्लोआ कोलोना एवं कोम्मेलिना कामिनिस नामक खरपतवारों में इस शाकनाशी के प्रति प्रतिरोधक क्षमता विकसित हो चुकी है, तथा धान में बिस्पायरीबैक सोडियम शाकनाशी के लगातार प्रयोग के कारण एकिनोक्लोआ क्रुस्गाली एवं सैयपेरस डीफारमिस के प्रति प्रतिरोधक क्षमता विकसित हो चुकी है. खरपतवारों में खरपतवारनाशी सहिष्णुता के प्रबंधन के लिए उचित फसल चक्र का प्रयोग, शाकनाशी रसायनों का मिश्रण एवं समेकित खरपतवार प्रबंधन के तरीकों को अपनाया जाना चाहिए।

शाकनाशी सहिष्णुता के अलावा खाद्य उत्पादों एवं पानी में शाकनाशी के अंश, मृदा के लाभकारी जीवाणुओं, केंचुयें, आदि पर विपरीत प्रभाव, पर्यावरण एवं स्वास्थ्य पर विपरीत प्रभाव आदि के कारण शाकनाशी रसायनों की खपत को कम करने के लिए बढ़ते सामाजिक दबाव के कारण खरपतवार प्रबंधन के वैकल्पिक तरीकों के विकास पर अधिक ध्यान देने की आवश्यकता है। और सही मायने में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के रणनीतियों की पहले की तुलना में वर्तमान में अधिक आवश्यकता है। वैसे तो आज से लगभग 95 वर्ष पूर्व वर्ष 1929 में कनाडा में राष्ट्रीय अनुसंधान परिषद् द्वारा आयोजित "रसायनों द्वारा खरपतवार नष्ट करने" के विषय पर आयोजित एक सम्मेलन में अध्यक्ष महोदय द्वारा यह सुझाया गया था कि खरपतवारों को नष्ट करने के लिए रसायनों का उपयोग फसल-चक्र, ग्रीष्म-परती तथा अन्य विधियों के साथ करना चाहिए। लेकिन दुर्भाग्यवश वर्तमान दौर में गैर-रासायनिक खरपतवार प्रबंधन की विधियों पर अधिक ध्यान नहीं दिया गया। खरपतवार प्रबंधन अनुसंधान के क्षेत्र में भी विगत 3-4 दशकों में रासायनिक विधियों पर ही अधिक शोध कार्य हुयें हैं।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का उद्देश्य खरपतवारों की तुलना में फसल को अधिक लाभ पहुँचाना है। इस विधि में खरपतवारों को प्रबंधन स्तर तक सीमित रखने, फसल प्रणाली के टिकाउपन को बढ़ने, खरपतवार प्रबंधन के पर्यावरणीय प्रभाव को कम करने तथा खरपतवारों में शाकनाशी रसायनों के प्रति सहिष्णुता कम करने की क्षमता है। खरपतवार प्रबंधन में वैश्विक स्तर पर किये गए वर्ष 1995-2012 तक के शोध प्रकाशनों के अध्ययन में यह देखा गया कि रासायनिक विधि से खरपतवार प्रबंधन के तरीकों पर अधिक बल दिया जा रहा है। हमारे देश में खरपतवार प्रबंधन पर प्रकाशित 'इंडियन



जर्नल ऑफ वीड साइंस" में वर्ष 2000-2023 तक प्रकाशित शोध पत्रों में भी लगभग 80% शोधपत्र रासायनिक विधि पर ही आधारित हैं। परिणामस्वरूप खरपतवार प्रबंधन में शोध द्वारा विकसित अधिकतर तकनीकें शाकनाशी रसायनों पर केंद्रित हैं। जिसके कारण शाकनाशी सहिष्णु खरपतवारों की संख्या में लगातार बढ़ोतरी हो रही है तथा खरपतवारों का प्रबंधन ज्यादा जटिल होता जा रहा है।

जैविक विधि

इस विधि के अन्तर्गत, खरपतवारों के प्राकृतिक शत्रुओं का संवर्धन एवं गुणन कर उनका प्रयोग खरपतवारों का नियंत्रण करने के लिए किया जाता है। यह विधि विशेष रूप से जलीय क्षेत्रों, सड़कों, नहरों के किनारें, खाली पड़ी भूमि और परती भूमि के खरपतवारों के लिए अधिक लाभकारी है। जिन स्थानों पर गाजर घास की समाश्या अधिक हैं ऐसे स्थानों पर मेक्सिकन बीटल (*जाईगोग्रामा बाईकोलाराटा*) के उपयोग के साथ-साथ कुछ प्रतिस्पर्धी पौधे जैसे चकौडा (कैसिया तोरा/कैसिया सेरेसिया) एवं गेंदा लगा देने से गाजरघास की रोकथाम करना आसान हो जाती है।

जैव प्रौद्योगिकी

खरपतवार प्रबंधन में इस विधि का उपयोग करके शाकनाशी सहिष्णु प्रजातियों का विकाश किया जा रहा है विगत कुछ वर्षों में इमाज़ेथापाएर सहिष्णु धान की किस्म पूसा बासमती 1979 एवं पूसा बासमती 1985, सी आर धान 807, सवा 134 एवं सवा 127 का विकास किया गया है इन किस्मों का उपयोग करके सीधी बुवाई वाले धान में खरपतवारों का प्रबंधन आसानी से किया जा सकता है.

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का पारिस्थितिक महत्व:

अधिकाँश परिस्थितियों में खरपतवार प्रबंधन में शाकनाशी रसायनों का प्रयोग व्यापक रूप से किया जा रहा है। कृषि मजदूरों की घटती संख्या तथा सस्ते एवं कारगर शाकनाशी रसायनों की उपलब्धता इसके प्रमुख कारण हैं। आमतौर पर सही तरीके से उपयोग किये जाने वाले सभी अनुशंसित शाकनाशी रसायन न केवल फसलों बल्कि मनुष्यों, पशुओं, पर्यावरण, जैवविविधता एवं मृदा जीवाणुओं के लिए भी सुरक्षित माने गए हैं। इन रसायनों का उचित ढंग से प्रयोग न करने से कई नकारात्मक परिणाम प्राप्त हो रहे हैं, जो निम्न प्रकार के हैं

1. शाकनाशी प्रतिरोधी खरपतवारों का विकास
2. फसल चक्र में बाद वाली फसलों पर अवशिष्ट प्रभाव
3. जैव विविधता एवं पर्यावरण पर विपरीत प्रभाव
4. खाद्य पदार्थों, जल मृदा स्वास्थ्य, मृदा जीवाणुओं, आदि पर अवशिष्ट प्रभाव
5. मानव स्वास्थ्य पर कुप्रभाव

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन द्वारा विभिन्न फसल प्रणालियों में शाकनाशी रसायनों का उपयोग कम किया जा सकता है।

जैविक / प्राकृतिक कृषि में खरपतवार प्रबंधन

विगत कुछ वर्षों में जैविक खेती को बढ़ावा दिया जा रहा है। हमारे देश में भी जैविक खेती के क्षेत्रफल में बढ़ोत्तरी हो रही है और सरकार द्वारा भी देश में जैविक खेती एवं प्राकृतिक खेती को बढ़ावा देने के लिए अनेक परियोजनाएं चलाई जा रहीं हैं। इसके अलावा प्राकृतिक खेती पर भी विशेष जोर दिया जा रहा है। इस तरह की नवीन कृषि पद्धतियों में, विशेषकर जहाँ पर हाथ द्वारा निराई के लिए मजदूरों की कमी है, खरपतवार प्रबंधन एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। खेती की इन बदली जुई नवीन पद्धतियों में खरपतवार प्रबंधन एक गंभीर चुनौती है। इन पद्धतियों में खरपतवार प्रतिस्पर्धा को गैर-रासायनिक तरीकों द्वारा रोका जाता है। गैर-रासायनिक विधियों में निवारक विधि के साथ-साथ उचित फसल चक्रण का महत्वपूर्ण योगदान है। साथ ही साथ स्टेल सीड बेड, कवर फसलें, अंतरवर्ती फसलें, हरी खाद का प्रयोग, उच्च बीज दर, कतारों के बीच की कम दूरी, शीघ्र बढ़ने वाली फसल प्रजातियों का चुनाव, पोषक तत्वों एवं पानी का उचित प्रबंध, यांत्रिक विधियों का समावेश आदि शामिल हैं। उचित फसल चक्रण से खरपतवारों पर नियंत्रण के साथ-साथ कीड़ों एवं बीमारियों के प्रकोप में भी कमी आती है तथा मृदा स्वास्थ्य पर भी अनुकूल प्रभाव पड़ता है।

संरक्षित खेती में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

जलवायु परिवर्तन के वर्तमान परिवेश में संरक्षित खेती पर विशेष जोर दिया जा रहा है। इस पद्धति में मुख्यतः तीन सिद्धांतों : (1) न्यूनतम / शून्य जुताई, (2) फसल अवशेष प्रबंधन एवं (3) फसल चक्रण के विवेकपूर्ण उपयोग पर विशेष जोर दिया जाता है। इन तीनो सिद्धान्तों के एक साथ पालन करने से न केवल खरपतवारों का नियंत्रण आसानी से होता है , बल्कि फसल को जलवायु परिवर्तन से होने वाले दुष्प्रभावों से भी बचाया जा सकता है। साथ ही साथ उत्पादन लगत में कमी होनी से किसानो की आमदनी भी बढ़ जाती है।

विभिन्न फसलों एवं फसल प्रणालियों में खरपतवारों के समुचित प्रबंधन के लिए विकसित ज्यादातर एकीकृत खरपतवार प्रबंधन तकनीकें शाकनाशी रसायनों पर केन्द्रित है। लेकिन ये विधियाँ अधिक प्रभावी, लाभदायक एवं पर्यावरण हितैषी नहीं हैं। वर्तमान अनुसंधान में प्रायः देखने में पाया गया है कि शाकनाशी रसायनों के प्रयोग के साथ एक निराई-गुड़ाई अथवा यांत्रिक विधियों को शामिल कर के उसे एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का रूप दे दिया जाता है। जब कि इसके लिए अधिक कुशल एवं विविध दृष्टिकोण की आवश्यकता होती है। प्रभावी एकीकृत खरपतवार प्रबंधन तकनीक में खरपतवारों की समस्याओं को रोकने एवं खरपतवारों को कमजोर करने वाले पारिस्थितिक कारकों का उपयोग करने पर बल दिया जाता है। साथ ही साथ फसल उत्पादन में अन्य कृषि प्रबंधन तकनीकों को एक साथ लाने पर भी बल दिया जाता है जो मृदा स्वास्थ्य को बनाये रखते हैं तथा खरपतवारों को दबाने के लिए स्वस्थ एवं ताकतवर पौधों को बढ़ावा देते हैं। इसलिए खरपतवार प्रबंधन में भविष्य की चुनौतियों का सामना करने के लिए पारिस्थितिक घटकों पर जो देने के साथ-साथ बहुसमारिक खरपतवार प्रबंधन दृष्टिकोण का उपयोग करने वाली एक वास्तविक एकीकृत खरपतवार प्रबंधन प्रणाली की आवश्यकता है।

धान में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

धर्मबीर यादव[1], अशोक यादव[2] एवं व्ही.के. चौधरी[3]

[1]क्षेत्रीय अनुसंधान केन्द्र, बावल, हरियाणा 123501, भारत

[2]सस्य विज्ञान विभाग, चौधरी चरण सिंह हरियाणा कृषि विश्वविद्यालय, हिसार, हरियाणा 125004, भारत

[3]भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

धान की फसल में खरपतवारों द्वारा बहुत अधिक नुकसान होता है। इनको खरपतवारनाशी की सहायता से कम किया जा सकता है, परन्तु खरपतवारनाशी का प्रयोग समस्त खरपतवारों के नियंत्रण के लिए कारगर नही है, अतः बहुयामी नियंत्रण के लिए एकीकृत खरपतवार नियंत्रण अपनाना चाहिए। जब खरपतवार प्रबंधन हेतु दो या दो से अधिक विधियों का प्रयोग किया जाता है तो उसे एकीकृत खरपतवार प्रबंधन कहते हैं। फसल की पैदावार पर खरपतवारों के प्रभाव को कम करने के लिए निवारक तरीकों और सस्य क्रियाओ जैसे कि पोषण प्रबंधन, धान की बुआई विधि, रोपण का समय, पौधों की आबादी और खरपतवार प्रतिस्पर्धी किस्मों के उपयोग किया जाना चाहिए। बेहतर खरपतवार नियंत्रण दक्षता के लिए शाकनाशी चक्रण, शाकनाशी-प्रतिरोधी फसलों का प्रयोग, उपलब्धता के आधार पर जैविक खरपतवारनाशी का उपयोग, हस्त चलित औजार व कृषि उपकरणों के एकीकरण को प्रोत्साहित किया जाना चाहिए। यहां इस लेख में हम धान की फसल में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के बारे में चर्चा कर रहे हैं।

धान की उपज में हानि

खरपतवारों के कारण फसल की उपज में होने वाली हानि खरपतवारों के प्रकार, संक्रमण की गंभीरता और अवधि, फसल की प्रतिस्पर्धी क्षमता और जलवायु परिस्थितियों पर निर्भर करेगी। धान की फसल में खरपतवारों द्वारा लगभग 30-85% उपज में कमी आंकी गई है। विभिन्न लेखों के आधार पर यह पाया गया है कि खरपतवारों द्वारा सीधी बुआई विधि में 93% तक उपज में कमी आंकी गई है।

धान-खरपतवार प्रतिस्पर्धा

धान की फसल में फसल खरपतवार प्रतिष्पर्धा का क्रांतिक समय 15-45 दिन है। यदि इस अवस्था में फसल को खरपतवार मुक्त रखा जाए तो धान की उपज में होने वाले नुकसान से बचा जा सकता है।

खरपतवार प्रबंधन की विधियां

विभिन्न फसलों में खरपतवार नियंत्रण के लिए अलग-अलग विधियां हैं; हालाँकि, विभिन्न तरीकों का विवेक पूर्ण एकीकरण समय की मांग है। सबसे पहले हमें गैर-रासायनिक तरीकों पर भरोसा करना चाहिए। हालाँकि, अपरिहार्य परिस्थितियों में, वैज्ञानिक अनुशंसाओं के आधार पर खरपतवारनाशियों का भी सुरक्षित रूप से उपयोग किया जाना चाहिए।

क. खरपतवार नियंत्रण की निवारक विधियां

विभिन्न फसली और गैर-फसली स्थितियों में खरपतवारों को रोकने के लिए खरपतवार निवारक विधियां अधिक व्यावहारिक हैं। विचार यह होना चाहिए कि खरपतवार संक्रमण क्षेत्रों को कम किया जाए और खरपतवार के बीजों का एक क्षेत्र से दूसरे क्षेत्र या एक फसल से दूसरी फसल तक प्रसार कम किया जाए। खरपतवार प्रजातियों पर नियंत्रण के लिए पौधों और उनके बीजों को उस बिंदु तक कम किया जाना चाहिए कि उनकी उपस्थिति आर्थिक उपयोग के क्षेत्र में गंभीर हस्तक्षेप नहीं करे। संक्रमण के बाद खरपतवार नियंत्रण की योजना इस प्रकार बनाई जानी चाहिए कि कम समय में ही खरपतवार के बीजों का जखीरा कम हो जाए। फसली क्षेत्रों में खरपतवारों के बीजों के प्रसार को रोकने का भी उचित ध्यान रखा जाना चाहिए।

विभिन्न फसलों में खरपतवार के संक्रमण को कम करने के लिए निवारक खरपतवार नियंत्रण उपाय पूर्व-अपेक्षित हैं। खरपतवार रोकथाम कार्यक्रमों में कानून से लेकर अच्छी फसल प्रबंधन प्रथाओं और विभिन्न फसल उगाने वाले पारिस्थितिक तंत्रों में उचित खरपतवार निगरानी के कई विकल्प शामिल हैं। अच्छी फसल प्रबंधन पद्धतियाँ खरपतवार की रोकथाम में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। खरपतवार के बीजों की थोड़ी सी मात्रा भी खरपतवारों के गंभीर संक्रमण के लिए पर्याप्त हो सकती है। पादप संगरोध नियमों को विशेष रूप से अप्रिय खरपतवारों के मामले में उचित और सख्ती से लागू किया जाना चाहिए। जैविक, पारिस्थितिक और भौगोलिक विशेषताओं की स्पष्ट स्कोरिंग के साथ खरपतवार जोखिम मूल्यांकन प्रणाली (डब्ल्यू.आर.ए.), जो देश में संभावित आक्रामक खरपतवारों का पता लगाने के लिए उपयोगी उपकरण है, को किसी भी आयात परमिट जारी करने से पहले भारतीय संयंत्र संगरोध में सख्ती से लागू किया जाना चाहिए।

खरपतवार मुक्त फसल प्राप्त करने के लिए विभिन्न सस्य एवं यांत्रिक उपाय अपनाने चाहिए। निम्नलिखित कदम खरपतवार मुक्त फसल के बीज उत्पादन सुनिश्चित करेंगे:

- फसल के खरपतवार रहित और बेहतर प्रमाणित बीज (स्वच्छ बीज) का उपयोग करें। भारत में राष्ट्रीय बीज निगम विभिन्न फसलों के प्रमाणित बीज उत्पादन की जिम्मेदारी लेता है। गुणवत्ता

पूर्ण बीज के उत्पादन के लिए राज्य सरकारों की अपनी बीज उत्पादक और बीज प्रमाणीकरण एजेंसियां भी हैं।

- केवल अच्छी तरह से तैयार की गई एफ.वाई.एम. का उपयोग करें।
- गैर-खरपतवार प्रभावित क्षेत्रों में जाने से पहले जुताई के उपकरणों को साफ करें।
- खरपतवार प्रभावित खेतों से मिट्टी गैर-खरपतवार प्रभावित क्षेत्रो में ना लायें।
- रोपाई से पहले खरपतवार के पौधों को नर्सरी के पौधों से अलग कर लेना चाहिए।
- नहरों, मेड़ों, सीमाओं और अन्य गैर-फसल भूमि से खरपतवार हटा दें।
- खरपतवारों के प्रजनन को रोकें; यानी बीज जमाव से पहले ही नियंत्रित करें।
- गैर-खरपतवार प्रभावित क्षेत्रों में पशुधन की आवाजाही को प्रतिबंधित करें।

ख. खरपतवार नियंत्रण की सस्य विधियाँ

उचित फसल उत्पादन प्रणाली को अपनाने मात्र से एक तिहाई खरपतवारों पर नियंत्रण प्राप्त किया जा सकता है।ये तकनीकें सीधे तौर पर फसलों के स्वस्थ विकास को प्रेरित करती हैं, परोक्ष रूप से यह फसल के लिए ऐसा वातावरण बनाए रखती हैं जो खरपतवारों के लिए यथा संभव हानिकारक हो। धान में खरपतवार प्रबंधन के लिए निम्न लिखित विधियों का उपयोग किया जा सकता है।

प्रतिस्पर्धी किस्में

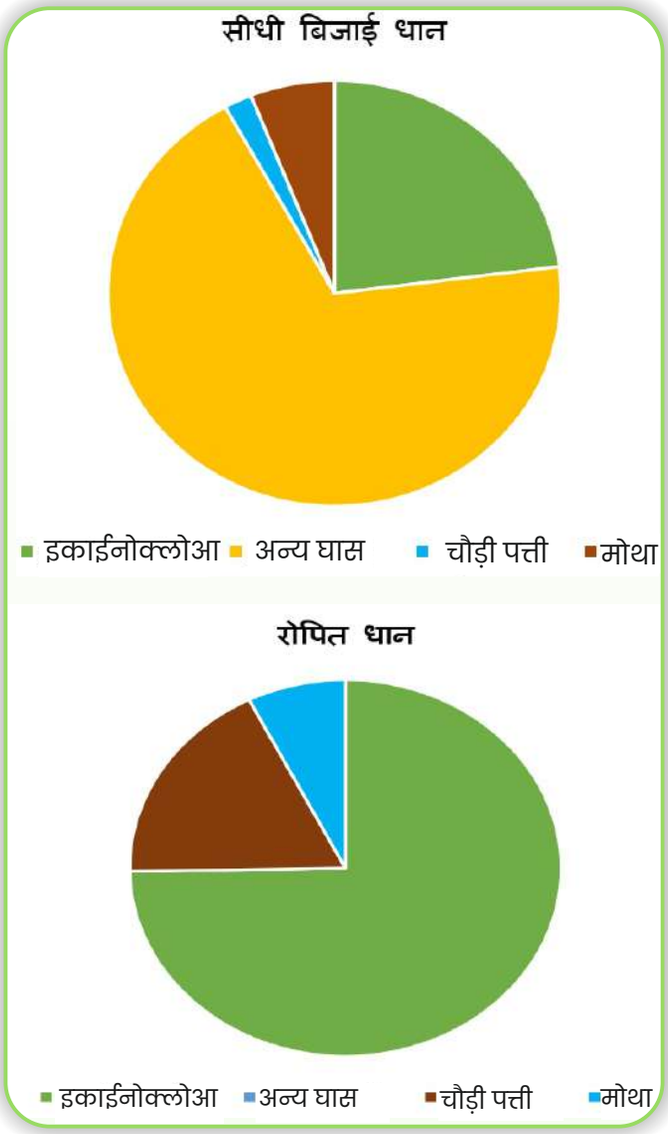
बढ़ी हुई प्रतिस्पर्धात्मकता आमतौर पर लंबे पौधों से जुड़ी होती है जो तेजी से भूमि को पूर्ण रूप से आच्छादित करते हैं। बौनी किस्मों में प्रकाश संचरण अनुपात अधिक होता है, जिससे लंबी किस्मों की तुलना में इनमें खरपतवारों का प्रकोप अधिक होता है।लंबी लटकती पत्तियों वाली लंबी किस्में छोटी और सीधी पत्तियों वाली किस्मों की तुलना में अधिक प्रतिस्पर्धी होती हैं। उदाहरण के लिए, बासमती चावल की किस्में मोटे धान की बौनी किस्मों की तुलना में अधिक प्रतिस्पर्धी हैं। प्रचुर मात्रा में कल्ले निकलने वाली किस्में अधिक प्रतिस्पर्धी होती हैं। कृषि पद्धतियों द्वारा भी फसल की प्रतिस्पर्धात्मकता को संशोधित किया जा सकता है।

पौधों की संख्या

अनुशंसित पौध संख्या द्वारा खरपतवारों की संख्या को कम किया जा सकता है, क्योंकि अधिकतम खाली स्थान का उपयोग फसलों द्वारा कर लिया जाता है जिससे खरपतवारों के प्रसार के लिए स्थान की कमी हो जाती है। अतः खरपतवारों का वानस्पतिक विकास उचित तरीके से नही हो पाता है। धान की फसल में 33-45 पौधे प्रति वर्ग मीटर के हिसाब से होने चाहिए, जिससे खरपतवारों की समस्या को कम किया जा सके। इसके लिए धान की बुआई के पहले बोने हेतु प्रयोग किये जाने वाले बीज का अंकुरण परीक्षण अवश्य कर लेना चाहिए, जिससे बुआई के पूर्व बीज की सही मात्रा का निर्धारण किया जा सके जिससे खेत में अनुशंसित मात्रा में पौध संख्या प्राप्त हो सके।

बुआई/रोपण विधि

कोई भी बुआई/रोपण विधि जिसमें मिट्टी की ऊपरी सतह सूखी रहती है, वह खरपतवार की जल्दी वृद्धि को हतोत्साहित करती है। मचाई करके रोपे गए धान (टी.पी.आर.) में सीधी बुआई धान (डी.एस.आर.) की तुलना में खरपतवारों का प्रकोप कम होता है। इसके अलावा टी.पी.आर और डी.एस.आर. में खरपतवार भी अलग-अलग प्रकार के होते हैं। टी.पी.आर. से डी.एस.आर. में परिवर्तन के साथ धान में खरपतवार वनस्पतियों में तेजी से बदलाव होता है। टी.पी.आर. में *इकाईनोक्लोआ क्रस-गैली* (साँवा) प्रमुख खरपतवार है, जबकि, अन्य घास जैसे *लेप्टोक्लोआ चाईनेंसिस*, *एराग्रोस्टिस स्पी.* (चिड़ियाघास), *डैक्टाइलोक्टेनियम इजिप्टियम* (मकड़ा) और *इलुसीन इंडिका* आदि जो टी.पी.आर. में गौण खरपतवार थी,



चित्र 1. रोपित धान में *इकाईनोक्लोआ क्रूस-गैली* (साँवा) और सीधी बिजाई धान में अन्य घासों का प्रभुत्व

डी.एस.आर. में प्रमुख खरपतवार बन गई (चित्र 1)। डी.एस.आर. के तहत *साइप्रस रोटंडस* (मोथा) जैसे सेज का संक्रमण भी बढ़ गया। करनाल में जीरो-टिलेज गेहूं के अनुक्रम में दीर्घकालिक डी.एस.आर. में टी.पी.आर. की तुलना में अन्य घास, चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार और सेज का संक्रमण बढ़ गया, और इसके बाद जीरो-टिलेज गेहूं में *पी. माइनर* (गेहुंसा) का संक्रमण भी बढ़ गया। शुष्क डी.एस.आर. (सूखी मिट्टी में बुआई और उसके तुरंत बाद पहली सिंचाई) की तुलना में तर-वतर डी.एस.आर. (नम मिट्टी में बुआई और पहली सिंचाई मिट्टी और मौसम की स्थिति के आधार पर एक से तीन सप्ताह बाद) में कम खरपतवार होते हैं।

प्रत्येक कृषि-जलवायु में मौसमी खरपतवारों के अंकुरण की चरम अवधि होती है, जिसमें ज्यादातर मौसम में कई फसलों के रोपण का इष्टतम समय होता है। फसलों को उनके सामान्य रोपण समय से थोड़ा पहले बोकर प्रारंभिक खरपतवार प्रतिस्पर्धा से बचाया जा सकता है। उदाहरण के लिए, डी.एस.आर. की बुआई जल्दी (25 मई से 5 जून) करने पर जून के दूसरे और तीसरे सप्ताह में देर से बुआई करने की तुलना में खरपतवार कम होते हैं।

ग्रीष्म कालीन जुताई

यह विधि उन बहुवर्षीय खरपतवारों के लिए कारगर है जिनका प्रसारण कंद या प्रकंद आदि से होता है। ग्रीष्मकालीन गहरी जुताई से खरपतवारों के प्रकंद ऊपरी सतह पर आ जाते हैं तथा सूर्य का प्रकाश एवं ताप सीधे उन पर पड़ता है परिणामस्वरूप कंद एवं प्रकंद सूखकर अपनी अंकुरण क्षमता खो देते हैं, जिससे आगामी फसल में खरपतवारों की समस्या में कमी हो जाती है।

मचाई करना

रोपाई किए गए धान में अच्छी तरह मचाई /कद्दू करके शुरुआती 2-3 सप्ताह तक पानी के ठहराव करने से खरपतवारों के प्रबंधन में मदद मिलती है। हालाँकि, पानी का यह निरंतर ठहराव सिंचाई जल की उपलब्धता व वर्षा पर निर्भर करता है।

स्टेल सीड बैड (बीज सैय्या)

स्टेल सीड बैड तकनीक मृदा बीज बैंक में खरपतवारों के साथ-साथ बढ़ते मौसम में खरपतवार के दबाव को कम करने में बहुत प्रभावी है। खरपतवारों के अंकुरण को बढ़ावा देने के लिए बारिश या सिंचाई (फसल बोने से 2-4 सप्ताह पहले) की जाती है। इस प्रकार फसल की बुआई से पहले उगने वाले खरपतवारों को गैर-चयनात्मक शाकनाशी द्वारा या हल्की जुताई से नष्ट कर दिया जाता है। यदि खरपतवार फिर भी निकलते रहें तो प्रक्रिया दोहराई जा सकती है।

हाथ से निराई/गुड़ाई करना

डी.एस.आर. में खरपतवार प्रबंधन के लिए हाथ से निराई/गुड़ाई करना बहुत प्रभावी है। विशेष कर डी.एस.आर. में बेहतर खरपतवार प्रबंधन के लिए शाकनाशी के साथ हाथ से निराई-गुड़ाई का एकीकरण एक व्यवहार्य विकल्प है। हालाँकि, यह महंगा और थकाऊ विकल्प है। यह फसल-खरपतवार प्रतियोगिता के प्रारंभिक महत्वपूर्ण चरण के दौरान किया जाना चाहिए ताकि खरपतवारों की रोकथाम की जा सके। इन दिनों पावर वीडर्स बहुत लोकप्रिय हो रहे हैं, और डी.एस.आर. में मशीनीकृत निराई के लिए कोनो-वीडर्स का उपयोग किया जा सकता है। आगामी सीजन में खरपतवारों के संक्रमण को कम करने के लिए खरपतवारों को बीज बनने से पहले हाथ से निकाल देना चाहिए।

पोषण प्रबंधन

खरपतवार फसलों की अपेक्षा पोषक तत्वों को जल्दी ग्रहण कर अपना जीवन चक्र फसल से पहले पूर्ण कर लेते हैं, जिससे पोषक तत्वों के अभाव में फसले कमजोर हो जाती है। तथा प्रति इकाई उपज में कमी आती है। परिस्थिती अनुसार, जिप्सम या चूने जैसे संशोधन पदार्थ, सड़ी गोबर की खाद के प्रयोग से मिट्टी की स्थिति में सुधार करते हैं और इस प्रकार, बेहतर हवा-पानी का संचार बना रहता है, जिससे फसल की वृद्धि में सुधार होता है। पर्याप्त मात्रा में उपयुक्त उर्वरकों और खादों के प्रयोग से पौधों की वृद्धि में बहुत सुधार होता है। इन्हें एक साथ डालने की बजाये विभक्त मात्रा में डाला जाय तो वे खरपतवारों की तुलना में फसलों को अधिक लाभ पहुंचा सकते हैं। खरपतवार निकालने के बाद विभाजित मात्रा में अनुप्रयोग, व खड़ी फसल पर स्प्रे करने से फसल द्वारा पोषक तत्व उपयोग दक्षता में वृद्धि होती है। पोषक तत्वों का संतुलित प्रयोग फसल को खरपतवार से मुकाबला करने की बेहतर ताकत भी देता है। अतः पोषक तत्वों को हमेशा फसलों के कतारों में एवं विभक्त कर डालना चाहिए। जिससे पोषक तत्वों का फसलों द्वारा सम्पूर्ण उपभोग किया जा सके जिससे प्रति इकाई उपज में वृद्धि हो।

जल प्रबंधन

जलप्रबंधन (जल निकासी और सिंचाई) एक महत्व पूर्ण सस्य क्रिया है जो फसल और खरपतवार दोनों को सीधे प्रभावित करती है। जहां पर्याप्त सिंचाई जल उपलब्ध है या फसल अवधि के दौरान वर्षा अधिक होती है, रोपित धान में मचाई /कद्दू करने के बाद 2-3 सप्ताह तक लगातार पानी खड़ा रखना उन क्षेत्रों में खरपतवार नियंत्रण के लिए एक प्रभावी उपाय हो सकता है। सिंचाई का समय और उपयोग किए गए पानी की मात्रा भी खरपतवारों के उद्भव स्वभाव और स्थापना को काफी हद तक प्रभावित करती है। तर-वत्तर डी.एस.आर. में भूमि की सतह पर सूखी मिट्टी की परत के कारण खरपतवारों का जमाव कम होता है। पहली सिंचाई में देरी की वजह से तर-वत्तर डी.एस.आर. खरपतवारों की दृष्टि से हमेशा सूखी डी.एस.आर. से बेहतर होती है, जिसमें बुआई के तुरन्त बाद सिंचाई की जाती है।

फसल चक्र

फसल में खरपतवारों से होने वाली क्षति को कम करने के लिए फसल चक्र का उपयोग किया जा सकता है। कुछ खरपतवार अक्सर विशिष्ट फसलों/फसल चक्रों से जुड़े होते हैं। विविध फसलचक्र या

सस्यक्रियाओं वाली फसलों को उगाने से खरपतवारों का चक्र टूट जाता है, तथा यह सभी खरपतवार नियंत्रण विधियों में सबसे प्रभावीत होते है। फसल बदलने से सस्य परिस्थितयाँ (रोपण तिथि, फसल प्रतिस्पर्धा, उर्वरता, आदि) बदल जाती हैं, जिन्हें खरपतवार को सहन करना पड़ता है। फसलों को बदलने का मतलब अक्सर शाकनाशियों के एक अलग समूह का उपयोग करना भी होता है। खरपतवार प्रबंधन में फसल चक्र की समग्र सफलता, चक्र में उगाई गई प्रत्येक फसल में खरपतवार को नियंत्रित करने की क्षमता पर निर्भर करती है। फसल चक्र से एक खेत में खरपतवार की प्रजातियों को पैठ बनाने से रोका जा सकता है, तथा साथ ही एक ही क्षेत्र में मौजूद खरपतवार प्रजातियों की विविधता भी बनी रहेगी। शाकनाशी विविधता और खेती एक अपरिवर्तित शाकनाशी कार्यक्रम और फसल दोनों के लिए अनुकूलित सहिष्णु खरपतवार आबादी के विकास को रोकने में मदद करेगी।

विशिष्ट खरपतवार समस्याएँ विशिष्ट फसल चक्र से जुड़ी होती हैं। फसलों के चक्र में परिवर्तन के कारण, उनकी कृषि संबंधी पद्धतियाँ बदल जाती हैं; इसलिए, इन खरपतवारों का प्रभुत्व संभव नहीं है।उदाहरण के लिए, *फैलेरिस माइनर* (गेहुंसा) में प्रतिरोध और क्रॉस-प्रतिरोध की समस्या धान-गेहूं प्रणाली की एक समस्या है। फसलचक्र में बरसीम, गन्ना, सूरजमुखी, तोरिया, मक्का, सब्जियां आदि को शामिल करने से धान-गेहूं चक्र में गेहूं में *फैलेरिस माइनर* के प्रकोप में कमी आ सकती है।

आच्छादन फसलें एवं हरी खाद

ऐसी फसलें जिनकी वानस्पतिक वृद्धि तेजी से होती है तथा ये फसलें जल्दी से मृदा को ढक लेती हैं, जिससे खरपतवार की समस्या में कमी आती है तथा खरपतवारों द्वारा अवशोषित होने वाला जल बच जाता है परिणामस्वरूप मृदा नमी में वृद्धि होती है। धान की फसल से पहले खरपतवारों को कम करने के लिए दलहनी फसल जैसे लोबिया, मूंग और ढेंचा जैसी आच्छादन फसलो का उपयोग किया जा सकता है। सीधी बुआई वाले धान की मुख्य फसल से पहले आच्छादन फसल के रूप में ढेंचा लगाने से भी खरपतवारों के उद्भव और वृद्धि को रोकने में मदद मिलती है (तालिका 1)। हरी खाद फसलों की बुआई के बाद फसलों के साथ साथ खरपतवार भी उग आते हैं। जब इन फसलों को विशेष यन्त्र की सहायता से मृदा में दबाया जाता है तो खरपतवार भी

तालिका 1. धान की सीधी बुआई से पहले ली गई कवर फसलों में खरपतवारों का जमाव

आच्छादन फसल	बीजदर (किलो/हेक्टेयर)	खरपतवारों का घनत्व (संख्या/ मी.^{2})
ढेंचा	30	25.3
ढेंचा	60	10.7
मूंग	20	58.7
मूंग	40	34.0
लोबिया	50	25.3
लोबिया	100	15.3
बिना आच्छादन फसल	-	84.0

तालिका 2. ढेंचा की हरीखाद का धान खरपतवार घनत्व (संख्या/मी.2) पर दीर्घकालिक प्रभाव

उपचार	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
हरी खाद	16	24	50	43	24	18	11	23	12	12
बिना हरी खाद	21	35	70	54	48	23	15	55	13	25

मृदा में मिल जाते है और आगामी फसल में इनकी समस्या में कमी आती है और ये सड़कर फसल का पोषण लेने के बजाय उसे पोषण उपलब्ध करते है ।धान-गेहूं प्रणाली में दीर्घकालिक प्रयोगों में हरीखाद के अन्य लाभों के अलावा धान में खरपतवारों में कमी पाई गई है (तालिका 2)। हरीखाद की फसल को 2,4-डी, पैराक्वाट जैसे शाकनाशी का छिड़काव करके भी नस्ट किया जाता है, तब उसे भूरी खाद कहते हैं। यह भी खरपतवारों को नस्ट करने की उत्तम विधि है।

फसल अवशेष

भारत में कुछ फसलों को छोड़कर अधिकांशतः फसल अवशेष व्यर्थ ही होते हैं। इन अवशेषों का उपयोग मूल्यवान पौधों के पोषक तत्वों के पुनर्चक्रण के लिए एक संभावित स्रोत के रूप में और प्रारंभिक खरपतवार वृद्धि को दबाने के लिए मल्चिंग के स्रोत के रूप में किया जा सकता है। धान-गेहूं फसल प्रणाली में धान में शून्य जुताई की सफलता मुख्य रूप से इस बात पर निर्भर है कि हम फसल अवशेषों का सर्वोत्तम प्रबंधन कैसे कर सकते हैं। मल्चिंग से खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण होता है और पानी की भी बचत होती है।

मृदा सौर्यीकरण (सोइल सोलेराइजेशन)

सोलराइजेशन नम मिट्टी पर प्लास्टिक की चादर रखकर किनारों को ढक दिया जाता है यह मिट्टी की सतह को गर्म करने की विधि है। इस प्रक्रिया से सतह की मिट्टी का तापमान 8-10^{0}C तक बढ़ जाता है। खरपतवारों पर संतोषजनक नियंत्रण पाने के लिए 4-6 सप्ताह की अवधि पर्याप्त है।कई वार्षिक, कुछ बारहमासी और परजीवी खरपतवार इस उपचार के प्रति संवेदनशील हैं।मृदा जनित कीटों को नियंत्रित करने के अलावा, मृदा सौर्यीकरण से मिट्टी में पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ती है और लाभकारी सूक्ष्मजीवों को बढ़ावा मिलता है, जिसके परिणाम स्वरूप अंततः पौधों की वृद्धि होती है।सौर्यीकरण का प्रभाव खरपतवार प्रजातियों के अनुसार अलग-अलग होता है।सर्दियों के खरपतवार आमतौर पर अधिक संवेदनशील होते हैं। कुछ बारहमासी खरपतवार जैसे *साइप्रस* (मोथा) और *कान्वोल्वुलस* (हिरनखुरी) आमतौर पर अधिक प्रतिरोधी होते हैं। खरपतवार के बीजों को नम और गर्म मिट्टी में अंकुरित होने के लिए प्रेरित किया जाता है और युवा अंकुर गर्मी भाप से मर जाते हैं। बचे हुए खरपतवार के बीजों को सैप्रोफाइटिक सूक्ष्मजीवों द्वारा कमजोर और संक्रमित कर दिया जाता है।

रासायनिक खरपतवार नियंत्रण

सघन फसल प्रणालियों में खरपतवार प्रबंधन के लिये शाकनाशी विशेष रूप से बहुत प्रभावी होते हैं। रोपित धान और सीधी

बुआई वाले धान में खरपतवार नियंत्रण के लिए शाकनाशी सिफारिशें तालिका 3 में दी गई हैं।

शाकनाशी सहिष्णु किस्में

खरपतवार प्रबंधन के लिए व्यापक विकल्प प्रदान करने हेतु धान की शाकनाशी सहिष्णु किस्में विकसित की जा रही हैं। मुख्य तौर पर एच.टी. सिस्टम अमीनो एसिड बायो सिंथेसिस के प्रतिरोध पर आधारित है जो शाकनाशियों को रोकता है, उदाहरण के लिए इमिडाज़ोलिनोन (आई.एम.आई.) प्रतिरोधी किस्में। डी.एस.आर. में आई.एम.आई. शाकनाशियों के उपयोग के साथ उचित खरपतवार प्रबंधन के लिए ऐसी किस्मों का उपयोग किया जा सकता है।

शाकनाशी-प्रतिरोध उत्पन्न होने से बचने के लिए महत्वपूर्ण कदम

1. शाकनाशी-चक्र का पालन करें।
2. शाकनाशियों की उचित मात्रा का प्रयोग करें। कम मात्रा भी हानिकारक है।
3. बीज बनने से पहले बचे हुए खरपतवारों को उखाड़ दें।
4. गुणवत्तापूर्ण शाकनाशियों की उपलब्धता सुनिश्चित की जानी चाहिए।
5. उचित स्प्रे तकनीकों का पालन करें।
6. फ्लैटफैन नोजल (मल्टी-नोजलबूम) का उपयोग करें।
7. पानी की उचित मात्रा का प्रयोग करें।
8. उचित अवस्था पर छिड़काव करें।

शाकनाशी के प्रयोग के दौरान अपनाई जाने वाली सावधानियां:-

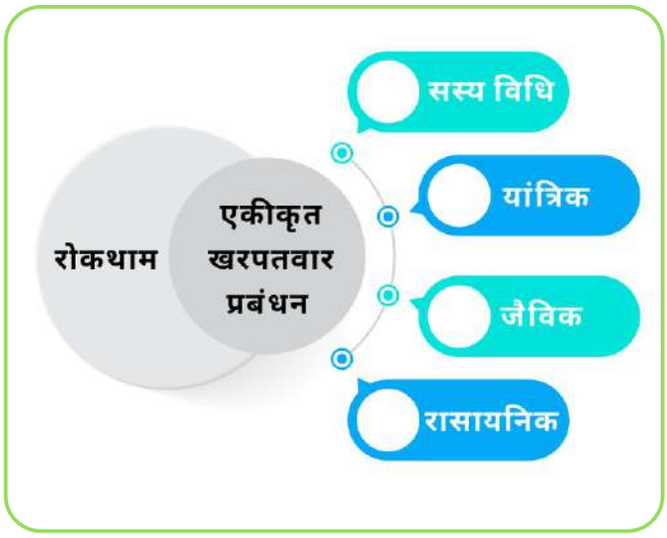
- शाकनाशी छिड़काव के पहले स्प्रे मात्रा हेतु कैलिब्रेसन करें।
- शाकनाशी के डिब्बों को बच्चों की पहुँच से दूर रखें।
- छिड़काव के दौरान समस्त सुरक्षा उपकरण जैसे- मास्क, चश्मा, गम्बूट एवं एप्रान धारण करें।

तालिका 3. रोपित और सीधी बुआई वाले धान में रासायनिक खरपतवार नियंत्रण के लिए शाकनाशी

शाकनाशी	सक्रिय तत्व मात्रा (ग्राम/हेक्टेयर)	समय (रोपाई/ बिजाई के दिन बाद)	विधि	खरपतवार स्पेक्ट्रम*
धान की नर्सरी				
पेंडीमेथालिन 30%ई.सी.	1000	0-3/ बुआई के तुरंत बाद	स्प्रे	जी, बी
बिस्पाईरिबैक 10%एस.सी.	25	10-12	स्प्रे	जी, बी, एस
पेनाक्ससुलम + साइहलोफॉप 6% ओ.डी. (आर.एम.)	135	8-12	स्प्रे	जी, बी, एस
ट्रायफामोन+ ईथोक्सीसल्फ्यूरॉन 30%डब्ल्यू.जी. (आर.एम.)	67.5	10-12	स्प्रे	जी, बी, एस
रोपित धान				
ब्यूटाक्लोर 50% ई.सी./ 50% ई.डब्ल्यू.	1250-1500	0-3	खड़े पानी में रेत-मिश्रण का प्रसारण	जी, बी, एस
प्रेटिलाक्लोर 50% ई.सी.	600-700	0-3	-do-	जी, बी, एस
प्रेटिलाक्लोर 40% ई.डब्ल्यू.	600-700	0-3	-do-	जी, बी, एस
अनिलोफॉस 30% ई.सी.	400	0-3	-do-	जी, बी, एस
ऑक्साडियार्जिल 80% डब्ल्यू.पी.	100	0-3	रेत-मिश्रण/शेकर बोतल	जी, बी, एस
प्रेटीलाक्लोर + पाइराज़ोसल्फ्यूरॉन 30.75% जी. (आर.एम.	615	0-5	छिट्टा/ प्रसारण	जी, बी, एस
बिस्पाईरिबैक 10% एस.सी.	25	15-25	स्प्रे	जी, बी, एस
पेनाक्ससुलम 24% एस.सी.	22.5-25	8-12	स्प्रे	जी, बी, एस
पेनाक्ससुलम + साइहलोफॉप 6% ओ.डी. (आर.एम.)	135	8-12	स्प्रे	जी, बी, एस
ट्रायफामोन+ ईथोक्सीसल्फ्यूरॉन 30% डब्ल्यू.जी. (आर.एम.)	67.5	10-15	स्प्रे	जी, बी, एस
क्लोरिमुरॉन+ मेटसल्फ्यूरॉन 20% डब्ल्यू.पी. (आर.एम.)	4	25-30	स्प्रे	बी, एस
2,4-डी	400	25-30	स्प्रे	बी, एस
एथोक्सीसल्फ्यूरॉन 15% डब्ल्यू.डी.जी.	18.8	25-30	स्प्रे	बी, एस
सीधी बुआई धान				
पेंडीमेथालिन 30% ई.सी.	1000	0-3/ बुआई के तुरंत बाद	स्प्रे	जी, बी
बिस्पाईरिबैक 10% एस.सी.	25	15-25	स्प्रे	जी, बी, एस
फेनाक्साप्रॉप 6.7% ई.सी. (सेफनरकेसाथ)	56-60	15-25	स्प्रे	जी
पेनाक्ससुलम+ साइहलोफॉप 6%ओ.डी. (आर.एम.)	135	8-12	स्प्रे	जी, बी, एस
ट्रायफामोन+ ईथोक्सीसल्फ्यूरॉन 30%डब्ल्यू.जी. (आर.एम.)	67.5	10-15	स्प्रे	जी, बी, एस

*जी, घास वाले खरपतवार, बी, चौड़ी पत्ती खरपतवार, एस, सेज; #अन्य उद्भव पश्चात खरपतवार-नाशको के साथ क्रम में प्रयोग करें।

चित्र 2. एकीकृत खरपतवार प्रबंधन खरपतवार नियंत्रण के विभिन्न तरीकों का विवेकपूर्ण एकीकरण।



- छिड़काव के दौरान हवा के बहाव का ध्यान रखें तथा स्प्रे कभी भी हवा के विपरीत दिशा में न करें।
- शाकनाशी के स्प्रे हेतु फ़्लैट फैन नोजल का प्रयोग करें।
- स्प्रे के दौरान किसी प्रकार के नशीले पदार्थ जैसे- तम्बाकू सुपारी गुटखा एवं पान का सेवन न करें।
- खाली डिब्बों को या तो जला दें या फिर जमीन में गाड़ दें।
- वर्षा के दौरान छिड़काव न करें नही तो परिणाम अच्छे नही मिलेंगे।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

जब दो या दो से अधिक विधियों का समन्वित प्रयोग खरपतवार प्रबंधन हेतु किया जाता है तो सभी प्रकार के खरपतवार नष्ट हो जाते हैं। उदाहरण के लिए अंकुरण पूर्व शाकनाशी के छिड़काव के 20 दिन बाद हाथ से निदाई या अंकुरण पश्चात शाकनाशी के छिड़काव के बाद बुआई के 40 दिन बाद हाथ से निदाई या अंकुरण पूर्व शाकनाशी के छिड़काव के 20 दिन बाद अंकुरण पश्चात शाकनाशी के छिड़काव के बाद बुआई के 40 दिन बाद हाथ से निदाई खरपतवार प्रबंधन में सहायक होता है।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के लाभ

- इस विधि द्वारा समस्त प्रकार के खरपतवारों को नष्ट किया जा सकता है।
- इस विधि में खरपतवार प्रतिरोध उत्पन्न होने की संभावना बहुत कम होती है।
- इस विधि में अन्य विधि की तुलना में उपज अधिक प्राप्त होती है

हानियाँ

- यह विधि अन्य विधि की तुलना में अधिक खर्चीली है।
- इसमें श्रम व धान दोनों अधिक व्यय होते हैं।

मृदा को खुरचने के कारण ऊपर की परत टूट जाती है जिससे नए खरपतवार उगने लगते हैं तथा जल एवं वायु द्वारा मृदा क्षरण में वृदधि होती है।

गेहूँ में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

राजेन्द्र सिंह छोकर, शिव राम सामोता, सुभाष चंद्र गिल एवं नीरज कुमार
भाकृअनुप - भारतीय गेहूँ एवं जौ अनुसंधान संस्थान, करनाल, हरियाणा 132001, भारत

गेहूँ विश्व में एक महत्वपूर्ण खाद्यान फसल है भारत में वर्ष 1960-61 के दौरान इसका उत्पादन मात्र 11.0 मिलियन टन था जो वर्ष 2022-23 में बढ़कर 112.74 मिलियन टन हो गया। गेहूँ फसल के उत्पादन में लगभग दस गुना की यह वृद्धि छोटे कद की अधिक उपज देने वाली किस्मों, उर्वरकों, सिंचाई और शाकनाशियों के उपयोग के कारण हुई है। फसलों में विभिन्न कारको से होने वाली हानि में खरपतवारों को सबसे अधिक हानिकारक माना जाता है क्योंकि कुल उत्पादन की लगभग एक तिहाई हानि खरपतवारों के द्वारा होती है। खरपतवार फसल के साथ नमी, पोषक तत्वों, प्रकाश और स्थान के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं जिससे फसल को इन महत्वपूर्ण आदानो से वंचित होना पड़ता है, इसलिए खरपतवार प्रतिस्पर्धा फसल उत्पादन में सबसे महत्वपूर्ण बाधाओं में से एक है। खरपतवार-फसल प्रतिस्पर्धा तब शुरू होती है जब फसल और खरपतवार एक दूसरे के बहुत करीब उगते हैं और उनकी जड़ या तना एक दूसरे पर अतिआच्छादित (ओवरलैप) हो जाती हैं। जब खरपतवार फसल से पहले उगते हैं तो उनके दमनकारी प्रभाव के कारण प्रतिस्पर्धा गंभीर हो जाती है। धान-गेहूँ प्रणाली में धान की कटाई के बाद मिट्टी में पर्याप्त नमी होने के कारण खरपतवार गेहूँ की तुलना में पहले या गेहूँ की फसल के साथ उग आते हैं जिसके कारण वे फसल के साथ अधिक प्रतिस्पर्धा दर्शाते हैं। विभिन्न गेहूँ उगाने वाले क्षेत्रों में खरपतवारों के कारण होने वाली औसत उपज हानि 20 से 30 प्रतिशत तक होती है। गेहूँ की उपज में नुकसान मुख्य रूप से कल्लों (टिलरिंग) में कमी के कारण होता है। हरित क्रांति से पहले गेहूँ की फसल में खरपतवार एक गंभीर समस्या नहीं थी क्योंकि गेहूँ किस्मों की ऊंचाई अधिक होने के कारण उनमें खरपतवारों का प्रभाव कम रहता था तथा ज्यादातर चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार ही पाए जाते थे जोकि अपेक्षाकृत संकरी पत्ती वाले खरपतवारों की तुलना में कम आक्रामक प्रवृति के थे। हरित क्रांति के बाद संकरी पत्ती के खरपतवार जैसे की *फैलेरिस माइनर* और *एवेना लुडोविसियाना* का प्रकोप गेहूँ की बौनी किस्मों में बढ़ गया। ये दोनो खरपतवार गेहूँ की प्रारंभिक अवस्था में गेहूँ के पौधो के समान दिखाई देते है जिससे उनकों गेहूँ के पौधों से अलग करना बहुत मुश्किल होता है। इसके अलावा ये खरपतवार बौने गेहूँ की तुलना में बहुत लंबे होते हैं जोकि गेहूँ फसल पर आंशिक छाया का कारण बनते हैं। इन खरपतवारों के कमजोर तने के कारण गेहूँ की फसल में गिरने की समस्या होती है जिससे गेहूँ की उपज में भारी कमी आती है। इन खरपतवारों की तीव्रता के आधार पर 10 से 80 प्रतिशत तक की उपज हानि हो सकती है। जहाँ फसल में खरपतवारों का प्रबंधन अच्छे तरीके से नहीं किया जाता एवं इन खरपतवरों का प्रकोप अधिक होता है वहा उपज में शत प्रतिशत तक हानि हो जाती है। गेहूँ की अगेती बुवाई में *फैलेरिस माइनर* का प्रकोप कम रहता है जबकि पछेती बुआई में *एवेना लुडोविसियाना* का प्रकोप कम पाया जाता है। गेहूँ में खरपतवार नियंत्रण की क्रांतिक अवस्था बुवाई के 30-45 दिन तक होती है और इस अवधि के दौरान फसल को खरपतवार मुक्त रखना चाहिए। अधिकांश किसान खरपतवारों के प्रबंधन के लिए इस महत्वपूर्ण अवधि का पालन नहीं करते और वे खरपतवारों के प्रबंधन में देरी करते है जिससे गेहूँ फसल की उपज में कमी होती है। खरपतवार न केवल उपज को कम करते हैं बल्कि कटाई के काम को भी मुश्किल बनाते हैं जिससे फसल की प्रति इकाई लागत भी बढ़ जाती है। इसलिए खरपतवारों से होने वाली हानि को कम करने एवं खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के लिए एकीकृत खरपतवार प्रबंधन बहुत आवश्यक है।

गेहूँ फसल में खरपतवार (वीड) और खरपतवारों में बदलाव (वीड फ़्लोरा शिफ्ट)

देश के विभिन्न भागों में गेहूँ फसल के खरपतवारों की संख्या, क्षेत्र दर क्षेत्र और खेत दर खेत अलग-अलग पायी जाती है, जो उस क्षेत्र के पर्यावरण, सिंचाई, उर्वरकों का उपयोग, मिट्टी के प्रकार, खरपतवार नियंत्रण प्रथाओं और फसल चक्र पर निर्भर करती है। गेहूँ की फसल में संकरी और चौड़ी पत्ती वाले दोनों ही प्रकार के खरपतवारों द्वारा हानि होती हैं, लेकिन संकरी पत्ती के खरपतवार चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों की तुलना में अधिक हानिकारक होते हैं। हरित क्रांति से पहले *कार्थमिस ऑक्सीकैंथा* मुख्य खरपतवार था, लेकिन सिंचाई और जुताई में वृद्धि के साथ-साथ फसल की सघनता में वृद्धि ने इस खरपतवार को लगभग समाप्त कर दिया है। इसी प्रकार भारी मिट्टी एवं लगातार धान फसल के उगाने से *एवेना लुडोविसियाना* के प्रकोप को कम कर दिया, हालांकि मक्का-गेहूँ फसल प्रणाली में इसका प्रकोप अधिक पाया जाता है। संकरी पत्ती के खरपतवारों में *फैलेरिस माइनर* (मंडूसी/गुल्ली डंडा) और चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों में *रूमेक्स डेंटेटस* (जंगली पालक) और *मेडिकागो डेंटिकुलाटा* (*मैणा*) भारत में धान-गेहूँ प्रणाली के तहत सिंचित गेहूँ में मुख्य समस्या हैं। *फैलेरिस माइनर* भारी मिट्टी में जबकि *एवेना लुडोविसियाना* हल्की बनावट वाली मिट्टी में अधिक प्रभावी है। *फैलेरिस माइनर* और *रूमेक्स डेंटेटस* दोनों ही अत्यधिक प्रतिस्पर्धी खरपतवार हैं और भारी संक्रमण के कारण उपज में बहुत भारी कमी करने में सक्षम हैं। क्लोडिनाफॉप और फेनोक्साप्रॉप केवल संकरी पत्ती वाले खरपतवारों को नियंत्रित करते हैं, जबकि सल्फोसल्फ्यूरॉन संकरी और कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों को नियंत्रित करता है। जिन क्षेत्रों में किसान लगातार क्लोडिनाफॉप, फेनोक्साप्रॉप या पिनोक्साडेन जैसे ग्रैमिनीसाइड्स का उपयोग करते है वहा चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों विशेष रूप से *रूमेक्स* स्पीशीज में वृद्धि हो रही है। लंबे समय तक एक ही शाकनाशी

पर निरंतर निर्भरता, शाकनाशी-प्रतिरोध विकास के अलावा खरपतवार वनस्पतियों में भी बदलाव लाती है। इसलिए सभी तरह के खरपतवारों के नियंत्रण के लिए शाकनाशियों के साथ-साथ खरपतवार नियंत्रण की अन्य विधियों का समायोजन आवश्यक है। गेहूँ की फसल में देश के विभिन भागो में पाए जाने वाले खरपतवारों में मुख्यतया *एनागैलिस आर्वेन्सिस, आर्जीमोन मेक्सिकाना, एस्फोडेलस टेनुइफोलियस, एवेना लुडोविसियाना, कैनाबिस सैटिवा, कार्थमिस ऑक्सीकैंथा, चेनोपोडियम एल्बम, चेनोपोडियम मुरेल, सिरसियम आरवेंसिस, कॉन्वोल्वुलस आर्वेन्सिस, कोरोनोपस डिडिमस, साइनोडोन डैक्टिलॉन, साइप्रस रोटंडस, फ्यूमरिया पारविफ्लोरा, लेथाइरस अफाका, लेथाइरस सैटिवा, मेडिकैगो डेंटिकुलाटा, मेलिलोटस अल्बा, मेलिलोटस इंडिका, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस, फैलेरिस माइनर, पोआ एनुआ, पॉलीगोनम प्लेबेजियम, पॉलीपोगोन मोनस्प्लेन्सिस, रुमेक्स डेंटेटस, सोलनम नाइग्रम, स्पर्गुला अर्वेन्सिस, स्टेलारिया मीडिया, विसिया हिरसुता* एवं *विसिया सैटिवा* है।

खरपतवारों का प्रकोप फसल उत्पादकता को सीमित करने वाले प्रमुख कारको में से एक है। फसल की उच्च आनुवंशिक उपज क्षमता प्राप्त करने के लिए उचित खरपतवार नियंत्रण बहुत ही आवश्यक है।

खरपतवार नियंत्रण उपाय

गेहूँ फसल में विभिन्न खरपतवार प्रबंधन प्रथाओं को क्रमश: निरोधात्मक उपाय, कृषि संबंधी नियंत्रण, यांत्रिक और रासायनिक खरपतवार नियंत्रण की श्रेणियों में बांटा गया है। इन प्रथाओं की विस्तृत चर्चा नीचे की गई है:

निरोधात्मक उपाय

भविष्य में खरपतवारों की गंभीर समस्या से बचने के लिए प्रभावी ढंग से खरपतवारों के गुणन और प्रसार को रोकने के लिए निरोधात्मक उपाय का उपयोग किया जाता है। इन तरीकों का उपयोग खरपतवारों को नए क्षेत्र में बढ़ने से रोकने के लिए किया जाता है तथा मौजूदा खरपतवारों के बीजों, कंदो, प्रकंदो या अन्य प्रजनकों को एक स्थान से दूसरे स्थान पर फैलने से रोकने के लिए किया जाता है। निरोधात्मक उपाय को अधिक प्रभावी बनाने के लिए खरपतवारों की जैविकी तथा उनके प्रजनन और प्रसार का ज्ञान आवश्यक है। निरोधात्मक उपायों में निम्न निवारक उपाय खरपतवारों के प्रभावी नियंत्रण में कारगर साबित हो सकते हैं :

- बुवाई के लिए स्वच्छ, खरपतवार रहित और प्रमाणित गेहूँ के बीजों का चुनाव करना।
- बीज प्रमाणीकरण के लिए सख्त संख्यात्मक क्षेत्र मानकों को अपनाना चाहिए।
- पशुओं को अनाज या घास खिलाने से पहले खरपतवार के बीजों एवं पौधों को अलग कर देना चाहिए।
- अच्छी तरह सड़ी-गली हुई गोबर की खाद / कम्पोस्ट का ही उपयोग करें।
- अन्य कृषि संसाधनों (पशुधन, मशीनरी, बीज, मिट्टी आदि) के साथ जाने वाले खरपतवारों के फैलाव को रोकें।
- गैर-फसल क्षेत्र जैसे सिंचाई और जल निकासी की नालियाँ तथा मेंड़ो को साफ रखें।
- नियमित निगरानी के माध्यम से नए खरपतवारों के आगमन एवं स्थापना को रोकें।
- कानूनी और संगरोध नियमों का पालन करें।

कृषि संबंधी नियंत्रण

कुछ कृषि पद्धतियाँ है जो स्वास्थ्य और सशक्त गेहूँ की फसल को प्रोत्साहित करके खरपतवारों से होने वाली फसल की प्रतिस्पर्धा को बढ़ावा देती हैं जिससे खरपतवारों से होने वाले नुकसान को कम किया जा सकता है। मुख्य कृषि संबंधी खरपतवार नियंत्रण उपाय निम्न है:

स्टेल सीड बेड़ (बिजाई से पहले खरपतवारों को नष्ट करना): इस विधि में फसल की बुवाई से पहले खाली खेत में हल्की सिंचाई करके खरपतवारों को उगने दिया जाता है। इसके बाद इन्हे शाकनाशी (ग्लाइफोसेट या पैराक्वाट) द्वारा या जुताई करके नष्ट किया जाता है। इस तरह फसल में खरपतवारों की संख्या में काफी कमी आ जाती है। गर्मी के मौसम में गहरी जुताई करके कुछ जटिल खरपतवार जैसे *साइनोडोन डैक्टिलॉन, साइपरस रोटंडस* और बहुवर्षीय श्रेणी के खरपतवारों की समस्या को भी कम किया जा सकता है तथा इसके साथ कीट व बीमारी भी नष्ट हो जाती है।

पंक्तियों की दूरी और बीज दर: बीज दर में वृद्धि करके फसल सघनता को बढ़ाकर या पंक्तियों की दूरी कम करके और क्रॉस बुवाई द्वारा खरपतवारों के साथ गेहूँ की प्रतिस्पर्धा क्षमता बढ़ा सकते है। गेहूँ फसल की अधिक सघनता और पंक्तियों की निकट दूरी के कारण बेहतर प्रारंभिक फसल बढ़वार खरपतवारों को कम करने में सहायक होती है। गेहूँ की संकीर्ण पंक्ति से खरपतवार नियंत्रण में सुधार हो सकता है क्योंकि चौड़ी पंक्ति की तुलना में संकरी पंक्ति में खरपतवार छोटे होते हैं और शाकनाशी से अधिक आसानी से नियंत्रित होते हैं। गेहूँ फसल में 50 प्रतिशत अधिक बीज दर के साथ 15 सेंटीमीटर की पंक्ति की दूरी और क्रॉस बुआई से खरपतवार की संख्या को कम करने में मदद मिलती है। पंक्तियों की नजदीक से या आड़े-तिरछे बुआई करने से शाकनाशियों की आवश्यकता कम की जा सकती है।

प्रतिस्पर्धी किस्मों का चयन: गेहूँ फसल की अलग-अलग किस्मों की बढ़वार भिन्न- भिन्न होती हैं, जो फसल-खरपतवार संतुलन को काफी हद तक प्रभावित करती हैं। गेहूँ फसल की ऐसी किस्मों का चुनाव करे जिसकी प्रारंभिक वृद्धि तेजी से हो तथा जो शीघ्रता से जमीन को ढक ले ताकि प्रारम्भिक अवस्था में उगने वालों खरपतवारों को अच्छी प्रतिस्पर्धा मिल सके तथा उनका नियंत्रण भी प्रभावी ढंग से

किया जा सके। लम्बे गेहूँ के जीनोटाइप अधिक प्रतिस्पर्धी होते हैं, हालाँकि गेहूँ में प्रतिस्पर्धात्मक क्षमता खरपतवार मुक्त होने पर उपज क्षमता के साथ नकारात्मक रूप से जुड़ी हुई है। नई शाकनाशीयों का विकास भी धीमा हो गया है और ऐसी स्थिति में गेहूँ की ऐसी किस्मों को विकसित करने की आवश्यकता है जो ग्लाइफोसेट और ग्लूफ़ोसिनेट जैसे कुछ गैर-चयनात्मक शाकनाशीयों के प्रति प्रतिरोधी हों।

बुवाई की विधियाँ: फसल बुवाई की विधि भी फसल में खरपतवार की समस्या को प्रभावित करती है जैसे कि धान-गेहूँ फसल चक्र में गेहूँ की बुआई जीरो-टिलेज मशीन से करने पर पारम्परिक जुताई की अपेक्षा *फैलेरिस माइनर* का कम जमाव होता है। जीरो-टिलेज में गेहूँ की बिजाई करने से मिट्टी की उपरी सतह प्रभावित न होने की वजह से *फैलेरिस माइनर* का जमाव कम होता है। गेहूँ की छिड़काव विधि की बजाय कतारों में सघन बुवाई करने से भी खरपतवारों की संख्या में कमी होती है।

बुआई का समय: गेहूँ फसल की बुआई के समय में फेर बदल करके कुछ जटिल खरपतवारों पर नियंत्रण पाया जा सकता है। गेहूँ की लम्बी अवधि में पकने वाली किस्मों जिनकी बढवार अच्छी हो का चुनाव करें ताकि खरपतवारों को दबा सकें। यदि गेहूँ की बुवाई अक्टूबर के आखिरी सप्ताह में की जाए तो *फैलेरिस माइनर* का गेहूँ में प्रकोप को कम किया जा सकता है। इसी तरह गेहूँ की बुआई देर से की जाए तो *एवेना लुडोविसियाना* का प्रकोप कम हो जाता है।

फसल चक्र: फसल चक्र खरपतवारों के प्रकार तथा उनकी संख्या को प्रभावित करता है। उचित फसल चक्र अपनाकर भी कुछ जटिल खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण किया जा सकता है। फसले जिनकी प्रारम्भिक बढ़वार तेज हो का प्रयोग फसल चक्र में करना चाहिए, जिससे कि खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा करके उनकी वृद्धि को रोका जा सके। एक खेत में एक ही तरह के फसल चक्र को लगातार करने से कुछ खरपतवारों की संख्या में काफी बढ़ोतरी हो जाती है। फसलों के बदलने से उनकी शस्य क्रियायें बदलती है एवं उनमें प्रयोग होने वाले शाकनाशी बदलते है जिससे शाकनाशी प्रतिरोधकता में भी कमी आती है, जैसे धान-गेहूँ फसल चक्र में *फैलेरिस माइनर* की समस्या उत्पन्न हो जाती है। यदि धान-गेहूँ फसल चक्र के बीच में आलू या मटर को सम्मिलित कर लिया जाए तो खरपतवारों की संख्या में काफी कमी के साथ मुनाफे में बढ़ोतरी होती है (तालिका 1)। धान-गेहूँ फसल चक्र को यदि गन्ना, बरसीम, जई या सुरजमुखी से बदला जाए तो भी कुछ खरपतवार जैसे *फैलेरिस माइनर* आदि को कम किया जा सकता है। इसलिए एक खेत में एक ही फसल चक्र न अपना कर उचित फसल चक्र अपनाया जाना चाहिए।

तालिका 1. फसल चक्र द्वारा गेहूँ फसल में खरपतवारों की संख्या

फसल चक्र	खरपतवार संख्या / वर्गमीटर
धान - गेहूँ	77.5
धान - आलू - गेहूँ	0.8
धान - मटर - गेहूँ	1.3

पलवार / आच्छादन विधि (मल्चिंग): फसलों के अवषेशों को पलवार की तरह प्रयोग में लाकर खरपतवारों का प्रभावी ढंग से नियंत्रण किया जा सकता है। कुछ मशीने जैसे रोटरी डिस्क-ड्रिल, हैप्पी सीडर एवं स्ट्रिप टिल ड्रिल के द्वारा खुली पड़ी पराल में भी बिजाई संभव है। फसलों के अवशेषों को भूमि की सतह पर रखने से भूमि की नमी तथा उपजाऊ शक्ति तो बढ़ेगी ही साथ में खरपतवारों का नियंत्रण भी प्रभावी ढंग से किया जा सकता है। भूमि संरक्षी फसलों को भी खरपतवार नियंत्रण में उपयोग किया जा सकता है। अवशेषों को सतह पर रखने से हमे उन शाकनाशियों पर निर्भर होना होगा जो खरपतवारों के उगने के बाद प्रभावी तरीके से नियंत्रण करते है।

उर्वरक प्रबंधन: उर्वरकों के प्रयोग के समय और तरीके में बदलाव करके खरपतवार फसल प्रतिस्पर्धात्मक लाभ गेहूँ फसल के पक्ष में स्थानांतरित किया जा सकता है। यदि खरपतवारों के बजाय फसल को उर्वरक अधिक उपलब्ध कराया जाए तो प्रारंभिक फसल की वृद्धि बेहतर होगी। उर्वरको को छिड़कने की बजाय बीज के नीचे 2-3 सेंटीमीटर की गहराई पर डालने से खरपतवारों पर फसल को प्रतिस्पर्धात्मक बढ़त प्रदान करने में मदद मिलती है। नाली सिंचित मेड़ पर बिजाई प्रणाली को अपनाने से उर्वरकों को फसल की पंक्तियों के करीब दिया जाता है, जिससे फसल की पोषक तत्वों तक पहुंच अधिक और खरपतवारों पर प्रतिस्पर्धात्मकता बढ़ जाती है। नाली सिंचित मेड़ पर बिजाई प्रणाली में उर्वरक के बेहतर स्थान और क्यारियों के ऊपरी हिस्से के तेजी से सूखने से *फैलेरिस माइनर* का जमाव कम रहता है जिससे गेहूँ की फसल खरपतवारों से पर्तिस्पर्धा करने में ज्यादा प्रभावी होती है। आम तौर पर फॉस्फेटिक उर्वरक चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों की वृद्धि को बढ़ावा देते हैं, जबकि उच्च नाइट्रोजन दर संकरी पत्ती के

धान फसल अवशेष में हैप्पी सीडर द्वारा गेहूँ की बुवाई

धान फसल अवशेष में हैप्पी सीडर द्वारा गेहूँ की बुवाई

खरपतवारों की वृद्धि को बढ़ाती है। उच्च नाइट्रोजन दर *लेथाइरस अफाका* जैसे फलीदार खरपतवारों को दबाने में मदद करती है। कभी-कभी खरपतवारनाशकों की प्रभावकारिता तब बढ़ जाती है जब यह उर्वरको के साथ उपयोग किये जाते है। फसल की क्षति और संभावित उपज में कमी से बचने के लिए मेसोसल्फ्यूरॉन और नत्रजन अनुप्रयोगों जैसे यूरिया अमोनियम नाइट्रेट को कम से कम 7 से 14 दिनों के अंतराल पर इस्तेमाल किया जाना चाहिए। खेत में अच्छी तरह सड़ी हुई गोबर की खाद का प्रयोग करना चाहिए क्योंकि कई खरपतवारों के बीज जानवरों के पाचन तंत्र से गुजरने के बाद भी अच्छी अंकुरण क्षमता रखते हैं।

जल प्रबन्धन एवं मृदा नमी: उचित जल प्रबंधन द्वारा भी खरपतवारों की समस्या का नियंत्रण किया जा सकता है। मृदा की नमी खरपतवार नियंत्रण की क्षमता को प्रभावित करती है, क्योंकि यह खरपतवारों के अंकुरण और वृद्धि पर प्रभाव डालती है। नमी को इस तरह से बदला जाना चाहिए कि यह फसल के लिए लाभकारी हो, खरपतवारों के लिए नहीं। गेहूँ की फसल को थोड़ी कम नमी पर बोया जा सकता है, जबकि कुछ खरपतवार (*फैलेरिस माइनर* और *रुमेक्स डेंटेटस*) कम नमी वाली मिट्टी में उगने में विफल रहते हैं। इन परिणामों का उपयोग अधिक नमी में उगने वाले खरपतवारों के प्रबंधन के लिए किया जा सकता है।

पराली प्रबंधन: पराली जलाने से खरपतवारों के अंकुरण पर असर पड़ता है एवं शाकनाशी की प्रभावकारिता को भी प्रभावित करता है। गर्मी के मौसम में गेहूँ की पराली जलाने से खरपतवारों के अंकुरण पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है जबकि सर्दी के मौसम में धान की पराली जलाने से खरपतवारों के अंकुरण पर अनुकूल प्रभाव पड़ता है। पराली की राख पेंडिमेथालिन, पाइरोक्सासल्फोन और आइसोप्रोटुरॉन शाकनाशी की प्रभावकारिता को बहुत कम कर देती है, इसलिए इसे जलाने के बजाय सतह पर ही बनाए रखना चाहिए जिससे नमी संरक्षण, खरपतवार दमन और मिट्टी के भौतिक और रासायनिक गुणों में सुधार जैसे कई लाभ हो सके। गेहूँ फसल में धान, मक्का एवं गन्ना के 5.0-7.5 टन प्रति हेक्टेयर अवशेष भार को बनाए रखने से खरपतवार संक्रमण को काफी हद तक कम किया जा सकता है। फसल अवशेष खरपतवारों के अंकुरण में भौतिक बाधा डालती हैं एवं एलेलोपैथी प्रभाव द्वारा खरपतवार बीजों के अंकुरण और विकास को भी बाधित करते हैं।

यांत्रिक खरपतवार नियंत्रण

खरपतवार नियंत्रण की यांत्रिक विधि में खरपतवार निकालने के लिए उपकरणों (खुरपी/हाथ की कुदाल/दरांती एवं ट्रैक्टर चालित या बिजली से चलने वाले उपकरणों) को चलाने के लिए यांत्रिक ऊर्जा, पशु शक्ति या ईंधन का उपयोग किया जाता है। खरपतवार नियंत्रण के ये तरीके अपनाने में किसी विशेष कौशल की आवश्यकता नहीं होती है, लेकिन ये अधिक श्रम और कड़ी मेहनत वाले होते हैं। इनकी सफलता इनके संचालन पर निर्भर करती है जो बहुत गीली या सूखी मिट्टी की स्थिति से सीमित हो सकती है और कभी-कभी इसका उपयोग उपयुक्त उपकरणों की उपलब्धता पर भी निर्भर होता है। विभिन्न फसल प्रणालियों और कृषि-पारिस्थितिकी में विभिन्न खरपतवार समुदायों के खिलाफ निम्नलिखित यांत्रिक तरीकों का उपयोग किया जाता है-

भू-परिष्करण / जीरो टिलेज: भू-परिष्करण द्वारा उगे हुए खरपतवारों को आसानी से नष्ट किया जा सकता है। भू-परिष्करण के माध्यम से खरपतवारों के जड़ तथा तने को नुकशान पहुँचाकर उन्हें कमजोर कर दिया जाता है, जिससे उनकी प्रतिस्पर्धात्मिकता या पुनर्योजी क्षमता घट जाती है। भू-परिष्करण द्वारा खरपतवारों को मिट्टी के नीचे दबाकर भी नष्ट कर दिया जाता हैं। वार्षिक खरपतवारों में ऊपरी और भूमिगत विकास दोनों ही भू-परिष्करण के माध्यम से आसानी से नष्ट हो जाते हैं। जीरो टिलेज में गेहूँ की बिजाई के लिए प्रयुक्त मशीने हैप्पी सीडर, सुपर सीडर, स्मार्ट सीडर एवं रोटरी डिस्क ड्रिल है। जीरो टिलेज में गेहूँ फसल की बुवाई *फैलेरिस माइनर* के संक्रमण को कम करती है, जो धान-गेहूँ प्रणाली में गेहूँ उत्पादन की स्थिरता के लिए मुख्य खतरा है। जीरो टिलेज के साथ *फैलेरिस माइनर* को धान-गेहूँ प्रणाली में बुवाई से पहले गैर-चयनात्मक शाकनाशियों (जैसे ग्लाइफोसेट/पैराक्वाट) के प्रयोग द्वारा प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया जा सकता है। जीरो टिलेज में मिट्टी की कम उथल पुथल के कारण *फैलेरिस माइनर* का जमाव कम होता है। थोड़ी अगेती बुआई (अक्टूबर के अंतिम सप्ताह) के साथ उच्च बीज दर और प्रतिस्पर्धी किस्मों की संकीर्ण पंक्ति के साथ जीरो टिलेज में बुवाई भी *फैलेरिस माइनर* के नियंत्रण का एक एकीकृत दृष्टिकोण है। इसके अलावा यदि अवशेष प्रतिधारण के साथ जीरो टिलेज को अपनाया जाता है तो खरपतवार का प्रकोप कम होता है। इसके आलावा गेहूँ में जीरो टिलेज तकनीक अपनाने से खेत की तैयारी पर खर्च कम हो जाता है और 90 प्रतिशत से अधिक ईंधन और समय की बचत होती है तथा पारंपरिक जुताई पद्धतियों की तुलना में बुआई भी अगेती हो सकती है। इसलिए जीरो टिलेज एक लागत प्रभावी और टिकाऊ खरपतवार प्रबंधन प्रणाली है, लेकिन जीरो टिलेज के निरंतर उपयोग से कुछ खरपतवार वनस्पतियां जैसे *रुमेक्स डेंटेटस* और *मालवा पारविफ्लोरा* की संख्या बढ़ सकती हैं।

हाथ से निराई: यह हाथ से खरपतवारों को निकालने, उखाड़ने या खुरपी (हाथ से पकड़े जाने वाले टाइन) नामक औजार से निकालने के द्वारा किया जाता है। यह संभवतः खरपतवारों को नियंत्रित करने का सबसे पुराना तरीका है और यह अभी भी फसली और गैर-फसल वाली भूमि में खरपतवारों को खत्म करने का कुशल तरीका है। यह वार्षिक, द्विवार्षिक दोनो ही प्रकार के खरपतवारों के खिलाफ बहुत प्रभावी है और बहुवर्षीय खरपतवार पौधों के केवल ऊपरी हिस्से को नियंत्रित करता है।

कुदाल / व्हील हो चलाना: कुदाल सदियों से सबसे उपयुक्त और व्यापक रूप से इस्तेमाल किया जाने वाला खरपतवार हटाने का मुख्य उपकरण रहा है। हालाँकि यह अभी भी प्रभावी और सस्ते परिणाम प्राप्त करने के लिए एक बहुत ही उपयोगी उपकरण है। यह पंक्ति फसलों में कल्टीवेटर का पूरक है। वार्षिक और द्विवार्षिक पौधों पर कुदाल चलाना विशेष रूप से अधिक प्रभावी है क्योंकि खरपतवार की वृद्धि पूरी

तरह से नष्ट हो जाती है। वार्षिक खरपतवारों के मामले में यह तरीका खरपतवारों के भूमिगत हिस्सों पर बहुत कम प्रभावित कर पाता है जिससे कुछ दिनो बाद उनकी पुनः शीर्ष वृद्धि हो जाती है जिसके परिणामस्वरूप बार बार यह तरीका अपनाना बहुत महंगा पड़ता है। व्हील हो द्वारा पंक्ति में बोये गए गेहूँ फसल से खरपतवारों को आसानी से निकाल सकते है। व्हील हो से कुदाल की तुलना में कम लागत एवं कम समय में प्रभावी खरपतवार नियंत्रण किया जा सकता है।

खुदाई: बहुवर्षीय खरपतवारों के मामले में मिट्टी की गहरी परत से खरपतवारों के भूमिगत प्रसार वाले भागों को हटाने के लिए खुदाई बहुत उपयोगी है।

रासायनिक खरपतवार नियंत्रण

रासायनिक खरपतवार नियंत्रण को इसकी बेहतर दक्षता के साथ-साथ कम लागत और समय की बचत के कारण पसंद किया जाता है (तालिका 2)। रासायनिक खरपतवार नियंत्रण से फसल को कोई यांत्रिक क्षति नहीं होती है जो यांत्रिक निराई के दौरान हो सकती है। इसके अलावा, यह नियंत्रण अधिक प्रभावी है क्योंकि पंक्तियों के भीतर भी खरपतवार नियंत्रण हो जाता हैं, जो यांत्रिक नियंत्रण के दौरान फसल के होने के कारण हमेशा बचे रहते हैं। प्रभावी खरपतवार नियंत्रण फसल को प्रभावित करने वाले खरपतवार वनस्पतियों के प्रकार के आधार पर शाकनाशियों के उचित चयन पर निर्भर करता है। शाकनाशियों की दक्षता उनकी इष्टतम खुराक और प्रयोग करने के समय पर निर्भर करती है।

शाकनाशियों के प्रयोग में सावधानियाँ

- शाकनाशियों का चुनाव खरपतवार के प्रकोप के अनुसार करना चाहिए।
- शाकनाशियों का छिड़काव खेत में उचित नमी पर करना चाहिए।
- शाकनाशियों की उचित अनुशंसित मात्रा का प्रयोग सही तरीके से सही समय पर करें।
- शाकनाशियों के छिड़काव के लिए फ्लेट फैन नोजल का इस्तेमाल करें।
- घोल को स्प्रेयर में भरने से पहले अच्छी तरह मिला लें व हमेशा साफ पानी ही प्रयोग में लाऐं। नोजल को बन्द होने से बचने के लिए घोल को हमेशा छान कर ही डालें। नोजल बन्द होने पर मुहँ से हवा लगाकर न खोले।
- शाकनाशियों का प्रयोग हमेशा बदल-बदल कर करें।
- छिड़काव के समय धूम्रपान न करें और छिड़काव के बाद हाथ, पैर, मुहँ आदि साबुन से अच्छी तरह धोयें।
- मिश्रित फसलों में रसायनों का चयन फसलों के अनुसार करें। सल्फोसल्फ्यूरॉन, मेटसल्फूरोन एवं 2,4- डी का इस्तेमाल गेहूँ व सरसों की मिश्रित फसलों में न करें।
- तेज हवा चलने पर छिड़काव न करें तथा छिड़काव हवा की दिशा में करें ताकि शाकनाशी के कण शरीर पर न गिरें।
- फिनोक्साप्रॉप व क्लोडिनाफॉप को 2,4-डी, या मेटसल्फुरोन से मिश्रण न करें क्योंकि ये संयोजक अच्छा नहीं हैं।

तालिका 2. गेहूँ फसल में प्रयोग किये जाने वाले मुख्य शाकनाशी

शाकनाशी	खरपतवार के प्रकार	सक्रिय तत्व (ग्रा0/है0)	उपयोग समय
पेंडीमेथालिन	संकरी पत्ती व चौड़ी पत्ती	1500	बुवाई के 1-3 दिन बाद
पाइरोक्सासल्फोन	मुख्यतः संकरी पत्ती व कुछ चौड़ी पत्ती	127.5	बुवाई के 1-3 दिन बाद या प्रथम सिंचाई के एक दिन पहले (बुवाई के 20-21 दिन बाद)
2,4- डी	चौड़ी पत्ती	500	बुवाई के 30-35 दिन बाद
पाइरोक्सासल्फोन + पेंडीमेथालिन	संकरी पत्ती व चौड़ी पत्ती	127.5 + 1000	बुवाई के 1-3 दिन बाद
क्लॉडिनाफाप + मेट्रिब्यूजिंन	संकरी पत्ती व चौड़ी पत्ती	60 + 210	बुवाई के 30-35 दिन बाद
पिनोक्साडेन	संकरी पत्ती	50	बुवाई के 30-35 दिन बाद
मेटसल्फूरोन	चौड़ी पत्ती	4.0	बुवाई के 30-35 दिन बाद
कार्फेंटराजोन	चौड़ी पत्ती	20	बुवाई के 30-35 दिन बाद
सल्फोसल्फ्यूरॉन	संकरी पत्ती व चौड़ी पत्ती	25	बुवाई के 30-35 दिन बाद
फ्लुमियोक्साजिन	संकरी पत्ती व चौड़ी पत्ती	125	बुवाई के 1-3 दिन बाद
मेट्रिब्यूजिन	संकरी पत्ती व चौड़ी पत्ती	210	बुवाई के 30-35 दिन बाद
फ्लूरोक्सीपायर	चौड़ी पत्ती	200	बुवाई के 30-35 दिन बाद

- शाकनाशियों को बच्चों की पहुँच से दूर रखें एवं प्रयोग के बाद खाली डिब्बों को नष्ट कर दें।

सर्फेक्टेंट और सहायक की भूमिका: कुछ शाकनाशियों की बेहतर प्रभावकारिता के लिए सर्फेक्टेंट की आवश्यकता होती है। सर्फेक्टेंट का प्रयोग छिड़काव घोल का सतह का तनाव कम तथा संपर्क क्षेत्र बढ़ाकर शाकनाशियों के पत्ती की सतह पर प्रसार और प्रवेश में मदद करता हैं। सर्फेक्टेंट के उपयोग से शाकनाशी और शाकनाशी मिश्रण की प्रभावकारिता में सुधार किया जा सकता है और विभिन्न प्रकार के खरपतवारों के नियंत्रण को बढ़ाकर शाकनाशियों की मात्रा को कम किया जा सकता है। सर्फेक्टेंट सल्फोनिलयूरिया शाकनाशियों की प्रभावकारिता में सुधार करते है। कई सहायक पदार्थ जैसे अमोनियम सल्फेट पत्ती की सतह पर क्यूटिकुलर मोम को बदल देते हैं, जिससे शाकनाशी को क्यूटिकल में प्रवेश करने में मदद मिल जाती है। कभी-कभी सर्फेक्टेंट के इस्तेमाल से फसल की पत्तियों पर नुकसान हो सकता है, इसलिए सर्फेक्टेंट का चयन करते समय पर्याप्त सावधानी बरतनी चाहिए। सल्फोसल्फ्यूरॉन को यदि केटायनिक सर्फेक्टेंट के साथ प्रयोग किया जाता है तो सल्फोसल्फ्यूरॉन की दक्षता काफी बढ़ जाती है।

गेहूँ की फसल में शाकनाशी प्रतिरोधी खरपतवारों की स्थिति

वैश्विक स्तर पर शाकनाशी प्रतिरोधी खरपतवारों के 533 अलग-अलग मामले हैं, जिनमें 273 विभिन्न खरपतवार प्रजातियाँ (156 द्विबीजपत्री और 117 एकबीजपत्री) हैं, जिन्होंने प्रतिरोध विकसित किया है। जबकि विश्व स्तर पर, गेहूँ में 86 शाकनाशी प्रतिरोधी खरपतवार हैं। गेहूँ की फसल प्रणालियों में शाकनाशी के उपयोग पर बढ़ती निर्भरता ने कई खरपतवार प्रजातियों में प्रतिरोध का विकास किया है। किसानों को कई प्रकार के शाकनाशी-प्रतिरोधी खरपतवारों से निपटने की चुनौती का सामना करना पड़ रहा है, जिसके कारण पैदावार कम हो रही है। यह समस्या प्रभावी वैकल्पिक शाकनाशियों की सीमित उपलब्धता और गेहूँ की फसलों से जुड़े खरपतवारों में शाकनाशी प्रतिरोध को प्रभावी ढंग से प्रबंधित करने के बारे में ज्ञान की कमी के कारण और भी गंभीर हो गई है। भारत में गेहूँ की फसल में अब तक पांच खरपतवारों में शाकनाशी प्रतिरोधिता देखीं जा चुकी है जिनका विवरण नीचे तालिका 3 में प्रतिरोधी समूह एवं संवेदनशील समूह सहित दर्शाया गया है।

शाकनाशी प्रतिरोध का प्रबंधन

गेहूँ फसल में वैकल्पिक शाकनाशी का प्रयोग ही प्रतिरोध प्रबंधन कार्यक्रम का केंद्र है इसीलिए अलग-अलग क्रियाविधि वाले नए शाकनाशी विकसित करने की आवश्यकता है। गेहूँ के शाकनाशी बाजार का निर्धारण *फैलेरिस माइनर* द्वारा किया जाता है, इसलिए अलग-अलग क्रियाविधि वाले नए शाकनाशी विकसित करने से किसानो के पास अधिक विकल्प होंगे। किसानों, शोधकर्ताओं, विस्तार कर्मियों और शाकनाशी विकास एजेंसियों द्वारा कुछ मौजूदा शाकनाशियों की रक्षा करने और प्रतिरोध प्रबंधन में मदद करने के लिए ठोस प्रयासों की आवश्यकता है। गेहूँ फसल में उपज के नुकसान को कम करने के लिए कुछ रणनीतियाँ इस प्रकार हो सकती हैं,

- उचित फसल चक्र एवं शाकनाशी चक्र को अपनाये।
- शाकनाशी मिश्रण का उपयोग करें तथा नई क्रियाविधि वाले नए शाकनाशी का प्रयोग खरपतवार प्रबंधन के लिए करना चाहिए।
- उगने से पहले और उगने के बाद उपयोग में लाये जाने वाले शाकनाशियों का प्रयोग क्रमशः करे।
- कई-फ्लैट फैन नोजल से सुसज्जित बूम का उपयोग करने के लिए कुशल स्प्रे तकनीक को अपनाना चाहिए।
- पारिस्थितिकी आधारित खरपतवार प्रबंधन रणनीतियों का विकास।
- प्रतिरोध को प्रबंधित करने या विलंबित करने के लिए पूर्व-बीजारोपण शाकनाशियों के एकीकरण के साथ शून्य जुताई का पालन करना।

तालिका 3. भारत में गेहूँ की फसल में शाकनाशी प्रतिरोधी खरपतवारों की स्थिति

खरपतवार प्रजातियाँ	प्रतिरोधी समूह	संवेदनशील शाकनाशी
फैलेरिस माइनर	फेनिल्यूरिया (आइसोप्रोटुरोन), एरिलोक्सीफेनोक्सी प्रोपियोनेट (क्लोडिनाफॉप), सल्फोनील्यूरिया (सल्फोसल्फ्यूरॉन, मेसोसल्फ्यूरोन), फेनिलपाइराज़ोल (पिनोक्साडेन), ट्रायज़ोलोपाइरीमिडीन सल्फोनामाइड (पाइरोक्सुलम), और साइक्लोहेक्सीन ऑक्सीम (ट्रालकोक्सिडिम)	पाइरोक्सासल्फोन, मेट्रिब्यूज़िन, फ्लुमिओक्साज़िन, पेंडिमेथालिन, टेरब्यूट्रिन, फ्लूफेनासेट
पॉलीपोगोन मोनस्पेलियेन्सिस	ट्रायज़ोलोपाइरीमिडीन सल्फोनामाइड (पाइरोक्सुलम), सल्फोनिल्यूरिया (सल्फोसल्फ्यूरॉन, मेसोसल्फ्यूरॉन)	पाइरोक्सासल्फोन, मेट्रिब्यूज़िन, पेंडिमेथालिन, क्लोडिनाफॉप, फेनोक्साप्रोप, पिनोक्साडेन, फ्लूफेनासेट, फ्लुमिओक्साज़िन
रूमेक्स डेंटेटस	ट्रायज़ोलोपाइरीमिडीन सल्फोनामाइड (पाइरोक्सुलम, फ्लोरासुलम), सल्फोनिलयूरिया (मेटसल्फ्यूरॉन)	2,4-डी, कार्फेंट्राजोन, पेंडिमेथालिन, फ्लुमिओक्साज़िन, आइसोप्रोटुरोन, मेट्रिब्यूज़िन
चेनोपोडियम एल्बम	सल्फोनिलयूरिया (सल्फोसल्फ्यूरॉन, मेटसल्फ्यूरॉन)	2,4-डी, कार्फेंट्राजोन, फ्लूमिओक्साज़िन, आइसोप्रोटुरोन
एवेना लुडोविसियाना	एरिलोक्सीफेनोक्सी प्रोपियोनेट (क्लोडिनाफॉप), सल्फोनिल्यूरिया (सल्फोसल्फ्यूरॉन, मेसोसल्फ्यूरॉन)	फ्लूफेनासेट, पाइरोक्सासल्फोन, आइसोप्रोटुरोन

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

खरपतवार नियंत्रण की एक विधि पर निर्भरता सभी स्थितियों में वांछित परिणाम नहीं दे सकती। सबसे अच्छा तरीका एकीकृत खरपतवार प्रबंधन है जिसमें खरपतवार नियंत्रण की सभी उपयुक्त विधियों का उपयोग सुसंगत तरीके से किया जाता है ताकि खरपतवार की संख्या को कम किया जा सके और उन्हें आर्थिक क्षति पहुँचाने वाली सीमा से नीचे के स्तर पर बनाए रखा जा सके। फसल के पौधों का घनत्व, बुवाई का समय, किस्म, बीज दर, पंक्ति से पंक्ति की दूरी, जुताई की पद्धतियाँ, उर्वरक और भूमि में नमी कुछ महत्वपूर्ण कारक हैं, जो खरपतवार-फसल प्रतिस्पर्धा को प्रभावित करते हैं। इन कारकों का एकीकरण इस तरह होना चाहिए कि वे खरपतवारों पर फसल को प्रतिस्पर्धात्मक बढ़त दें। इन कारकों को रासायनिक उपायों के साथ एकीकृत करना चाहिए ताकि शाकनाशियों पर पूरी तरह से निर्भरता के कारण होने वाले दुष्प्रभावों से बचा जा सके। शाकनाशियों पर पूरी तरह से निर्भरता के कुछ नकारात्मक प्रभाव हैं जैसे शाकनाशी प्रतिरोध का विकास, खरपतवार वनस्पतियों में बदलाव तथा मिट्टी और पर्यावरण प्रदूषण इत्यादि। साथ ही खरपतवार नियंत्रण की एक ही विधि पर निरंतर निर्भरता के कारण खरपतवार वनस्पतियों का अधिक सहनशील और नियंत्रित करने में कठिन प्रजातियों के पक्ष में स्थानांतरण होता है और इस समस्या से निपटने के लिए एकीकृत खरपतवार प्रबंधन पद्धतियों को अपनाने की आवश्यकता है।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के घटक: एकीकृत खरपतवार प्रबंधन में कई प्रमुख घटक शामिल हैं जो शाकनाशियों पर निर्भरता को कम करते हुए खरपतवारों को प्रभावी ढंग से नियंत्रित करने के लिए तालमेल से काम करते हैं। इन घटकों में विभिन्न खरपतवार नियंत्रण विधियों जैसे निरोधात्मक, कृषि संबंधी, यांत्रिक एवं रासायनिक प्रथाओं का समायोजन शामिल किया जाता है। रासायनिक नियंत्रण में शाकनाशियों का उचित तरीके से प्रयोग शामिल है, जिसमें शाकनाशी प्रतिरोधी खरपतवारों के विकास को रोकने के लिए शाकनाशियों का बदल बदल के प्रयोग किया जाता है। यांत्रिक नियंत्रण में खेत से खरपतवारों को पूर्ण रूप से हटाने के लिए जुताई, घास काटने या हाथ से निराई जैसी तकनीकों का उपयोग किया जाता है। कृषि संबंधी प्रथाओं में फसल चक्र, कवर फसल और खरपतवार-प्रतिस्पर्धी फसल किस्मों

को लगाना जैसी विधियों को शामिल किया जाता है ताकि खरपतवार के विकास के लिए प्रतिकूल वातावरण बनाया जा सके। खरपतवारों की निगरानी और नियंत्रण उपायों का समय पर कार्यान्वयन एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के आवश्यक घटक हैं। इन रणनीतियों को एकीकृत करके किसान टिकाऊ खरपतवार प्रबंधन, पर्यावरण की रक्षा और खरपतवार नियंत्रण विधियों की दीर्घकालिक प्रभावकारिता को बनाए रख सकते हैं।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के लाभ: एकीकृत खरपतवार प्रबंधन किसानों और पर्यावरण के लिए कई लाभ प्रदान करता है:

बेहतर खरपतवार नियंत्रण: कई नियंत्रण रणनीतियों का उपयोग करके एकीकृत खरपतवार प्रबंधन केवल एक विधि पर निर्भर रहने की तुलना में अधिक व्यापक और प्रभावी खरपतवार नियंत्रण प्रदान करता है। यह खरपतवार प्रतिस्पर्धा को कम करने में मदद करता है, जिससे फसल की पैदावार अधिक होती है।

विलंबित शाकनाशी प्रतिरोध: एकीकृत खरपतवार प्रबंधन खरपतवारों में शाकनाशी प्रतिरोध के विकास को धीमा कर देता है। अलग-अलग क्रिया विधियों वाले शाकनाशियों का प्रयोग और गैर-रासायनिक तरीकों को शामिल करने से प्रतिरोध का जोखिम कम हो जाता है।

स्थिरता: एकीकृत खरपतवार प्रबंधन नकारात्मक पर्यावरणीय प्रभावों को कम करते हुए फसल प्रणालियों की दीर्घकालिक उत्पादकता को बनाए रखते हुए टिकाऊ कृषि को बढ़ावा देता है।

लागत-प्रभावशीलता: खरपतवार नियंत्रण विधियों में विविधता लाकर एकीकृत खरपतवार प्रबंधन संसाधनों के उपयोग को अनुकूलित करता है। यह शाकनाशी की अधिक मात्रा की आवश्यकता को कम करके खरपतवार प्रबंधन के आर्थिक नुकशान से बचाता है।

कम रासायनिक अवशेष: एकीकृत खरपतवार प्रबंधन में शाकनाशियों के विवेकपूर्ण उपयोग का मतलब है फसलों में कम रासायनिक अवशेष का पाया जाना।

दीर्घकालिक खरपतवार प्रबंधन: एकीकृत खरपतवार प्रबंधन खरपतवार प्रबंधन के लिए एक सक्रिय एवं दीर्घकालिक स्थायी समाधान प्रदान करता है।

जैव विविधता संरक्षण: एकीकृत खरपतवार प्रबंधन गैर-लक्ष्य प्रजातियों पर शाकनाशियों के प्रभाव को कम करके जैव विविधता को बढ़ावा देता है।

नवाचार और अनुसंधान: एकीकृत खरपतवार प्रबंधन नवीन खरपतवार नियंत्रण प्रौद्योगिकियों और प्रथाओं के विकास को प्रोत्साहित करता है, जिससे खरपतवार प्रबंधन रणनीतियों में निरंतर सुधार होता है।

मक्का में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

पिजुश कान्ती मुखर्जी, जितेंद्र कुमार दुबे, सोनाली सिंह और अनामिका पाण्डेय
भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

मक्का, जिसे मकई या कॉर्न भी कहा जाता है, एक प्रमुख अनाज की फसल है। जो पूरे विश्व में व्यापक रूप से उगाई जाती हैं। इसका वैज्ञानिक नाम *ज़िया मेज़* है। *ज़िया मेज* पौधे की प्रजाति ज़िया से संबंधित है और पोएसी परिवार का सदस्य है, जिसे आमतौर पर घास परिवार के रूप में जाना जाता है। मक्का की खेती में अमेरिका सबसे अग्रणी है, जहां विश्व के कुल मक्का उत्पादन का लगभग एक तिहाई होता है। इसके बाद चीन, ब्राज़ील, अर्जेंटीना और भारत प्रमुख उत्पादक देशों में शामिल हैं। भारत में इसे विभिन्न राज्यों में उगाया जाता है, जिनमें बिहार, कर्नाटक, उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश और राजस्थान प्रमुख हैं। मक्का की खेती के लिए गर्म और शुष्क जलवायु सबसे उपयुक्त मानी जाती है।

मक्का की बहुउपयोगिता और पोषण मूल्य के कारण यह न केवल किसानों के लिए एक महत्वपूर्ण फसल है, बल्कि वैश्विक खाद्य सुरक्षा में भी इसका महत्वपूर्ण योगदान है। इसके उत्पादन और उपयोग के विभिन्न पहलुओं ने इसे कृषि और औद्योगिक दोनों क्षेत्रों में एक अनिवार्य फसल बना दिया है।

भारत में मक्का का उत्पादन और उत्पादकता

वर्ष	क्षेत्र	उत्पादन	उत्पादकता
2022-23	9.20 मिलियन हेक्टेयर	28.64 मिलियन टन	2.95 टन/हेक्टेयर
2023-24	21.29 मिलियन हेक्टेयर	34.60 मिलियन टन	2.96 टन/हेक्टेयर

भा.कृ.अनु.प.- भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान

कृषि मंत्रालय के आंकड़ों के अनुसार पिछले वर्षों की तुलना में वृद्धि दर्शाती है। यह वृद्धि उच्च गुणवत्ता वाले बीजों, उर्वरकों और उन्नत कृषि तकनीकों के उपयोग के साथ-साथ प्रभावी खरपतवार प्रबंधन रणनीतियों के कारण संभव हो सकी है।

खरपतवार से मक्का में 18 से 65% उपज हानि देखी गई है एवं शाकनाशियों के माध्यम से खरपतवार को 65-90% तक नियंत्रित किया जा सकता है। साथ ही उचित खरपतवार प्रबंधन के माध्यम से उपज में 100-150% वृद्धि देखी गई है।

मक्का के उत्पादन में आधुनिक कृषि तकनीकों, जैसे की उच्च गुणवत्ता वाले बीज, खरपतवार प्रबंधन, उर्वरकों और कीटनाशकों का उपयोग, सिंचाई और कटाई के बाद की प्रौद्योगिकियों का महत्वपूर्ण योगदान है। भारत में, मक्का की खेती खरीफ और रबी दोनों मौसमों में की जाती है।

खरीफ मक्के का क्षेत्रफल 2022-23 में, भारत में लगभग 83 लाख हेक्टेयर, कुल उत्पादन लगभग 21 मिलियन टन एवं उत्पादकता 2706 किग्रा/हेक्टेयर था। रबी मक्के का क्षेत्रफल 2022-23 में, भारत में लगभग 16 लाख हेक्टेयर, कुल उत्पादन लगभग 3 मिलियन टन एवं उत्पादकता 4436 किग्रा/हेक्टेयर था।(भारतीय कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय, राष्ट्रीय अंकिका और भारतीय खाद्य सुरक्षा और खेती निदेशालय)

हालाँकि, मक्का की खेती में खरपतवार एक प्रमुख चुनौती प्रस्तुत करते हैं, जो फसल की उपज और गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं। इस संदर्भ में, एकीकृत खरपतवार प्रबंधन एक प्रभावी रणनीति के रूप में उभरा है, जो विभिन्न तकनीकों और उपायों का समन्वित उपयोग करके खरपतवारों को नियंत्रित करता है।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का महत्व

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का मुख्य उद्देश्य खरपतवारों को नियंत्रण में रखना और मक्का की पैदावार में सुधार करना है। यह दृष्टिकोण पर्यावरण के अनुकूल और आर्थिक रूप से व्यवहार्य होता है। पारंपरिक तरीकों की तुलना में, एकीकृत खरपतवार प्रबंधन में विभिन्न तकनीकों का संयोजन शामिल होता है, जैसे कि कल्चरल, यांत्रिक, जैविक एवं रासायनिक विधियाँ। कोई भी अकेला नियंत्रण उपाय पूर्ण खरपतवार नियंत्रण प्रदान नहीं कर सकता है। इन तकनीकों के सही संयोजन से मक्का की फसल को नुकसान पहुंचाने वाले खरपतवारों को प्रभावी रूप से नियंत्रित किया जा सकता है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन को कई वैकल्पिक नियंत्रण के अनुप्रयोग का उपयोग करते हुए, खरपतवार नियंत्रण के लिए एक बहु-विषयक दृष्टिकोण के रूप में परिभाषित किया गया है।

निवारक विधि

खरपतवार की रोकथाम के लिए स्वच्छ खेत प्रबंधन, उच्च गुणवत्ता वाले बीजों का उपयोग, और खेत की सीमाओं पर खरपतवार को नियंत्रित करना शामिल है। इस विधि से खरपतवारों की गुणन, और पुनर्स्थापना की रोकथाम की जाती है। इस के लिए प्रमुख बिन्दु इस प्रकार से है:-

1. मक्के की फसल को खरपतवार के प्रकोप से बचाने के लिए स्वच्छ एवं स्वस्थ बीज का प्रयोग करें।
2. अच्छी तरह से विघटित खाद का उपयोग करें।
3. सिंचाई एवं जल निकास नालियाँ साफ या खरपतवार बीज रहित हों, इस बात का ध्यान रखें।
4. खरपतवार प्रभावित क्षेत्र वाली मिट्टी या रेत के प्रयोग से बचें।
5. खेती में उपयोग होने वाले कृषि यंत्रों की सफाई का ध्यान रखें।

मक्के से जुड़ी प्रमुख खरपतवार वनस्पतियाँ

वैज्ञानिक नाम	सामान्य अंग्रेजी नाम	सामान्य हिन्दी नाम
घास कुल		
इकाइनोक्लोआ कोलोना	साँवा	मोर्धन
इल्युसिन इंडिका	भारतीय गूजग्रास	जंगली मरुआ
साइनोडान डेक्टाइलास	बरमूडा घास	हरियाली
डिजिटेरिया सैग्युनेलिस	क्रैबग्रास	टेकरी
चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार		
ट्राइएंथेमा पोचलाकैस्ट्रम	हॉर्स पर्सलेन, कारपेट वीड	सांथी, पथरचट्टा
एजीरेटम कोनीज़ोइड्स	बकरी घास	जंगली पुदीना
गैलिन्सोगा पार्विफ्लोरा	क्विक वीड	गैलिंसोगा
फाइलैंथस निरुरी	ब्लैक कैटनिप	भुई
कॉमेलिना बेंघालेंसिस	ट्रॉपिकल स्पाइडरवॉर्ट	कनकौआ
पॉलीगोनम डाइकोटोमिफ्लोरम	फॉल पैनिकग्रास बिजबैंड	बिजबैंड ,हुनराज
एशिनोमीन इंडिका	जॉइंट वेच	छुईमुई
सेज		
साइप्रस रोटंडस	नट घास, जावा घास	मोथा
साइप्रस एस्कुलेंटस	पर्पल नटसेज	मोथा
साइप्रस इरिया	अम्ब्रेला सेज	मोथा

इंडियन जर्नल ऑफ वीड साइंस 50(1): 79-81, 2018

यांत्रिक विधि

यांत्रिक विधि में खरपतवारों को हटाने के लिए विभिन्न यंत्रों का उपयोग किया जाता है। इनमें हाथ से निकाला जाना, हल चलाना अन्य कृषि यंत्रों का प्रयोग शामिल है। यांत्रिक विधियाँ तत्काल और प्रभावी होती हैं, और इन्हें फसल के विभिन्न चरणों में लागू किया जा सकता है।

रासायनिक विधि

रासायनिक विधि में खरपतवारनाशीओं का उपयोग शामिल है। ये रसायन विशेष रूप से खरपतवारों को नष्ट करने के लिए बनाए गए हैं और इन्हें मक्का की फसल को बिना नुकसान पहुँचाए प्रयोग किया जा सकता है। हालांकि, खरपतवारनाशीओं के उपयोग में सावधानी बरतनी चाहिए, क्योंकि इनका अति प्रयोग पर्यावरण और मानव स्वास्थ्य के लिए हानिकारक हो सकता है।

मक्के में अंकुरण से पहले एट्राज़िन का प्रयोग और इसके बाद 35-40 दिनों पर एक हाथ से निराई करने से खरपतवार पर अच्छा नियंत्रण मिलता है। प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के लिए अंकुरण से पहले एट्राज़िन की अनुशंसित खुराक और उसके बाद अंकुरण के बाद किसी भी शाकनाशी की अनुशंसित मात्रा (नीचे उल्लिखित) भी समान रूप से प्रभावी है।

कृषिगत विधि

कृषिगत विधि उन तरीकों को शामिल करती है जो फसल की बढ़त को प्रोत्साहित करती हैं और खरपतवारों की बढ़त को रोकती है। इनमें सही समय पर बुवाई, फसल चक्रण, और उचित जल प्रबंधन शामिल है। मक्का की सही किस्म का चयन, उचित दूरी पर पौधारोपण, और आवश्यक पोषक तत्वों का उचित अनुप्रयोग भी कृषिगत विधि का हिस्सा हैं।

मक्के के प्रमुख खरपतवारनाशी

ख़रीफ़ फसलों में खरपतवार नियंत्रण के लिए अनुशंसित शाकनाशियों की सूची अंकुरण पूर्व से पहले: 0-2 दिन; अंकुरण पश्चात: 18-22 दिन)

शाकनाशी	फार्मूलेशन	मात्रा (एआई/ हे)	प्रयोग का समय (बुवाई के बाद)
एट्राज़िन	50 % डब्लूपी	500-1000 ग्रा	0-2 दिन
पाइरोक्सासल्फोन	85% डब्ल्यू जी	127.5 ग्रा	0-2 दिन
टोप्रामेज़ोन	33.6 % एससी	25.2 ग्रा	18-22 दिन
एट्राज़िन+ टोप्रामेज़ोन		500 + 25.2 ग्रा (टैंक मिश्रण)	15 दिन
एट्राज़िन 24%+ टोप्रामेज़ोन 1% (रेडी-मिक्स)	25%ओ डी	675 -750 ग्रा	15 दिन
एट्राज़िन+ टेम्बोट्रियोन		500+120 ग्रा (टैंक मिश्रण)	15 दिन
टेम्बोट्रियोन	34.4% एससी	120 ग्रा	18-22 दिन
एट्राज़ीन+ मीजोट्रियोन		875 ग्रा	18-22 दिन
हेलोसल्फ्यूरॉन	75 डब्ल्यू जी	67.5 ग्रा	18-22 दिन
2,4-डी		500 ग्रा	18-22 दिन

व्ही.के. चौधरी*, एम.पी. साहू और जे.एस. मिश्रा 3 अंतर्राष्ट्रीय खरपतवार सम्मेलन, एएयू, आनंद, गुजरात, भारत 2022 विभिन्न फसलों में रासायनिक खरपतवार प्रबंधन पीपी47-51

संरक्षित कृषि के अंतर्गत एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

संरक्षित कृषि प्रणालियों के तहत आमतौर पर छोटे बीज वाले वार्षिक पौधों के खरपतवार की संख्या में बदलाव देखा गया है। इसके विपरीत, छोटे आकार के बीज के बावजूद, छोटी कैनरी घास ने सिंधु-गंगा के मैदानों में संरक्षित जुताई प्रणाली की तुलना में शून्य जुताई के तहत उनकी संख्या में उल्लेखनीय कमी देखी है। इसका श्रेय (i) जुताई के अभाव में पपड़ी के विकास के कारण जीरो टिलेज में मिट्टी की ताकत अधिक होती है, जो यांत्रिक रूप से अंकुर के उद्भव को बाधित कर सकती है (ii) शून्य जुताई में मिट्टी के तापमान में उतार-चढ़ाव काम होता है , (iii) शून्य जुताई के तहत प्रकाश उत्तेजनाओं, नाइट्रोजन खनिजीकरण और गैस विनिमय के अपेक्षाकृत निम्न स्तर, ये सभी संरक्षित जुताई प्रणाली के तहत कई खरपतवार प्रजातियों के अंकुरण को प्रोत्साहित करने के लिए जाने जाते हैं।

संरक्षित कृषि प्रणालियों में बारहमासी खरपतवारों की आबादी में बदलाव भी देखा गया है। बारहमासी खरपतवार कम या बिना जुताई वाली प्रणालियों में पनपते हैं क्योंकि जड़ प्रणाली किसी भी प्रकार से प्रभावित नहीं होती है और वार्षिक खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए उपयोग किए जाने वाले शाकनाशी खरपतवारों को प्रभावित नहीं करते हैं।कम जुताई प्रणालियों को अपनाने में बारहमासी एकबीजपत्री को बारहमासी द्विबीजपत्री की तुलना में अधिक खतरा माना जाता है। कई बारहमासी खरपतवार बीज के अलावा कई संरचनात्मक अंगों से प्रजनन कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, बैंगनी नटसेज (*साइप्रस रोटंडस*), टाइगर घास (*सैकेरम स्पोंटेनियम*) और जॉनसन घास (*सोरघम हैलेपेन्स*) आम तौर पर भूमिगत पौधों के भंडारण संरचनाओं, जैसे कंद या नट और प्रकंद से प्रजनन करते हैं। संरक्षित जुताई इन

बारहमासी प्रजनन संरचनाओं को प्रोत्साहित कर सकती है जो उद्भव के लिए प्रतिकूल है खरपतवार की प्रजातियों में बदलाव और खरपतवार के घनत्व में वृद्धि के परिणामस्वरूप फसल की उपज में होने वाले नुकसान, संरक्षित कृषि को व्यापक रूप से अपनाने में प्रमुख बाधाओं के रूप में उद्धृत किया गया है। खरपतवारों के कारण संरक्षित कृषि में फसल की उपज का नुकसान खरपतवार की गतिशीलता और खरपतवार की तीव्रता के आधार पर भिन्न हो सकता है।

संरक्षित कृषि प्रणालियों में खरपतवार की समस्याओं की विविधता को ध्यान में रखा जाता है। खरपतवार नियंत्रण की कोई एक विधि नहीं है, जो खरपतवार नियंत्रण का वांछित स्तर प्रदान करती हो। इसलिए, टिकाऊ फसल उत्पादन के लिए खरपतवार नियंत्रण के विस्तार और प्रभावकारिता को व्यापक बनाने के लिए विभिन्न खरपतवार प्रबंधन नीतियों जैसे कृषिगत, यांत्रिक या रासायनिक विधियों के संयोजन का मूल्यांकन किया जाना आवश्यक है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन प्रणाली चयनात्मक, सुरक्षित और कुशल शाकनाशियों को प्रतिस्थापित करने के लिए नहीं, बल्कि अन्य सुरक्षित, प्रभावी, किफायती और पर्यावरण-अनुकूल नियंत्रण उपायों के साथ विवेकपूर्ण उपयोग को प्रोत्साहित करने के लिए एक अच्छी रणनीति है। प्रभावी खरपतवार प्रबंधन के लिए स्वच्छ एवं साफ-सुथरे फसल बीज और स्वच्छ बीज बोने की मशीन का उपयोग, खरपतवार मुक्त सिंचाई नहरों और बांधों को एकीकृत किया जाना चाहिए। साथ-साथ अच्छी कृषि पद्धतियां, संचालन की समयबद्धता, उर्वरक, जल प्रबंधन और मिट्टी की सतह पर फसल के अवशेषों को बनाए रखने के संयोजन से, शाकनाशियों की खरपतवार नियंत्रण दक्षता और खरपतवारों के प्रति फसल की प्रतिस्पर्धात्मकता में सुधार किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, घुलनशील शाकनाशी और न्यूनतम हस्तछेप वाले बोनी यंत्रों का उपयोग करके जीरो टिलेज पराली के साथ प्रभावी राईग्रास नियंत्रण (97% तक) देखा गया है। इसी प्रकार, उच्च बीज दर और प्रारंभिक खरपतवार नियंत्रण के साथ बेहतर जीनोटाइप को एकीकृत करने से कमजोर जीनोटाइप के संयोजन की तुलना में उपज में 40% की वृद्धि होती है। इसी प्रकार, उच्च बीज दर और प्रारंभिक खरपतवार नियंत्रण के साथ बेहतर जीनोटाइप को एकीकृत करने से कमजोर जीनोटाइप, कम बीज दर और विलम्ब से खरपतवार नियंत्रण के संयोजन की तुलना में उपज में 40% की वृद्धि होती है।स्टेल सीड बेड, एक समान और सघन फसल स्थापना, ढकी हुई फसलों और फसल अवशेषों का जैविक अपघटन के रूप में उपयोग,फसल चक्र

पूर्व-उद्भव के रूप में एट्राजीन द्वारा खरपतवार प्रबंधन के साथ बिना जुताई वाली मक्का

बिना जुताई के मक्का की खेती, खरपतवार प्रबंधन के लिए एट्राजीन का प्रयोग, जल्दी उगने के बाद

उद्भव-पूर्व के रूप में एट्राजीन द्वारा खरपतवार प्रबंधन के साथ शून्य जुताई मक्का

संरक्षण जुताई के तहत मक्का की फसल, जिसमें उगने के बाद 2,4-डी सोडियम साल्ट द्वारा खरपतवार प्रबंधन

और फसल की प्रतिस्पर्धात्मकता को पूर्व और बाद के शाकनाशी के संयोजन के साथ बढ़ाने के लिए संरक्षित कृषि प्रणालियों के तहत टिकाऊ और प्रभावी खरपतवार प्रबंधन रणनीतियों को विकसित करने के साथ एकीकृत किया जाना चाहिए।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन की चुनौतियाँ

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के लागू करने में कई चुनौतियाँ हो सकती हैं। इनमें किसानों की जागरूकता की कमी, वित्तीय संसाधनों की उपलब्धता, और आवश्यक तकनीकी ज्ञान का अभाव शामिल है। इसके अलावा, विभिन्न तकनीकों का सही संयोजन और समय पर उनका उपयोग भी एक चुनौती हो सकता है। इन चुनौतियों का समाधान करने के लिए व्यापक प्रशिक्षण और जागरूकता कार्यक्रम आवश्यक हैं। प्रारंभिक लागत और तकनीकी प्रशिक्षण की आवश्यकता भी एक बड़ी बाधा है, विशेषकर छोटे किसानों के लिए, जिनके पास सीमित वित्तीय संसाधन और प्रशिक्षित मानव संसाधन होते हैं। यांत्रिक और सांस्कृतिक विधियाँ अधिक समय और श्रम की मांग करती हैं, जो श्रमशक्ति की कमी वाले किसानों के लिए चुनौतीपूर्ण हो सकता है। इसके अतिरिक्त, प्राकृतिक परिस्थितियाँ जैसे मौसम और जलवायु भी एकीकृत खरपतवार प्रबंधन की प्रभावशीलता को प्रभावित कर सकती हैं।

कई किसान अभी भी त्वरित और प्रभावी परिणामों के लिए रासायनिक खरपतवारनाशकों पर अत्यधिक निर्भर हैं, जिससे एकीकृत खरपतवार प्रबंधन को अपनाने में मानसिकता की बाधा उत्पन्न होती है। प्रत्येक क्षेत्र और खेत की विशेष परिस्थितियों के अनुसार एकीकृत खरपतवार प्रबंधन विधियों को अनुकूलित करने की आवश्यकता, विविधता प्रबंधन में जटिलता बढ़ाती है। मौजूदा नीतियों और सरकारी समर्थन की कमी, और प्रभावी जैविक नियंत्रण एजेंटों की उपलब्धता भी एकीकृत खरपतवार प्रबंधन को लागू करने में महत्वपूर्ण चुनौतियाँ हैं। इन सभी बाधाओं को पार करने के लिए व्यापक शिक्षा, नीति समर्थन, और तकनीकी प्रशिक्षण की आवश्यकता, है, ताकि किसान एकीकृत खरपतवार प्रबंधन को सफलतापूर्वक अपनाकर लाभान्वित हो सकें।

मक्का में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन एक प्रभावी और स्थायी दृष्टिकोण है जो मक्का की पैदावार को बढ़ावा देने और पर्यावरण की रक्षा करने में सहायक है। विभिन्न तकनीकों का संयोजन और उनका सही अनुप्रयोग, मक्का की फसल को खरपतवारों से बचाने और उच्च गुणवत्ता की पैदावार सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। किसानों को समेकित खरपतवार प्रबंधन के विभिन्न पहलुओं के बारे में शिक्षित करना और उन्हें इन तकनीकों के उपयोग के लिए प्रोत्साहित करना आवश्यक है। इससे न केवल मक्का की उत्पादन क्षमता में वृद्धि होगी, बल्कि पर्यावरणीय संतुलन भी बना रहेगा। मक्के की खेती में विकसित तकनीकों और विधियों का समूह है जो उचित और सही समय पर अनुकूलित किए जाएं, ताकि अनावश्यक घास की संख्या कम की जा सके और मक्के के उत्पादन को प्रभावी रूप से बढ़ाया जा सके। यह प्रबंधन विधि एक समृद्ध और स्वास्थ्यपूर्ण पर्यावरण के साथ-साथ खेतीकर्ता के लाभ को भी बढ़ाती है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन मक्का की फसल में खरपतवार को नियंत्रित करने के लिए एक टिकाऊ और पर्यावरण अनुकूल दृष्टिकोण प्रदान करता है। यह न केवल फसल की उपज और गुणवत्ता में सुधार करता है, बल्कि पर्यावरण पर रासायनिक खरपतवारनाशी के प्रभाव को भी कम करता है। साथ ही, यह विधि किसानों की लागत को भी कम करने में सहायक है, क्योंकि यह विभिन्न प्रबंधन तकनीकों का उपयोग करता है जो एकल विधियों की तुलना में अधिक प्रभावी और लागत-सक्षमता होती हैं। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन अपनाकर किसान मक्का की फसल में अधिकतम उत्पादन प्राप्त कर सकते हैं और खेतों की दीर्घकालिक स्वास्थ्य और उपजाऊ क्षमता को बनाए रख सकते हैं। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन को अपनाने से मक्का उत्पादन में न केवल वृद्धि होगी बल्कि यह विधि पर्यावरणीय दृष्टि से भी सुरक्षित होगी। इससे किसानों की आय में वृद्धि होगी और भारत की खाद्य सुरक्षा को भी मजबूती मिलेगी।

श्री अन्न फसलों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

आर.पी. दुबे
भाकृअनुप-खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

श्री अन्न या मोटे अनाज ऐसी फसलों के समूह को कहते हैं जिनके दाने मुख्य अनाज वाली फसलों से छोटे होते हैं। इन फसलों को कदन्न या मिलेट्स भी कहते हैं। यह फसलें मुख्य रूप से एशिया एवं अफ्रीका के अर्ध-शुष्क उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में उगाई जातीं हैं। भारत वर्ष में विभिन्न प्रकार के श्री अन्न पाए जाते हैं (तालिका 1)। भारत में हरित क्रान्ति के प्रादुर्भाव से पहले इन फसलों को बड़े भू भाग में मूल खाद्यान के रूप में उगाया जाता था पर धीरे धीरे इन फसलों का प्रचलन कम होता गया और चावल, गेहूं, मक्का जैसी धान्य फसलें मुख्य फसलों के रूप में उगाई जाने लगीं। श्री अन्न फसलों में मानव स्वास्थ्य के लिए आवश्यक पोषक तत्व एवं खनिज प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं इसलिए इन्हें पोषक-अनाज भी कहा जाता है इनका ग्ल्यासिमिक इंडेक्स भी कम होता है साथ ही इनमे कई औषधीय गुण भी पाए जाते हैं। इन फसलों की खेती करने में अधिक संसाधनों तथा रखरखाव की आवश्यकता भी नहीं होती है। इन फसलों में जलवायु परिवर्तन से होने वाले दुष्परिणामों को सहने की क्षमता भी होती है। जैविक कृषि के अंतर्गत भी इन फसलों का चुनाव उपयुक्त पाया गया है। इन सब गुणों के कारण श्री अन्न के महत्व को देखते हुए पुनः इनकी खेती को बढ़ावा दिया जा रहा है।

श्री अन्न फसलें अधिकतर खरीफ में बारानी क्षेत्रों में उगाई जाती हैं। अन्य फसलों की तरह श्री अन्न फसलों की खेती एवं भरपूर पैदावार लेने में, खरपतवार प्रमुख जैविक बाधा बनते हैं। प्रारंभिक अवस्था में इन फसलों की बढवार कम होने से खरपतवारों से लड़ने की छमता कम होती है अतः खरपतवारों का निवारण क्रांतिक अवधि के भीतर ही कर लेना चाहिए। समय रहते उचित खरपतवार प्रबंधन अपनाकर श्री अन्न फसलों से अधिक उत्पादन लिया जा सकता है।

तालिका 1. श्री अन्न में सम्मिलित फसलें

वैज्ञानिक नाम	प्रचलित अंग्रेजी नाम	स्थानीय नाम
मुख्य श्री अन्न		
सोरघम बाइकलर	सोरघम	ज्वार
पेनिसेटम ग्लौकम	पर्ल मिलेट	बाजरा
लघु श्री अन्न		
एलयूसिन कोराकाना	फिंगर मिलेट	रागी , मंडुआ
पास्पलम स्क्रोबीकुलेटम	कोदो मिलेट	कोदो
इकाइनोक्लोआ फ्रुमेन्टेसिया	बार्नयार्ड मिलेट	सँवा
पेनिकम सुमाट्रेन्स	लिटिल मिलेट	कुटकी
सेटारिया इटालिका	फोक्सटेल मिलेट	काकुन
पेनिकम मिलीएसियम	प्रोसो मिलेट	चीना, बर्रा
पेनिकम रमोसा	ब्राउनटॉप मिलेट	कोरेल
छद्म-श्री अन्न		
फेगोपाइरम एस्कूलेंटम	बकव्हीट	कुट्टू
अमेरन्थस विरिडीस	अमेरन्थस	चौलाई

श्री अन्न फसलों के प्रमुख खरपतवार

कदन्न फसलों की खेती मुख्यतः खरीफ मौसम में की जाती है। इसलिए खरीफ के प्रमुख खरपतवार इन फसलों में मुख्य बाधक बन कर उभरते हैं। इन खरपतवारों में जंगली संवा, मकड़ा घास, दूब घास, डीजिटेरिया, एलुसाइन, नागरमोथा, पैनिकम, सेटारिया, कन्कौआ, पचकोटा, गरुन्डी, हजारदाना, अगिया, दूधि, महकुआ, जंगली चौलाई, पत्थरचट्टा, भृंगराज, डाईजेरा, सफेद मुर्ग, गाजर घास इत्यादि प्रमुख रूप से पाए जाते हैं। ज्वार एवं बाजरा में परजीवी खरपतवार स्ट्राईगा या अगिया का प्रकोप भी पाया जाता है।

श्री अन्न फसलों में खरपतवारों से हानि

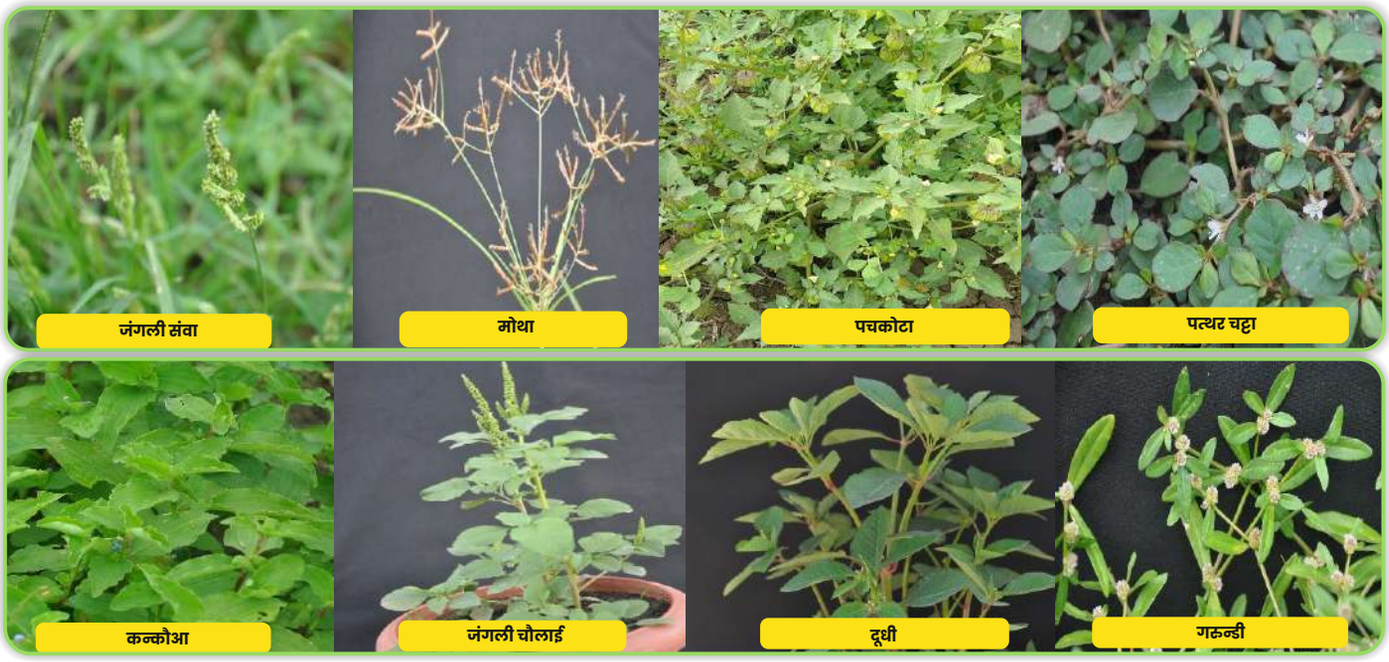
खरपतवार इन मोटे अनाज की फसलों से पोषक तत्वों, जल, सूर्य के प्रकाश एवं स्थान के लिए प्रतिस्पर्धा कर उपज में भारी कमी लाते हैं (तालिका 2) साथ ही विभिन्न रोग और कीट आदि को भी आश्रय प्रदान करते हैं। खरपतवारों के नियंत्रण हेतु अतिरिक्त उपाय करने पड़ते हैं जिससे फसल की उत्पादन लागत भी बढ़ जाती है।

फसल-खरपतवार प्रतियोगिता की क्रांतिक अवधि

फसल की प्रारम्भिक अवस्था में एक निश्चित अवधी में खरपतवार सबसे अधिक हानि पहुंचाते हैं जिसे हम क्रांतिक अवधि भी कहते हैं। इस अवधि में खरपतवार नियंत्रण करने पर अधिक उपज व आर्थिक लाभ प्राप्त होता है। अतः इस अवधि में फसल को खरपतवारों से बचाना बहुत ही आवश्यक है। फसल-खरपतवार प्रतियोगिता विभिन्न कारकों पर निर्भर करती है जैसे खरपतवार की जाति, फसल की प्रजाति, कतारों की दूरी, खाद एवं उर्वरक की मात्रा एवं उपयोग का तरीका, खेत में पानी कीउपलब्धता आदि। प्रयोगों से यह सिद्ध हुआ है कि विभिन्न श्री अन्न फसलों में फसल-खरपतवार प्रतियोगिता की क्रांतिक अवधि फसल की बुआई के बाद 15-42 दिन तक होती है।

तालिका 2. मोटे अनाजों में खरपतवार के प्रकोप से उपज में हानि

मोटे अनाज	उपज में हानि (%)
ज्वार	15-97
बाजरा	16-94
रागी	44-61
कोदो	46-52
कुटकी	59-80
सँवा	40-63



श्री अन्न फसलों के मुख्य खरपतवार

खरपतवार प्रबंधन की विधियाँ

श्री अन्न फसलों में खरपतवार प्रबंधन सम्बंधित जानकारी का अभाव है। मुख्य धान्य फसलों की अपेक्षा इन फसलों को कम उपजाऊ भूमि एवं सीमित संसाधनों का प्रयोग कर उगाया जाता है। इन फसलों में मुख्यतः हाथ से निदाई की जाती है। रसायनों का प्रयोग कम ही किया जाता है। फसल के प्रकार, खरपतवार प्रकोप की तीव्रता एवं संसाधनों की उपलब्धता के अनुरूप निम्न विधियों को एकीकृत रूप में अपनाकर प्रभावी खरपतवार नियंत्रण पाया जा सकता है।

रोकथाम विधि

मुख्यतः फसल के बीज, खरपतवार-बीज रहित होने चाहिए। यह भी ध्यान रखना चाहिए की फसल को पोषक तत्व प्रदान करने के लिए जो कम्पोस्ट आदि प्रयोग में लाया जाता है वह पूरी तरह से पकी हुई हो जिससे उसमे खरपतवार के बीज न हो। खेत में खरपतवारों को बीज बनाने के पहले ही नष्ट कर दें जिससे भूमि में खरपतवार बीज बैंक में बढ़ोतरी ना होने पाए।

खरपतवार-प्रतिस्पर्धी किस्मे

श्री अन्न की खेती के लिए उच्च उत्पादकता के साथ ही खरपतवार-प्रतिस्पर्धी किस्मों को प्राथमिकता देनी चाहिए। इनके उपयोग से खरपतवार की बढवार रोकने में सहायता मिलती है। ज्वार की सीएसएच-16, सीएसवी-20, एसपीवी-462, बाजरा की हाइब्रिड एचएचबी -146, एचएचबी -117, जीएचबी-558 एवं जी एच बी- 538, रागी की वीएल- 149, जीपीयू-28 एवं जी पी यू- 45 आदि किस्मे उच्च उत्पादकता के साथ ही खरपतवार प्रतिस्पर्धी भी हैं।

सस्य क्रियाएँ

स्टेल सीड बेड

इस विधि को अपनाकर मुख्य फसल को खरपतवारों से बचाया जा सकता है। इस विधि के अंतर्गत बुआई/रोपाई से 10-15 दिन पहले एक हल्की सिंचाई की जाती है जिससे खरपतवार उगने लगते हैं जब बड़ी संख्या में खरपतवार उग आयें तब इन्हें उपुक्त यंत्रों या रसायनों द्वारा नष्ट किया जाता है। ध्यान यह रखा जाना चाहिये कि भूमि में गहरी जुताई ना होने पाए अन्यथा इस पद्धति का पूर्ण लाभ नहीं प्राप्त होगा। इस पद्धति को अपनाने से खरपतवारों के प्रकोप में काफी कमी आती है।

कतारों की दूरी

ऐसा देखने में आया है कि कतारों की दूरी में कमी जो कि 30 सेमी या इससे कम हो, खरपतवारों की बढ़वार रोकने में सहायक होती है। इस तरीके से कतारों के बीच के स्थान को फसल अच्छी तरह शीघ्र ही ढक लेती है जिससे खरपतवार पनप नहीं पाते हैं।

निदाई

मोटे अनाज की फसलों में हाथ द्वारा 1-2 बार निदाई या छोटे यंत्रों जैसे हैण्ड-हो, व्हील-हो को 2-3 बार संचालित कर खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण पाया जा सकता है।

पलवार विधि

फसल के उगने या रोपाई के बाद अन्य फसलों के अवशेष को दो कतारों के बीच पलवार के रूप में बिछा देने से खरपतवार के बीज उग नहीं पाते है यदि उगते भी है तो सूर्य का प्रकाश न मिल पाने की स्थिति में शीघ्र ही नष्ट हो जाते हैं।

अंतरवर्ती फसल प्रणाली

मुख्य रूप से ज्वार एवं बाजरा में लोबिया, सोयाबीन, मूंग आदि को अंतरवर्ती फसल के रूप में उगा कर खरपतवार की संख्या में कमी की जा सकती है। हालाँकि, अंतरवर्ती फसल उगाने से शाकनाशी के

प्रयोग में अधिक सावधानी बरतनी चाहिए और संस्तुत किये गये शाकनाशी का ही प्रयोग करना चाहिए।

ज्वार एवं बाजरा में परजीवी खरपतवार स्ट्राईगा या अगिया का नियंत्रण

जिस क्षेत्र में अगिया का प्रकोप हो वहां फसल चक्र में सोयाबीन या कपास की फसल उगायें। ज्वार एवं बाजरा के साथ मूंगफली, सोयाबीन, लोबिया की अंतर्सस्य फसल उगायें या ढैंचा को हरी खाद के रूप में उगायें। शाकनाशी एट्राजिन 0.5 कि.ग्रा./हे. उगने के पूर्व या 2,4-डी 0.5 कि.ग्रा./हे. का प्रयोग उगने के पश्चात करने से स्ट्राईगा का नियंत्रण हो जाता है।

खरपतवारनाशी का प्रयोग

श्री अन्न फसलों में चयनात्मक शाकनाशी की उप्लब्धता कम है इसलिए खरपतवारनाशी का प्रयोग काफी सीमित मात्रा में ही किया जाता है। शाकनाशी का प्रयोग निर्दिष्ट सावधानियों का पालन करते हुए किया जाना चाहिए। श्री अन्न फसलों में प्रयोग होने वाले कुछ शाकनाशी तालिका 3 में दिए गए हैं।

तालिका 3. श्री अन्न फसलों में प्रयोग होने वाले शाकनाशी

फसल	शाकनाशी	मात्रा (कि.ग्रा./हे.) एवं स्प्रे का समय	नियंत्रित खरपतवार	टिप्पणी
ज्वार, बाजरा	एट्राजिन	1.0, बुआई के 1-2 दिन बाद।	घास एवं चौड़ी पत्ती	बुआई के 30 दिन बाद एक निदाई
	पेंडिमेथालिन 38.7%	0.67, बुआई के 1-2 दिन बाद	घास एवं चौड़ी पत्ती	बुआई के 30 दिन बाद एक निदाई
	मेटलाक्लोर	0.50, बुआई के 1-2 दिन बाद	घास	जब दलहनी अंतरवर्ती फसल ली गई हो
	2,4-डी	0.50, बुआई के 25 दिन बाद	चौड़ी पत्ती	बुआई के 40 दिन बाद एक निदाई
रागी, संवा, कुटकी	एट्राजिन	0.50, रोपाई के 1-2 दिन बाद	घास एवं चौड़ी पत्ती	रोपाई के 30-40 दिन बाद एक निदाई
	ओक्सीफ्लुओरफेन	0.10, रोपाई के 1-2 दिन बाद	घास एवं चौड़ी पत्ती	रोपाई के 30-40 दिन बाद एक निदाई
	पाईराजोसल्फुरान	0.02, रोपाई के 1-2 दिन बाद	चौड़ी पत्ती,मोथा एवं कुछ घास	रोपाई के 30-40 दिन बाद एक निदाई
	मेटसल्फुरान	0.004, रोपाई के 20 दिन बाद	चौड़ी पत्ती	रोपाई के 40 दिन बाद एक निदाई
कोदो	पाईराजोसल्फुरान	0.02, रोपाई के 1-2 दिन बाद	चौड़ी पत्ती,मोथा एवं कुछ घास	रोपाई के 30-40 दिन बाद एक निदाई
	पेंडिमेथालिन 38.7%	0.60, रोपाई के 1-2 दिन बाद	घास एवं चौड़ी पत्ती	रोपाई के 30-40 दिन बाद एक निदाई
	मेटसल्फुरान	0.004, रोपाई के 20 दिन बाद	चौड़ी पत्ती	रोपाई के 40 दिन बाद एक निदाई

रागी में दो निदाई | रागी में उगने पूर्व पाईराजोसल्फुरान 20 ग्रा0/हे0 तथा रोपाई के 40 दिन बाद एक निदाई | संवा में दो निदाई | संवा में उगने पूर्व पाईराजोसल्फुरान 20 ग्रा./हे. तथा रोपाई के 40 दिन बाद एक निदाई

खरीफ दलहनों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

राघवेन्द्र सिंह[1], निखिल कुमार सिंह[2], सीमा यादव[1], एस.के.दुबे[1] एवं रामेन्द्र सिंह[3]

[1]भाकृअनुप - कृषि प्रौद्योगिकी अनुप्रयोग अनुसंधान संस्थान, कानपुर, उत्तर प्रदेश 208002, भारत
[2]काशी हिन्दू विश्वविद्यालय, वाराणसी, उत्तर प्रदेश 221005, भारत
[3]हिंदुस्तान उर्वरक एवं रसायन लिमिटेड, नई दिल्ली 110092, भारत

देश की पोषण सुरक्षा में दलहनी फसलों का विशेष महत्व है। भारत में दलहनी फसलें 300 लाख हेक्टेयर में उगाई जाती है, जिनका उत्पादन 250 लाख टन एवं औसत उत्पादकता 851 किग्रा. प्रति हेक्टेयर है। दलहन मुख्य फसल के अलावा अंतर्वर्तीय फसल के रूप में भी प्रमुखतः से लगाई जाती है। दलहनी फसलें शाकाहारियों के लिये प्रोटीन की आवश्यकता पूर्ति का प्रमुख स्रोत है। प्रोटीन के अलावा ये खनिज तत्वों, लौह एवं आहार फाइबर का प्रमुख स्त्रोत है। आई.सी.एम.आर. के अनुसार प्रत्येक व्यक्ति के दैनिक आहार में कम से कम 40 ग्राम दाल की आवश्यकता होती है। इस आवश्यकता की पूर्ति के लिये भारत को लगभग 45 लाख टन दलहन आयात करना पड़ता है, वैश्विक बाजार में उसकी कीमत 37.4 लाख डॉलर है। दलहन के क्षेत्र में आत्मनिर्भरता के लिये भारत सरकार सतत् प्रयासरत है। चौथी पंचवर्षीय योजना (1969-1974) में "दलहन विकास योजना" की शुरुआत हुई थी, जिसके अंतर्गत किसानों के मध्य प्रौद्योगिकियों और उन्नत किस्मों के विकास पर ध्यान केन्द्रित किया गया। सातवीं पंचवर्षीय योजना (1985-1990) में राष्ट्रीय दलहन विकास परियोजना (एन.पी.डी.पी.) शुरू की गई। एन.पी.डी.पी. के तहत प्रयासों को आगे बढ़ाने के लिये (1988-1989) दलहन पर विशेष खाद्य अनाज उत्पादन कार्यक्रम (एस.एफ.पी.पी.) प्रारंभ किया गया। योजना आयोग की सलाह पर अप्रैल, 2004 से मार्च, 2010 पूर्व में चल रही योजनाओं का विलय कर एक एकीकृत परियोजना तिलहन, दलहन, ऑयल पॉम और मक्का के लिये शुरू की गई, जिसे आइसोपॉम के नाम से जाना जाता है। राष्ट्रीय विकास परिषद की 53वीं बैठक में "राष्ट्रीय खाद्य सुरक्षा मिशन" परियोजना शुरू की गई, जिसका उद्देश्य 9वीं पंचवर्षीय योजना के अंत तक धान, गेहूँ एवं दलहन के उत्पादन में क्रमशः 100, 80 एवं 20 लाख टन की वृद्धि सुनिश्चित करनी थी। यह परियोजना 12वीं पंचवर्षीय परियोजना तक लागू रही। इस योजना के दौरान दलहन के उत्पादन में अभूतपूर्व (20 प्रतिशत) वृद्धि प्राप्त हुई। देश में खरीफ, रबी एवं जायद तीनों मौसम में दलहन की खेती की जाती है। खरीफ मौसम में पाई जाने वाली प्रमुख दलहन फसलें हैः अरहर, उर्द, मूंग, मोठ एवं कुल्थी।

खरीफ मौसम में अधिकतर फसलें वर्षा पर आधारित होती हैं। फसल उत्पादन के समय बहुत से आवांछित पौधे स्वतः ही उग जाते है जो फसल उत्पादन एवं उत्पाद की गुणवत्ता पर विपरीत प्रभाव डालते हैं। इन्ही आवांछनीय पौधों को हम खरपतवार कहते हैं।

दलहन फसलों की पंक्ति से पंक्ति की दूरी तथा पौध से पौध की दूरी अन्य फसलों की तुलना में अधिक होती है एवं इनकी बढ़वार भी शुरुआती दिनों में काफी कम होती है। खरीफ के मौसम में पर्याप्त नमी एवं क्रांतिक अवस्था में पर्याप्त समय के कारण दलहन फसलों में खरपतवारों का प्रकोप बहुत अधिक होता है। खरपतवार न केवल सूर्य के प्रकाश, नमी, स्थान, पोषक तत्वों के लिये मुख्य फसल से संघर्ष करते है, वरन्य कीटों एवं रोगो के लिये भी अनुकूल वातावरण तैयार करते हैं। इसी वजह से जिन खेतों में खरपतवारों का प्रयोग अधिक होता है, उनमें कीटों एवं येलो वेन मोजैक विषाणु का प्रकोप अधिक देखा गया है।

दलहन उत्पादन में खरपतवारों के प्रकोप का स्तर, फसल पद्धति, जलवायु, मृदा, सिंचाई प्रबंधन पद्धति पर निर्भर करता है। इसलिए यह अत्यन्त आवश्यक है कि इन खरपतवारों का समय पर उचित विधि से नियंत्रण करके, इनके कुप्रभावों से दलहन फसलों को बचाकर उनकी उत्पादकता एवं गुणवत्ता में वृद्धि की जा सकती है।

फसल-खरपतवार क्रांतिक प्रतिस्पर्धा

दलहनी फसलों में प्रारम्भिक दिनों में खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा ज्यादा होती है। कतारों के बीच ज्यादा दूरी, धीमी प्रारम्भिक वृद्धि खरपतवारों के लिए अनुकूल व्यवस्था है। इसलिए फसल-खरपतवार क्रांतिक प्रतिस्पर्धा की जानकारी आवश्यक है। मुख्य खरीफ दलहन फसलों की फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा के कृांतिक समय का विवरण तालिका 1 में दिया गया है।

तालिका 1. खरीफ दलहन फसलों में खरपतवार प्रतिस्पर्धा का क्रान्तिक समय एवं पैदावार में कमी

फसल	खरपतवार प्रतिस्पर्धा का क्रांतिक समय (बुवाई के बाद दिन)	खरपतवारों द्वारा पोषक तत्वों का शोषण (किग्रा./हे.)			उपज में कमी (%)
		नाइट्रोजन	फास्फोरस	पोटाश	
अरहर	15-60	28-30	24	14	24-40%
मूँग	15-30	80-100	17-20	80-120	30-50%
उड़द	15-30	80-130	17-20	18-130	30-50%
लोबिया	20-30	80-90	17-20	80-100	25-45%

खरीफ दलहनी फसलों में पाये जाने वाले प्रमुख खरपतवार

मौसम के अनुसार निम्नलिखित खरतवार प्रमुख रूप से विभिन्न दलहन फसलों में पाये जाते हैं।

वैज्ञानिक नाम	सामान्य नाम
एमेरेन्थस विरिडिस	ज्ंगली चौलाई
एजेरेटम कोनीज्वायड्स	महकुवा
ब्रेकेरिया इरुसिफार्मिस	सिगनल घास
सिटेरिया ग्लूका	बनरा
सेलोसिया अरजेन्टिया	सफेदमुर्ग
सइप्रस रोटन्डस	मोथा
साइनोडान डेक्टिलान	दूब
केमेलिना बेन्गालेन्सिस	कनी, कनकौवा
डिजिटेरिया प्रजाति	क्रेब घास
डैक्टीलाक्टेनियम एजिप्सियम	मकरा घास
डाइजेरा आरवेन्सिस	लहसुआ
इकाइनोक्लोवा कोलोना	जंगली साँवा
इल्यूसिन इण्डिका	कोदो
फाइसेलिसमिनिमा	पचकोटा
फाइलैन्थस निरुरी	हजारदाना
ट्राएन्थमा पोरटुलैकेस्ट्रम	पथरचटा

खरपतवार प्रबंधन की विधियाँ

हाथ द्वारा निंदाई, परंपरागत खरपतवार प्रबंधन विधि है जो कि श्रमिकों की कम उपलब्धता की वजह से अत्यधिक खर्चीली हो गयी है। बढ़ते हुए शहरीकरण के कारण अब गाँवों में श्रमिकों की समस्या निरंतर बढ़ती जा रही है, अतः वर्तमान परिवेश में यह अत्यन्त आवश्यक है कि उन्नत खरपतवारनाशियों, यांत्रिक एवं कल्चरल विधि के समन्वय से समन्वित खरपतवार नियंत्रण पद्धति को अपनाया जाये जिससे खर्च एवं समय दोनों की बचत हो तथा खरपतवार का नियंत्रण सही समय पर उचित तरीके से हो सके।

सुरक्षात्मक विधि

यह सबसे प्रभावी विधि है, इस पद्धति को अपनाने से फसलों में खरपतवारों का प्रकोप कम होता है। इसके लिए निम्नलिखित उपाय किये जा सकते हैं।

- खरपतवारमुक्त शुद्ध एवं प्रमाणित बीजपौध का प्रयोग।
- पूर्ण रूप से सड़ी गोबर व कम्पोस्ट खाद का ही प्रयोग करना चाहिए। अधपचे या कच्चे गोबर की खाद का प्रयोग करने से खरपतवारों की समस्या अत्यधिक बढ़ जाती है।
- कृषि यंत्रों की मिट्टी एक खेत से दूसरे खेत में प्रयोग करने से पहले साफ कर लें।
- खरपतवार ग्रसित क्षेत्र की मृदा दूसरे खेतों में न ड़ाले।
- खेत के आस-पास के मेड़ों, पानी के स्रोत व नालियों को खरपतवारमुक्त रखें।
- जानवरों को खरपतवार प्रभावित क्षेत्र से नियंत्रित क्षेत्र में जाने से रोकें।
- खरपतवार दिखते ही फूल आने से पहले उसे नष्ट कर दें।

सस्य विधि

स्टेलसीड बेड

इस विधि में दलहन के खेत को बुवाई से पूर्व गुड़ाई करके सिंचाई करते हैं जिससे खरपतवार काफी संख्या में उग आते हैं इसके उपरान्त नान सेलेक्टिव शाकनाशी जैस ग्लाइफोसेट का प्रयोग करके उगे हुए खरपतवारों को नष्ट कर देते हैं। इसके बाद मिट्टी को कम से कम उलट-पुलट करते हुए रोपाई कर देते है। इस विधि का प्रयोग करने से शुरुआती दिनों में खरपतवारों का मुख्य फसल से संघर्ष कम होता है और जब फसल बड़ी हो जाती है उसको छाया में उगे खरपतवार कमजोर होते हैं और मुख्य फसल को कम नुकसान पहुँचा पाते है।

खेत की जुताई

दलहन उत्पादन हेतु खेत की तैयारी से पूर्व उसमें उगने वाले खरपतवारों का ज्ञान आवश्यक होता है। यदि प्रक्षेत्र में बहुवर्षीय खरपतवार हों तो ग्रीष्मकाल में गहरी जुताई की जाती है। जिससे उनकी जड़े, राइजोम/कंद छट जांए और उखड़कर मृदा की सतह पर आ जांए और धूप में सूख जांए। यदि वार्षिक खरपतवार का प्रकोप हो तो कम गहरी जुताई करते है।

फसल चक्र

डचित फसलचक्र अपनाकर भी खरपतवारों की समस्या को कम किया जा सकता है। एक जैसी फसल जैसे धान गेंहू लगातार लेने से मुख्य फसल के समान दिखने वाले खरपतवारों जैसे सेवई, गेहूं का मामा एवं जंगलीजई आदि की संख्या में उत्तरोत्तरवृद्धि होती है, अगर बीच में दलहनी, तिलहनी या अन्य चौड़ी पत्ती वाली फसलें ली जाए तो इन संकरी पत्ती वाले खरपतवारों को आसानी से पहचान कर उनका निदान किया जा सकता है।

यांत्रिक विधि

अन्य फसलों की तुलना में दलहन में अधिक निंदाई की आवश्यकता होती है। हाथ द्वारा निंदाई करना काफी कठिन एवं खर्चीला होता है। एक हेक्टेयर क्षेत्रफल के लिए निंदाई हेतु औसतन 40 से 50 मजदूरों की आवश्यकता पड़ती है। सामान्यतयः दलहन फसलों में दो से तीन निंदाई की आवश्यकता पड़ती है। जिन फसलों में पंक्ति से पंक्ति की दूरी 50 सेमी. या उससे अधिक होती है, उनमें हाथ से चलने यंत्र जैसे सायकिल हो, हैण्ड हो, विक एप्लीकेटर आदि का प्रयोग करके खरपतवार नियंत्रण किया जा सकता है।

तालिका 2. दलहनी फसलों में संस्तुति शाकनाशी रसायन

शाकनाशी रासायनिक नाम	व्यवसायिक नाम	रासायनिक मात्रा (किग्रा./हे.)	प्रयोग का समय	प्रयोगवाली फसलें	टिप्पणी
पेंड़ीमेथेलिन	स्टाम्प, पेन्ड़ीगोल्ड धानुटाप, स्टाम्प एक्स्ट्रा	750-1000	बुवाई के तुरन्त बाद	अरहर, उर्द, मूंग मोठ, कुल्थी	सभी वार्षिक घासकुल एवं कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों को नियंत्रित करना है।
फ्लूक्लोरोलीन	वासालिन	1000-1500	बुवाई/रोपाई के तीन दिन के भीतर	अरहर, उर्द, मूंग मोठ, कुल्थी	सभी प्रकार के वार्षिक घासकुल एवं कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
इमेजेथेपायर	परसूट	100	20-25 दिन के बाद	अरहर, उर्द, मूंग	घासकुल चौड़ी पत्ती एवं मोथा कुल
आक्सीफ्लेरफेन		250	बुवाई के तुरन्त बाद अंकुरण से पहल	अरहर, उर्द, मूंग	सभी प्रकार के वार्षिक घासकुल एवं कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
क्विजैलोफाप		40	बुवाई के 15-20 दिन के बाद	अरहर, उर्द, मूंग मोठ, कुल्थी	मुख्यतः घासकुल

सिंचाई पद्धति

सामान्यतयः किसान खुली नालियों द्वारा पानी ले जाकर पूरे खेत को पानी से भर देते हैं, इस पद्धति में खरपतवारों के बीज आसानी से पूरे प्रक्षेत्र में फैल जाते है। अतः सिंचाई के आधुनिक तरीकों जैसे ड्रिप एवं फब्वारा पद्धति का उपयोग करने से जल का नियंत्रित उपयोग होता है, और खरपतवारों का प्रकोप भी कम होता है।

मल्चिंग

दलहन फसलों के पंक्तियों के बीच काफी जगह होती है और खरपतवारों के बढ़वार के लिए भी अनुकूल वातावरण होता है अगर किसी भी तरह से पूर्ववर्ती फसलों के अवशेषों से खुली जगह कोढ़क दिया जाये तो खरपतवारों की जमाव में काफी कमी आती है और सूर्य की रोशनी नहीं मिलने से वे काफी कमजोर होते है और मुख्य फसल को प्रतिस्पर्धा नही दे पाते। जिस प्रक्षेत्र में मोथा का प्रकोप अधिक होता है उसमें यह विधि अधिक कारगर नही होती।

रासायनिक विधि

वर्तमान समय में रासायनिक विधि सबसे सस्ती एवं प्रभावी विधि है। अगर सही समय पर सही विधि द्वारा उचित शाकनाशी का प्रयोग किया जाए तो इस विधि द्वारा भी प्रभावी नियंत्रण प्राप्त किया जा सकता है तथा कम से कम एक या दो हाथ द्वारा निदाई क्रिया को कम किया जा सकता है। अलग-अलग दलहनी फसलों के हिसाब से खरपतवार नियंत्रण हेतु शाकनाशीयों की संस्तुति की गई (तालिका 2)।

हो एवं वीडर

अरहर की मेढ़ पर खेती

यांत्रिकी विधि द्वारा खरपतवार प्रबंधन

मूंग में खरपतवारो से प्रतिस्पर्धा

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

खरपतवार प्रबंधन के विभिन्न अवयवों के सही समय और सही विधि के समन्यवयन से अच्छे परिणाम प्राप्त हो सकते हैं। जैसे पूर्व उद्भव शाकनाशी के प्रयोग से उपरान्त 25-30 दिन बाद हाथ से यांत्रिक निदाई करके खरपतवार प्रबंधन करना प्रभावी और लाभदायक होता है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का मुख्य उद्देश्य खेती को लाभकारी बनाना एवं रसायनों के उपयोग को कम करना है। दलहनी फसलों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

शाकनाशी रसायनों के उपयोग में सावधानियां

शाकनाशीर सायनों के उपयोग करते समय निम्नलिखित सावधानियां बरतनी चाहिएः

- शाकनाशी रसायनों को संस्तुति मात्रा और समय पर ही प्रयुक्त करना चाहिए अन्यथा मुख्य फसल पर भी विपरीत प्रभाव पड़ सकता है।
- शाकनाशी रसायनों के साथ उपयोग होने वाला पानी साफ होना चाहिए, उसमें मिट्टी के कण नहीं होने चाहिए।
- रसायनों का प्रयोग करते समय पूरे शरीर को अच्छी तरह ढ़का होना चाहिए और आँखों पर चश्मा लगाना चाहिए।
- विपरीत मौसम जैसे तेजहवा, तेजसूर्य की रोशनी, बारिश आदि में रसायनों का छिड़काव नहीं करना चाहिए।
- शाकनाशी रसायन खरीदते समय उसका बिल अवश्य लेना चाहिए।
- प्रयोग के पश्चात् खाली डिब्बों को नष्ट कर देना चाहिए और उनको धरेलू कार्यों में प्रयोग नही करना चाहिए।
- छिड़काव के उपरान्त हाथ, मुंह और पैर साबुन से अच्छी तरह धो लेना चाहिए।
- शाकनाशी का छिड़काव करते समय हमेशा फ्लैटफैन या फ्लड जेट नॉजल का ही प्रयोग करना चाहिए।

खरीफ मौसम में दलहनी फसलों में खरपतवारों द्वारा काफी हानि होती है। उपलब्ध खरपतवार प्रबंधन विधियों के समावेश से इनका प्रबंध किया जा सकता है। स्वीकृत खरपतवार प्रबंधन में समय एवं आवश्यकतानुसार विधाओं का प्रयोग कर न सिर्फ खरपतवार प्रबंधन कर सकते है, अपितु प्रदूषण, अत्यधिक व्यय, उचित मात्रा का प्रयोग कर टिकाऊपन को भी बढ़ाया जा सकता है। व्यवहारिक शस्य क्रियाओं, यांत्रिकी सहयोग इत्यादि से खरीफ दलहन की खेती लाभदायक हो सकती है। रासायनिक शाकनाशी का बदल-बदल कर प्रयोग कृषकों के लिए लाभकारी होगा। इसके उपरान्त भी बदलते मौसम एवं परिवेश के लिए जागरुक रहने की आवश्यकता है।

रबी दलहनों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

नरेंद्र कुमार, मोहम्मद हाशिम, सी.पी. नाथ एवं के.के. हाजरा
भाकृअनुप - भारतीय दलहन अनुसन्धान संस्थान, कानपुर, उत्तर प्रदेश 208024, भारत

विश्व में भारत एक प्रमुख दलहन उत्पादन देश है तथा साथ-साथ दलहनी फसलें आदिकाल से यहाँ की कृषि प्रणाली का अभिन्न अंग रही है। दलहनी फसलों का पोषक सुरक्षा के साथ-साथ मृदा स्वास्थ्य एवं उत्पादकता बनाये रखने में महत्वपूर्ण योगदान है। दालें भारतीय शाकाहारी भोजन में प्रोट्रीन के स्त्रोत का प्रमुख घटक है। महत्ता की दृष्टि से दाल का खाद्यान फसलों के बाद दूसरा स्थान है। सन् 1961 में भारत में प्रति व्यक्ति प्रतिदिन दाल की उपलब्धता 69 ग्राम थी जो आज गिरकर लगभग 45 ग्राम से भी कम है। देश की बढ़ती हुई जनसंख्या के खाद्यान आपूर्ती के परिपेक्ष में दलहनी फसलों का उत्पादन बढ़ाना बहुत जरूरी है। साथ ही प्रोटीन की वर्तमान उपलब्धता एक सोचनीय विषय है। एक अनुमान के अनुसार 2050 तक भारत में दालों की धरेलू मांग 39 मि. टन हो जाएगी।

भारत जैसे विकाशसील देशों में पिछले 70 वर्षों में कृषि में उल्लेखनीय प्रगति हुई है। सभी क्षेत्रों में कृषि विज्ञान में तेजी से हुई प्रगति को कृषि परिदृश्य को बदलने का श्रेय दिया जाता है। दालों के महत्वपूर्ण स्वास्थ्य लाभों को ध्यान में रखते हुए संयुक्त राष्ट्र ने 2016 को अंतर्राष्ट्रीय दलहन वर्ष घोषित किया। अंतर्राष्ट्रीय दलहन वर्ष ने लोगों के दृष्टिकोण को महत्वपूर्ण रूप से बदल दिया और इस महत्वपूर्ण जिम्मेदारी को उजागर किया कि दालें खाद्य सुरक्षा, टिकाऊ खाद्य उत्पादन और स्वस्थ आहार के लिए महत्वपूर्ण हैं। सतत् विकास लक्ष्यों के लिए 2030 एजेंडा का एक महत्वपूर्ण हिस्सा दालों की मदद से हासिल किया जा सकता है, जो वास्तव में एक स्थायी भविष्य कृषि के लिए अतिआवश्यक है। एक तरफ बढ़ती आबादी और बढ़ती आय के कारण वैश्विक मांग में अनुमानित वृद्धि को ध्यान में रखते हुए, दूसरी तरफ दालों की खेती के लिए भूमि की उपलब्धता और दालों की किस्मों और खेती में तकनीकी प्रगति की कमी के कारण कम उत्पादकता जैसी आपूर्ति-पक्ष की बाधाओं को ध्यान में रखते हुए दलहनी फसलों की खेती पर जोर देना अतिआवश्यक है। सरकार ने देश के 27 प्रमुख दलहन उत्पादक राज्यों के 622 जिलों में दलहन पर राष्ट्रीय खाद्य सुरक्षा मिशन (एन. एफ. एस. एम.) भी लागू किया है। पिछले पांच वर्षों में दाल मिशन नामक सरकारी योजना ने किसानों को देश में दलहन उत्पादन बढ़ाने के लिए प्रोत्साहित किया है और अधिक लोगों को प्रोटीन युक्त आहार लेने में सक्षम बनाया है। इसके परिणामस्वरूप प्रमुख दलहनों के क्षेत्र में बड़ी मात्रा में आत्मनिर्भरता हासिल की गई है। वर्तमान में (2022-23) दलहन का कुल उत्पादन 26.06 मि. टन है जिसमे रबी दलहनों का योगदान 62.78 प्रतिशत रहा है (तालिका 1 एवं चित्र 1)।

भारत में दलहनी फसलें ज्यादातर (84 प्रतिशत) वर्षा आश्रित क्षेत्रों में उगायी जाती है, जिससे सीधे तौर पर इन फसल की औसत उपज

तालिका 1. भारत में कुल दालों के उत्पादन में मौसम और फसल का योगदान (वर्ष 2022-23)

फसल	उत्पादन (लाख टन)	प्रतिशत योगदान
चना	112.67	43.32
अरहर	33.12	12.71
उर्द	26.31	10.10
मूंग	36.78	14.11
मसूर	15.59	5.98
दूसरे खरीफ दलहन	8.24	3.16
दूसरे रबी दलहन	17.90	6.87
कुल खरीफ दलहन	76.21	29.29
कुल रबी दलहन	163.58	62.78
कुल दलहन	260.58	

चित्र 1. रबी एवं खरीफ दलहनी फसलों का क्षेत्रफल एवं उत्पादन (औसत 2016-17 से 2020-21)

प्रभावित होती है। कृषकों द्वारा दलहनी फसलों का उत्पादन प्रायः कम उपजाऊ वाले क्षेत्रों में सीमित बाह्य संसाधनों के प्रयोग की परिस्थितियों में किया जाता है। साथ की अनाजीय फसलों की तुलना में दलहनी फसलों में कीट व व्याधिओं के साथ-साथ खरपतवार का प्रकोप अधिक होता है। यह सभी परिस्थितियाँ दलहनी फसलों की उत्पादकता के साथ-साथ कृषकों की लाभ को सीधे तौर पर सीमित करती है। अतः दलहनी फसलों को लाभकारी बनाने की दिशा में उपलब्ध उन्नत तकनिकों का अंगीकर एक महत्वपूर्ण घटक है।

कृषि उत्पादकता और पर्यावरणीय स्वास्थ्य पर खरपतवारों के प्रतिकूल प्रभावों को कम करने के लिए प्रबंधन रणनीतियों में निरंतर निगरानी और सुधार आवश्यक है। हालाँकि खरपतवार फसल के पौधों के साथ-साथ उगते हैं, लेकिन प्रतिकूल परिस्थितियों में उनके बेहतर अनुकूलन और जीवित रहने की क्षमता और साथ ही उनकी तेजी से बढ़ने की प्रविर्ति के कारण वे फसल के पौधों पर हावी हो जाते हैं। खरपतवारों से फसल को होने वाली हानि को कम करना खाद्य गुणवत्ता और मात्रा में सुधार करने की एक रणनीति है। भारत में कृषि

क्षेत्र में होने वाले सालाना नुकसान का 33 प्रतिशत से अधिक हिस्सा खरपतवारों के कारण माना जाता है। यदि खरपतवारों का उचित प्रबंधन नहीं किया जाता है, तो सर्दियों और गर्मियों के दौरान दालों की पैदावार में 18-80 प्रतिशत की कमी आ सकती है। खेत में खरपतवार संक्रमण को समझना सबसे अच्छा खरपतवार प्रबंधन विकल्प चुनने के लिए आवश्यक है।

रबी दलहनों के खरपतवार

दलहनी फसल में खरपतवार की तीव्रता कृषि-पारिस्थितिक कारकों के साथ-साथ निराई-गुड़ाई के मानदंडों से भी प्रभावित होती है। इन खरपतवारों के कारण फसल को महत्वपूर्ण पोषक तत्वों और नमी से वंचित होना पड़ता है। रबी दलहनी फसलों जैसे- चना, मटर व मसूर में अनेक प्रकार के खरपतवारों का प्रकोप होता है। रबी दलहनी फसलों में खरपतवारों का प्रकोप व खरीफ दलहनी फसलों की अपेक्षा कम पाया जाता है। इन फसलों की बढ़वार शुरुआत में धीमी होती है तथा पौधों की ऊँचाई कम होती है, अतः इन फसलों पर खरपतवारों का हमेशा दबाव बना रहता है। रबी दलहनी फसलों के प्रारम्भिक 50 दिन खरपतवार नियंत्रण की दृष्टि से अत्यंत महत्वपूर्ण है। रबी दलहनी फसलों के प्रमुख खरपतवार इस प्रकार हैं: गेहूं का मामा (*फेलेरिस माइनर*), जंगलीजई (*ऐवेना फेच्वा*), दूब घास (*साइनोडॉन डेक्टीलॉन*), कृष्णनील (*एनागेलिस आरवेनसिस*), बथुआ (*चिनोपोडियम एल्बम*), सेंजी (*मेलीलोटस प्रजाति*), प्याजी (एस्फोडिलस टेन्यूफोलियस), हिरणखुरी (*कॉनवोलवुलस आर्वेनसिस*), पोहली (*कार्थेमस आम्सीकैन्था*), सत्यानाशी (*आर्जीमोन मेक्सीकाना*), अकरी (*विसिया सटाइवा*), जंगलीमटर (*लेथाइरस सटाइवा*), मोथा (*साइप्रस रोटेन्डस्*), इत्यादि।

इन खरपतवारों के अतिरिक्त, फेबा बीन, मटर, मसूर, वेच, चना, खेसारी तथा अन्य अनाज और चारा फलियों जैसी फलीदार फसलें, कसकुटा और ओरोबैंकी जैसे परजीवी खरपतवारों का प्रभाव रहता है। इन परजीवी खरपतवारों का खेतों में नियंत्रण चुनौतीपूर्ण है क्योंकि मेजबान और रोगजनक दोनों पौधे हैं और रोगजनन भूमिगत होता है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का मुख्य उद्देश्य खरपतवारों की संख्या को उस स्तर से नीचे लाना है जिससे आर्थिक नुकसान से बचने के लिए आर्थिक पौधों पर उनका प्रभाव कम से कम हो। इस प्रकार, खरपतवार प्रबंधन खरपतवारों की जैविक और पारिस्थितिक विशेषताओं के ज्ञान पर आधारित है ताकि यह समझा जा सके कि सस्य क्रियाओं द्वारा उनकी उपस्थिति को कैसे संशोधित किया जा सकता है। दलहनी फसलें अपनी सुस्त स्थापना और विकास के पहले महत्वपूर्ण चरणों में प्रतिबंधित विकास के कारण कमजोर प्रतिस्पर्धी हैं, इसलिए खरपतवार प्रबंधन बहुत महत्वपूर्ण है। जो कि खरपतवार प्रतिस्पर्धा की तीव्रता, प्रकार और अवधि के आधार पर निर्भर करता है, एक खेत में खरपतवार का संक्रमण उत्पादकता को कम कर सकता है। अरहर को छोड़कर सभी दलहन फसलें आमतौर पर अपेक्षाकृत छोटी होती हैं, और परिणामस्वरूप फसल के पौधे खरपतवारों की अधिक घनी वृद्धि से प्रभावित हो सकते हैं।

फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा की नाजुक अवस्था

दलहनी फसलों में खरपतवारों के साथ होने वाली शुरुआती प्रतिस्पर्धा के प्रति संवेदनशीलता अधिक होती है। जब खरपतवार फसल से पहले दिखाई देते हैं, तो दमनकारी प्रभाव प्रतिस्पर्धा को और खराब कर देता है। फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा के लिए महत्वपूर्ण समय सीमा एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के लिए अतिआवश्यक है। यह फसल वृद्धि चक्र में एक ऐसा चरण है जहाँ उपज को नुकसान से बचाने के लिए खरपतवारों का प्रबंधन करने की आवश्यकता होती है। रबी दलहनी फसलों के जीवन चक्र के पहले 30 से 60 दिन बेहद महत्वपूर्ण होते है। एक अच्छी पैदावार प्राप्त करने के लिए यह अत्यन्त आवश्यक है कि खरपतवारों का नियंत्रण नाजुक अवस्था में किया जाये। किसी भी फसल में देर से उगे हुए खरपतवार मुख्य फसल की पैदावार पर अधिक प्रभाव नहीं डालते अपितु अगली ऋतु के लिये बहुत अधिक संख्या में बीजों का निर्माण करते हैं जो भविष्य में अत्यन्त हानिकारक हो सकते हैं। शोधों द्वारा यह प्रमाणित किया गया है कि खरपतवार प्रतिस्पर्धा की नाजुक अवस्था में खरपतवारों का समुचित प्रबंधन कर उपज में आशातित वृधि किया जा सकता है।

रबी दलहन के लिए खरपतवार प्रबंधन के उपलब्ध विकल्प

खरपतवार नियंत्रण खरपतवार संक्रमण को सीमित करने की प्रक्रिया है ताकि फसलों को लाभप्रद रूप से उगाया जा सके और अन्य कृषि कार्य कुशलता से किए जा सके। खरपतवार नियंत्रण का उद्देश्य खरपतवारों का इस तरह से प्रबंधन करना है जिससे हमारे हितों के लिए लाभकारी पौधों की वृद्धि को बढ़ावा मिले और बचे हुए अवांछित पौधों (खरपतवारों) को दबाया जा सके। हालाँकि, पौधों के खिलाफ नियंत्रण उपायों का अंधाधुंध प्रयोग खरपतवार नियंत्रण का उद्देश्य नहीं है।

सफल खरपतवार प्रबंधन कार्यक्रम की सामान्य पूर्व-आवश्यकताएँ इस प्रकार है:

- खरपतवारों पर नियंत्रण के लिए खरपतवारों के विज्ञान का ज्ञान प्राप्त करना चाहिए।
- लक्षित क्षेत्र में खरपतवार समस्याओं की प्रकृति का सर्वेक्षण किया जाना चाहिए।
- खरपतवारों के विरुद्ध खरपतवार नियंत्रण उपायों की योजना पूरे खेत के लिए बनाई जानी चाहिए, ना कि केवल एक खेत में।
- खरपतवार नियंत्रण में खरपतवार रोकथाम उपायों को शामिल किया जाना चाहिए।

खरपतवार रोकथाम में वे समस्त विधियों को सम्मिलित करना चाहिए जो किसी भी क्षेत्रों में खरपतवार की पैदावार को रोकती है। खरपतवार की रोकथाम हेतु निम्नवत् बातों को ध्यान में रखना चाहिए -

- खरपतवार बीज रहित बीजों का उपयोग करें।
- कार्बनिक खादों के प्रयोग के समय किसी भी प्रकार के खरपतवार बीजों के संक्रमण को रोकना।
- खाली पड़े हुए क्षेत्रोंको हमेशा साफ-सुथरा रखना चाहिये।

- विभिन्न क्षेत्रों में संसाधनों का प्रयोग करके खरपतवारों के फैलाव को रोकना।
- यांत्रिक संयत्रों का उचित उपयोग खरपतवारों के रोकथाम में सहायक होता है।
- कानूनी तरीकों को अपनाकर नये प्रकार के खरपतवारों के प्रवेश को रोका जा सकता है।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन दृष्टिकोण

खरपतवार नियंत्रण विधियों का एकीकरण दीर्घकालिक खरपतवार समस्याओं को हल करने के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। शाकनाशी के उपयोग के बाद उगे हुए खरपतवारों को बीज बनने से पहले उखाड़ देना चाहिए। इन पौधों के उगने का कारण या तो प्रतिरोधी संख्या या अपर्याप्त छिड़काव तकनीक हो सकती है। बीज बैंक को कम करने के लिए बचे हुए पौधों को बीज पैदा करने नहीं देना चाहिए। खरपतवार जैव विविधता को नियंत्रित करने, खरपतवारों को नियंत्रित करने में अन्य क्षेत्रों में जाने से रोकने और फसलों के साथ खरपतवार प्रतिस्पर्धा को कम करने पर ध्यान केंद्रित करते हुए, एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का उद्देश्य खरपतवार घनत्व को ऐसे स्तरों पर रखना है जो प्रबंधनीय हों और साथ ही खरपतवारों को प्रजनन करने और खुद को स्थापित करने पर भी अंकुश लगाएं। इसमें पर्यावरण की गुणवत्ता को बनाए रखते हुए खरपतवारों की संख्या को पूर्व निर्धारित स्तर से नीचे रखने के लिए विभिन्न प्रकार की खरपतवार प्रबंधन रणनीतियों का उपयोग करने का विचार शामिल है। यह तकनीकों और ज्ञान को इस तरह से एकीकृत करने पर भी जोर देता है जो खरपतवार संक्रमण के मूल कारणों को संबोधित करता है न कि समस्याओं का समाधान करता है। विभिन्न तकनीकों को एकीकृत करने के सहक्रियात्मक प्रभाव खरपतवारों के विरुद्ध फसल की बेहतर प्रतिस्पर्धात्मिकता और लागू किए गए शाकनाशियों की दक्षता को जन्म देते हैं। इसे समय पर और इष्टतम रूप से उत्पादन और सुरक्षा प्रथाओं के एकीकरण के साथ-साथ फसल अवशेषों को मिट्टी में

चित्र 2. रबी दलहनों में खरपतवार प्रबंधन के लिए एकीकृत खरपतवार प्रबंधन रणनीतियाँ।

शामिल करने और इष्टतम जल प्रबंधन के माध्यम से प्राप्त किया जा सकता है। इनमें से किसी भी विधि का अकेले उपयोग करने से पूर्ण नियंत्रण नहीं मिल सकता है, लेकिन उन्हें उचित संयोजन में मिलाना प्रभावी होता है। रबी दलहन उगाने वाले क्षेत्र की जल विज्ञान, पारिस्थितिकी और संसाधन उपलब्धता को ध्यान में रखते हुए साइट-विशिष्ट एकीकृत खरपतवार प्रबंधन तकनीकों का आकलन करना आवश्यक है।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन में प्रयुक्त निवारक विधियाँ

सफल खरपतवार प्रबंधन के लिए, खरपतवार के बीजों को एक खेत से दूसरे खेत में और संक्रमित से असंक्रमित क्षेत्रों में फैलने से रोकना सबसे महत्वपूर्ण है। खरपतवार की रोकथाम में वे सभी उपाय शामिल हैं, जो किसी क्षेत्र में खरपतवारों के प्रवेश और स्थापना को रोकते हैं और इसमें खेत की स्वच्छता भी शामिल है जो खेत में पहले से मौजूद खरपतवार प्रजातियों द्वारा हर साल बीज, कंद और प्रकंदों के उत्पादन को रोकती है। ये विधियाँ भौतिक, यांत्रिक, रासायनिक या संगरोध कानून हो सकती हैं जो किसी भी नए खरपतवार को नए परिवेश में घुसने से रोकती हैं। सिंचाई चैनल, जल निकासी चैनल, खाई, बाड़ रेखाएँ, खेत की सीमाएँ, मेड़ और इसी तरह के अन्य गैर-फसल वाले क्षेत्रों को अक्सर किसानों द्वारा उपेक्षित किया जाता है तथा इन क्षेत्रों में खरपतवार का नियंत्रण न के बराबर होता है। अतः इन बिंदुओं को ध्यान में रखना चाहिए।

सस्य क्रियाएं

स्थायी और सफल खरपतवार प्रबंधन के लिए एक ऐसी प्रणाली बनाई जानी चाहिए जो खरपतवार की स्थापना को कम करे और फसलों के साथ खरपतवार की प्रतिस्पर्धा को कम करे। इसके अलावा, खरपतवार प्रबंधन में प्रबंधन प्रथाओं, जैसे जुताई, मल्चिंग, अंतर-खेती, अंतर-फसल, कवर फसलें (आच्छादित फसलें), फसल चक्र विविधीकरण और अन्य कृषि तकनीकों पर उचित जोर दिया जाना चाहिए। परीक्षणों में यह देखा गया है कि ग्रीष्मकालीन गहरी जुताई करने पर रबी दलहनी फसलों में मोथा का समस्या में कमी आती है। उसी प्रकार ग्रीष्म काल एवं खरीफ में हरी खाद का प्रयोग करने से भी खरपतवारों की समस्या में कमी आती है।

फसल अवशेष

फसल अवशेषों में जीवित/हरी मल्च या फसल/पौधे के अवशेष जैसे-जैविक पदार्थ और कभी-कभी विभिन्न फसल प्रणालियों में उपयोग की जाने वाली प्लास्टिक शीट जैसी गैर-जीवित सामग्री शामिल होती है। फसल अवशेष, इसकी मात्रा और ऐलीलोपैथिक गुण खरपतवार के बीज के अंकुरण और उद्भव को प्रभावित करते हैं। फसल अवशेषों के तहत खरपतवार घनत्व लगभग 50 से 75 तक कम दर्ज किया गया। संरक्षित कृषि में मिट्टी की सतह पर कवर फसल (आच्छादित फसलें) प्रकाश संचरण और उनके ऐलीलोपैथिक प्रभाव को कम करके खरपतवार के बीज के अंकुरण को कम करती हैं। खरपतवारों के देर से उगने से फसल को खरपतवारों पर

प्रतिस्पर्धात्मक लाभ मिलता है जिसका फसल की उपज हानि पर कम प्रभाव पड़ता है। कानपुर में किये गए शोधों के अनुसार धान्य फसल अवशेष को मल्च में प्रयोग करने पर रबी दलहनों में खरपतवारों की समस्या को नियंत्रित कर सकते हैं।

अन्तः फसल

अन्तः फसल प्रणाली खरपतवार नियंत्रण की एक उचित एवं कारगर विधि है। अन्तः फसल में मुख्य फसल की पंक्तियों के बीच एक और फसल उगाना शामिल है, ताकि दोनों के बीच संसाधनों के लिए प्रतिस्पर्धा कम से कम हो और इसलिए इसे प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के रूप में इस्तेमाल किया जाता है। लंबी अवधि और अधिक दूरी पर बोई जाने वाली फसलों के साथ कम अवधि वाली, जल्दी उगने वाली और जल्दी पकने वाली फलीदार फसलों के इस्तेमाल से जमीन जल्दी ढक जाती है, जिससे एकल फसल की तुलना में कुल खरपतवार दमन क्षमता अधिक होती है। उदाहरण के लिए, चना + सरसों, मसूर + अलसी इत्यादि। साधारणतः यह देखा गया है कि अन्तः फसल प्रणाली को अपनाकर खरपतवारो के प्रकोप का 50 प्रतिशत तक कम कर सकते सकते हैं।

फसल विविधीकरण

खरपतवार नियंत्रण में फसल चक्र का अत्यन्त महत्व है। फसल चक्र में विभिन्न जीवन चक्र एवं जड़ संरचना वाली फसलों को उगाकर खरपतवारों के दुष्प्रभाव को कम किया जा सकता है। अतः फसल चक्र प्रणाली के अर्न्तगत अच्छी एवं प्रभावी फसल का चुनाव खरपतवारों के नियंत्रण में सहायता प्रदान करता है। फसल चक्रण से फसल में विविधता आती है और एकल फसल (मोनोकल्चर) के तहत खरपतवार के वर्चस्व के चक्र को तोड़ता है। यह तीन तंत्रों के माध्यम से चयन दबाव को बदलता है, प्रबंधन में बदलाव जैसे कि कृषि संबंधी साधन, संसाधन प्रतिस्पर्धा के विभिन्न पैटर्न और एलेलोपैथी। हर फसल की अपनी अनूठी संरचना होती है और इसके लिए अलग-अलग प्रबंधन तकनीकों की आवश्यकता होती है जो अलग-अलग माइक्रोक्लाइमेट उत्पन्न करती हैं। फसल की ऊपरी सतह की बनावट आने वाली सौर विकिरण को छानता है जो अधिकांश खरपतवार प्रजातियों के अंकुरण को रोक सकता है। विभिन्न फसलों को अलग-अलग सस्य क्रियाओं की आवश्यकता होती है, जो खरपतवारों के बढ़ते चक्र को बाधित करने और किसी भी खरपतवार प्रजाति को हावी होने से रोकने में मदद करती हैं।

अन्तः फसल प्रणाली - चना + सरसों (6:2)

उचित बुवाई विधि

पंक्ति अंतराल और बुवाई पैटर्न तथा फसल ज्यामिति भी फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा को प्रभावित कर सकती है। संकीर्ण पंक्ति अंतराल सूक्ष्म जलवायु में भिन्नता लाता है, जैसे- प्रकाश की तीव्रता, वाष्पीकरण और मिट्टी की सतह पर तापमान। संकीर्ण पंक्तियों में उगाई गई फसलें चौड़ी पंक्तियों की तुलना में पहले चरण में खरपतवारों के साथ प्रतिस्पर्धा करना शुरू कर देती हैं। संकीर्ण पंक्ति चौड़ाई और उच्च बीज घनत्व फसल छत्र के नीचे स्थित खरपतवारों के लिए उपलब्ध प्रकाश की मात्रा को कम करके देर से उगने वाले खरपतवारों के बायोमास को कम करता है। साधारणतः चना एवं मटर को 30-45 से.मी. की पंक्तियों में बोया जाता है एवं मसूर को 25 से.मी.।

पौधों की आदर्श संख्या

सही मात्रा में बीजों की बुआई अच्छी फसल एवं पैदावार के लिये अत्यन्त आवश्यक है। इसके अतिरिक्त फसल ज्यामिती भी अच्छी पैदावार के लिये जरूरी है। अतः प्रतिवर्ग मीटर न्यूनतम् पौधों संख्या एवं फसल ज्यामिती दोनों ही खरपतवार के साथ फसल की अच्छी प्रतिर्स्पधा के लिये उपयोगी होती है। चना एवं मटर की पौधों की आदर्श संख्या 2.7 से 3.33 लाख प्रति हे. होता है।

भूमि सूर्यीकरण

भूमि सूर्यीकरण खरपतवार नियंत्रण करने की एक अरासायनिक एवं नवीन पद्यति हैं जो कि कीटों एवं खरपतवारों के नियंत्रण के लिये उपयोग में लायी जाती है। खरपतवारों को रोकथाम हेतु पारदर्शी पॉलीथीन उपयोग मे लायी जाती है। यह पद्यति उन क्षेत्रों के लिये बहुत लाभप्रद है जहाँ ग्रीष्मकाल में तापमान 45° से० होता है। इस पद्यति में पारदर्शी पॉलीथीन की चादर को मृदा के ऊपर बिछा दिया जाता है। इसके परिणाम स्वरूप मृदा का तापमान 8-10° से० तक बढ़ जाता है जो खरपतवारों के बीजों को नष्ट करनें हेतु प्र्याप्त होता है। इस विधि के अच्छे परिणाम देखने को मिला है , परन्तु वृहद् स्तर पर इसका प्रयोग आर्थिक दृष्टिकोण से उपयुक्त नहीं है।

यांत्रिक विधि

खरपतवारों के नकारात्मक प्रभाव को कम करने अथवा समाप्त करने हेतु प्रायः दलहन उत्पादन में पारम्परिक तरीकों द्वारा खरपतवारों को प्रभावी रूप से निकाला जाता है जिनमें निराई-गुड़ाई द्वारा खरपतवार को निकालना बहुत ही सामान्य विधि है। हाथों द्वारा खरपतवार नियंत्रण की विधि उन स्थानों पर ज्यादा प्रचलित है जहाँ मजदूर आसानी से मिल जाते हैं। किन्तु मजदूरों के द्वारा खरपतवार निकलवाना अधिक खर्चीला एवं समय लेने वाला होता है। इसके विपरीत यांत्रिक विधि द्वारा खरपतवार नियंत्रण करने में कम समय एवं खर्च लगता है।

जुताई से खरपतवार के बीज इतनी गहराई पर दब सकते हैं कि अंकुरण बाधित हो सकता है, यह अतिरिक्त खरपतवार के बीजों को भी प्रकट कर सकता है जो गहरी मिट्टी की परतों में हैं और उन्हें ऊपर की ओर उठा सकते हैं जहाँ अंकुरण के अनुकूल परिस्थितियाँ मौजूद हैं। इस प्रकार, यह खरपतवारों को काटने, दबाने, उखाड़ने और खरपतवारों को बाहर निकालने के माध्यम से प्रभावित करता हैय इसके अलावा, यह मिट्टी के सूक्ष्म जलवायु को बदलता है और खरपतवार के अंकुरण, उद्भव और स्थापना को बदलता है। भौतिक विधियों में खींचना, खोदना, डिस्किंग, जुताई और घास काटना शामिल है। खरपतवारों को शारीरिक रूप से हटाने में खुरपी, कुदाल, हाथ की कुदाल आदि का उपयोग शामिल है। मैनुअल निराई काम को प्रभावी ढंग से पूरा करती है लेकिन यह समय लेने वाला काम है और बड़े पैमाने पर समय पर खरपतवार को नियंत्रित करना मुश्किल हो जाता है। चना, मसूर, मटर में दो यांत्रिक निराई, एक 25-30 दिनों पर और दूसरी बुवाई के 45-60 दिनों के बाद उत्कृष्ट खरपतवार नियंत्रण करती है। कुदाल की मदद से हाथ से निराई/अंतः सस्य क्रियाएं हमेशा शाकनाशियों से बेहतर होती है क्योंकि अंतः सस्य संचालन मिट्टी में वायु संचार को बेहतर बनाता है। हाथ से निराई करने में अभी भी कम विकसित देशों में छोटे किसानों का 40 प्रतिशत से अधिक समय लगता है और यह अभ्यास खरपतवारों के कारण होने वाले फसल नुकसान को पूरी तरह से नहीं रोकता है। विकासशील देशों में श्रम की कमी के कारण एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का महत्व बढ़ रहा है। भारतीय दलहन अनुसन्धान द्वारा विकसित मैन्युअल वीडर रबी दलहनी फसलों में खरपतवारों को नियंत्रित करने में अधिक सक्षम है।

रसायनिक विधि

शाकनाशी सबसे पहले अपनाई जाने वाली श्रम-बचत तकनीकों में से एक है और इन्हें खरपतवार नियंत्रण के लिए बेहतर पाया गया है, तथा वे खरपतवार प्रबंधन के मैनुअल या यांत्रिक तरीकों की तुलना में अधिक ऊर्जा और श्रम-कुशल भी हैं। रसायनिक खरपतवार नियंत्रण आधुनिक खरपतवार प्रबंधन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं और विविध फसल प्रणालियों की उत्पादकता को बनाए रखती हैं, उपज के नुकसान को कम करती हैं और संरक्षित जुताई प्रणालियों को सुविधाजनक बनाती है। हालाँकि बार-बार शाकनाशी के उपयोग से खरपतवार वनस्पतियाँ अधिक स्थायी तथा बहुवर्षीय की ओर स्थानांतरित हो सकती हैं। शाकनाशी के उपयोग का महत्व श्रम की लागत और उपलब्धता से निकटता से संबंधित है। शून्य जुताई में पैराक्वेट या ग्लीफोसेट जैसे गैर-चयनात्मक शाकनाशी कभी-कभी दलहनी फसलों की बुवाई से पहले प्रयोग किये जाते हैं। शाकनाशियों को गैर-चयनात्मक या चयनात्मक और उद्भव-पूर्व, प्रारंभिक-पश्चात उद्भव या पश्च-उद्भव के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है। चयनात्मकता यौगिकों, इसकी खुराक, समय और आवेदन की विधि पर निर्भर करती है और चयनात्मक और प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के लिए सिफारिशों का पालन करना महत्वपूर्ण है। कभी-कभी शून्य जुताई में दलहन की फसल बोने से पहले ग्लाइफोसेट और पैराक्वेट जैसे गैर-चयनात्मक शाकनाशियों का उपयोग किया जाता है। फसल की बुवाई से पहले अच्छी तरह से तैयार बीज सय्या पर प्री-प्लांट शाकनाशियों का छिड़काव किया जाता है। उद्भव पूर्व (प्री-इमर्जेंस) शाकनाशियों को बुवाई के दो दिनों के भीतर मिट्टी के ऊपर डाला जाता है जिससे खरपतवारों को उगने से पहले नियंत्रित किया जाता है, जबकि पश्च-उद्भव (पोस्ट-इमर्जेंस) शाकनाशियों को खरपतवारों के उगने के बाद प्रयोग किया जाता है। प्री-इमर्जेंस शाकनाशियों को पर्याप्त मिट्टी की नमी में कम समय अवधि के भीतर छिड़कना पड़ता है। इसके अलावा, प्रतिरोध विकास में देरी करने, खरपतवार प्रबंधन की लागत को कम करने और खरपतवार नियंत्रण स्पेक्ट्रम में अधिक विकल्प प्रदान करने के लिए शाकनाशी मिश्रणों पर और अधिक शोध की आवश्यकता है। प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के लिए विभिन्न उपयुक्त शाकनाशियों (तालिका 2) के संयोजन या प्री-इमर्जेंस और पोस्ट-इमर्जेंस शाकनाशियों के अनुप्रयोगों से युक्त अनुक्रमिक छिड़काव कार्यक्रम को अपनाने की आवश्यकता होती है। वर्तमान में, दालों में खरपतवार प्रबंधन के लिए पेंडिमेथालिन 1000 ग्राम प्रति हेक्टेयर की दर से अंकुरण से पूर्व (उद्भव पूर्व) के प्रयोग के बाद हाथ से निराई की सलाह दी जाती है। हालांकि, महत्वपूर्ण अवधि में श्रमिकों की सीमित उपलब्धता और बढ़ती लागत के कारण हाथ से निराई एक बोझिल प्रक्रिया है। साथ ही उद्भव पूर्व के रूप में पेंडिमेथालिन का प्रयोग बुवाई के एक महीने बाद खरपतवारों को नियंत्रित नहीं करता है। इसलिए, उदभव के बाद शाकनाशी का प्रयोग

मल्टी टूलबार कैरियर के साथ आई.आई.पी.आर. मैनुअल वीडर

तालिका 2. रबी दलहन चना, मसूर और मटर के लिए अनुशंसित खरपतवारनाशक

शाकनाशी	मात्रा (ग्राम ए.आई. प्रति हेक्टेयर)	उत्पाद (ग्राम या एम.एल.)	प्रयोग समय	टिप्पणियाँ
फ्लूक्लोरालिन	750-1000	1500-2000	रोपण-पूर्व	प्रयोग करने के तुरंत बाद सतही मिट्टी में मिला दें। कई वार्षिक घासों और कुछ कुछ बीएलडब्ल्यू (चौड़ी पत्ती वाले) को नियंत्रित करता है
मेटोलाक्लोर	1000-1500	2000-3000	बुवाई के 0-3 दिन के अंदर	कई वार्षिक घासों, कुछ बीएलडब्ल्यू को नियंत्रित करता है
मेट्रिब्यूजिन	250	350	बुवाई के 0-3 दिन के अंदर 15-20 दिन के बाद	कई वार्षिक घासों और कुछ बीएलडब्ल्यू और कुछ सेज को नियंत्रित करता है
ऑक्सीफ्लोरोफेन (मटर में)	100-125	400-500	बुवाई के 0-3 दिन के अंदर	खरपतवारों के व्यापक स्पेक्ट्रम को नियंत्रित करता है
पेंडीमेथालिन	750-1000	2500-3000	बुवाई के 0-3 दिन के अंदर	कई वार्षिक घासों और कुछ बीएलडब्ल्यू (चौड़ी पत्ती वाले) को नियंत्रित करता है। घास के खरपतवार नियंत्रण के लिए पोस्ट-इमर्जेंस के रूप में क्विजालोफॉप के साथ पूरक है
क्विजालोफॉप -इथाइल	50-100	1000-2000	बुवाई के 15-20 दिन के बाद	वार्षिक घासों पर उत्कृष्ट नियंत्रण
पेंडीमेथालिन (पी आई)+ क्विजालोफॉप-इथाइल (पी ओई)	1000 + 50-100	3300+ 1000-2000	बुवाई के 0-3 दिन के अंदर और बुवाई के 20-25 दिन के बाद	खरपतवारों के व्यापक स्पेक्ट्रम को नियंत्रित करता है
टोप्रामेजोन	20.6	61.3 (33.6 एस.सी.)	बुवाई के 14-21 दिन के बाद	खरपतवारों के व्यापक स्पेक्ट्रम को नियंत्रित करता है

आवश्यक हैं लेकिन विशेष रूप से चौड़ी पत्ती वाली प्रजातियों को नियंत्रित करने के लिए ऐसा कोई शाकनाशी अनुशंसित नहीं है। कुछ अध्ययनों ने चने में इमेजेथापायर के इस्तेमाल का सुझाव दिया है, लेकिन फसल पर खरपतवार नियंत्रण की कम दक्षता और फाइटोटॉक्सिसिटी (पादप विषाक्तता) इसके व्यापक उपयोग में बाधा डालती है। घास के खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए चने में क्विजालोफॉप-पी-इथाइल 100 ग्राम ए.आई. प्रति हे. और फेनोक्साप्रोप-पी-इथाइल 100 ग्राम ए.आई. प्रति हे. की सिफारिश की जाती है, लेकिन प्रमुख चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार जैसे कि *मेडिकागो पॉलीमोर्फा, विसिया सटाइवा, कॉन्वोल्वुलस आर्वेन्सिस, चेनोपोडियम एल्बम, मेलिलोटस इंडिकस* और *रुमेक्स डेंटेटस* चने में गंभीर उपज हानि का कारण बनते हैं। वर्तमान समय में टोप्रामेजोन एक शाकनाशी को उदभव-पश्च्यात प्रयोग करने को संस्तुत की गयी है जो लगभग सभी प्रकार के खरपतवारों को नियंत्रित करता है। कानपुर में किये गए प्रयोग में टोप्रामेजोन की 20.6 ग्राम ए.आई. प्रति हे. मात्रा को बुआई के 14-21 दिन बाद प्रयोग के परिणामस्वरूप चने की फाइटोटॉक्सिसिटी (पादप विषाक्तता) के बिना खरपतवार नियंत्रण हुआ। इसने *चेनोपोडियम एल्बम, लेपिडियम डिडिमियम, स्पर्गुला अर्वेन्सिस, मेडिकैगो पॉलीमोर्फा* जैसे-चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों को प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया। इसने क्षेत्र परीक्षण में 78-83 प्रतिशत की खरपतवार नियंत्रण दक्षता हासिल की जो वर्तमान अनुशंसा (पेंडिमेथालिन 1000 ग्राम ए.आई. प्रति हे. क्विजालोफॉप-पी-एथिल 100 ग्राम ए.आई. प्रति हे.) से अधिक थी।

उपलब्ध तरीकों के माध्यम से विभिन्न उत्पादन प्रणालियों में दालों की उत्पादकता में सुधार करने के लिए संतोषजनक प्रयास किए जाने चाहिए। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन विभिन्न प्रथाओं के माध्यम से रबी दालों की उत्पादकता में सुधार करता है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन में संसाधनों के कुशल उपयोग और बेहतर खरपतवार नियंत्रण के माध्यम से उच्च उत्पादकता और लाभ प्राप्त करने की क्षमता है। खरपतवारनाशी, यांत्रिक या मैनुअल और सस्य विकल्पों का एकीकरण जो खरपतवारों को नियंत्रित करने के माध्यम से अधिकांश दालों और दालों पर आधारित फसल प्रणाली में लाभदायक हो सकता है, हालाँकि यह फसल-विशिष्ट, स्थान-विशिष्ट और पर्यावरण पर निर्भर करता है। इसलिए, खरपतवारों के कुशल प्रबंधन के लिए देश के विभिन्न कृषि-जलवायु क्षेत्रों के लिए रबी दालों और दालों पर आधारित फसल प्रणालियों में कुशल एकीकृत खरपतवार प्रबंधन मॉड्यूल का अध्ययन किया जाना चाहिए। अतः एकीकृत खरपतवार प्रबंधन रबी दालों में खरपतवार प्रबंधन के लिए दीर्घकालिक रणनीतिक अनुसंधान की तत्काल आवश्यकता है।

खरीफ तिलहनों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

मनोज कुमार सिंह, राजेश कुमार सिंह, प्रतीक सनोडिया एवं संजीव कुमार
सस्य विज्ञान विभाग, कृषि विज्ञान संस्थान काशी हिंदू विश्वविद्यालय, वाराणसी, उत्तर प्रदेश 221005, भारत

भारत की कृषि और औद्योगिक अर्थव्यवस्था में खाद्य तेल फसलों की अहम भूमिका है। भारत विश्व का सबसे बड़ा वनस्पति तेल का उत्पादक होने के अलावा खाद्य तेलों का सबसे बड़ा उपभोक्ता व आयातक भी है। अतः भारत के लिए खाद्य तेल में आत्मनिर्भरता की प्राप्ति आवश्यक है जो की उन्नत प्रौद्योगिकियों के प्रयोग, उचित पोषक तत्व प्रबंधन व खरपतवार नियत्रंण के द्वारा उत्पादन बढ़ाकर प्राप्त की जा सकती है। तिलहनी फसलें मानव स्वास्थ्य में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है क्योंकि तिलहनी फसलें वसा एवं प्रोटीन से भरपूर होती है तथा विटामिन ए जैसे-तेल में घुलनशील विटामिन के कारण तिलहन आहार में महत्वपूर्ण पोषक तत्व जोड़ते हैं। तिलहन न केवल खाद्य और पोषण-सुरक्षा प्रदान करते हैं बल्कि, विनिर्माण उद्योगों को कच्चा माल भी प्रदान करते हैं। प्रमुख खरीफ तिलहन फसलें सोयाबीन, सूरजमुखी, मूंगफली आदि हैं। सोयाबीन में तेल की मात्रा लगभग 20-40% तथा सूरजमुखी और मूंगफली में लगभग 46-51% तक होती है। खरीफ तिलहनी फसलों में सोयाबीन और मूंगफली क्षेत्रफल की दृष्टि से क्रमशः प्रथम और तृतीय स्थान पर है।

फसल उत्पादन में जैविक और अजैविक कारक उपज को सीमित करते हैं। खरपतवार मृदा नमी एवं पोषक तत्वों के लिए गंभीर प्रतिस्पर्धा उत्पन्न करते हैं। विभिन्न कारणों से खरपतवारों को अवांछित पौधा माना जाता है, क्योंकि ये अपेक्षाकृत तेजी से बढ़ते हैं और अधिक बीज उत्पादन करते हैं। खरपतवारों में प्रतिकूल परिस्थितियों में भी अनुकूलन करने और बढ़ने की क्षमता होती है और वे उन क्षेत्रों पर भी उगते हैं जहां फसल नहीं होती हैं। कई खरपतवारों में लंबी, गहरी व भारी जड़ें होती हैं जिसके कारण वे अधिक मात्रा में मृदा नमी व पोषक तत्वों को अवशोषित करते हैं।

तिलहनी फसलों को उगाने के लिए किसान आजकल रासायनिक उर्वरक का उपयोग करते हैं। खरपतवार डाले गए पोषक तत्वों को अवशोषित करके उपज को सीधे तौर पर नुकसान पहुचाते हैं। वर्षा ऋतु में तिलहनी फसलों में सिंचाई की कम आवश्यकता पड़ती है हालाँकि, आजकल मौसम में बदलाव के कारण अक्सर सूखे की स्थिति उत्पन्न हो जाती है। सूखे की स्थिति में अधिक उत्पादन के लिए सिंचाई का प्रबन्ध करने से उत्पादन में वृद्धि होती है। ऐसी स्थिति में खरपतवार मृदा नमी को ज्यादा अवशोषित करते हैं। अतः वर्षा आधारित तिलहनी फसलों में खरपतवार का नियंत्रण और भी महत्वपूर्ण हो जाता है।

भारत में खरपतवारों के कारण उपज का नुकसान फसल में मौसम के अनुसार अलग-अलग होता है। खरीफ के मौसम में फसल उत्पादन में लगभग 31.5 प्रतिशत तक ह्रास होता है। शुष्क भूमि में यह 10-98 प्रतिशत तक होता है और कभी-कभी पूरी फसल बर्बाद हो जाती है। खरीफ तिलहनी फसलें मुख्यतः वर्षा आधारित होती है एवं प्रारंभिक विकास अवधि के दौरान तिलहनी फसलें धीमी गति से बढ़ती हैं। इसलिए फसल-खरपतवार प्रतियोगिता के महत्वपूर्ण समय में खरपतवारों पर नियत्रंण रखना बहुत आवश्यक है। अधिकांश तिलहनी फसलों में खरपतवार प्रबंधन के विकल्प सीमित हैं, इसलिए, निरोधात्मक, कृषित, यांत्रिक, रासायनिक और जैविक विधियों द्वारा खरपतवार प्रबंधन के कई विकल्पों को अपनाना महत्वपूर्ण है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन (आईडब्ल्यूएम) आर्थिक सीमा स्तर से नीचे खरपतवार की संख्या को कम करने के लिए एक प्रणालीगत दृष्टिकोण है। विभिन्न खरपतवार प्रबंधन से फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा को काफी हद तक कम किया जा सकता है। इसके अलावा, यांत्रिक उपाय और शाकनाशी खरपतवार प्रबंधन या खरपतवार नियंत्रण के एकल बड़े तरीके हैं, लेकिन इससे अन्य प्रकार की समस्याओं का विकास हो सकता है। जैसे कि खरपतवार वनस्पतियों में बदलाव, मुश्किल से नियंत्रित होने वाले खरपतवारों का विकास, शाकनाशी प्रतिरोध तथा बारहमासी खरपतवारों की अधिकता आदि। इस प्रकार, उपरोक्त समस्याओं को एकीकृत खरपतवार प्रबंधन उपयुक्त रूप से अपनाकर दूर किया जा सकता है।

खरीफ तिलहनी फसलों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन की उन्नत सस्य क्रियाए पर्यावरण की समस्याओं और खरपतवारों में प्रतिरोधक क्षमता विकसित होने के कारण खरपतवार प्रबंधन के लिए अकेले रसायनों पर निर्भरता को प्रोत्साहित नहीं किया जा सकता। इसलिए प्रभावशीलता और दक्षता बढ़ाने के लिए एक ऐसी प्रणाली का विकास किया जाना चाहिए जो दो या दो से अधिक खरपतवार नियत्रंण उपायों अन्य अच्छी सस्य क्रियाओं को जोड़ती है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन एक लागत प्रभावी, ठोस, विश्वसनीय तरीका है जिसे किसानों द्वारा आसानी से और प्रभावी ढंग से अपनाया जा सकता है। पूर्व-उद्भव शाकनाशी का उपयोग प्रारंभिक फ्लश का व्यापक रूप से खरपतवार नियंत्रण प्रदान करता है, लेकिन बाद में कुछ खरपतवार उग आते हैं और संसाधनों के लिए फसलों के साथ गंभीर प्रतिस्पर्धा करते हैं। स्थानीय परिस्थितियाँ, पर्यावरणीय स्थितियाँ, श्रमिकों की उपलब्धता, खरपतवार की संख्या और फसल की प्रकृति जैसे कई कारक हैं, जिन्हें खरपतवार प्रबंधन रणनीतियों की योजना बनाते समय ध्यान में रखा जाना चाहिए। हालाँकि, खरपतवार प्रबंधन एक ऐसा दृष्टिकोण है जिसमें खरपतवार की रोकथाम और नियंत्रण की सहयोगी भूमिकाएँ होती हैं।

मूंगफली

मूंगफली (*अरेकिस हाइपोजिया*) विश्व की महत्वपूर्ण खाद्य तिलहन फसलों में से एक है। यह लेग्यूमिनेसी परिवार से संबंधित है। खरीफ के ऋतू में भारत में मूंगफली बड़े पैमाने पर उगाई जाती है। भारत के सबसे बड़े मंगूफली उत्पादक राज्य की बात करें, तो यह गजुरात है। गुजरात के अलावा उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, तमिलनाडू, आंध्रप्रदेश, महाराष्ट्र, कर्नाटक, राजस्थान और ओडिसा में भी मूंगफली का उत्पादन होता है। इस फसल की प्रकृति के साथ संयुक्त प्रारंभिक धीमी वृद्धि और वर्षा ऋतु के दौरान गर्म आर्द्र जलवायु फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा के लिए अनुकूल वातावरण प्रदान करता है जिसके परिणामस्वरूप उपज में 75 प्रतिशत तक की हानि हो सकती है।

प्रमुख खरपतवार: मूंगफली में घासकुल के खरपतवारों में *इकाइनोक्लोवा क्रूस-गैली* (साँवा घास), *इकाइनोक्लोवा कोलोना* (सांवा धान) *डिजिटेरिया सेंगुइनालिस* (सिट्टी घास), *सेटेरिया ग्लौका* (धारा घास), *पैनिकम रेपेन्स* (टारपीडो घास), *पैनिकम मिलियेसीयम* एल. (जंगली जव) तथा मोथा कुल में *साइप्रस रोटंडस* (मोथा), *साइप्रस इरिया* (देवन मोथा) एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार में चौलाई (*एमारैंथस विरिडिस*), काँटे वाली चौलाई (*एमारैंथस स्पाइनोसस*, *कॉमेलिना बेंघालेंसिस* (*कनकउआ*), *यूफोर्बियाजेनिकुलाटा*, *तांडुलजा* (डायजेरा अर्वेन्सिस) आदि प्रमुख खरपतवार हैं।

फसल - खरपतवार प्रतिस्पर्धा की क्रांतिक अवस्था: आमतौर पर, मूंगफली की फसल में क्रांतिक काल, बीज बोने के 3-8 सप्ताह के बीच होती है। इस अवधि में, मूंगफली की फसल अपनी प्रारंभिक वृद्धि अवस्था में होती है और खरपतवारों के साथ प्रतिस्पर्धा करने में सक्षम नहीं होती। यदि इस अवधि के दौरान खरपतवारों को नियंत्रित नहीं किया गया तो वे तेजी से बढ़कर फसल के विकास को प्रभावित कर सकते हैं।

बुआई तथा बीज दर: मूंगफली की बुआई प्रायः मानसून शुरू होने के साथ ही हो जाती है। उत्तर भारत में यह समय सामान्य रूप से 15 जून से 15 जुलाई के मध्य का होता है। कम फैलने वाली किस्मों के लिये बीज की मात्रा 100-150 किग्रा. प्रति हेक्टर एवं फैलने वाली किस्मों के लिये 90-100 किग्रा. प्रति हेक्टेयर उपयोग में लेना चाहिए। गुच्छे वाली/कम फैलने वाली किस्मों के लिये कतार से कतार की दूरी 30 से.मी. तथा फैलने वाली किस्मों के लिये 45 से.मी. रखें। पौध से पौध की दूरी 15-20 से.मी. रखनी चाहिए। प्रजातियों के आधार पर पंक्ति से पंक्ति तथा पौध से पौध की दूरी भिन्न भिन्न हो सकती है।

खाद एवं उर्वरक: उर्वरकों का प्रयोग भूमि की किस्म, उसकी उर्वराशक्ति, मूंगफली की किस्म, सिंचाई की सुविधा आदि के अनुसार होता है। खेत की अच्छी तरह से निराई व गुड़ाई के पश्चात उर्वरकों का प्रयोग करना चाहिए। जैविक खाद-10 टन प्रति हेक्टेयर (बुआई के समय), नाइट्रोजन-20 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर (10 किलोग्राम बुआई के समय और 10 किलोग्राम बुआई के 30-35 दिन बाद) फॉस्फोरस-60 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर, पोटैशियम-45 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर, गंधक-20 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर, जिंक-5 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर (बुआई के समय) प्रयोग करना चाहिए। बुआई के समय उर्वरक को मिट्टी की सतह से 5-7 से.मी. की गहराई पर मिलाएँ। इससे उर्वरक सीधे जड़ों तक पहुँच सकेगा और पौधे की वृद्धि में लाभकारी होगा।

सिंचाई: खेत की अच्छी तरह से निराई व गुड़ाई के पश्चात सिंचाई करना चाहिए, ताकि सिंचाई के पानी का उपयोग फसल अपने विकास और उत्पादन को बढ़ाने के लिए कर सके। मूंगफली में पहली सिंचाई बुआई के बाद की जाती है। मूंगफली में फूल आने पर यानी 30-40 दिन के बाद, दूसरी सिंचाई की जाती है। फूलने के बाद, मूंगफली में पेगिंग और दाने का विकास शुरू होता है, इसलिए तीसरी सिंचाई इस समय पर दी जाती है तथा दानों के पकने के समय चौथी सिंचाई की जाती है।

अंतर-फसल बुआई: मूँगफली को ज्वार, बाजरा, अरहर, अरंडी, सोयाबीन, कपास, मिर्च, गन्ना व मक्का के साथ अन्तः कृषि करते है जिसके चलते खरपतवार की संख्या में कमी एवं अधिक उत्पादन प्राप्त होता है। मंगूफली और अरहर-मूंगफली की 6 पंक्तियाँ बोने के बाद, 1 पंक्ति अरहर बोई जाती है। मूंगफली और मक्का-मूंगफली की 4 पंक्तियाँ बोने के बाद, 1 पंक्ति मक्का बोई जाती है। मंगूफली और सोयाबीन-मूंगफली की 4 पंक्तियाँ बोने के बाद, 2 पंक्तियाँ सोयाबीन की बोई जाती हैं।

एकीकृत खरपतवार नियंत्रण

उद्भव पूर्व शाकनाशी: फ्लुक्लोरोलिन 1.0-1.5 किग्रा. सक्रिय तत्व प्रति हेक्टेयर बुआई से पूर्व मिट्टी में मिलाया जाता है। उद्भव पूर्व शाकनाशी के रूप में पेंडिमेथलीन 1 किग्रा. सक्रिय तत्व प्रति हेक्टेयर, या क्लोरीम्यूरॉन 25 ई.सी. 30-40 मिली. सक्रिय तत्व प्रति हेक्टेयर की दर से छिड़काव किया जा सकता है।

निराई व गुड़ाई: यदि खरपतवार की संख्या कम है तथा श्रमिकों की उपलब्धता हो तो श्रमिकों द्वारा निराई-गुड़ाई करनी चाहिए। कतार में की गयी फसलों की बुआई के लिए मशीन द्वारा निराई-गुड़ाई करने से शाकनाशी के प्रयोग को कम किया जा सकता है। खरपतवारों से बचने के लिये कम से कम दो बार निराई-गुड़ाई की आवश्यकता पड़ती है। पहली बार फूल आने के समय तथा दूसरी बार 2-3 सप्ताह बाद जब पेग (नस्से) जमीन में धंसने लगते हैं। इसके बाद निराई-गुड़ाई नहीं करनी चाहिए। उद्भव पश्चात शाकनाशी- चौड़ी पत्ति वाले खरपतवारो के नियत्रंण के लिए जैसे इमेजेथापायर 100 से 200 ग्राम सक्रिय तत्व प्रति हेक्टर का छिड़काव बुआई के 20 से 25 दिन बाद किया जा सकता है तथा संकरी पत्ती वाले खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए क्विजालोफोप-पी- इथाइल 40-50 ग्राम सक्रिय तत्व प्रति हेक्टेयर की दर से बुआई के 15 से 20 दिन बाद छिड़काव किया जा सकता है।

सूरजमुखी

सूरजमुखी (*हेलियेंथस एनस* एल.) एक कम अवधि की फसल होने के साथ ही इसे अलग-अलग प्रकार की मिट्टी व जलवायु तथा हर ऋतु मे उगाया जा सकता है, इसकी अच्छी उपज क्षमता के कारण

सूरजमुखी एक महत्वपूर्ण तिलहनी फसल है। भारत में सूरजमुखी का मुख्य उत्पादन कर्नाटक, महाराष्ट्र, आंध्रप्रदेश, और तमिलनाडु में होता है। इसकी अच्छी उत्पादन में आने वाली प्रमुख बाधाओं मे से खरपतवार द्वारा हानि एक मुख्य समस्या है। खरपतवार सूरजमुखी की उपज को 30% से 80% तक कम कर सकते है।

प्रमुख खरपतवार: सूरजमुखी में चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों में *एनागैलिस अर्वेन्सिस, अमरेन्थस विरिडिस, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस* तथा घास समूह में *डिजिटेरिया सैंग्यूनेलिस, पैनिकम रिपेन्स, साइनोडोन डेक्टइलॉन, सेटेरिया विरिडिस* मुख्य खरपतवार है।

फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा की क्रांतिक अवस्था: फसल उगने के पहले 7 सप्ताह सूरजमुखी में खरपतवार प्रतिस्पर्धा के लिए सबसे महत्वपूर्ण अवधि है। प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के बिना सूरजमुखी की प्रारंभिक वृद्धि 39% तक कम हो सकती है।

खेत की तैयारी: सूरजमुखी की खेती के लिए खेत को अच्छी तरह से जुताई करें। पहली जुताई गहरी होनी चाहिए ताकि मिट्टी भुरभुरी हो जाए। दूसरी जुताई हल्की होनी चाहिए, जिससे मिट्टी की सतह समतल हो जाए। गहरी जुताई से मिट्टी में छिपे हुए खरपतवार के बीज सतह पर आ जाते हैं और सूर्य की किरणों से सूखकर नष्ट हो जाते हैं।

बुआई तथा बीज दर: प्रामाणिक एवं उचित बीज दर सुनिश्चित करती है कि फसलों को पर्याप्त स्थान मिले जिससे वे अच्छी तरह से बढ़ सकें और उन्हें आवश्यक पोषक तत्व मिल सकें। अत्यधिक बीज दर से पौधों में प्रतिस्पर्धा बढ़ जाती है, जिससे उनकी वृद्धि और उत्पादन प्रभावित हो सकती है। कम बीज दर से पौधों की संख्या कम हो जाती है, जिससे उत्पादन कम हो सकता है। वर्षा ऋतु में सूरजमुखी की बुआई का सही समय जून से जुलाई तक होता है। इसे मानसून की शुरुआत के पहले या बाद में बोया जा सकता है। सूरजमुखी का बीज बड़ा होता है, इसलिए इसकी बुआई लाइन में करनी चाहिए जिससे निराई-गुड़ाई में आसानी होती है। सामान्य किस्मों के लिए 5-7 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर तथा संकर किस्मों के लिए 3-4 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर की दर से बुआई करनी चाहिए। पंक्ति से पंक्ति की दूरी 60 से 75 से.मी. और पौधे से पौधे की दूरी 20-30 से.मी. होनी चाहिए। डिबलिंग विधि से बीज को 2-3 से.मी. की गहराई पर बोना चाहिए और हल्की मिट्टी से ढक देना चाहिए।

खाद एवं उर्वरक: सूरजमुखी की फसल के लिये बुआई के एक माह पूर्व 10 टन सड़ी हुई गोबर की खाद प्रति हेक्टेयर में डालनी चाहिये। उन्नत प्रजातियों की खेती के लिये 60 किग्रा. नाइट्रोजन, 30 किग्रा. फास्फोरस व 30 किग्रा. पोटैशियम प्रति हेक्टेयर की दर से प्रयोग करना चाहिये। संकर प्रजातियों के लिये 60 किग्रा. नाइट्रोजन, 90 किग्रा. फास्फोरस व 60 किग्रा. पोटैशियम प्रति हेक्टेयर की दर से प्रयोग करना चाहिये। कुल मात्रा का दो तिहाई, नाइट्रोजन व सम्पूर्ण फास्फोरस तथा पोटैशियम बुआई के समय प्रयोग करना चाहिये। नाइट्रोजन की शेष मात्रा 45 दिन के पश्चात् प्रयोग करनी चाहिये। फूल खिलने के समय 2 ग्राम प्रति ली. बोरोन का स्प्रे करें। रासायनिक उर्वरको का प्रयोग मिट्टी परीक्षण के आधार पर ही करे।

सिंचाई: बुआई के 20 से 25 दिन बाद पहली हल्की सिंचाई करनी चाहिए, बाद में आवश्यकतानुसार 10 से 15 दिन के अन्तराल पर सिंचाई करते रहना चाहिए। सूरजमुखी की फसल को कुल 5 से 6 सिंचाई की आवश्यकता पड़ती है। फूल निकलते समय तथा दाना भरते समय बहुत हल्की सिंचाई की आवश्यकता पड़ती है। समय पर सिंचाई से सूरजमुखी की फसल तेजी से और स्वस्थ तरीके से बढ़ती है। इससे फसल जल्दी से जमीन को ढक लेती है, जिससे खरपतवारों को सूर्य का प्रकाश और स्थान नहीं मिलता और खरपतवारों का अंकुरण और विकास बाधित होता है।

अंतर-फसल बुआई: सूरजमुखी के साथ मंगू, सोयाबीन या मक्का जैसी फसलों को लगाने से खेत में भूमि आवरण बढ़ता है और खरपतवारों को उगने के लिए स्थान नहीं मिलता। सूरजमुखी + मंगूफली (1: 2), सूरजमुखी +सोयाबीन (2: 4) तथा सूरजमुखी + मूंग (1:1) आदि प्रचलित अन्तः फसल प्रणाली है। मूंग की फसल सूरजमुखी के नीचे अच्छी तरह से बढ़ती है और दोनों फसलों के बीच की जगह को भर देती है, जिससे खरपतवारों के प्रतिस्पर्धा को कम किया जा सकता है।

एकीकृत खरपतवार नियंत्रण

उद्भव पूर्व शाकनाशी: पेंडिमेथलीन 1 किग्रा. सक्रिय तत्व प्रति हेक्टेयर, ऑक्साडायार्गिल 100 ग्राम सक्रिय तत्व प्रति हेक्टेयर अथवा ब्युटाक्लोर 1-2 किग्रा. सक्रिय तत्व प्रति हेक्टेयर की दर से बुआई के 1 से 2 दिन के बाद छिड़काव किया जाता है।

निराई -गुड़ाई: उद्भव पूर्व शाकनाशियों के प्रयोग से निराई-गुड़ाई के लिए श्रमिकों की संख्या कम लगती है। यदि खरपतवार की संख्या कम है तथा श्रमिकों की उपलब्धता हो तो श्रमिकों या मशीन द्वारा निराई-गुड़ाई करनी चाहिए। कतार में की गयी फसलों की बुआई के लिए मशीन द्वारा निराई-गुड़ाई करने से शाकनाशी के प्रयोग को कम किया जा सकता है।

उद्भव पश्चात शाकनाशी: संकरी पत्ती वाले खरपतवारो को नियंत्रित करने के लिए क्विजालोफॉप 50 ग्राम सक्रिय तत्व प्रति हेक्टेयर का प्रयोग बुआई के 15 से 20 दिन बाद किया जाता है।

जैविक नियंत्रण

ट्राइकोडर्मा: ट्राइकोडर्मा एक लाभकारी कवक है जो मिट्टी में हानिकारक कवकों और बैक्टीरिया को नियंत्रित करता है। यह खरपतवारों के बीजों के अंकुरण को रोकता है और फसल की जड़ों के पास की मिट्टी में पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ाता है। ट्राइकोडर्मा के स्पोर या तैयार उत्पाद को मिट्टी में मिलाकर या पौधों की जड़ों के पास लगाया जाता है।

मइकोराइजा: माइकोराइजा एक प्रकार का लाभकारी कवक है जो पौधों की जड़ों के साथ सहजीवी संबंध स्थापित करता है। यह पौधों की जल और पोषक तत्वों की उपलब्धता को बढ़ाता है, जिससे खरपतवारों के लिए प्रतिस्पर्धा कठिन हो जाती है। माइकोराइजा को बीज उपचार, पौधारोपण या सीधे मिट्टी में मिलाकर प्रयोग किया जा सकता है।

सोयाबीन

सोयाबीन (*ग्लाइसिन मैक्स*) वर्षा ऋतु की एक महत्वपूर्ण फसल है। भारत में सोयाबीन एक प्रमुख तिलहनी फसल है। सोयाबीन की खेती मुख्यतः मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र, राजस्थान, आंध्र प्रदेश, और कर्नाटक में की जाती है। मध्य प्रदेश को "सोयाबीन राज्य" के नाम से भी जाना जाता है क्योंकि यहाँ सबसे अधिक सोयाबीन का उत्पादन होता है। अगर खरपतवारों का नियत्रं ण सही समय पर न किया जाए तो उपज में 30% से 80% तक की कमी हो सकती है।

प्रमुख खरपतवार: सोयाबीन में घास समूह के खरपतवारों में विशाल फॉक्सटेल (*सेटेरिया फैबरी*), स्वोर्ड घास (*इम्पेराटा सिलिंड्रिका*), जॉनसन घास (*सोरघम हेलपेंस*), दूब घास (*साइनोडॉन डैटाइलॉन*) और मोथा (*साइप्रस रोटंडस*) तथा चौड़ी पत्ती के खरपतवारों में स्मूथ पिगवीड (*अमरैंथस हाइब्रिडस*), पामर अमारैंथ (*अमरैंथस पामेरी*) हजारदाना (*फाइलेन्थस निरूरी*) आदि मुख्यतः शामिल हैं।

फसल - खरपतवार प्रतिस्पर्धा की क्रांतिक अवस्था: सोयाबीन उगने के 3-8 सप्ताह तक फसल में रहने वाले खरपतवार सोयाबीन की पैदावार को सबसे अधिक नुकसान पहुंचाते हैं। कुछ खरपतवार एक पौधे से हजारों बीज पैदा करने में सक्षम हैं, इस प्रकार के खरपतवार के बीज अपेक्षाकृत कम होने पर भी मिट्टी में अपना बीज बैंक बनाने में सक्षम होते हैं। अतः पुष्पन या बीज निर्माण से पहले ही इनका नियंत्रण जरूरी है।

अंतर-फसल बुआई: सोयाबीन के साथ अन्य फसलों की बुआई से भूमि का अधिकतम उपयोग होता है। फसलों की पंक्तियों के बीच खाली जगह नहीं रहती, जिससे खरपतवारों को उगने के लिए जगह नहीं मिलती है। अंतर-फसलें जमीन को जल्दी से ढक लेती हैं। इससे खरपतवार के बीजों का अंकुरण कम हो जाता है क्योंकि उन्हें पर्याप्त प्रकाश नहीं मिल पाता। सोयाबीन + कपास (4: 2), सोयाबीन + मक्का (2: 2), सोयाबीन+ अरहर (4: 2) आदि कुछ प्रचलित अन्तः फसल प्रणाली है।

फसल चक्र: सोयाबीन के बाद मक्का, गेहूं या चना जैसी अन्य फसलों को उगाएं । विभिन्न फसलों को बदल कर उगाने से खरपतवारों के जीवन चक्र को बाधित किया जा सकता है एवं उनके प्रसार को रोका जा सकता है। फसलों के चक्रण से खरपतवारों को स्थापित होने का मौका नहीं मिलता है।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

उद्भव पूर्व शाकनाशी: उद्भव पूर्व शाकनाशी के रूप में पेंडिमेथालिन 1 किग्रा. सक्रिय तत्त्व/हेक्टेयर, मेट्रिब्यूजिन 0.025 किग्रा. सक्रिय तत्त्व/हेक्टेयर या फ्लूक्लोरालीन 1 किग्रा. सक्रिय तत्त्व/हेक्टेयर का प्रयोग किया जाता है।

निराई व गुड़ाई: यदि खरपतवार की संख्या कम है तथा श्रमिकों की उपलब्धता हो तो श्रमिकों द्वारा निराई गुड़ाई करनी चाहिए। कतार में की गयी फसलों की बुआई के लिए मशीन द्वारा निराई गुड़ाई करने से शाकनाशी के प्रयोग को कम किया जा सकता है।

उद्भव पश्चात शाकनाशी: उद्भव पश्चात शाकनाशी के रूप में इमाजेथापयर 0.1-0.2 किग्रा. सक्रिय तत्त्व/हेक्टेयर या क्लोरिम्यूरॉन इथाइल 0.010 किग्रा. सक्रिय तत्त्व/हेक्टेयर का प्रयोग चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण के लिए किया जाता है। घास समूह के खरपतवारों के नियत्रंण के लिए बुआई के 15 से 20 दिन बाद क्विजालोफॉप इथाइल 0.05 किग्रा. सक्रिय तत्त्व/हेक्टेयर का प्रयोग किया जाता है।

तिल

तिल (*सीसेमम इंडिकम*) भारत की सबसे पुरानी फसलों में से एक है। यह गर्म जलवायु में उष्ण कटिबंधीय और उपोष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों में उगाया जाता है। भारत तिल के सबसे बड़े निर्यातकों में से एक है इसका उत्पादन विभिन्न राज्यों में होता है, लेकिन उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, राजस्थान, गुजरात और महाराष्ट्र तिल के मुख्य उत्पादक राज्य हैं।

प्रमुख खरपतवार: तिल की फसल में *साइप्रस रोटंडस, साइनोडॉन डैटाइलॉन, इकाइनोक्लोवा क्रसगैली, इकाइनोक्लोवा कोलोना, डाइनबरा अरेबिका, डिजिटेरिया लोंगिफोलिया, डैक्टलेक्टेनियम इजिप्टियम* आदि खरपतवार मुख्य रूप से पाए जाते है। तिल में अनियंत्रित खरपतवार वृद्धि के कारण 50 प्रतिशत तक उपज हानि हो सकती है।

फसल - खरपतवार प्रतिस्पर्धा की क्रांतिक अवस्था: बुआई के बाद 15 से 30 दिन तक की अवधि तिल में खरपतवार प्रतियोगिता व प्रबंधन की दृष्टि से सबसे महत्वपूर्ण अवधि है। आमतौर पर किसान खरपतवार नियत्रंण के लिए हाथ से निराई करते हैं, लेकिन श्रम की कमी व समय के कारण यह उपयुक्त एवं लाभप्रद नहीं है अतः एकीकृत खरपतवार प्रबंधन आवश्यक हो जाता है।

बुआई तथा बीज दर: तिल की खेती खरीफ मौसम में की जाती है, इसकी बुआई जून के अंतिम सप्ताह से जुलाई के मध्य तक करनी चाहिए। बीज को कार्बेन्डाजिम 50 प्रतिशत डब्लू.पी. से 2 ग्राम प्रति किग्रा. बीज की दर से उपचारित करने के पश्चात ही लगाना चाहिए। सामान्यतः 2.5-3 किग्रा. प्रति हेक्टयेर की बीज दर से कतार 30 से.मी. तथा पौधे से पौधे की दूरी 10 से.मी. रखते हुए 3 से.मी. गहरी बुआई करनी चाहिए।

खाद एवं उर्वरक: तिल की फसल में उर्वरक प्रबंधन महत्वपूर्ण एवं सही ढंग से किया जाना चाहिए। प्रति हेक्टेयर लगभग 20-25 किलोग्राम नाइट्रोजन, 40-50 किलोग्राम फास्फोरस और 20-25 किलोग्राम पोटैशियम का प्रयोग करना चाहिए।

सिंचाई: बुआई के बाद पहले 15 दिनों में बीजों का अंकुरण और पौधे का विकास होता है। इस समय में प्राथमिक रूप से सिंचाई की आवश्यकता होती है ताकि बुआई के बाद पौधे को पर्याप्त नमी मिल सके। दूसरी सिंचाई 40-60 दिन बाद जब फसलों में फूल आने लगते हैं तब करनी चाहिए। तीसरी सिंचाई 90-120 दिन पर करनी चाहिए ताकि बीजों का विकास सही ढगं से हो तथा उत्पादन में वृद्धि हो सके।

अंतर-फसल बुआई: तिल की अंतर फसली खेती एक लाभकारी तकनीक है जो किसानों को अधिक उत्पादकता और आय देने में मदद कर सकती है। तिल की अंतर फसली खेती खरपतवारों के प्रतियोगिता कम करने में सहायक होती है। तिल और मंगू (2: 1 / 3: 1), तिल और उरद (3:1), तिल और बाजरा (2:1), तिल और मक्का (3:1) के अनुपात में कतारों में बुआई की जाती है।

एकीकृत खरपतवार नियंत्रण

उद्भव पूर्व शाकनाशी: पेंडीमेथालिन 0.75-1 किग्रा. सक्रिय तत्त्व/हेक्टेयर या डाययूरोन 0.4-0.6 किग्रा. सक्रिय तत्त्व/हेक्टेयर का प्रयोग पूर्व उद्भव शाकनाशी के रूप में किया जाता है।

निराई व गुड़ाई: यदि खरपतवार की संख्या कम है तथा श्रमिकों की उपलब्धता हो तो श्रमिकों द्वारा निराई-गुड़ाई करनी चाहिए। कतार में की गयी फसलों की बुआई के लिए मशीन द्वारा निराई गुड़ाई करने से शाकनाशी के प्रयोग को कम किया जा सकता है। बुआई के 15-20 दिन बाद पहली निराई-गुड़ाई, तथा दूसरी निराई 30-35 दिन बाद करनी चाहिए।

उद्भव बाद शाकनाशी: घास कुल के खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए प्रोपाक्विजाफॉप 0.10 किग्रा. सक्रिय तत्त्व/हेक्टेयर या फ्लुजीफॉप 0.25 किग्रा. सक्रिय तत्त्व /हेक्टेयर का उपयोग बुआई के 15 से 20 दिन बाद किया जाता है।

जैविक नियंत्रण: तिल की फसल में खरपतवार नियत्रंण केलिए जैविक विधियाँ विशेष रूप से महत्वपूर्ण हैं, खासकर खरीफ मौसम में खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए प्राकृतिक शत्रुओं का उपयोग किया जाता है। उदाहरण के तौर पर "कैसिया तोरा" का पौधा, जो तिल की फसल के साथ बोया जाता है। यह पौधा अपने तेज विकास और घने पत्तों से खरपतवारों को बढ़ने से रोकता है। कैसिया तोरा के जलीय अर्क में एलीलो केमिकल्स होते हैं जो खरपतवारों की कुछ अन्य किस्मों के बीजों के अंकुरण को प्रभावित करते हैं। और फसल को प्रतिस्पर्धा से मुक्त रखता है। इस प्रकार, जैविक विधियाँ न केवल पर्यावरण के अनुकूल होती हैं बल्कि फसल की उत्पादकता भी बढ़ाती हैं।

अरंडी

अरंडी (*रिसिनस कम्युनिस* एल.) भारत की एक महत्वपूर्ण गैर-खाद्य तिलहन फसल है, जिसका औद्योगिक और वाणिज्यिक उपयोगिता बहुत अधिक है। अरंडी की फसल उत्पादन में भारत विश्व में अग्रणी है। अरंडी की खेती भारत में कई प्रान्तों जैसे उत्तर प्रदेश, राजस्थान, गुजरात, मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र, छत्तीसगढ़ एवं तमिलनाडु आदि में की जाती हैं। अरंडी का पौधा खरपतवार प्रतिस्पर्धा के प्रति बहुत संवेदनशील होता है। अरंडी की प्रारंभिक वृद्धि धीमी होने के कारण खरपतवार तेजी से बढ़जाते हैं। उच्च तापमान तथा वर्षा के कारण अधिक आद्रता और प्रारम्भिक अवस्था में फसल की धीमी गति से वृद्धि तथा फसलों के बीच अधिक जगह के कारण यह फसल खरपतवारों की वृद्धि के लिए उचित परिस्थिति प्रदान करती है।

प्रमुख खरपतवार: अरंडी के प्रमुख खरपतवारों में नट सेज (*साइप्रस प्रजाति*) बारहमासी घास जैसे जॉनसन घास (*सोरघम हेलपेंस*), बार्नयार्ड घास (*इकाइनोक्लोआ क्रसगैली*), क्वार्क घास (*एग्रोपाइरॉन रेपेंस*) , आइपोमिया प्रजाति, पर्सलने (*पोर्टुलाका ओलेरासिया*), सोलनम प्रजाति, पिगवीड (*अमरैंथस प्रजाति*) आदि हैं।

फसल - खरपतवार प्रतिस्पर्धा की क्रांतिक अवस्था: खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा के प्रति प्रारम्भिक फसल वृद्धि के पहले 40 दिन महत्वपूर्ण होते है। खरपतवार नियंत्रण की पारंपरिक विधि बहुत ही उपयोगी है परंतु कभी अधिक वर्षा, समय व श्रम की अनुपलब्धता के कारण यह संभव नहीं हो पाता है। अतः आवश्यकता अनुसार पारपंरिक व रासायनिक विधियों का प्रयोग करके अरंडी की फसल में खरपतवारों को नियंत्रित किया जा सकता है व अधिक उपज प्राप्त की जा सकती है।

बुआई तथा बीज दर: अरंडी की बुआई का उचित समय जुलाई का प्रथम पखवाड़ा होता है। अरंडी की खेती शुद्ध तथा मिश्रित रूप से की जाती है। इसकी खेती मक्का और ज्वार के साथ खेत के मेड़ो पर की जाती है। अरंडी की बुआई सामान्यतः 10-15 किग्रा. प्रति हेक्टेयर की दर से करनी चाहिए, इसकी प्रजातियां 90-120 दिन में पककर तैयार हो जाती है। सामान्यतः कतार से कतार की दूरी 90-120 सेमी. तथा पौधे से पौधे की दूरी 30-90 सेमी. रखनी चाहिए। यद्यपि प्रजातियों एवं बुआई के समय के अनुसार पंक्ति से पंक्ति की दूरी एवं पौधे से पौधे की दूरी अनुशंसा के अनुसार रखनी चाहिए।

खाद एवं उर्वरक: खरीफ मौसम में अरंडी को सामान्यतः प्रति हेक्टेयर 40-50 किलोग्राम नाइट्रोजन, 20-30 किलोग्राम फॉस्फोरस और 15-20 किलोग्राम पोटैशियम की आवश्यकता होती है। नाइट्रोजन को तीन भागों में विभाजित करके, पहली खुराक बुआई के समय, दूसरी 30-35 दिनों के बाद और तीसरी 60-70 दिनों के बाद देना चाहिए। फॉस्फोरस और पोटैशियम को बुआई के समय ही मिट्टी में मिलाना चाहिए। इसके अलावा, सूक्ष्म पोषक तत्वों जैसे जिंक और बोरॉन की कमी होने पर, इन्हें भी आवश्यकतानुसार दिया जा सकता है। उर्वरकों का सही मात्रा और समय पर प्रयोग करने से अरंडी के उत्पादन में महत्वपूर्ण वृद्धि होती है।

सिंचाई: अरंडी की फसल को खरीफ मौसम में सिंचाई की विशेष आवश्यकता नहीं होती है। खरीफ मौसम में सामान्यतः मानसूनी बारिश होती है, जो अरंडी की प्रारंभिक वृद्धि के लिए उपयुक्त होती है। हालांकि, फसल की अधिकतम पैदावार के लिए सिंचाई की सही व्यवस्था आवश्यक होती है। अरंडी के पौधे को अंकुरण के समय और फिर पुष्पन एवं बीज बनने के समय पर्याप्त नमी की आवश्यकता होती है। आमतौर पर, खरीफ में अगर बारिश ठीक से न हो तो 2-3 सिंचाई की आवश्यकता पड़ती है। पहली सिंचाई बुआई के तुरंत बाद की जाती है, दूसरी सिंचाई फूल आने से पहले और तीसरी सिंचाई बीज बनने के समय की जाती है। सही समय पर और सही मात्रा में सिंचाई से अरंडी की फसल की पैदावार और गुणवत्ता में वृद्धि होती है।

अंतर-फसल बुआई: आमतौर पर अरंडी को मूंगफली, ज्वार, बाजरा, मूंग, लोबिया, अरहर व कपास के साथ में मिश्रित रूप में उगाया जा सकता है। अरंडी + सोयाबीन (1: 1), अरंडी + सूरजमुखी (1: 1), अरंडी + मंगू फली (1: 3) आदि प्रमुख अन्तः फसल प्रणाली है।

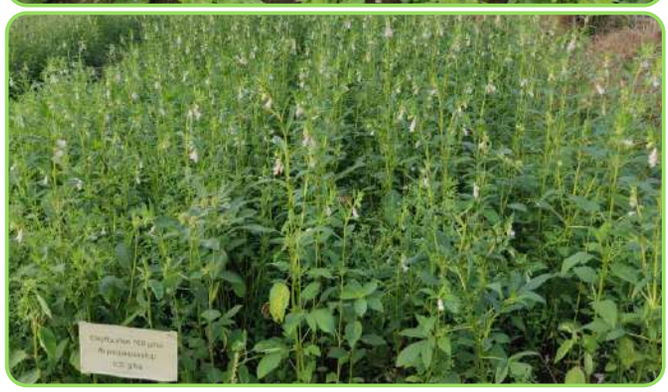
एकीकृत खरपतवार नियंत्रण

उद्भव पूर्व शाकनाशी: पूर्व उद्भव शाकनाशी के रूप मे पेंडिमेथलीन 1 किग्रा. सक्रिय तत्व प्रति हेक्टेयर या मेटोलाक्लोर 1-1.5 किग्रा. सक्रिय तत्व प्रति हेक्टेयर की दर से प्रयोग किया जाता है।

निराई व गुड़ाई: यदि खरपतवार की संख्या कम है तथा श्रमिकों की उपलब्धता हो तो श्रमिकों द्वारा निराई-गुड़ाई करनी चाहिए। कतार में की गयी फसलों की बुआई के लिए मशीन द्वारा निराई-गुड़ाई करने से शाकनाशी के प्रयोग को कम किया जा सकता है। आवश्यकता अनुसार फसल की दो पंक्तियों के बीच ब्लडे वाले हैरो की मदद से 2-3 बार निराई या हाथ द्वारा निराई-गुड़ाई करके खरपतवार नियंत्रण किया जा सकता है।

उद्भव बाद शाकनाशी: संकरी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण के लिए क्विजालोफॉप-इथाइल 50 ग्राम या फेनोक्साप्रॉप-पी-एथाइल 75-100 ग्राम सक्रिय तत्व प्रति हेक्टेयर की दर से प्रयोग किया जाता है।

खरपतवार के कारण तिलहनी फसलों की उपज में काफी कमी आती है। हालाँकि, गंभीरता काफी हद तक खरपतवारों के घनत्व, प्रतिस्पर्धा की अवधि, खरपतवार वनस्पतियों के प्रकार आदि पर निर्भर करती है। इस प्रकार, उपज हानि को कम करने के लिए खरपतवार घनत्व को आर्थिक क्षति स्तर से नीचे रखना महत्वपूर्ण है। आर्थिक नुकसान से बचने के लिए, विकास अवधि के पहले चार हफ्तों के दौरान खरपतवार घनत्व को कम करने के लिए खरपतवार नियंत्रण किया जाना चाहिए। एक ही विधि पर भरोसा करने से विभिन्न समस्याएं हो सकती हैं जैसे कि खरपतवार वनस्पतियों में बदलाव, शाकनाशी-प्रतिरोध का विकास, बारहमासी खरपतवारों की अधिकता, मुश्किल से मरने वाले खरपतवारों की स्थापना आदि। इन परिस्थितियों में, एकीकृत खरपतवार प्रबंधन प्रभावी, कुशल एवं टिकाऊ प्रणालीगत विधि है जिसका आवश्यकता अनुसार अनुप्रयोग करके किसान ज्यादा उत्पादन एवं लाभ प्राप्त कर सकते है।



रबी तिलहनों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

जी.एस. पंवार एवं दिनेश साह
सस्य विज्ञान विभाग, बांदा कृषि एवं प्रौद्योगिक विश्वविद्यालय बांदा, उत्तर प्रदेश 210001, भारत

भारत विश्व का चौथा सबसे बडा तिलहन उत्पादक है। वैश्विक स्तर पर खेती के तहत इसका क्षेत्रफल 20.8 प्रतिशत है जो वैश्विक उत्पादन का 10 प्रतिशत है। देश में मूंगफली, सोयाबीन, सूरजमुखी, तिल, नाइजर बीज, सरसों और कुसुम तिलहन का उत्पादन होता है। भारत अपनी कुल वार्षिक खाद्य तेल खपत लगभग 24 से 25 मीट्रिक टन का लगभग 56 प्रतिशत आयात करता है। आयात में पाम तेल की हिस्सेदारी लगभग 60 प्रतिशत है इसके बाद सोयाबीन तेल की 22 प्रतिशत और सूरजमुखी की 17 प्रतिशत हिस्सेदारी है। कुल उत्पादन मे घरेलू खाद्य तेलों की हिस्सेदारी में सरसों 40 प्रतिशत, सोयाबीन 24 प्रतिशत, और मूंगफली 7 प्रतिशत शामिल है।

तिलहन क्षेत्र का लगभग 72 प्रतिशत छोटे किसानों द्वारा की जाने वाली वर्षा आधारित खेती तक ही सीमित है जिससे उत्पादकता कम होती है। भारत में तिलहन का उत्पादन पिछले पांच वर्षो से बढ रहा है। वर्ष 2022-23 के लिए प्रमुख फसलों के उत्पादन के अंतिम अनुमान के अनुसार देश मे कुल तिलहन उत्पादन रिकार्ड 413.55 लाख टन हुआ था जो कि पिछले वर्ष के तिलहन उत्पादन से 33.92 लाख टन अधिक है। 2022-23 के दौरान तिलहन का उत्पादन पिछले पांच वर्षो के औसत तिलहन उत्पादन 340.22 लाख टन से 73.33 लाख टन अधिक था। वर्ष 2015-16 से 2022-23 तक तिलहन उत्पादन की चक्रवृद्धि वार्षिक वृद्धि दर (CAGR) 7.3 प्रतिशत थी। यह रबी के दौरान सरसों और रेपसीड पर विशेष कार्यक्रमों और भारत सरकार द्वारा उन्नत प्रौद्योगिकी के क्लस्टर प्रदर्शनों जैसे विभिन्न कार्यक्रमों के सफल कार्यान्वयन के कारण हासिल हुआ है।

रबी तिलहनी फसले मुख्यतः सरसों, अलसी, एवं सूरजमुखी, एक महत्वपूर्ण स्थान रखती है। रबी मौसम में कम तापक्रम उपयुक्त जलवायु एवं वर्षा आधारित क्षेत्रों में सचिंत मृदा नमी का उपयोग करके बडे भू-भाग मे सफलतापूर्वक खेती की जा रही है। साथ ही सिंचित क्षेत्रों मे सूरजमुखी रबी एवं बसंत मौसम मे सफलतापूर्वक उगायी जा रही है। रबी तिलहन फसलों में खरपतवार प्रबंधन का अत्यधिक महत्व है क्योंकि खरपतवार फसलों के विकास के प्रारंभिक अवस्था में उनकी तेज वृद्धि दर के कारण जल, पोषक तत्व, प्रकाश और स्थान के लिए प्रतिस्पर्धा करते है, साथ ही ये फसलों के लिए हानिकारक रोग व कीटों को शरण देकर भी क्षति पहुंचाते हैं जैसे भारतीय सरसों के आल्टरनेरिया ब्लाइट के बीजाणु कृष्णनील (*एनागलिस अरवेन्सिस*), हिरनखुरी (*कॉन्वोल्वुलस अर्वेन्सिस*) और बथुआ (*चिनोपोडियम एल्बम*) पर जीवित रहते हैं। जिससे फसल उत्पादन पर प्रतिकूल प्रभाव पडता है। खरपतवारो के हस्तक्षेप से न केवल फसल की उपज की उपज कम होती है बल्कि फसलों की गुणवत्ता में भी कमी आती है।

फसल की पैदावार में तकनीक का योगदान (चौधरी एवं अन्य 2022)

तकनीकियाँ	योगदान/(प्रतिशत)
भूमि की तैयारी	7.0
जैविक खाद	4.7
उन्नत किस्में	15.9
इष्टतम बीज दर	7.9
बुवाई का समय	23.0
लाइन बुवाई	9.6
फसल ज्यामिति	3.0
उर्वरक	8.3
खरपतवार प्रबंधन	17.2
पादप संरक्षण	3.4

रबी तिलहनी फसलों के मुख्य खरपतवार

रबी तिलहनी फसलों मे मुख्यतः बथुआ, जंगली मटर, जंगली पालक, सेजी, जंगली जई, हिरनखुरी, कृष्णनील, अकरी-अकरा मकोय, सत्यानाशी जंगली पालक दूबघास प्याजी, गेहूसा, मोथा तथा परजीवी खरपतवार ओरोबंकी एवं अमरबेल मुख्य रूप से पाये जाते है। तिलहन फसलों मे खरपतवार नियंत्रण की क्रांतिक अवधि आम तौर पर 15 से 45 दिन तक होती है। उपज हानि को कम करने के लिए क्रांतिक अवधि के दौरान खरपतवार नियंत्रण अति आवश्यक है। वैज्ञानिक अनुमान के अनुसार प्रमुख फसल उत्पादन तकनिकियों जैसे बुवाई का समय फसल उपज में 23.0 प्रतिशत, खरपतवार प्रबंधन 17.2 प्रतिशत, और उन्नत किस्में 15.9 प्रतिशत, का योगदान करती है। अतः समुचित खरपतवार प्रबंधन अपना कर रबी तिलहनों की पैदावार के साथ-साथ फसलों की गुणवत्ता को भी बढाया जा सकता है। इससे किसानों को बेहतर आर्थिक लाभ होगा और कृषि उत्पादन की स्थिरता बनी रहती है।

खरपतवारों का हानिकारक प्रभावः खरपतवार फसलों के साथ जल पोषक तत्व, प्रकाश, स्थान के लिए करके एलेलोपैथिक पदार्थों का उत्पादन कर सकते हैं जो फसल के पौधों के विकास के लिए विषाक्त होते हैं। खरपतवार अक्सर फसल रोगों के लिए वैकल्पिक के रूप में काम कर हैं तथा यह कीटों और बीमारियों के लिए आश्रय भी प्रदान करते हैं। खरपतवारों के कारण संभाविन उपज हानि फसल, खरपतवार के संक्रमण के स्तर, खरपतवार प्रजातियों और प्रबंधन के आधार पर लगभग 65 प्रतिशत तक हो सकती है।

पोषक तत्वों की हानिः पोषक तत्वों के लिए प्रतिस्पर्धा खरपतवार-फसल के बीच प्रतिस्पर्धा होती है। खरपतवार मृदा से बड़ी मात्रा में पोषक तत्वों को अवशोषित कर लेते हैं। और फसलों के पौधों को पोषक तत्वों से वचिंत कर देते है। अमरेंथस प्रजातियां नाइट्रोफिल होती है। और

विभिन्न तिलहन फसलों में खरपतवारों द्वारा पोषक तत्वों की कमी (किलोग्राम /हेक्टेयर)

फसल	पोषक तत्व उपभोग किग्रा/हेक्टेयर			सन्दर्भ
	नाइट्रोजन	फॉस्फोरस	पोटैशियम	
रेपसीड एवं सरसों	20.22	2.3	10.12	मुखर्जी (2014) कलीता एट.अल, (2017)
सूरजमुखी	42ण्	15ण्5	45ण्4	सुमति एट.अल, (2009)
अलसी	30.32	2.3	11.13	द्विवेदी और पुहुप (2019)

अक्सर अपने सूखे पदार्थ में तीन प्रतिशत से अधिक नाइट्रोजन जमा करती है, दूसरी ओर डिजिटैरिया फॉस्फोरस संचायक है, जिसमें 3.36 प्रतिशत फॉस्फोरस होता है और *चेनोपोडियम* और *पोर्टुलाका* प्रजातियां सूखे पदार्थ में चार प्रतिशत से अधिक पोटेशियम को अवशोषित करती है। इससे पता चलता है कि खरपतवारों में पोषक तत्वों की मांग बहुत व्यापक हैं और फसलों के पौधों को मृदा के पोषक तत्वों से बुरी तरह से वंचित करते हैं।

उपज में हानिः कृषि कीटों द्वारा फसल की उपज में होने वाले कुल नुकसान में खरपतवार का योगदान 37 प्रतिशत तक होता है। रबी और खरीफ मौसम में फसल की उपज में क्रमशः 22.7 प्रतिशत और 36.5 प्रतिशत की कमी दर्ज की गई। रेपसीड-सरसों में, औसत उपज हानि 37.7 प्रतिशत तक बताई गई थी हालांकि, रेपसीड-सरसों पर अखिल भारतीय समन्वित परियोजना के तहत विभिन्न स्थानों से सरसों की पैदावार में 18.1 प्रतिशत (लुधियाना) से 41.7 प्रतिशत (वाराणसी) की कमी दर्ज की गई है।

रोग और कीट संक्रमण का खतराः खरपतवार कई रोग और कीटों के वाहक हो सकतें हैं, खरपतवार, फसल के पौधों पर आक्रमण करने वाले विभिन्न कीट पतंगो व बीमारियों के जीवाणुओं को शरण देकर फसलों को हानि पहुंचातें हैं। जो फसलों को संक्रमित कर सकतें हैं। इससे फसलों की गुणवत्ता और उत्पादन दोनो प्रभावित होतें हैं।

उत्पाद की गुणवत्ता में गिरावटः खरपतवार के कारण फसल की गुणवत्ता में भी कमी आती है जैसे सत्यानाशी के बीज जब सरसों के साथ मिल जाते हैं तो उस की गुणवत्ता खराब हो जाती है। जहां बाजार में फसल की मांग और कीमत दोनों प्रभावित होती हैं।

खर्च में वृद्धिः खरपतवार प्रबंधन में खर्च किया गया धन सीधे फसल की लागत को बढ़ा देता है। अतः उचित खरपतवार प्रबंधन से यह खर्च नियंत्रित किया जा सकता है।

मानव स्वास्थ्य के लिए खरपतवारों का खतराः खरपतवार गंभीर एलर्जी और त्वचा रोगो का कारण हैं। गाजर घास (*पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस*) अस्थमा और त्वचीय एलर्जी के लिए जिम्मेदार है। *एम्ब्रोसिया* और *फ्रांसेरिया* के पराग घास बुखार का कारण शामिल हैं।

भारत में तिलहन फसलों में खरपतवार के कारण उपज हानि

फसल	हानि (%)
रेपसीड और सरसों	34.1
सूरज मुखी	33.8
अलसी	53.2

वैकल्पिक आश्रय (होस्ट) के रूप में खरपतवारः खरपतवार फसल के मौसम के दौरान और गैर-मौसम के दौरान भी कई कीटों और रोगजनकों को आश्रय देते हैं। जैसे अमरेंथस कई कैटरपिलर को आश्रय देता है, इसी प्रकार विभिन्न रोगो के रोगजनक पत्थरचट्टा (ट्रायेन्थेमा) पर आश्रय लेते हैं। भारतीय सरसों के अल्अरनोरिया ब्लाइट के बीजाणु कृष्णनील (*एनागलिस अरवेन्सिस*), हिरनखुरी (*कानवोलवुलस आरवेनसिंस*) और बथुआ (*चेनोपोडियम एल्बम*) पर जीवित रहते हैं।

एलेलोपैथीः कई खरपतवार द्वितीयक मेटाबोलाइट्स के रूप में जड़ों से ऐलेलोकेमिल्स को स्रावित करतें हैं जो फसल के पौधों की वृद्धि और विकास को अवरुद्ध कर देते हैं। कई खरपतवार प्रजातियां एलेलोपैथिक तंत्र के माध्यम से पौधों के विकास में हस्तक्षेप करती हैं।

मृदा नमी उपयोग पर खरपतवार का प्रभावः खरपतवार मृदा नमी को भरपूर मात्रा में अवशोषित करतें है और फसल के पौधों के लिए मृदा जल का दबाव (कमी) पैदा करती है। मिट्टी की नमी पर खरपतवारों का प्रभाव पानी की कमी और वर्षा आधारित परिस्थितियों मे अधिक विनाशकारी हो जाता है। सामान्य तौर पर, समान शुष्क पदार्थ के उत्पादन के लिए, खरपतवारों में फसल के पौधों की तुलना में अधिक जल की आवश्यकता होती है। अतः खरपतवारों वाले खेत से उपलब्ध मिट्टी की अधिकांश नमी खरपतवारों से ही समाप्त हो जाती है, जो फसल के पौधे को पूर्ण फली विकास चरण तक पहुंचाने से रोकती है।

खरपतवार नियंत्रण की विधियाँः खरपतवार नियंत्रण कार्यक्रम में समय का सर्वाधिक महत्व है। यदि खरपतवारों की रोकथाम खरपतवार प्रतिस्पर्धा की क्रांतिक अवस्था में न की गई तो उससे भरपूर लाभ नहीं मिल पाता है। प्रायः देखा गया है कि कीट व व्याधि लगने पर निदान के लिए किसान तुरंत ध्यान देते है। लेकिन खरपतवार की ओर ध्यान नहीं देते हैं और उनको जब तक बढने देते है जब तक कि ये हाथ पकड़कर उखाड़ने योग्य न हो जायें। कभी-कभी तो किसान खरपतवारों को पशुओं के चारे के रूप में भी उपयोग करते है, तब तक खरपतवार फसल को नुकसान कर चुके होते हैं। फसलों की प्रारंभिक अवस्थाएं खरपतवारों के प्रति अधिक संवेदनशील होती है जिस अवस्था में यह प्रतिस्पर्धा सर्वाधिक होती है उसे "क्रान्तिक" कहते हैं। यदि इस अवस्था पर खरपतवारों का नियंत्रण नहीं किया गया जो उसकी क्षति पूर्ति बाद में नहीं की जा सकती है।

विभिन्न रबी तिलहन फसलों में फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा का क्रान्तिक समय एवं उपज में हानि (%)

तिलहन फसलों	क्रान्तिक समय (बुआई के बाद दिन)	उपज में हानि (%)
रेपसीड और सरसों	15-40	10.58
अलसी	20-45	30.40
सूरजमुखी	15-30	54.60

तिलहनी फसलों में खरपतवारें की रोकथाम निम्नलिखित विधियों से की जा सकती है

खरपतवार निरोधक विधिः इस विधि में वे सभी क्रियायें शामिल रहती है, जिनके द्वारा खेत में खरपतवार को फैलाने से रोका जा सकता है जो इस प्रकार हैं-

- खरपतवार बीज रहित बीजों का ही उपयोग करना चाहिए।
- गोबर की खाद या कम्पोस्ट को अच्छी तरह से सड़ा गलाकर ही प्रयोग करें, जिससे उनमें उपस्थित खरपतवारों के बीजों की अंकुरण क्षमता समाप्त हो जाए।
- प्रक्षेत्र में प्रयोग करने वाली मशीनों, कृषि यंत्रों का प्रयोग आवश्यक साफ-सफाई के बाद ही करना चाहिए।
- खाली पडी भूमि, सिंचाई, नालियों नहर, मेडो और सड़कों पर खरपतवार न उगने दे, जिससे इनका बीज वितरण न हो।
- बीज बनने से पहले खरपतवार कों अवश्य नष्ट कर दे जिससे मृदा में खरपतवारों के बीज जमा न हो सके।

यांत्रिक विधियाँः यह विधि खरपतवारों की रोकथाम की सबसे पुरानी प्रचलित, सरल व प्रभावी विधि है। इस विधि में खरपतवारें की रोगथाम हेतु विभिन्न यंत्रों एवं मशीनरी का प्रयोग किया जाता है। यांत्रिक विधिके अन्तर्गत निम्न क्रियाए अपनायी जाती है।

भू-परिकरणः भू-परिकरण में वे सभी कर्षण क्रियाऐं शामिल होती हैं जो कि फसल के विकास और वृद्धि की आवश्यकता है। यह विधि खरपतवारों की रोकथाम में बहुत सहायक है। खेतो में समय पर कर्षण कार्य जैसे जूताई और गुड़ाई करने से खरपतवार उखड़कर या टूटकर नष्ट हो जाते हैं। इस विधि के द्वारा वार्षिक तथा बहुवर्षीय खरपतवारों को नष्ट किया जा सकता है, अतः खरपतवारों पर प्रभावी रोकथाम हेतु समय पर जुताई एवं अन्य भूपरिष्करण करते रहना चाहिए। समय पर जूताई करने से खरपतवारों के बीजों का अंकुरण प्रभावित होता है क्योकि कुछ बीज अधिक गहराई पर चले जाने पर अंकुरणके पश्चात मर जाते हैं तथा कुछ बीज सूखे मिट्टी में बाहर आ जाते हैं जिससे पर्याप्त नमी न मिलने पर अंकुरण नहीं होता है।

निराई -गुड़ाईः यह खरपतवार नियंत्रण की सर्वोत्तम विधि है। फसलों की प्रारंभिक अवस्था में बुवाई के 15-35 के मध्य का समय खरपतवारों से प्रतियोगिता की दृष्टि से क्रांतिक समय है परिणामस्वरूप् प्रारंभिक अवस्था में ही फसलों को खरपतवार से मुक्त करना लाभदायक होता है। बुवाई 15-35 दिन के मध्य फसल की क्रांतिक के अवस्था के अनुसार खुरपी या कुदाली द्वारा निराई-गुड़ाई करके खरपतवार निकालना चाहिए। इस विधि से न केवल खरपतवार नष्ट होगें बल्कि मृदा के वायु संचार में भी वृद्धि होगी। इस विधि से कतारों में बोई गयी फसलों के खरपतवारों को सफलता पूर्वक नष्ट किया जा सकता है। फसल बोने के 15-35 दिन के मध्य में दो कतारों के बीच हैण्ड हो, व्हील हो, को चलाकर खरपतवार नियंत्रण किया जा सकता है।

खरपतवार नियंत्रण की शस्य विधियां

खेतों की ग्रीष्मकाल जुताईः इस विधि में सर्वप्रथम हल्की मिट्टी में डिस्क प्लाऊ तथा मध्यम से भारी मिट्टी में एम.बी.प्लॉउ से गर्मियों में खेतों की गहरी जुताई कर खुला छोड़ देते हैं। गर्मियों में अधिक गर्मी से मृदा के तापमान में वृद्धि होती है जिससे कई खरपतवार जलकर नष्ट हो जाते हैं तथा उनके बीजों की अंकुरण क्षमता नष्ट हो जाती है। और आगामी फसलों में खरपतवार नहीं उगते हैं। कुछ नकारा खररपतवार जैसें दूबधास, मोथा व कांस आदि की जडे व वनस्पतिक भाग खेतों की गहरी जुताई करने से उखड़कर नष्ट हो जाते हैं।

समय पर कर्षण क्रियाएँ उपयुक्त समय पर जुताई करने से भी खरपतवारों को नियंत्रित किया जा सकता है। जैसे फसल कटने के तुरंत बाद गहरी जुताई कर चाहिए। इस विधि से काफी सख्यां में खरपतवारों की रोकथाम की जा सकता है।

बुवाई की विधिः बुवाई हमेशा कतारों में करना चाहिए ताकि दो कतारों के बीच में निराई-गुड़ाई व अन्य कर्षण क्रियाओं को करने में आसानी रहे और खरपतवारों को प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया जा सकता है। उपयुक्त विधि से बुवाई करने से पौधों की संख्या पर्याप्त रहती हैं तथा पौधे प्रारंभ से ही ठीक से वृद्धि करने लगते हैं और उनमें खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा करने की क्षमता बढती है

फसल का समयः फसल को ऐसे समय पर बुवाई की जाये की खरपतवारों के निकलने से पहले ही खेत का ढक ले या खरपतवारो को एक बार पहले उगने दे, फिर जुताई कर नष्ट करने के बाद फसल की बुवाई थोडी देर बाद करें। अतः परिस्थिति के अनुसार उपयुक्त बवाई के समय में हेरफेर करने से खरपतवार से होने वाले नुकसान से बचाया जा सकता है इससे खरपतवार प्रतिस्पर्धा नहीं कर पायेगे तथा फसल सरलता से बढकर बाद मे उगने वाले खरपतवार को हानिकारक नहीं होने देती है।

उपयुक्त बीज दर व दूरीः बीज दर व दूरी का खरपतवार की वृद्धि पर बहुत प्रभाव असर पड़ता है। कतारों की दूरी कम होने पर फसल छायादार रहेगीजिसके कारण प्रकाश और वायु भूमि पर पर नही पहुंचेगा और तो पौधें की आपस की दूरी कम हो जायेगी और खरपतवारों को प्रकश व वायु नहीं मिल पायेगी जिससे खरपतवारों की वृद्धि कम होगी।

उपयुक्त फसल -चक्रः उपयुक्त फसल -चक्र अपनाना खरपतवार नियंत्रण की एक आधारभूत विधि फसल चक्र मे फसलों को बदल-बदल कर लेने से खरपतवारों की वृद्धि व प्रजनन पर विपरीत प्रभाव पड़ता है। एक ही फसल को बार बार खेत में लेने से उस फसल में खरपतवारों का प्रकोप बढ जाता है। जैसे ओरोबंकी एवं अमरबेल। जिसके परिणाम स्वरूप कुछ समय बाद इनकी संख्या इतनी बढ जाती है कि उस खेत में वह फसल लेना आर्थिक दृष्टि से लाभ कारी नही रहता है। अतः ऐसे खेत में विपरीत स्वाभाव वाली फसल उगाने से वह खरपतवार कम होते है।

उपयुक्त उर्वरक प्रबंधनः खरपतवार फसलों में दिये गये पोषक तत्वों के लिए प्रतिस्पर्धा करतें है। यदि उर्वरक उचित समय व विधि से नही दिये जाते है तो उर्वरको ंका अधिकतम हिस्सा खरपतवार ग्रहण कर लेते है। और इस स्थति में अधिक वृद्धि कर फसल को हानि पहुंचाते है। अतः उर्वरक छिटकावां विधि की अपेक्षा कुण्ड में बीज के नीचे देना उचित रहता है। यदि उपयुक्त विधि से उर्वरक दिया गया हो तो फसल के पौधें प्रारंभिक लाभ उठ लेते है तथा उर्वरकों के कारण पौधे में वानस्पतिक वृद्धि अधिक होने लगती है। और बाद उगने वाले खरपतवार दब जाते है। रबी तिलहन में बुवाई के साथ दिये गये उर्वरक एवं सल्फर के प्रयोग से तिलहन फसले अच्छी बढ़वार करके खरपतवार को नियंत्रण किया जा सकता है।

उपयुक्त सिंचाई व्यवस्थाः उपयुक्त सिंचाई व्यवस्था खरपतवारों की रोकथाम में सहायक हो सकती है । यदि खरपतवारों को पर्याप्त नमी मिलती है तो वृद्धि कर फसलों से अधिक प्रतियोगता करते है। सिंचाई विधियां भी खरपतवारों की रोकधाम ज्यादा अच्छी होती है क्योकि बूंद-बूंद सिचाई से पानी पौधे की जड़ों के पास दिया जाता है और बाकी का खेत सूखा रहता है इस तरह से खरपतवार बिना नमी के पनप पाते है हालाकि अधिक पानी या कम पानी की दशा में खरपतवार फसल की तुलना मे अधिक बढ़वार करते है।

खरपतवार नियत्रण की रासायनिक विधियांः शाकनाशी रासायनों के प्रयोग से जहां एक ओर खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण किया जा सकता है वहीं दूसरी ओर लागत कम आती है तथा समय की बचत होती है । शाकनाशी रासायनों के प्रयोग में ध्यान देने योग्य बात यह है कि उनका प्रयोग सही समय पर उचित मात्रा में तथा ठीक ढंग से होना चाहिए, अन्यथा लाभ की बजाय नुकसान उठाना पड़ सकता हैं।

एकीकृत खरपतवार प्रबन्धन

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन एक व्यापक दृष्टिकोण है जो विभिन्न विधियों का समन्वय करके खरपतवारों को नियंत्रित करने का प्रयास करता है। इसका उद्नेश्य खरपतवारों की संख्या को आर्थिक नुकसान स्तर से नीचे बनाए रखना तथा आर्थिक प्रभावों को कम करना है। आई.डब्लू.एम. की अवधारणा में यांत्रिक, रासायनिक और जैविक नियंत्रण विधियों का समुचित उपयोग शामिल है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन अपनाने से किसानों को न केवल बेहतर उपज मिलती है, बल्कि यह मृदा की जैव विविधता और गुणवत्ता में सुधार के साथ पर्यावरण संरक्षण और स्थायी कृषि प्रथाओं के लिए भी लाभकारी है।

रबी तिलहनों में खरपतवार प्रबंधन एक महत्वपूर्ण कृषि क्रिया है जो फसल उत्पादन और गुणवत्ता को प्रभावित करती है उचित खरपतवार प्रबंधन तकनीक का प्रयोग करके फसलों की उत्पादकता और गुणवत्ता को बढाया जा सकता है, जिससे किसानों की आय में वृद्धि होती है। विभिन्न प्रबंधन विधियों जैसे यांत्रिक विधियाँ, रासायनिक शाकनाशी और जैविक विधियों का समुचित उपयोग करके खरपतवार को नियंत्रिक किया जा सकता है एकीकृत खरपतवार प्रबंधन को अपनाकर हम एक स्थायी और समृद्ध कृषि प्रणाली की दिशा में कदम बढा सकते है।

रबी तिलहन में एकीकृत खरपतवार: प्रबंधन के माध्यम से खरपतवार को नियंत्रित करना फसल एवं मृदा के स्वास्थय के लिए भी उपयुक्त है सरसों फसल खरतवार प्रतियोगिता का क्रान्तिक समय 20-40 दिन है एवं 70.4 प्रतिशत फसल हानि होती है।

सरसों में खरपतवार प्रबंधन: सरसों में फसल को खरपतवारों को नष्ट करने के लिए उपयुक्त नमी स्तर में बुवाई करना अति आवश्यक है। प्रायः अधिक नमी में बुवाई देर से छिडकाव विधि से बुवाई, एवं बुवाई उपरान्त सिंचाई आदि से खरपतवारों की अधिकता अनुभव की गयी है । उचित नमी पर जीरो टिल विधि द्वारा बुवाई से खरतपवारों में कमी पाया गया है। सरसों के साथ-साथ अन्य फसलों का समावेश खरपतवारों को कम करता है। राष्ट्रीय सरसों अनुसंधान केंद्र भरतपूर के अनुसार सरसों में दो निराई- गुड़ाई सर्वाधिक उपज एवं अच्छी फसल के लिए सर्वश्रेष्ठ पाया गया है । हालाकि पेन्डीमिथालिन को (1.0 ग्राम/है.) अंकुरण पूर्व एवं 30-35 दिन पर एक निराई - गुड़ाई करना एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का एक उपयुक्त विकल्प है । एक निराई-गुड़ाई 25 दिन एवं दूसरी 50 दिन पर करने से (12 प्रतिशत) अधिक उपज प्राप्त हुई, क्लोडिनोफोप 60 ग्रा./है. के प्रयोग से संकरी पत्ती वाली खरपतवार को नियंत्रण करते है।

सरसों में परजीवी खरपतवार औरोवकी का प्रकोप हरियाणा, राजस्थान, मध्य प्रदेश के क्षेत्रों में काफी होता है। जिसके नियंत्रण के लिए उचित फसल चक्र अपनाकर इस खरपतवार का नियंत्रण पाया

रबी तिलहनी फसलों में मुख्य शाकनाशी।

फसले	शाकनाशी	सक्रिय तत्व (ग्रा./हे.)	व्यावसायिक उत्पाद (ग्रा./हे.)	प्रयोग का समय	नियंत्रित होने वाले खपतवार
सरसों	पेन्डीमेथालिन	1000	3300 (30 ई.सी.)	बुआई के बाद एक -दो दिन	घास एवं चौडी पत्ती खरपवार
	आक्साडायर्जील	90	1500 (50 डब्लू पी.)	बुआई के बाद एक -दो दिन एवं 25-30 दिन	घास एवं चौडी पत्ती खरपतवार
अलसी एवं सूरजमुखी	फ्लूक्लोरलिन	1000	2222 (45 ई.सी.)	बुआई के पूर्व एक दिन पहले खेत मे हल्की जुताई से मिलाए	घास एवं चौडी पत्ती खरपतवार
	पेन्डीमेथालिन	1000	3300 (30 ई.सी.)	बुआई के बाद एक -दो दिन	घास एवं चौडी पत्ती खरपवार
	आक्साडायर्जील	240	300 (80 डब्लू पी.)	बुआई के बाद एक -दो दिन एवं 25-30 दिन	घास एवं चौडी पत्ती खरपतवार
	क्वीजालोफाप	50	1000 (5 ई.सी.)	बुआई के 15-20 दिन बाद	घास कुल के खतपतवार

जा सकता है। रासायनिक विधि में सहरोन एवं अन्य (2014) के द्वारा शोध में पाया गया है कि ग्लाइफोसेट 25 ग्राम/है. का छिड़काव बुआई के 30 दिन बाद एवं ग्लाइफोसेट 50 ग्राम/है. बुआई की 55 दिन पर करने से इस परजीवी खरपतवार की संख्या काफी हद तक नियंत्रित की जा सकती है । जिससे फसल उत्पादकता बढ़ती है एवं भविष्य के लिए इस परजीवी खरपतवार का बीज बैंक भी कम हो जाता है ।

अलसी में एकीकृत खरपतवार प्रबंधनः अलसी जो कि देश के पूर्वी क्षेत्र, बुन्देलखण्ड, मध्य प्रदेश एवं छत्तीसगढ़ के क्षेत्रों के लिए वर्षा आधारित फसल है इन क्षेत्रों में वर्षा की नमी में वुआई की जाती है बिहार, झारखण्ड, पश्चिम बंगाल एवं पूर्वी भारत में इस फसल को धान की खड़ी फसल में पैरा के रूप में उगाया जाता है हालाकि इस फसल की स्थापना के अंकुरण पूर्व कोई भी खरपतवार नाशी का प्रयोग सम्भव नही रहता है अतः खड़ी फसल में खरपतवारों का नियंत्रण बहुत आवश्यक होता है। सिंह (1992) के अनुसार खरपतवार से लगभग 36 प्रतिशत उपज में हानि होती है पूर्वोत्तर भारत एवं धान फसल प्रणाली के अन्तर्गत इस फसल में परजीवी खरपतवारों का भी आक्रमण होता है। जिसमें अमरबेल मुख्य है।

अलसी में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के अन्तर्गत साफ बीज, पंक्तियों में बुवाई, समय से बुवाई, शून्य कर्षण बुवाई विधि, उचित फसल चक्र, फसल अवशेष प्रबंधन आदि मुख्य आधार है। पंक्तियों में बोयी गयी फसल में 20 एवं 40 दिन पर दो निराई गुड़ाई करने से रबी के सभी खरपतवार नष्ट हो जाते है साथ ही फसल की वुद्धि एवं विकास के लिए उपयुक्त पायी गयी है। इसके अतिरिक्त अर्न्तवर्ती फसलों चना, मसूर, मटर आदि का समावेश करना खरपतवारों को 50-60 प्रतिशत तक कम कर देता है।

रासायनिक रूप से पेन्डीमिथालीन, इमेजाथायपर, क्लोडिनोफोप मुख्यतः खरपतवारों के नियंत्रण के लिए उपयोग में लाये जा सकते है शोध के अनुसार अंकुरण पूर्व पेन्डीमिथलिन और इमेजाथायपर (1.0 किग्रा./है. 100 ग्रा./है.) का प्रयोग करने से सभी प्रकार के खरपतवारों का नियंत्रण किया जा सकता है, यदि खडी फसल में घास कुल के अधिक खरपतवार है तो क्लोडिनोफोप, आइसोप्रोट्यूरान आदि का प्रयोग कर खरतपवार नियंत्रण किया जा सकता है । इसके अतिरिक्त पेन्डीमिथालिन 1.0 किग्रा. के साथ 30-35 दिन पर एक निराई गुडाई कर अच्छा खरपतवार नियंत्रण किया जा सकता है।

सूरजमुखी में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन: सूरजमुखी देश के विभिन्न भागों में रबी एवं वसन्तकालीन मौसम में उगाया जाता है। हालाकि खरपतवार प्रबंधन फसल उत्पादन प्रबन्धन एक अवयव है। वान्जरी एवं अन्य वैज्ञनिकों (2020) के अनुसार यदि सूरजमुखी की फसल में खरपतवार नियंत्रण न किया जाये तो उपज में 55 प्रतिशत तक कमी होती है। सूरजमुखी की खेती उचित नमी मे तैयार किये गये खेतों में कतारों में करने से एवं पूर्व अंकुरण खरपतवारनाशी के प्रयोग से सफलतापूर्वक खरपतवारों पर नियंत्रण किया जा सकता है। अर्न्तवर्ती फसलों के रूप में उर्द, मूंग एवं लोबिया आदि को उगा कर खरपतवारों को कम किया जा सकता है। कलाई सुदर्शन (2020) के शोध के अनुसार पेन्डीमिथालिन 1.0 किलोग्राम प्रति है. एवं उर्द को अर्न्तवर्ती फसल के रूप के उगाने से 92 प्रतिशत खरपतवारों को नियंत्रित किया गया। इसके अतिरिक्त बंगलौर में प्रशान्त एवं सहयोगी (2017) के अनुसार पेन्डीमिथालिन 1.0 किलोग्राम प्रति है0 के उपरान्त खड़ी फसल में 30 दिन पर क्वाजीलोफोप- 10 प्रतिशत, पी-इथाईल 37.5 ग्राम के छिड़काव से अधिकतम खरतपतवार नियंत्रण किये गये साथ ही मल्चिंग द्वारा भी खरपतवार नियंत्रण हुआ।

वर्तमान बदलते जलवायु परिवेश में जहां खरपतवार अधिकता के साथ पनप रहे है साथ ही रसायनों के प्रति सहिष्णुता भी बढ़ रही है, ऐसे परिस्थिति में रबी तिलहन ने एकीकृत खरपतवार प्रबन्धन एक ऐसा तरीका है जहां हम पर्यावरण मृदा एवं प्राकृतिक संसाधनों को बिना क्षति हुए खरपतवारों को नियंत्रण कर सफल फसलोंत्पादन कर सकतें है खरपतवारों की विशेषताए एवं खरपतवार फसल प्रतिस्पर्धा को ध्यान में रख कर उपयुक्त विधियों का चुनाव सही समय पर करना है। उपयुक्त बुआई की मशीने, खरपतवार नियंत्रण के लिए सस्य विधियां, यांत्रिक विधियां, शाकनाशियों का इस प्रकार प्रयोग करना है जिससे मृदा में शाकनाशी रसायनों के अवशेष न रहें साथ ही जलीय स्थलीय एवं मृदा में रहने वाले जीव जन्तुओं पर कोई हानिकारक प्रभाव भी न पडे। प्राकृतिक खेती जहां पर हम रसायनों का प्रयोग रबी तिलहन में नहीं कर सकते वहां पर न्यूनतम जुताई, फसल अवशेष प्रबन्धन एवं मल्चिंग का प्रयोग कर खरपतवारों का नियंत्रण कर सकतें हैं। यदि रबी तिलहन में खेतों की तैयारी से लेकर शुद्ध उन्नत बीज समय से कृषि कार्य एवं एकीकृत खरपतवार प्रबन्धन के सभी घटकों को समन्वित रूप से प्रयोग करने पर देश में तिलहन का उत्पादन बढ़ाया जा सकता है।

सोयाबीन में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

अमित कुमार झा[1], मुनि प्रताप साहू[2], विजय कुमार चौधरी[2], विकास सिंह[2] एवं बादल वर्मा[1]

[1]जवाहरलाल नेहरू कृषि विश्वविद्यालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

[2]भा.कृ.अनु.प. - खरपतवार अनुसंधान निर्देशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

सोयाबीन विश्व की एक प्रमुख तिलहन फसल है। समस्त दलहनी एवं तिलहनी फसलों में सर्वाधिक प्रोटीन की मात्रा सोयाबीन में ही पायी जाती है जो की लगभग 40-44% के मध्य होती है तथा इसके बीज में तेल की मात्रा 20-22% होती है। भारत में इसकी खेती एक बृहय क्षेत्र में की जाती है। मध्य प्रदेश 5.2 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्रफल एवं 5.1 मिलियन टन उत्पादन के साथ अग्रणी राज्य है तथा देश के सोयाबीन उत्पादन में इसकी भागीदारी लगभग 80% है। सोयाबीन का उपयोग सोया बड़ी, सोया दूध, सोया पनीर, सोया दही, बिस्किट एवं अन्य विभिन्न प्रकार के पदार्थ बनाने में होता है। समस्त दलहनी एवं तिलहनी फसलों, मांस, अंडे, मशरूम एवं दुग्ध पदार्थ जैसे- दुग्ध चूर्ण, खोआ, पनीर आदि की तुलना में सबसे सस्ता प्रोटीन सोयाबीन से ही प्राप्त होता है। यह शाकाहारी एवं निर्धन लोगों के लिए प्रोटीन का एक महत्वपूर्ण स्त्रोत है। सोयाबीन की फसल विश्व में दलहन-तिलहन के रूप मे जानी जाती है परंतु इसमें अपाच्य प्रोटीन की मात्रा अधिक होने के कारण इसका उपयोग सीधे दाल हेतु नहीं किया जाता। इसकी उत्पादन क्षमता अन्य दलहनी फसलों की अपेक्षा अधिक है। साथ ही साथ इसकी जड़ ग्रंथियों मे *"राइजोबियम जेपोनिकम"* नामक जीवाणु की उपस्थिति के कारण यह भूमि की उर्वरा शक्ति को भी बढ़ाती है। हमारे देश में क्षेत्रफल तथा उत्पादन के आधार पर तिलहनी फसलों में मूंगफली एवं सरसों वर्गीय फसलों के बाद इसका तीसरा स्थान है। सोयाबीन की खेती भारत मे मुख्यतः खरीफ में की जाती है। इस समय बहुतायत से वृद्धि करने वाले खरपतवारों में *साइनोडोन डेक्टाइलॉन, साइप्रस इरिया, सिलोसिया अर्जेन्टिया, पोर्चुलाका ओलेरासिया, इक्लिप्टा अल्बा, इकाईनोक्लोआ कोलोना, अल्टरनेंथेरा सेसिलिस, यूफोर्बिया जेनिकुलाटा* एवं *कॉमेलिना बेंघालेंसिस* आदि है। वातावरण में अत्याधिक नमी एवं कम तापमान के कारण इनके वृद्धि एवं विकास के लिए खरीफ मौसम अति अनुकूल होता है। विभिन्न वैज्ञानिकों के मतानुसार यदि सोयाबीन की बुआई खरीफ में की जाती है, तो इस समय खरपतवार की आक्रामकता अधिक होने के कारण इसकी उपज में 33-75% तक की कमी आँकी गई है। हालांकि वर्तमान समय में पिछले दशक की तुलना में इसके उत्पादन में काफी वृद्धि हुई है, लेकिन खरपतवारों की आक्रामकता के कारण उत्पादकता में कमी बनी हुई है। जिसका एक प्रमुख कारण खरपतवारों का सही समय पर समुचित नियंत्रण न कर पाना है। यदि खरपतवारों को सही समय पर विभिन्न खरपतवार प्रबंधन विधियों के समन्वित इस्तेमाल से नियंत्रित कर दिया जाये तो खरपतवारों द्वारा होने वाले नुकसान को कम कर प्रति इकाई उत्पादन को बढ़ाया जा सकता है।

खरीफ सोयाबीन के प्रमुख खरपतवार

खरीफ मे सोयाबीन की फसल में विभिन्न प्रकार के खरपतवार आते है, जिन्हें मुख्यतः दो श्रेणी में विभाजित किया गया हैः-

1. चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार- इस प्रकार के खरपतवारों की पत्तियाँ प्रायः चौड़ी होती है तथा यह मुख्यतः दो बीजपत्रीय पौधे होते हैं जैसे- *अजेरेटम कोनीजाइडस, अमरेन्थस बिरिडिस, सिलोसिया अर्जेंटिना, कोरकोरस एकुटैंन्गुलस, फाइसेलिस मिनिमा, कॉमलीना बेंघालेन्सिस, फाइलेन्थस निरुरी* तथा *अल्टर्नेन्थेरा स्पीसीज* इत्यादि।

2. संकरी पत्ती वाले खरपतवार- घास कुल के खरपतवारों की पत्तियाँ पतली एवं लम्बी होती हैं तथा इन पत्तियों के अंदर समांतर धारियां पाई जाती हैं। जबकि मोथा परिवार के खरपतवारों की पत्तियाँ लंबी तथा तना तीन किनारे वाला ठोस होता है। *साइप्रस रोटुंडस* की जड़ों में गाठें (टयूबर) पाए जाते हैं जो भोजन इकट्ठा करके नए पौधों को जन्म देने में सहायक होते हैं, जबकि *साइप्रस इरिया* अपना जीवनचक्र एक मौसम मे पूरा करता है तथा इनका प्रसारण बीज द्वारा होता है। यह एकबीजपत्रीय पौधे होते है, इस श्रेणी मे घासकुल जैसे- *इकाईनोक्लोआ कोलोना, डिजिटेरिया सैंग्यूनेलिस* तथा *इल्यूसिन इंडिका तथा मोथा कुल जैसे- साइप्रस रोटुंडस एवं साइप्रस इरिया* आदि आते है।

फसल- खरपतवार प्रतिस्पर्धा

खरपतवार, फसलों से मुख्यतः प्रकाश, नमी, पोषण तथा स्थान के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं। खरपतवारों के पास प्रतिकूल परिस्थितियों में भी अपना जीवन चक्र पूरा करने की क्षमता होती है। खरपतवारों का वानस्पतिक वृद्धि व विकास फसलों की तुलना मे भिन्न होता हैं। चूंकि खरपतवार बीज सतह पर पड़े होते हैं जिसके कारण इनका अंकुरण फसलों से पहले होता है तथा इनकी जड़ों का प्रसार फसलों की तुलना मे अधिक सुदृढ़ होता है परिणामस्वरूप ये फसलों की तुलना में प्रकाश, नमी, पोषण तथा स्थान, फसल से पहले प्राप्त कर लेते हैं। जिससे मुख्य फसल इन सभी तत्वों के अभाव में अपनी वानस्पतिक वृद्धि व विकास सुचारू ढंग से नहीं कर पाती और एक समय ऐसा आता है कि फसल की वृद्धि पूरी तरह से रुक जाती है और खरपतवार पूरी तरह से फसल को दबा कर अपना जीवनचक्र पूर्ण कर लेते हैं तथा फसल की वृद्धि व विकास ना होने के कारण इनके उपज कारकों के उत्पादन में कमी आती है और ये सभी कारक फसल के उपज मे गिरावट के लिए उत्तरदायी होते है।

खरपतवार- फसल प्रतिस्पर्धा की क्रांतिक अवस्था

सोयाबीन की प्रारंभिक वृद्धि बहुत धीमी होती है इस दौरान सोयाबीन के कतारों के मध्य स्थान खाली होता है जिसमे खरपतवार उग आते हैं तथा फसलों से प्रकाश, नमी, पोषण तथा स्थान के लिए प्रतिस्पर्धा करते है। सोयाबीन में खरपतवार- फसल प्रतिस्पर्धा की क्रांतिक अवस्था 15-45 दिन होती है। यदि इस अवस्था में फसल को विभिन्न खरपतवार प्रबंधन विधियों के समन्वित प्रयोग से कम कर दिया जाए तो फसल की उपज में हानि जो कि 33-75% तक आँकी गई हैं को कम किया जा सकता है। सोयाबीन की उपज में गिरावट खरपतवार आक्रामकता एवं घनत्व पर निर्भर करती हैं।

खरपतवारों से हानियाँ

सोयाबीन खरीफ मौसम में उगाई जाती है। इस समय वायुमंडल में उच्च तापमान एवं अधिक नमी खरपतवार की वृद्धि व विकास के लिए अनुकूल होते हैं। अतः इस समय विभिन्न तरीकों को अपनाकर खरपतवारों की वृद्धि को रोकना अत्यंत आवश्यक हो जाता है ताकि फसल को बढ़ने के लिए अधिक जगह, नमी, प्रकाश एवं उपलब्ध पोषक तत्व मिल सके। विभिन्न वैज्ञानिको के प्रयोगों से यह सिद्ध हो चुका है कि सोयाबीन के खरपतवारों को नष्ट न करने से उत्पादन में लगभग 33 से 75 प्रतिशत तक की कमी हो सकती है। इसके अलावा खरपतवार फसल के लिए भूमि में निहित खाद एवं उर्वरक द्वारा दिए गए पोषक तत्वों में से 30-60 किग्रा. नाइट्रोजन, 8-10 किग्रा. फास्फोरस एवं 40-100 किग्रा. पोटाश प्रति हेक्टेयर की दर से शोषित कर लेते हैं, परिणामस्वरूप पौधे की विकास गति धीमी पड़ जाती है और उत्पादन स्तर गिर जाता है। इसके अतिरिक्त खरपतवार फसल को नुकसान पहुँचाने वाले अनेक प्रकार के कीड़े-मकोड़े एवं बीमारियों के रोगाणुओं को भी आश्रय देते हैं। अतः समय पर खरपतवार नियंत्रण उपाय अपनाकर उपरोक्त वर्णित समस्त समस्यों का निदान किया जा सकता है।

खरपतवार नियंत्रण का उचित समय

मुख्यतः यह देखा गया है कि कीट-पतंगो एवं रोग-व्याधियों के प्रकोप होने पर उसके निदान की ओर तुरंत ध्यान दिया जाता हैं, लेकिन किसान खरपतवारों को तब तक बढ़ने देते है जब तक कि खरपतवार हाथ से पकड़कर उखाड़ने योग्य न हो जाए। उस समय तक खरपतवार फसल को ढंककर बहुत अधिक नुकसान कर चुके होते हैं। फसल की प्रारम्भिक वृद्धि बहुत धीमी होती है जिसके कारण सोयाबीन के पौधे इस दौरान खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा नहीं कर सकते। अतः खेत को इस अवस्था में खरपतवार रहित रखना आवश्यक होता है। यहाँ पर यह भी बात ध्यान देने योग्य है कि फसल को हमेशा न तो खरपतवार मुक्त रखा जा सकता है और न ही ऐसा करना आर्थिक दृष्टि से लाभकारी है। अतः क्रान्तिक (नाजुक) अवस्था पर विभिन्न खरपतवार प्रबंधन तकनीकों का इस्तेमाल करके खरपतवार मुक्त रखा जाए तो फसल का उत्पादन अधिक प्रभावित नहीं होता है। सोयाबीन में यह क्रांतिक अवस्था प्रारंभिक बढ़वार के 20-45 दिनों तक रहती है। इस समय कृषकों के लिये कम लागत पर अधिक लाभ अर्जन हेतु खरपतवारों का नियंत्रण अति आवश्यक होता है। यदि ऐसा ना किया जाय तो खरपतवार पूर्व में की गई समस्त मेहनत को व्यर्थ कर देते हैं अतः हम कह सकते हैं की समय पर खरपतवार प्रबंधन नियोजन अति महत्वपूर्ण होता है।

खरपतवार प्रबंधन की विधियाँ

किसी भी फसल की कास्त योजना में खरपतवार प्रबंधन एक बड़ी चुनौती है, जिस पर एक सटीक, प्रभावी और कारगर प्रबंधकीय उपाय हासिल करने की जरूरत है। सोयाबीन में खरपतवारों के प्रबंधन के लिए निवारक उपायों के साथ-साथ अन्य उपाय जैसे जुताई प्रणाली, मृदा आच्छादन, फसल चक्र, बुवाई का समय, पौधों की इष्टतम आबादी, प्रतिस्पर्धी फसल की किस्में और शाकनाशियों का प्रयोग किया जाना लाभप्रद है।

खरपतवार प्रबंधन में फसल-चक्र की भूमिकाः प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के लिए यह आवश्यक है कि एक ही फसल को बार-बार एक ही खेत में न उगाया जाए, इस क्रम में फसल चक्र को सम्मलित करने से मृदा सुधार, खरपतवारों और कीटों के प्रकोप में कमी के साथ-साथ फसल उत्पादन में वृद्धि देखी गई है। फसल चक्र अपनाने से विभिन्न खरपतवार प्रजातियों से एक विशेष खरपतवार को रोका जा सकता है। विविध फसलों के साथ उगने वाले खरपतवार भी भिन्न होते हैं तथा उनके वृद्धि व विकास के लिए विविध सूक्ष्म जलवायु की आवश्यकता होती है तथा फसलों के हेर फेर से खरपतवार खुद नियंत्रित हो जाते है। यह पाया गया है कि सोयाबीन-चना फसल चक्र की तुलना मे सोयाबीन-गेहूँ फसल पद्धति मे खरपतवारों की समस्या कम रहती हैं। अतः फसल चक्र मे विविध परिवार वाली फसलों जैसे- दलहनी के बाद अदलहनी फसलों को सम्मिलित करना चाहिए। यह विभिन्न खरपतवारों के प्रबंधन के साथ मृदा के विभिन्न गहराई स्तर से पोषण का भी अवशोषण करते हैं। अतः खरपतवार प्रबंधन के साथ-साथ पोषण प्रबंधन में भी फसल चक्र की अहम भूमिका होती है। खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए फसल चक्र सबसे प्रभावी तरीका है। अलग-अलग फसल अलग-अलग खरपतवार समुदाय पर जैविक और अजैविक बाधाओं का एक अनूठा सेट लागू करता है, यह कुछ खरपतवारों के विकास को बढ़ावा देगा जबकि दूसरों को बाधित करेगा। फसलों को अदल-बदल कर बोने से फसल बाध्य खरपतवारों की आक्रामकता को कम किया जा सकता है, जिससे एक विशेष प्रकार के खरपतवार को बार-बार अपना जीवन चक्र पूरा करने से रोका जा सकता है। अनुसंधान में यह पाया गया की यदि सोयाबीन- गेहूँ फसल चक्र में गेंहूँ की जगह कोई और फसल जैसे बरसीम, आलू, सूरजमुखी या सरसों को 2-3 वर्ष के लिए सम्मिलित करते हैं तो गेंहू में खरपतवार की संख्या में बहुत अधिक कमी देखी गई है।

बुवाई का समय

खरपतवार प्रबंधन हेतु बुआई का समय भी एक महत्वपूर्ण कारक है, क्योंकि विभिन्न प्रकार के खरपतवारों के उगने का एक निश्चित समय होता है। यदि फसल की बुआई उस निश्चित समय में ना कर उसके बोने के समय में परिवर्तन कर दिया जाये, तो खरपतवार की समस्या को कम किया जा सकता है। विभिन्न अनुसंधानकर्ताओं ने अपने अनुसंधान अनुभवों के आधार पर यह बताया है कि यदि बुआई के समय मे परिवर्तन किया जाये तो खरपतवारों की समस्या को 20-25% तक कम किया जा सकता है। इसका मुख्य कारण यह है कि खरपतवार एक निश्चित समय व ताप पर ही उगते है यदि विभिन्न प्रकार के नियोजनों के माध्यम से इसे परिवर्तित कर दें तो खरपतवार आक्रामकता में कमी हो जाती है।

शुद्ध बीजों का प्रयोग

उत्कृष्ट फसल उत्पादन हेतु बीज ही प्रमुख आधार होता है अतः बुवाई के लिए उच्च गुणवत्ता वाले शुद्ध एवं साफ बीजों की आवश्यकता होती है। इसके लिए ऐसे बीज का चयन करना चाहिए जो आनुवांशिक रूप से शुद्ध हो तथा उसमे किसी भी प्रकार की अशुद्धियाँ या खरपतवार बीज ना हो। बीज बोने के पूर्व यह सुनिश्चित कर लें की आपका बीज पूर्णतः शुद्ध है एवं जहां से भी बीज को खरीदा गया है वह एक अधिकृत विक्रेता है तथा बीज खरीदते वक्त आपने पक्की रसीद प्राप्त की है तथा पौध संगरोध के नियमों का कड़ाई से पालन ही शुद्ध बीज उपलब्धता का प्रमुख आधार है। यह समस्त उपाय खरपतवारों के खेत में प्रवेश के रोथाम के लिए बहुत ही लाभदायक हैं।

पौधों की इष्टतम आबादी

उत्तम एवं स्वस्थ्य फसल उत्पादन हेतु पौधों की इष्टतम आबादी खरपतवारों से बेहतर प्रतिस्पर्धा करने हेतु उत्तरदायी होती है। यदि पौधों की संख्या कम है तो फसल की खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा में वृद्धि होगी और यदि उचित पौध घनत्व रखा जाये तो खरपतवारों को उगने व बढ़ने के लिए जगह शेष नहीं रहती हैं। इष्टतम फसल आबादी प्राप्त करने के लिए उचित बीज का चयन, सही विधि से बुआई, पर्याप्त बीजदर, मिट्टी जनित कीटों और बीमारियों से सुरक्षा आदि जैसी प्रथाएं बहुत महत्वपूर्ण हैं। यदि पौधों की आबादी अधिक रख दी जाये तो यह देखा गया है कि सोयाबीन की वृद्धि तीव्र हो जाती है तथा इस दशा में फसल की फसल से प्रतिस्पर्धा प्रारम्भ हो जाती है। जिससे फसल में अफलन की स्थिति बन जाती है तथा उत्पादन में 20-25% तक गिरावट मात्र अधिक आबादी के कारण हो जाती है। अतः खरपतवारों के रोकथाम एवं अधिक उपज प्राप्त करने के लिए पौधों की इष्टतम आबादी रखना चाहिए।

मृदा आच्छादन (मल्चिंग)

वातावरण एवं जलवायु अनुकूल खरपतवार प्रबंधन हेतु आच्छादन (मल्चिंग) अति महत्व पूर्ण है। मल्चिंग के लिए सूखा चारा या फसल अवशेषों को छोटे-छोटे टुकड़ों में काट कर दो कतारों के बीच फसल बुआई के पश्चात फैला दिया जाता है जो खरपतवारों के बीजों तक प्रकाश के पहुंचने मे अवरोध उत्पन्न करते हैं तथा यह हवा की उपलब्धता को भी प्रभावित करती है जिससे खरपतवार का अकुंरण भी प्रभावित होता है। आच्छादन, मृदा नमी को अधिक समय तक बनाये रखती है, इससे मृदा तापमान नियंत्रित रहता है तथा साथ-साथ खरपतवारों के अंकुरण को भी कम कर देता हैं जिससे खरपतवारों का प्रकोप कम होता हैं और नमी का संरक्षण होने के कारण फसल की जल मांग भी प्रभावित होती है।

साहू एवं सहयोगियों (2022) के अनुसार खेतों में यदि आच्छादन के रूप मे धान व गेहूँ के अवशेषों का प्रयोग करते हैं तो तुलनात्मक खंड की तुलना मे अवशेष वाले खण्ड में खरपतवारों की सघनता में 40-50% कमी आती है साथ ही साथ मृदा नमी संचयन में 10-15% ही वृद्धि होती है। इसका प्रमुख कारण प्रकाश के मृदा से सीधे संपर्क में आच्छादन द्वारा अवरोध उत्पन्न करना है।

प्रतिस्पर्धी फसल की किस्में

खरपतवार फसलों से प्रतिस्पर्धा कर अपना जीवन चक्र पूरा करते हैं। इनके मध्य प्रतिस्पर्धा मुख्यतः नमी, प्रकाश, स्थान व पोषण के लिए होती है। इस समस्या को कम करने हेतु फसल किस्म का चयन एक महत्वपूर्ण पहलू है। इस स्थिति में फसल किस्म का चुनाव करते समय यह ध्यान देना चाहिए कि फसल-खरपतवार से प्रतिस्पर्धी करने मैं सक्षम हो। उसका वानस्पतिक विकास जल्दी हो, अधिक स्थान घेरने वाली हो तथा खरपतवार से ज्यादा प्रभावित न हो। उपरोक्त गुण यदि किसी फसल किस्म मे है तो उसे प्रतिस्पर्धी फसल की किस्म की श्रेणी में रखा जाता है। विभिन्न अनुसंधान आकड़ों के अनुसार प्रतिस्पर्धा किस्में आम किस्मों की तुलना मे खरपतवार आक्रामकता को 25-30% तक कम कर देती हैं।

यांत्रिक विधि

यांत्रिक विधि खरपतवार नियंत्रण की एक उत्तम विधि है। इस विधि से खरपतवारों को विधिवत नियंत्रित किया जा सकता है लेकिन इस विधि में प्रति इकाई श्रम, समय व धन व्यय अधिक होता है। यांत्रिक विधियों का उपयोग कर ऐसे फसलों में भी खरपतवार प्रबंधन किया जा सकता है, जहाँ रसायनों का इस्तेमाल पूर्णतया प्रतिबंधित होता है जैसे- जैविक कृषि। इस दशा में यांत्रिक विधियों द्वारा खरपतवार प्रबंधन अति महत्वपूर्ण हो जाता है। यह विधि आज भी खरपतवार प्रबंधन की एक उत्तम व सर्वाधित फसल उपज प्रदान करने वाली विधि है। सोयाबीन की फसल में बुवाई के 20-45 दिन के मध्य का समय खरपतवारों से प्रतियोगिता की दृष्टि से क्रान्तिक समय है। दो निराई-गुड़ाई से खरपतवारों की बढ़वार पर नियंत्रण पाया जा सकता है। पहली निराई, बुवाई के 20-25 दिन बाद तथा दूसरी 40-45 दिन बाद करनी चाहिए। निराई-गुराई कार्य हेतु "व्हील हो" या "ट्रिवन व्हील" हो का प्रयोग कारगर एवं आर्थिक दृष्टि से सस्ता पड़ता है। विभिन्न यांत्रिक विधियाँ जिनका प्रयोग विभिन्न प्रकार के खरपतवार नियंत्रण हेतु किया जाता है, वह निम्न लिखित हैः-

हाथ से निदाई-गुड़ाई

यह खरपतवार प्रबंधन के लिए सबसे उपयुक्त यांत्रिक विधि है। इस विधि मे सरल और प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के लिए खुरपी की सहायता से हाथ से निराई-गुड़ाई फसल की प्रारंभिक अवस्था में बुआई के 15 से 45 दिन तक की जाती है, जो की खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा की दृष्टि से उचित समय माना जाता है। प्रारंभिक अवस्था में ही फसलों से खरपतवार का रोधन फसल वृद्धि व उत्पादन को बढ़ाता है इस विधि से खरपतवार प्रबंधन करने पर उपज सर्वाधिक प्राप्त होती है। परंतु इस विधि में प्रति एकड़ कम से कम श्रमिक की जरूरत होती है तथा इसमे श्रम एवं पूंजी भी अधिक लगती है। जिसके कारण उपज अधिक होने के बाद भी लागत बढ़ने के कारण प्रति रूपया लागत के अनुपात में लाभांश में कमी आती है। सोयाबीन में खरपतवार नियंत्रण के लिये 20 एवं 40 दिन पश्चात् निदांई एवं गुड़ाई करना चाहिए। इसे खरपतवार नियंत्रण के साथ सोयाबीन की जड़ों में हवा का प्रभाव भी बना रहता है।

डोरा/कुलपा का उपयोग

यह भी खरपतवार प्रबंधन की एक उत्तम विधि है, इस विधि का प्रयोग पंक्ति में बोई गई फसलों में आसानी से किया जाता है। इस यंत्र को दो कतारों के बीच में चलाया जाता है तथा कतारों के बीच उगे खरपतवार मृदा के 1-2 सेमी गहराई से काट दिए जाते है। इस विधि द्वारा हाथ से निदाई विधि की तुलना में कम समय व श्रम में अधिक क्षेत्र के खरपतवारों का आसानी से हटाया जा सकता है। परंतु इस विधि से खरपतवारों की समस्या से पूर्ण निजात नहीं मिल पाता क्योंकि इसके द्वारा केवल दो कतारों के मध्य उगे खरपतवारों का ही नियंत्रण होता है। पौधों के बीच उपस्थित खरपतवार शेष रह जाते हैं तथा खरपतवार जड़ से नही निकालने के कारण पौधे शेष भाग से नया पौधा तैयार हो जाता है और वह फसलों से प्रतिस्पर्धा प्रारम्भ कर देता है। सोयाबीन की फसल में 20-25 तथा 40-45 दिनों पर दो बार निदाई करना आवश्यक है। सुविधानुसार फसल में डोरा/कुलपा का उपयोग बोवनी से 30 दिन पहले करना चाहिए। उपयोग के समय यह सावधानी रखें कि पौधे/पौधे की जड़ों को किसी प्रकार की हानि न हो।

खुदाई

यह विधि बहुवर्षीय खरपतवारों जैसे-कांस, दूबघास, मोथा आदि के नियंत्रण के लिए अत्यंत प्रभावी है। इस विधि से भूमिगत कंद, प्रकंद, जड़, तना आदि से प्रसारित होने वाले खरपतवारों को समूल खोदकर बाहर निकाला जाता है। इस विधि से बहुवर्षीय खपतवारों में पूर्ण नियंत्रण प्राप्त कर सकते है। इस विधि में बहुवर्षीय खरपतवारों को कुदाली या गैती के माध्यम से खोदकर जमीन से बाहर निकाला जाता है। यह विधि अधिक समय लेने वाली एवं खर्चीली विधि है परंतु इसके द्वारा समस्या का स्थायी निदान प्राप्त होता है।

अन्तः सस्य क्रिया (इंटरकल्चर आपरेशन)

अन्तः सस्य क्रिया पंतियों/कतारो में बोई जाने वाली फसलों में खरपतवारो के नियंत्रण की एक बहुत ही कारगर और सस्ती विधि है। अंतः सस्य क्रिया में खरपतवार नियंत्रण के लिए ब्लेड लगे उपकरण का उपयोग किया जाता है जो मिट्टी की सतह के ठीक नीचे खपतवारों की जड़ो को काटने का काम करता है जिससे खरपतवार सूख कर नष्ट हो जाता है इस विधि में श्रम व पूंजी अन्य विधियों की तुलना में कम लगते हैं। यह क्रिया खरपतवार नियंत्रण के साथ-साथ मृदा में वायु संचार को भी बढ़ाती है। परिणामस्वरूप उपज वृद्धि कारको की संख्या में इजाफा होता है। जिसके कारण प्रति इकाई पैदावार अधिक प्राप्त होता है।

निवारक विधि

इस विधि में वे क्रियाएं शामिल हैं जिनके द्वारा खेत में खरपतवारों के प्रवेश को रोका जा सकता है। जैसे-प्रमाणित बीजों का प्रयोग, अच्छी सड़ी हुई कम्पोस्ट एवं गोबर की खाद का प्रयोग, खेत की तैयारी में प्रयोग किए जाने वाले यंत्रों के प्रयोग से पहले अच्छी तरह से सफाई, सिंचाई नालियों एवं उपकरणों की भली-भांति जांच परख एवं सफाई इत्यादि। ये समस्त उपाय किसी भी खरपतवार का फसल में प्रवेश की रोकने के लिए अपनाए जाते है। इसके द्वारा हम इस कथन "सावधानी इलाज से बेहतर होती है" को चारितार्थ कर सकते है।

अंतरवर्तीय फसलें

सोयाबीन के साथ अंतरवर्तीय फसलें लेने से खरपतवार संख्या में कमी आती है।

सोयाबीन + अरहर (4:2)	सोयाबीन + ज्वार (4:2)
सोयाबीन +मक्का (4:2)	सोयाबीन + कपास (4:2)

रसायनिक विधि

खरपतवार नियंत्रण के लिए जिन रसायनों का प्रयोग किया जाता है उन्हें खरपतवारनाशी (हर्बीसाइड) कहते हैं। रसायनिक विधि अपनाने से प्रति हेक्टेयर लागत कम आती है तथा समय की भारी बचत होती है लेकिन इन रसायनों का प्रयोग करते समय यह ध्यान रखना चाहिए कि इनका प्रयोग उचित मात्रा में उचित ढंग से तथा उपयुक्त समय पर हो अन्यथा लाभ की बजाय हानि की संभावना रहती है। सोयाबीन की फसल में रसायनों का प्रयोग क्यो करना चाहिए तथा क्यो नहीं करना चाहिए, इसका विवरण निम्नलिखित है तथा सोयाबीन फसल में प्रयोग होने वाले खरपतवारनाशियों का विवरण तालिका 1 में दिया गया है।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

जब खरपतवार प्रबंधन के लिए दो या दो से अधिक विधियों का समन्वित प्रयोग किया जाता है, तो उसे एकीकृत खरपतवार प्रबंधन कहते है। इसके द्वारा हर प्रकार के खरपतवारों को नियंत्रण किया जा सकता है। उदाहरण के लिए यदि खरपतवारनाशी रसायन का सोयाबीन की फसल में छिड़काव किया गया तो उसमें कुछ खरपतवार शेष रह गए तक उसे दूसरी विधि जैसे - हाथ निदाई अथवा हो आदि के द्वारा हटा दिया गया, इस प्रकार बहुआयामी नियंत्रण प्राप्त हुआ।

तालिका 1. सोयाबीन की फसल में प्रयोग किए जाने वाले विभिन्न शाकनाशी रसायन की मात्रा और विधि

शाकनाशी	अनुशंसित शाकनाशी मात्रा (ग्राम/हेक्टेयर)	वाणिज्यिक मात्रा (मिली. या ग्राम/हेक्टेयर)	टिप्पणियाँ
एकल रसायन अंकुरण पूर्व			
क्लोमाज़ोन 50% ईसी	750-1000	1500-2000 मिली./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
डिक्लोसुलम 84% डब्ल्यूडीजी	22-26	26.2-30.9 ग्रा./हे.	चौड़ी पत्ती वाले एवं मोथा कुल के खरपतवार
फ्लूमियोक्साज़िन 50% ईसी	125	250 मिली./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
मेटोलाक्लोर 50% ईसी	1000	2000 मिली./हे.	केवल घास कुल के खरपतवार
मेट्रिब्यूज़िन 70% डब्ल्यूपी	350-500	500-750 ग्रा./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
पेंडीमेथालिन 30% ईसी	700-1000	2500-3300 मिली./हे.	घास कुल एवं कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
पेंडीमेथालिन 38.7% ईसी	580.5-677.25	1500-1750 मिली./हे.	घास कुल एवं कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
पाइरोक्सासल्फोन 85% डब्ल्यूपी	127.5	150 ग्रा./हे	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
सल्फेंट्राज़ोन 39.6% एससी	360	750 मिली./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
एकल रसायन अंकुरण पश्चात् शीघ्र आवेदन			
बेंटाज़ोन 480 ग्राम/लीटर एसएल	960	2000 मिली./हे.	2-3 पत्ती अवस्था एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
एकल रसायन बुआई के 3-15 दिन बाद			
क्लोरिम्यूरॉन-एथिल 25% डब्ल्यूपी सर्फेक्टेंट	9	36 ग्रा./हे.	चौड़ी पत्ती वाले एवं मोथा कुल के खरपतवार का नियंत्रण
एकल रसायन अंकुरण पश्चात्			
क्लेथोडिम 25% ईसी	120-180	500-700 मिली./हे.	केवल घास कुल के खरपतवार
फेनोक्साप्रोप-पी-एथिल 9.3%	100	1111 मिली./हे.	घास कुल के खरपतवार
फ्लूज़िफॉप-पी-ब्यूटाइल 13.4% ईसी	125-250	1000-2000 मिली./हे.	घास कुल के खरपतवार
फ्लुथियासेट-मिथाइल 10.3% ईसी	13.6	125 मिली./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
हेलोक्सीफ़ॉप-आर-मिथाइल	108-134	1000-1250 ग्रा./हे.	घास कुल के खरपतवार
इमेजेथापायर 10% एसएल	100	1000 मिली./हे.	घास कुल के खरपतवार मोथा एवं चौड़ी पत्ती वाले
इमेजेथापायर 70% डब्ल्यूजी + सर्फेक्टेंट	70	100 मिली./हे.	घास कुल के खरपतवार मोथा एवं चौड़ी पत्ती वाले
प्रोपेक्विज़ाफ़ॉप 10% ईसी	50-75	500-750 मिली./हे.	घास कुल के खरपतवार
क्विज़ालोफ़ॉप एथिल 5% ईसी	37.5-50	750-1000 मिली./हे.	घास कुल के खरपतवार
तैयार रसायन मिश्रण अंकुरण पूर्व			
पेंडीमेथालिन 30% + इमेजेथापायार 2% ईसी	900+60	3000 मिली./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
सल्फेंट्राज़ोन 28% + क्लोमाज़ोन 30% डब्ल्यूपी	350+375	1250 मिली./हे.	बहुयामी खरपतवार नियंत्रण
तैयार रसायन मिश्रण अंकुरण पश्चात्			
फ़ोमेसेफ़ेन 12% + क्विज़ालोफ़ॉप एथिल 3% एससी	180+45	1500 मिली./हे.	बहुयामी खरपतवार नियंत्रण
फ़्लुज़िफॉप-पी-ब्यूटाइल-फ़ोमेसेफ़ेन 11.1% एसएल	250	1000 मिली./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
फ़्लुथियासेट-मिथाइल 2.5% + क्विज़ालोफ़ॉप एथिल 10% ईसी	12.5+50	500 मिली./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
इमेजेथापायर 35% + इमाज़ामोक्स 35% डब्ल्यूजी	70 ग्रा./हे.	70 ग्रा./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
प्रोपेक्विज़ाफॉप 2.5% + इमेजेथापायर 3.75% एमई	50+75	2000 मिली./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
क्विज़ालोफ़ॉप एथिल 7.5% + इमेजेथापायर 15% ईसी	32.5+65.6	437.5 मिली./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
क्विज़ालोफ़ॉप एथिल 10% म्बुक्लोरिमुरॉन-एथिल 25% (ट्विन पैक) + सर्फेक्टेंट	37.5+9	375 मिली./हे.+36 ग्रा./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
सोडियम-एसिफ़्लोरफेन 16.5% + क्लोडिनाफाप प्रोपार्गिल 8%	80+165	1000 मिली./हे.	घास कुल एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार

तालिका 2. कुछ एकीकृत खरपतवार प्रबंधन के उदाहरण

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन	नियंत्रण खरपतवार
फ्लूक्लोरोलिन (बासालिन)	
1000-1500 ग्राम सक्रिय पदार्थ/हें. (बुवाई से पहले) + 30 दिन हाथ से एक निदाई	बहुयासी खरपतवार नियंत्रण
पेंडीमेंथलिन (स्टाम्प)	
1000 ग्राम सक्रिय पदार्थ/हे. (बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व)+ 30 दिन बाद हाथ से एक निदाई	बहुयामी खरपतवार नियंत्रण
एलाक्लोर (लासो)	
1000 ग्राम सक्रिय पदार्थ/हे. (बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व)+ 30 दिन बाद हाथ से एक निदाई	बहुयामी खरपतवार नियंत्रण
मेट्रीब्यूजिन (सेन्कोर)	
500 ग्राम सक्रिय पदार्थ/हे. (बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व)+ 30 दिन बाद हाथ से एक निदाई	बहुयामी खरपतवार नियंत्रण
क्लोरीम्यूरॉन (क्लोवेन25 डब्लू. पी.)	
6-9 ग्राम सक्रिय पदार्थ/हे. (बुवाई के 15-20 दिन बाद)+ बुआई के 40-45 दिन बाद हाथ से एक निदाई	बहुयामी खरपतवार नियंत्रण
फेनाक्जाप्राप (व्हिप सुपर 10 ई.सी.)	
80-100 ग्राम सक्रिय पदार्थ/हे. (बुवाई के 20-25 दिन बाद)+बुआई के 40-45 दिन बाद हाथ से एक निदाई	बहुयामी खरपतवार नियंत्रण
इमेजेथापायर (परस्सूट 10 एस. एल. अथवा लगाम)	
80-100 ग्राम सक्रिय पदार्थ/हे. (बुवाई के 20-25 दिन बाद) + बुआई के 40-45 दिन बाद हाथ से एक निदाई	बहुयामी खरपतवार नियंत्रण
कयूजालोफाप इथाईल (टरगासुपर 10 ई.सी.)	
40-60 ग्राम सक्रिय पदार्थ/हे. (बुवाई के 20-25 दिन बाद) + बुआई के 40-45 दिन बाद हाथ से एक निदाई	बहुयामी खरपतवार नियंत्रण
प्रोपकिवजाफॉप + इथाइल इमाजेथापायर	
120 ग्राम सक्रिय पदार्थ/हे. (बुवाई के 20-25 दिन बाद)+ बुआई के 40-45 दिन बाद हाथ से एक निदाई	बहुयामी खरपतवार नियंत्रण
क्लोडीनाफोप + सोडियमएसीफ्लोर्फेन	
245 ग्राम सक्रिय पदार्थ/हे. (बुवाई के 20-25 दिन बाद)+ बुआई के 40-45 दिन बाद हाथ से एक निदाई	बहुयामी खरपतवार नियंत्रण

गन्ना में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

वी.पी. सिंह, के.के. सिंह, दिलीप कुमार एवं गया करन सिंह
भाकृअनुप- भारतीय गन्ना अनुसंधान संस्थान, लखनऊ, उत्तर प्रदेश 226002, भारत

गन्ना (*सैकेरम ऑफिसिनैरम*) एक महत्वपूर्ण चीनी फसल है क्योंकि विश्व की लगभग 79% चीनी की मांग गन्ने से पूरी होती है। गन्ना 80 से अधिक देशों में उगाया जाता है। उष्ण कटिबंधीय और उपोष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों में उगाया जाने वाला गन्ना, उत्पादन के हिसाब से विश्व में प्रथम स्थान रखता है। 2020 में गन्ने का वैश्विक उत्पादन 1.87 बिलियन टन था। विश्व में गन्ना उत्पादन का 40% ब्राजील अकेले करता है और शेष, (भारत 20 प्रतिशत और चीन 6 प्रतिशत (तालिका-1) के स्तर के साथ क्रमशः दूसरे एवं तीसरे स्थान पर आते हैं। विश्व में गन्ने की खेती 26 मिलियन हेक्टेयर भूमि पर होती है। विश्व में गन्ने की फसल की औसत उपज 71 टन प्रति हेक्टेयर है (संयुक्त राष्ट्र खाद्य और कृषि संगठन कॉर्पोरेट सांख्यिकीय डेटाबेस के आधार पर)। विश्व में चीनी उत्पादन में गन्ना एवं चुकन्दर प्रमुख श्रोत हैं। वैश्विक स्तर पर उत्पादित चीनी का 79 प्रतिशत हिस्सा गन्ने से आता है एवं शेष का अधिकांश हिस्सा चुकंदर से बनता है। इसमें भी उत्पादित चीनी का लगभग 70 प्रतिशत हिस्सा *सैकरम ऑफिसिनारम* प्रजाति से और उसके संकरों से आता है। यह भारत की सबसे महत्वपूर्ण चीनी उत्पादन की फसल है इसको 5.15 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्रफल में उगाया जाता है और जिसकी औसत उत्पादकता 83.88 टन/हेक्टेयर है (ई एवं एस डिविजन, डी.ए. एवं एफ.डब्लू, कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय, 2023)। गन्ना उत्पादन में गन्ने की मुख्य फसल के साथ-साथ पेड़ी की फसल का भी महत्वपूर्ण योगदान है। यह गन्ने के कुल क्षेत्रफल का लगभग 50 प्रतिशत है, औसत उत्पादकता 60-65 टन प्रति/हे. के आस-पास है। गन्ने की मुख्य फसल एवं पेड़ी फसल की कम उत्पादकता के मुख्य कारणों में मूल रूप से प्रारंभिक धीमी वृद्धि एवं विकास की अवस्था में भारी खरपतवार का संक्रमण प्रमुख है। वर्तमान में देश में कुल 527 चीनी मिलें कुल 24.39 मिलियन टन चीनी का उत्पादन कर रही हैं। उत्तर प्रदेश, महाराष्ट्र, कर्नाटक, गुजरात, आध्र प्रदेश और तमिलनाडु प्रमुख गन्ना उत्पादक राज्य हैं जो भारत के कुल उत्पादन में लगभग 81 प्रतिशत योगदान करते हैं।

फसल उत्पादन में खरपतवारों को एक प्रमुख जैविक बाधा के रूप में जाना जाता है। क्योंकि वे कृषि उत्पादकता की न केवल मात्रा बल्कि फसल की गुणवत्ता को भी प्रभावित करते हैं। इसके अतिरिक्त खरपतवार प्राकृतिक और उपलब्ध संसाधनों के लिए फसलों के साथ प्रतिस्पर्धा करते है। इसलिए, खरपतवारों को विशेष रूप से उपज को सीमित करने वाले कारकों में से एक प्रमुख कारक माना जाता है। खरपतवारों से विभिन्न फसलों की उपज में 45 प्रतिशत से अधिक की हानि होती है। इसके अलावा खरपतवार विभिन्न बिमारियों के फैलने में भी अपनी भूमिका निभाते हैं जबकि विविध बीमारियों के कारण 25 प्रतिशत, एवं कीटों के कारण 20 प्रतिशत तक नुकसान अनुमानित है।

गन्ने की फसल में खरपतवारों का भारी प्रकोप होता है जिन्हें मैन्युअल, यंत्रवत् जैविक और रासायनिक रूप से नियंत्रित किया जा सकता है। भारत में, खरपतवार नियंत्रण की मैन्युअल विधि काफी लोकप्रिय है एवं असरदार पायी गयी है। लेकिन हाल ही में, श्रमिकों की अनुपलब्धता एवं सधन खेती व फसल विविधीकरण, शहरीकरण के बढ़ते स्वरूप के कारण भारत और दुनिया के अन्य हिस्सों में खरपतवार नाशी के उपयोग में वृद्धि हो रही है। भूमि के एक ही टुकड़े पर शाकनाशियों के एक ही समूह का लगातार, उपयोग होने से कुछ वर्षों में खरपतवारों में बदलाव एवं उनकी सहनशीलता में वृद्धि हो जाती है एवं पर्यावरण प्रदूषण भी होता है। जलीय खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए शाकनाशी के उपयोग से उसमे घुलित ऑक्सीजन और पीएच को कम कर देता है तथा जैविक ऑक्सीजन मांग में भी वृद्धि हो जाती है। शाकनाशी के उपयोग से बैक्टीरिया, कवक और प्रोटोजोआ की प्रजातियाँ जो कि विभिन्न बीमारी फैलाने वाले कारकों से लड़ती है, की संख्या भी कम हो जाती है। इससे विभिन्न रोग फैलाने वाले कारकों की संख्या में वृद्धि हो जाती है। उपरोक्त समस्याओं के परिणामस्वरूप एक समग्र व टिकाऊ विकास की आवश्यकता है। खेती में संपूर्ण पर्यावरण अनुकूल खपतवार प्रबंधन कार्यक्रम एक सतत् विकास की प्रक्रिया है और भावी पीढ़ियों को यह संस्थागत परिवर्तन, मानवीय निस्तर संतुष्टि एवं टिकाऊ विकास, भूमि, जल, पौधे और पशु का संरक्षण करता है। यह आनुवंशिक संसाधन तथा पर्यावरण की दृष्टि से गैर-अपघटन का तकनीकी रूप से उपयुक्त एवं आर्थिक रूप से व्यवहारिक और सामाजिक रूप से स्वीकार्य होता है। (1) पर्यावरण, समाज और अर्थशास्त्र की दृष्टि में पर्यावरण प्रदूषण से होने वाली हानि से बचाना (2) गैर नवीकरणीय इनपुट को खराब करने वाले आगतों पर कम निर्भरता (3) लोगों को गैर विषाक्त, स्वस्थ भोजन एवं पोषण प्रदान करना (4) स्थिरता प्रदान करना।

खरपतवार गन्ने की उपज को कम करते हैं क्योंकि ये मृदा, नमी, पोषक तत्वों और प्रकाश के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं। कई खरपतवार की प्रजातियाँ कीटों एवं बीमारियों के वाहक के रूप में कार्य करती हैं जिससे रोग एवं कीटों के प्रकोप में वृद्धि होती है। खरपतवार नियंत्रण गन्ने में सीजन की शुरुआत में सबसे महत्वपूर्ण है जब गन्ने की पत्तियाँ पंक्ति के मध्य स्थान को ढकने लगती हैं।

अधिक खरपतवार के प्रकोप से गन्ने की कटाई के समय भी समस्या उत्पन्न होती है। इसको दूर करने में अनावश्यक रूप से खर्च बढ़ता है। परिपक्व खरपतवार जो कि बहुत अधिक बीज का उत्पादन करता है, खरपतवार नियंत्रण की समस्या को कई गुना बढ़ा देते हैं। क्योंकि मृदा में खरपतवार बीज बैंक की बढ़ोत्तरी होती है जिससे नये-नये खरपतवार निकलते रहते हैं। किफायती गन्ना उत्पादन के लिए सफल खरपतवार नियंत्रण आवश्यक है।

तालिका 1. प्रमुख गन्ना उत्पादक देश

क्र. सं.	देश	गन्ना उत्पादन/मिलियन टन
1	ब्राजील	757.1 (40.49%)
2	भारत	370.5 (19.82%)
3	चीन	108.1 (5.78%)
4	पाकिस्तान	81.0 (4.33%)
5	थाईलैंड	75.0 (4.01%)
6	मैक्सिको	54.0 (2.89%)
7	यूनाइटेड स्टेट	32.7 (1.75%)
8	आस्ट्रेलिया	30.0(1.6%)
	विश्व	1869.0

स्रोतः संयुक्त राष्ट्र खाद्य एवं कृषि सांख्यिकीय डेटाबेस एफ.ए.आ.स.टी.ए.टी (2020)

गन्ने में खरपतवारों से हानियाँः

खरपतवारों को एक प्रमुख जैविक बाधाओं के रूप में जाना जाता है, क्योंकि वे कृषि उपज की मात्रा एवं उसकी गुणवता दोनों पर बुरा असर डालते है। इसके अतिरिक्त ये फसलों के साथ विभिन्न प्राकृतिक और अन्य उपज के संसाधनों के साथ प्रतिस्पर्धा करते हैं। इसलिए इनको सबसे महत्वपूर्ण उपज सीमित करने वाले कारकों में से एक माना जाता है। गन्ने की फसल में उसकी बुवाई में पक्तियों के बीच अधिक दूरी, प्रारंभिक अवस्था में गन्ने के धीमी अंकुरण और वृद्धि, अधिक खादों एवं उर्वरक का उपयोग एवं इसके ऊपर बार-बार सिंचाई के कारण खरपतवार अधिक आते हैं तथा गन्ने की फसल को कड़ी प्रतिस्पर्धा देते हैं। खरपतवारों से गन्ने की प्रति हेक्टर जैव भार में तथा पौध और पेडी गन्ना फसल के सुक्रोज की रिकवरी को गंभीर रूप से प्रभावित करता है। खरपतवारों से होने वाली हानि मौसम, मिट्टी के प्रकार, क्षेत्र विशेष की सघनता एवं तीव्रता और खरपतवारों की विविधता आदि पर निर्भर करती है तथा खरपतवारों से होने वाला नुकसान 38 से 76% तक हो सकता है। खरपतवारों से देश में प्रति वर्ष गन्ने की कुल उपज में करीब 25 मिलियन टन (2.5 मिलियन टन चीनी के बराबर) का नुकसान होता है, जिसका मूल्य लगभग रु. 1500 करोड के बराबर होता है। इसके अलावा, खरपतवार कुछ बीमारियों और कीटों को अपने ऊपर आश्रय देते हैं, वो भी गन्ने की फसल में एक प्रकार से अप्रत्यक्ष नुकसान पहुंचाते हैं उदाहरण के लिए, बरमूडा घास/दूब घास (*साइनोडोन डैक्टिलॉन*), कोगन घास (*इम्पेराटा सिलिंड्रिका*) और अन्य खरपतवार गन्ने के रैटून स्टंटिंग रोग (आरएसडी) के वैकल्पिक होस्ट/वाहक के रूप में जाने जाते हैं। *आईपोमिया* प्रजातियां जो कि एक बहुत ही नुकसान दायक खरपतवार हैं, गन्ने के पौधों को लपटने का काम करता है, इससे पौधे आपस में उलझ जाते हैं और गन्ने की वृद्धि को प्रभावित करते हैं। इससे गन्ने की उपज में लगभग 25 प्रतिशत की हानि होती है। *आइपोमिया* के लपेटने के कारण गन्ना कटाई की लागत भी बढ़ जाती है जिसके कारण किसान की आय में कमी आती है। उष्णकटिबंधीय क्षेत्र के कुछ गन्ना उत्पादक जिलों में, स्ट्रिंगा नामक परजीवी खरपतवार भी एक बड़ी समस्या है जिससे इन क्षेत्रों में गन्ने की खेती को खतरा पैदा हो रहा है।

खरपतवारों से आच्छादित गन्ने का खेत (दायें)तथा हाथ द्वारा खरपतवार निकालने के बाद का दृश्य(बायें)

गन्ने में फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा की क्रांतिक अवस्था

गन्ने की खेती में खरपतवारों से होने वाले नुकसान की प्रकृति अन्य फसलों से अलग होती है क्योंकि गन्ने की बुवाई गहरी नालियों में की जाती है और कतार से कतार के बीच अत्यधिक दूरी (90-120 सेमी) होती है। साथ ही साथ गन्ने की फसल में प्रारम्भिक चरण में फसल की वृद्धि बहुत धीमी होती है। गन्ने की फसल में अंकुरण पूरा होने में लगभग 30-45 दिन लगते हैं और पूर्ण क्षेत्र आवरण विकसित होने में 60-90 दिन लगते हैं। इस कारण से खरपतवारों को उगने एवं वानस्पतिक वृद्धि के लिए अनुकूल परस्थिति बनती है। फसल तथा खरपतवारों में प्रतिस्पर्धा जल, वायु, स्थान, प्रकाश तथा पोषक तत्वों के लिए होती है। इन घटकों में से मृदा नमी तथा पोषक तत्वों के प्रति सबसे अधिक प्रतिस्पर्धा होती है। गन्ने में खरपतवार प्रतियोगित्ता खरपतवारों के प्रकार, प्रतिइकाई क्षेत्रफल में घनत्व, खरपतवार वृद्धि काल, जलवायु का प्रभाव व फसल की वृद्धि दर तथा स्वरूप इत्यादि पर निर्भर करता है। वैसे तो गन्ने में खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा लगभग बुवाई के 40-45 दिन बाद ही शुरू हो जाती है, जब गन्ने की सेट रूट से सूट रूट में परिवर्तन की अवस्था आती है। गन्ने की फसल वृद्धि की प्रारंभिक 60-120 दिनों की अवधि को खरपतवार प्रतिस्पर्धा के लिए सबसे महत्वपूर्ण अवधि माना जाता है। इसलिए, प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के लिए फसल को 3-4 महीने तक खरपतवार रहित अवस्था बनी रहनी चाहिए।

गन्ने में प्रमुख खरपतवार के प्रकार

गन्ने की फसल भारत मे अलग-अलग कृषि जलवायु परिस्थितियों में अलग अलग प्रबंधन दशाओं के साथ उगाई जाती है अतः यह लगभग सभी प्रकार के खरपतवारों जैसे घास, चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार और सेज से पीडित होती है। इनके अलावा, बाइंडिंग और परजीवी खरपतवार भी गन्ने की फसल को खतरा पैदा करते है। भारी पोषक तत्वों के उपयोग और बार-बार सिंचाई के कारण एक ही मौसम में बार-बार अधिक मात्रा में खरपतवार उगते हैं। कुल 58 वंशों और 26 परिवारों से संबंधित लगभग 63 खरपतवार प्रजातियाँ गन्ने की फसल को प्रभावित करती हैं, इन 63 प्रजातियों में से 52 प्रजातियाँ द्विबीजपत्री परिवारों और 10 एकबीजपत्री परिवारों से संबंधित हैं। भारत में गन्ने की

तालिका 2. गन्ने में उगने वाले प्रमुख खरपतवार

शरदकालीन गन्ना	
1. चौड़ी पत्ती वाले	
	बथुआ (*चिनोपोडियम एल्बम*)
	मटरी (*लेथाइरस अफाका*)
	अंकरी (*विसिया सेटाइवा/हिरसुटा*)
	कृष्णनील (*एनागेलिस आरवेन्सिस*)
	सोया (*फ्यूमेरिया पारवीफ्लोरा*)
	हिरनखुरी (*कानवावुलस आरवेन्सिस*)
	भांग (*केनाबैनिस सेटाइवा*)
	सेंजी (*मेलिलोटस* प्रजाति)
	सत्यानाशी (*आर्जेमोन मैक्सिकाना*)
	कासनी (*चिकोरियम इन्टाइवस*)
2. संकरी पत्ती वाले	दूबघास (*साइनोडान डैक्टिलान*)
3. मोथा कुल	मोथा (*साइप्रस रोटन्डस*)
बसन्तकालीन गन्ना	
1. चौड़ी पत्ती वाले	पत्थरचटा (*ट्राइन्थमा मोनोगाइना*)
	अगिया (*स्ट्राइगा* प्रजाति)
	कनकवा (*कमेलिना बेंघालेन्सिस*)
	मकोय (*सोलेनम नाइग्रम*)
	हजारदाना (*फाइलेन्थस निरुरी*)
	सफेद मुर्ग (*सिलोसिया आर्जेन्सिया*)
	गोखरू (*जैन्थियम स्टूमेरियम*)
	जंगली जूट (*कोरकोरस* प्रजाति)
	जंगली चौलाई (*अमरेन्थस विरिडिस*)
	महकुआ (*ऐजेरेटम* प्रजाति)
	दुद्धी (*यूफोरबिया* प्रजाति)
	कालादाना (*आइपोमिया हेडेरिसिया*)
2. संकरी पत्ती वाले	सांवा (*इकानोक्लोआ* प्रजाति)
	मकरा (*डेक्टिलोक्टेनियम इजिप्टियम*)
	बनचरी (*सोरघम हेलेपेन्स*)
	डिजिटैरिया प्रजाति
	कोदों (*इल्यूसिन इंडिका*)
	दूबघास (*साइनोडान डैक्टिलान*)
	सांवा (*इकानोक्लोआ* प्रजाति)
3. मोथाकुल	मोथा (*साइप्रस रोटन्डस*)
	(*साइप्रस इरिया*) आदि

फसल में उगने वाले खरपतवार का विवरण तालिका 2 में दिया गया है यदि आरंभ से ही उपरोक्त वर्णित खरपतवारों पर नियंत्रण न हो सका तो गन्ने की पैदावार में भारी कमी आ सकती है।

गन्ने में खरपतवार प्रबंधन की प्रमुख विधियाँ

फसल की अनुकूलतम पौध संख्या न केवल उच्च उत्पादकता के लिए आवश्यक है, बल्कि यह किसी भी सफल खरपतवार प्रबंधन कार्यक्रम के लिए भी सर्वप्रथम आवश्यक है क्योंकि अनुकूलतम पौध संख्या कम होने पर प्रभावी खरपतवार नियंत्रण प्राप्त करने में बाधा उत्पन्न कर सकता है। गन्ने में प्रभावी खरपतवार नियंत्रण विभिन्न उपलब्ध तरीकों को अपनाकर प्राप्त किया जा सकता है। खरपतवार प्रबंधन के भौतिक (मैनुअल, यांत्रिक और कल्चरल), रासायनिक और जैविक विधियों का विवरण नीचे संक्षेप में प्रस्तुत किया गया है।

भौतिक विधि

खरपतवार नियंत्रण की यह सबसे प्रभावी और लोकप्रिय विधि लगभग सभी गन्ना उत्पादन क्षेत्रों में गन्ना उत्पादकों द्वारा अपनाई जाती है, जिसमें मेन्युअल रूप से या पशु / ट्रैक्टर द्वारा खींचे जाने वाले निराई उपकरणों के माध्यम से खरपतवारों को उखाड़ना शामिल है। यह गन्ने के अंकुरण से पहले ही शुरू हो सकता है। अंधी गुड़ाई से लेकर फसल के उगने के चरण के दौरान 2-3 बार मैन्युअल या यांत्रिक अंतर पंक्ति गुडाई की संस्तुति की जाती है। इसके बाद, की अवस्था में गन्ने की तीव्र वृद्धि काल अवस्था पर गन्ना खुद ही खरपतवारों को स्मूथरिंग/ शमन प्रभाव से नियंत्रित करता है। यद्यपि खरपतवार प्रबंधन के भौतिक तरीके बहुत प्रभावी हैं, लेकिन साथ ही यह प्रतिकूल जलवायु परिस्थितियों के दौरान इसका उपयोग सीमित हो जाता है। इसके अतिरिक्त इनमें अधिक श्रम लगने से यह विधि महंगी पड़ती है।

जुताई

जुताई, (डिस्किंग, हैरोइंग और लेवलिंग) के माध्यम से खरपतवारों को प्रभावी तरीके से नियंत्रित किया जा सकता है। जुताई प्रक्रिया काफी प्रभावी होती है, जुताई से एवं सूर्य के प्रकाश के सम्पर्क में आने से खरपतवारों के बीजों का अंकुरण जल्दी होता है। जुताई द्वारा वार्षिक और बहुवर्षीय खरपतवारों को चाहे वें जमीन के ऊपर और जमीन के नीचे दोनों हिस्सों में उपस्थित हो को भौतिक रूप से हानि पहुंचा कर खरपतवार नियंत्रित होता है।

पावर रोटरी वीडर का उपयोग

ट्रैक्टर चलित कुछ मशीनों जैसे पावर रोटरी वीडर या रोटरी टिलर या रोटावेटर जैसी यंत्रों का विकास से व्यापक रूप से अधिक पंक्ति से पंक्ति पर बोई जाने वाली फसलों जैसे गन्ना, कपास एवं कुछ दलहनी फसलों में अत्यधिक दक्षतापूर्ण खरपतवारों को नियंत्रण करने के लिए यह एक बहुत ही प्रभावी मशीन है। खरपतवारों को काटने के अलावा यह मिट्टी को भी भुरभुरा कर देती है जिससे मिट्टी में हवा का संचार बढ़ जाता है और परिणामस्वरूप गन्ने की फसल की जड़ के प्रसार में भी वृद्धि होती है। गन्ने की खेती में अपनाई गई विभिन्न पौध ज्यामितियों के अनुरूप विभिन्न प्रकार के रोटरी पावर वीडर विकसित किए गए हैं। भारत और दुनिया भर में किए गए अध्ययन से यह पता चला है कि रोटरी वीडर/टिलर का सिंगल और डबल पास से गन्ने जैसी अधिक दूरी पर बोई जाने वाली फसलों के साथ-साथ अन्य फसलें जो कि अधिक पंक्ति विन्यास पर लगाई जाती हैं, में भी खरपतवार प्रबंधन हेतु काफी प्रभावी पाया गया है।

कल्चरल पद्धति

विश्व स्तर पर, खरपतवार नियंत्रण की कल्चरल विधि सबसे व्यापक रूप से उपयोग किए जाने वाले नियंत्रण विकल्पों में से एक रही है। कई कल्चरल प्रथाएं सीधे तौर पर खरपतवारों के प्रबंधन में मदद

कतार के मध्य रोटरी वीडर तथा कतारो में हाथ के द्वारा निदाई दृश्य

करती हैं जैसे कि स्टेल सीडवेड तकनीक, प्रतिस्पर्धी फसल की किस्मों का चयन, फसल विविधीकरण, अर्न्तवर्ती फसल और फसल अवशेष अथवा गन्ना पत्ती का पलवार के रूप में प्रयोग आदि। इन प्रथाओं को अपनाने से सामान्य रूप से पौधों की वृद्धि के लिए उपयोगी एवं खरपतवार के लिए हानिप्रद मानी जाती है और ये फसलें/क्रियायें खरपतवारों से प्रतियोगिताओं के लिए अनुकूल स्थिति प्रदान करती है। कल्चरल विधियां मुख्यतः खरपतवारों की उगने एवं उसकी कुल संख्या में कमी करके खरपतवारों के खिलाफ फसल को आरम्भिक अवस्थाकाल में ही प्रतिस्पर्धात्मक लाभ प्रदान करते हैं। जिससे फसलों का तेजी से विकास होता है। लेकिन अकेले केवल कल्चरल विधियों के उपयोग से ही हम खरपतवारों को नियंत्रित नहीं कर सकते, इसीलिए यह अनुशंसा की जाती है कि इसे अन्य तरीकों के साथ संयोजन में उपयोग किया जाना चाहिए।

इंटर क्रॉप (अन्तःवर्ती फसलें)

चूंकि गन्ने के बुवाई में कतार से कतार के बीच की दूरी अधिक होती है। और इसकी प्रारंभिक पौध विकास दर भी धीमी होती है इस कारण खरपतवार का संक्रमण होना एक बड़ी समस्या है, अतः अन्तःवर्ती फसल लगाने से न केवल अतिरिक्त लाभ होता है बल्कि ये दो पंक्तियो के बीच में खाली भूमि को शीघ्र ही ढक लेते है। जिससे खरपरवारों को जमने एवं उनकी बढ़वार में व्यवधान होता है एवं खरपतवारों द्वारा पौधो के साथ होने वाली संसाधनों/इनपुट के लिए प्रतियोगिता भी कम होती है फलस्वरूप संसाधनो का कुशल उपयोग पौधे कर पाते है। इंटरक्रॉपिंग सिस्टम का यह सिद्धांत ही है कि प्राकृतिक संसाधन का समुचित उपयोग पौधे करें, न की खरपतवारों द्वारा किया जाए। उत्पादकता और खरपतवार प्रबंधन की दृष्टि से गन्ने में विभिन्न कुशल अंतःफसल प्रणालियाँ विकसित की गई और उनका मूल्याकन किया गया और यह पाया गया कि गन्ना के साथ सरसों, आलू, चना, मसूर, मटर, राजमा व विभिन्न शीघ्र बढ़ने वाली सब्जियों को अन्तःवर्ती फसल के रूप में अपनाने से खरपतवार नियंत्रण की दृष्टि से लाभदायक है। गन्ने की मुख्य फसल की अपेछा गन्ने के साथ अंतःफसली खेती से खेत मे खरपतवार के घनत्व और उनके शुष्क भार में कमी आती है। और इस पद्धति में खरपतवार नियंत्रण दक्षता 37-42 प्रतिशत तक पायी गयी है।

अन्तःसहफसली गन्ना का परिदृश्य

मल्चिंग

गन्ना कटाई के बाद आमतौर पर लगभग 12-15 टन प्रति हेक्टेयर सूखी पत्तियां खेत में उपलब्ध रहती हैं जिसका उपयोग नमी संरक्षण और प्रभावी खरपतवार नियंत्रण हेतु किया जा सकता है। वसंत ऋतु में बोए गए गन्ने मे उच्च तापमान, अधिक गर्मी एवं नमी की अवस्था में खरपतवार वृद्धि तथा नमी ह्रास की परिस्थित में नमी संरक्षण और खरपतवार के दमन के लिए गन्ने में पटाव बिछावन अत्यधिक उपयोगी पाई गई है। इसके अलावा, ट्रैश मल्चिंग से मिट्टी में कार्बनिक पदार्थ की मात्रा में भी वृद्धि होती है। गन्ने की सूखी पत्तियों के उपयोग या किसी अन्य जैविक स्रोत की 5 से 10 सेमी मोटी परत द्वारा अंतर-पंक्ति स्थानों को ढकना काफी प्रभावी पाया गया है। इससे न केवल मृदा नमी के हानि से बल्कि खरपतवारों के नियंत्रण में भी सहायता मिलती है। प्रति हेक्टेयर लगभग 10-12 टन गन्ना की सूखी पत्तियों के उपयोग से मल्च की वांछित मोटाई प्राप्त की जा सकती है। मल्चिंग की दक्षता बढ़ाने के लिए मल्चिंग को खेत में फैलाने से पहले खेत में अच्छी तरह से निराई-गुड़ाई करना जरूरी है। अथवा गन्ना बुवाई के बाद अंकुरण पूर्व शाकनाशी रसायन का प्रयोग कर सूखी पत्ती के बिछावन का उपयोग करने से पानी, श्रम और लागत की बचत के साथ प्रभावी खरपतवार नियंत्रण से गन्ने की अधिक पैदावार मिलती है। इसके अलावा, मल्चिंग में प्रयोग पत्तियों के सड़ने पर उसमे से पोषक तत्व निकलते है जिससे मिट्टी के स्वास्थ्य में सुधार होता है। मल्चिंग की यथास्थान उपलब्धता के कारण, गन्ने की मुख्य फसल की तुलना में पेड़ी फसल में मल्चिंग करना अधिक सुविधाजनक होता है। खोई, धान की भूसी, घास, पुआल आदि का भी उपयोग मल्चिंग सामग्री के रूप में किया जा सकता है। फसल अवशेष के अपेक्षा मल्चिंग के रूप में काली पॉलिथीन फिल्म का भी उपयोग होता है। इसके उपयोग से भी खरपतवारों की वृद्धि रुक जाती है और मिट्टी की नमी संरक्षित रहती है। गन्ने के खेत मे उसके सूखी पत्तियों से मल्चिंग करना जलाने की तुलना में फायदेमंद होता है क्योंकि यह फसल अवशेष को जलाने से जुड़ी समस्या को दूर करता है। कार्बनिक लाइब (जीवित) मल्च जिसमें मुख्यतः तीव्र विकास दर वाली दलहनी फसलें जैसे लोबिया, मूंग, एवं उर्द को भी आच्छादित फसल के रूप में गन्ना कतारों के बीच में उगाई जा सकती है। इससे खेत की उर्वरा शक्ति में वृद्धि व बोनस उत्पाद के साथ - साथ खरपतवारों की संख्या में कमी देखी गई है। द्विपंक्ति बुवाई पद्धति में पेयर रो के बीच ढ़ैचा के बीजों को छिटकने व ढ़ैंचा की 30-35 दिन की अवधि पर मिट्टी में मिला देने पर खरपतवारों के प्रभावी नियंत्रण के साथ अत्यधिक गन्ना उत्पादन देखा गया है।

गन्ने के कतारों के बीच सूखी पत्ती विछावन से खरपतवारों की रोकथाम का दृश्य

मिट्टी चढ़ाना

गन्ने के खेत मे मिट्टी चढ़ाना एक आवश्यक प्रक्रिया है जो न केवल गन्ने की फसल को यांत्रिक शक्ति प्रदान करता है बल्कि खरपतवारों का प्रबंधन भी करता है और हवा के संचरण में सुधार भी करता है। यह ऑपरेशन दो या तीन चरणों में किया जाता है। चूंकि यह गन्ने की फसल में आम तौर पर 2-3 बार दोहराई जाने वाली प्रक्रिया है, इसलिए यह ऑपरेशन के प्रत्येक चरण में खरपतवारों को भी नियंत्रित करती है। यह ऑपरेशन या तो मैन्युअल रूप से किया जा सकता है या अपनाई गई दूरी के आधार पर बैल-चालित या टेक्टर-चालित फरोवर का उपयोग करके किया जा सकता है।

फसल स्थापित विधियों के माध्यम से खरपतवार प्रबंधन

किसी विशेष क्षेत्रों में प्रचलित फसल प्रणाली वहां पर पाये जाने वाले विशिष्ट खरपतवार वनस्पतियों के घनत्व और उसके शुष्क वजन को प्रभावित करती है। फसल प्रणाली में बदलाव के कारण खरपतवारों के घनत्व और उसके शुष्क वजन में भी कमी दर्ज की गई है। उदाहरण के लिए, चावल-गेहूं फसल प्रणाली में खरपतवारों का सापेक्षिक घनत्व सेज घास गैर-घास वाला होता है जबकि गन्ना-धान और धान-मटर-धान फसल प्रणाली में खरपतवारों का सापेक्षिक घनत्व सेजेज गैर-घास घासयुक्त का पाया जाता है। जुताई संचालन से भी किसी फसल प्रणाली में खरपतवार की संख्या प्रभावित होती है । प्रारंभिक विकास चरणों में अलग-अलग जुताई प्रणाली में खरपतवार की संख्या की गणना की गई और यह पाया गया की परंपरागत जुताई की तुलना में शून्य जुताई में खरपटवारों की संख्या कम होती है। एक अन्य अध्ययन में, यह पाया गया कि *फेलरिस माइनर* का कुल शुष्क भार शून्य जुताई में अन्य जुताई की तुलना में कम था, जबकि चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का संक्रमण शून्य जुताई में सबसे अधिक था। उपरोक्त के विपरीत यह भी पाया गया है कि चौड़ी पत्ती वाली खरपतवार, रुमेक्स प्रजाति की संख्या शून्य कर्षण में अधिकतम और परंपरागत कर्षण तथा रोटरी जुताई में न्यूनतम पाया गया था धान-गेहूं फसल प्रणाली में गन्ना के समावेश से *फेलरिस माइनर* (गिल्ली डण्डा/गेहूंसा) की संख्या में कमी दर्ज की गई है।

रासायनिक विधि

जैसा कि ऊपर चर्चा किया गया है कि, खरपतवार प्रबंधन के विभिन्न ज्ञात तरीकों को अपनाकर गन्ने में प्रभावी खरपतवार नियंत्रण प्राप्त किया जा सकता है, लेकिन समय पर निराई-गुड़ाई अथवा यांत्रिक विधि से खरपतवार प्रबंधन करने की अपनी कुछ सीमाएँ हैं। इसलिए, अधिक उपज लक्ष्य प्राप्त करने और श्रम की आवश्यकता को कम करने के लिए गन्ने में खरपतवारों के भौतिक

नियंत्रण के अलावा अन्य उपायो में से शाकनाशी रसायनों का उपयोग बहुत ही प्रभावकारी पाया गया हैं। प्रत्येक कृषक को आजकल उपलब्ध उत्कृष्ट गुणवत्ता वाले शाकनाशियों का उपयोग कर लाभ उठाना चाहिए। ये शाकनाशी रसायनों के प्रयोग से गन्ने में सभी प्रकार के खरपतवारों को नियंत्रित करने की बड़ी संभावना हैं। दुनिया के कई गन्ना उत्पादक देशों में खरपतवार नियंत्रण के लिए शाकनाशियों का व्यापक स्तर पर उपयोग किया जा रहा है। ये खरपतवार प्रबंधन के अन्य तरीकों की तुलना में आर्थिक दृष्ठि से उनसे अधिक फायदेमंद होती है और खरपतवारों को नियंत्रित करने में अत्यधिक प्रभावी पाए गए हैं। एट्राजिन, मेट्रिब्यूजिन, एमेट्रिन, सल्फेंट्राजोन, फ्लुमिओक्साजिन नामक शाकनाशी रसायनों के उपयोग से फसल की बढ़वार की शुरुआती 35-45 दिनों की अवस्था तक खरपतवारों को प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया जा सकता है। इसके बाद की अवस्था के लिए 2,4-डी, ईथाक्सिसल्फ्यूरान, हैलोसल्फ्यूरॉन जैसे शाकनाशियों के प्रयोग से खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण प्राप्त किया जा सकता है। गन्ने में अंकुरण पूर्व एट्राजिन तथा अंकुरण पश्चात 45-60 दिन की फसल अवस्था पर 2,4 -डी नामक शाकनाशी रसायन खरपतवार प्रबंधन की कारगर विधि के रूप में अनुशंसा की जाती है। गन्ने में खरपतवार प्रबंधन के लिए अनुशंसित शाकनाशियों का उल्लेख तालिका 3 में किया गया है।

एमिट्रिन + 2,4-डी + हेलोसल्फ्यूरॉन / 1500+725+60 ग्रा/हे. (जमाव पश्चात्)

एमिट्रिन 1500 ग्रा/हे. (जमाव पूर्व) उपरांत फ्लाजासल्फ्यूरॉन (एसएल 160) 50 ग्रा/हे. (जमाव पश्चात्)

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

एकीकृत खरपतवार नियंत्रण मूल रूप से प्रभावी, भरोसेमन्द और व्यवहारिक खरपतवार प्रबन्धन प्रथाओं/विधियों का संयोजन है। जिसका उपयोग उत्पादक द्वारा अच्छी फसल प्रबन्धन हेतु किया जाता है ताकि अधिक उपज एवं लाभ प्राप्त किया जा सके। इस बिधि मे दो या दो से अधिक बिधियों को खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए उपयोग करते है। इसमे खरपतवारों को खेत मे उनकी संख्या को इस स्तर पर रखते हैं कि वह पौधों को आर्थिक रूप से छति न पहुंचा सके। इसलिए, गन्ने में मिश्रित रूप मे पाये जाने वाले खरपतवार के प्रकोप पर प्रभावी नियंत्रण पाने के लिए, कई खरपतवार नियंत्रण विधियों का तार्किक संयोजन निश्चित रूप से खरपतवार प्रबंधन के लिए सबसे अधिक प्रभावी दृष्टिकोण साबित होता है। गन्ना जमने से पहले एट्राजिन का प्रयोग 2.0 किग्रा/हेक्टेयर की दर से तथा इसके बाद गन्ना बुवाई के 60 दिन बाद 2, 4-डी 1.0 किग्रा/हेक्टेयर का प्रयोग व साथ ही बुवाई के 90 दिन बाद में एक निराई-गुड़ाई करने से पूरे मौसम भर खरपतवार नियंत्रण होता है और गन्ने की उच्चतम उत्पादकता और आर्थिक लाभ मिलता है। गन्ना बुवाई के 25 दिन बाद खरपतवार अंकुरण पश्चात 1.0 किग्रा. सक्रिय तत्व प्रति हेक्टयर की दर से छिड़काव तथा बाद में 60 दिन की फसल अवस्था पर एक हाथ चलित होइंग क्रिया करने से खरपतवारों की संख्या और इनकी शुष्क पदार्थ मात्रा एवं नियंत्रण दक्षता लगभग तीन हाथ चलित होइंग से प्राप्त नियंत्रण एवं दक्षता के बराबर दर्ज किया गया। गन्ना पेडी निकलने के 45 दिन बाद पंजाब में पेड़ी गन्ना में एकीकृत खरपतवार प्रबन्धन हेतु अंकुरण पूर्व मेट्रीव्यूजिन की 1.4 किग्रा. सक्रिय तत्व/हे. और अंकुरण पश्चात 45 दिन की पेड़ी अवस्था पर 2,4-डी की 1.6 किग्रा. सक्रिय तत्व प्रति हे. की दर से छिड़काव करने पर प्रभावी खरपतवार प्रबन्धन देखा गया है। इसी प्रकार हरियाणा में पेड़ी गन्ना में खरपतवार प्रबन्धन 45 दिवसीय फसल अवस्था पर एक निराई-गुड़ाई के बाद उचित एवं आवश्यक मृदा नमी पर एट्राजिन की 2.0 किग्रा. सक्रिय तत्व/हे. दर से उपयोग करने अथवा गन्ने की सूखी पत्ती का बिछावन एकीकृत खरपतवार नियंत्रण हेतु प्रभावी व आर्थिक दृष्टि से लाभ दायक साबित हुआ। शुद्ध रूप से गन्ने में खरपतवार नियंत्रण हेतु अनुशंसित शाकनाशी गन्ना आधारित अतःफसल प्रणालियों के लिए उपयुक्त नहीं हो सकते हैं। अतः गन्ना जमने से पहले 0.23 किग्रा प्रति हक्टेयर की दर से ऑक्सीफ्लोरफेन या 0.75-1.0 किग्रा/हेक्टेयर की दर से पेंडिमिथालिन का उपयोग खरपतवार की वृद्धि को कम करने में काफी प्रभावी साबित हुआ और गन्ना-लहसुन-गोभी-मटर/मुंग/चना की अंतरफसल प्रणालियों में उच्चतम शुद्ध आर्थिक लाभ प्राप्त किया गया। इसी प्रकार, गन्ना आलू की अंतःफसल में मेट्रिब्यूजिन का 0.75-1.25 किग्रा/हेक्टेयर की दर से जमाव से पहले या जमाव के बाद उपयोग प्रभावी खरपतवार नियंत्रण सक्रिय तत्व हेतु किया जा सकता है। गन्ने और गेहूं की अंतःफसल प्रणाली में खरपतवारों के प्रभावी नियंत्रण के लिए मेटसल्फ्यूरॉन का 4-6 किग्रा/हेक्टेयर की दर से जमाव के बाद उपयोग किया जा सकता है।

तालिका 3. गन्ने में खरपतवार नियंत्रण हेतु शाकनाशी रसायन, छिड़काव की दर एवं उपयुक्त समय

शाकनाशी - रसायन	सक्रिय तत्व मात्रा (ग्रा./हे.)	व्यापारिक मात्रा (ग्रा./हे.)	छिड़काव का समय	टिप्पणी
पेन्डीमिथालिन	1000-1250	3000-4000	जमाव से पहले	उचित मृदा नमी पर रोपण/बुवाई के 2-3 दिनों के भीतर प्रयोग करें। कई वार्षिक घासों और कुछ चौंडी पत्ती खरपतवारों को नियंत्रित करता है। गन्ना आधारित अंतःफसल प्रणालियों के लिए उपयुक्त है।
ऑक्सीफ्लोरफेन	250	1050	जमाव से पहले	उचित मृदा नमी पर बुवाई के 2-3 दिनों के भीतर उपयोग करें। कई वार्षिक घासों और कुछ चौंडी पत्ती खरपतवारों को नियंत्रित करता है। गन्ना आधारित अंतरफसल प्रणालियों के लिए उपयुक्त
एट्राजिन	2000	4000	अंकुरण पूर्व एवं अंकुरण पश्चात (दोनो अवस्था में)	रोपण के 2-3 दिनों के भीतर उचित मिट्टी की नमी पर प्रयोग करें। कई वार्षिक घासों और कुछ चौंडी पत्ती खरपतवारों को नियंत्रित करता है। इसे जमाव के बाद प्रारंभिक या ले-बाई एप्लिकेशन के रूप में भी उपयोग किया जा सकता है
मेट्रीब्यूजीन	1000-1250	1400-1800	जमाव से पहले /जमाव के बाद (दोनो अवस्था में)	बुवाई के बाद 2-3 दिनों के भीतर उचित मिट्टी की नमी पर उपयोग करें। कई वार्षिक घासों और चौंडी पत्ती खरपतवारों को नियंत्रित करता है। इसे जमाव के बाद (बुवाई के 45-60 दिन बाद) के रूप में भी उपयोग मे लाया जा सकता है। यह लपेटने वाले खरपतवारों के विरुद्ध भी प्रभावी है। ब्रॉड-स्पेक्ट्रम नियंत्रण के लिए इसे 2, 4-डी के साथ टैंक में मिलाया जा सकता है।
एमीट्रिन	1200-1500	1500-1875	जमाव से पहले /जमाव के बाद (दोनो अवस्था में)	रोपण के 2-3 दिनों के भीतर उचित मृदा नमी पर प्रयोग करें। कई वार्षिक घासों और चौंडी पत्ती खरपतवारों को नियंत्रित करता है। इसे पौध जमाव के बाद (45-60 दिनो पर) भी उपयोग मे लाया जा सकता है। यह लपेटने वाले खरपतवारों के विरुद्ध भी प्रभावी है। ब्रॉड-स्पेक्ट्रम नियंत्रण के लिए इसे 2,4-डी के साथ टैंक में मिलाया जा सकता है।
सल्फेन्ट्राजान	1000-1200	2500-3000	जमाव से पहले /जमाव के शुरुआती अवस्था	जमाव के 2-3 दिनों के भीतर उचित मिट्टी की नमी पर प्रयोग करें। कई वार्षिक घासों और कुछ चौंडी पत्ती खरपतवारों को नियंत्रित करता है। मोथा के विरुद्ध भी प्रभावी है।
फ्लूमि आक्साजिन	150	300	जमाव पूर्व	बुआई के 2-3 दिनों के भीतर उचित मिट्टी की नमी पर इसका प्रयोग करें। कई वार्षिक घासों और कुछ चौंडी पत्ती खरपतवारों को नियंत्रित करता है।
2,4-डी	1500	साद्रता के आधार पर	जमाव के बाद	जमाव के बाद (बुवाई के 45-90 दिनो बाद) इसका उपयोग कर सकते हैं। यह लपेटने या बांधने वाले खरपतवार और मोथा के साथ चौंडी पत्ती खरपतवारों को नियंत्रित करता है.
हैलो सल्फ्युरान-मिथाइल	67.5-78.75	90-105	जमाव के बाद	जमाव के बाद (मोथा प्रजाति की 2-3 पत्ती अवस्था पर 25-45 दिनो बाद) प्रयोग करें। केवल मोथा प्रजाति को नियंत्रित करता है। इसे मेट्रिबुजिन एट्राजिन एमेट्रिन के साथ टैंक मिश्रण के रूप में प्रयोग से कई तरह के खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण होता है।
मेट सल्फ्युरान-मिथाइल	6-8	30-40	जमाव के बाद	जमाव के बाद (मोथा प्रजाति की 2-3 पत्ती अवस्था पर 25-45 दिनो बाद) प्रयोग करें। केवल मोथा प्रजाति को नियंत्रित करता है। इसे मेट्रिबुजिन एट्राजिन एमेट्रिन के साथ टैंक मिश्रण के रूप में प्रयोग से कई तरह के खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण होता है।
इथाक्सीसल्फ्यूरान	60	400	जमाव के बाद	जमाव के बाद (मोथा प्रजाति की 2-3 पत्ती अवस्था पर 25-45 दिनो बाद) प्रयोग करें। केवल मोथा प्रजाति को नियंत्रित करता है। इसे मेट्रिबुजिन एट्राजिन एमेट्रिन के साथ टैंक मिश्रण के रूप में प्रयोग से कई तरह के खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण होता है।

हानिकारक बहुवर्षीय खरपतवारों का प्रबन्धन

गन्ना की फसल देश भर में विभिन्न कृषि-जलवायु और प्रबंधन स्थितियों के तहत उगाई जाने वाली लंबी अवधि की फसल है, जो विभिन्न प्रकार के खरपतवार वनस्पतियों से संक्रमित होती है। जिनमें से कुछ खरपतवारों यथा- *सोरघम हेलेपेंस, सिनोडोन डैक्टिलॉन, साइपरस रोटंडस, स्ट्रिगा स्पे.* और *इपोमिया स्पे.* तथा *कॉन्वोलवुलस अर्वेन्सिस* जैसे बाइंडिंग खरपतवार, जिनको सामान्य नियमित खरपतवार प्रबंधन प्रथाओं द्वारा नियंत्रित करना बहुत मुश्किल होता है। ऐसे खरपतवारों के प्रबंधन के बारे में नीचे बताया गया है।

जंगली ज्वार (*सोरघम हेलीपेंस*)

जंगली ज्वार (*सोरघम हेलीपेंस*) को नियंत्रित करने में अधिक कठिनाई होने के कारण दुनिया की छठी सबसे खराब और सबसे अप्रिय और लगातार उगने वाली खरपतवार प्रजाति के रूप में जाना जाता है। यह खरीफ सीजन में लगभग पूरे गन्ना उत्पादक क्षेत्र को प्रभावित करता है। फसल वृद्धि की पूरी अवधि के दौरान उच्च खरपतवार घनत्व होने पर यह गन्ने की फसल से प्रतिस्पर्धा कर औसतन 40-70 प्रतिशत की उपज में कमी कर देता है। जहां खरपतवार का घनत्व कम होता है वहां इसे यांत्रिक रूप से हाथ से खींचकर नियंत्रित किया जा सकता है, जबकि 2-3 सप्ताह पुरानी फसल तक प्रारंभिक फसल के विकास चरणों के दौरान कुदाल का सहारा लिया जा सकता है। बार-बार घास काटने से इसका बीज निर्माण, प्रकंद उत्पादन और अंकुर की पुनः वृद्धि रुक जाती है, जो अंततः गन्ने की स्थापित पौधे की वृद्धि और विकास को लाभ प्रदान करती है। अत्यधिक प्रभावित क्षेत्र में गर्मियों में गहरी जुताई से इसकी संख्या को नियंत्रित करने में सहायता मिलती है, दो सप्ताह के अंतराल पर कम से कम छह बार जुताई करने से इसे नष्ट करने में मदद मिलती है। इस खरपतवार को नियंत्रित करने के लिए कई जमाव पूर्व-(मेट्रिब्यूजिन, एमेट्रिन

शाकनाशी रसायन (अंकुरणपूर्व) + सूखी पत्ती से एकीकृत नीदा नियंत्रण का दृश्य

और एट्राजिन) जमने के बाद (ट्राइफ्लोक्सीसल्फ्यूरॉन, एसुलम और ग्लाइफोसेट) शाकनाशी उपलब्ध हैं। इस खरपतवार को नियंत्रित करने के लिए असूलम (500-920 ग्राम सक्रिय तत्व./हेक्टेयर) और ट्राइफ्लोक्सीसल्फ्यूरॉन (8 ग्राम सक्रिय तत्व./हेक्टेयर) की मात्रा की संस्तुति की गई है। भारी संक्रमण के मामले में, असूलम की खुराक 2000-3000 ग्राम/हेक्टेयर तक और ट्राइफ्लोक्सीसल्फ्यूरॉन की 16 ग्राम प्रति हेक्टेयर तक हो सकती है। विभिन्न तरीकों का एकीकृत उपयोग, जैसे मिट्टी में मिलाई जाने वाली और जमने के बाद उपयोग में लायी जाने वाली शाकनाशी से हेलपेंस के पौधों और भूमिगत प्रकंद जाल दोनों को नष्ट करने में सहायक होती है जो कि इसके आगे प्रसार को रोक देता है।

मोथा (*साइप्रस रोटंडस*)

मोथा (*साइप्रस रोटंडस*), एक अत्यंत विनाशकारी और आर्थिक रूप से हानिकारक खरपतवार है, जो दुनिया के उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में व्यापक रूप से फैला हुआ है। यह खरपतवार दुनिया भर में विभिन्न कृषि फसलों में 20-90% तक उपज हानि का कारण बनता है। गन्ना उत्पादकों ने भारत में गन्ने के खेतों में कुल खरपतवार वनस्पतियों का लगभग 60-80% तक मोथा प्रजाति के खरपतवारों के संक्रमण में वृद्धि का अनुभव किया जा रहा है। गहरी जुताई कंदों को 35 से 40 सेमी की गहराई से उठाकर जमीन की सतह के करीब लाने में मदद करती है, जिससे गर्मी और निर्जलीकरण के कारण कंदों के अंकुरण में 70-100% की कमी आती है। मोथा के

वीडी चेक की तुलना में हैलोसल्फ्यूरॉन मिथाइल के प्रयोग से मोथा नियंत्रण दृश्य

विरुद्ध चयनात्मक और गैर-चयनात्मक शाकनाशियों का विभिन्न फसल प्रणालियों में उपयोग से इसके घनत्व को प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया जा सकता है। उदाहरण के तौर पर हेलोक्सिलफॉप-आर-मिथाइल, हेलोसल्फ्यूरॉन और ग्लाइफोसेट जैसे सिस्टेमिक शाकनाशियों के आने के बाद इसके नियंत्रण में आसानी हो गयी है क्योंकि ये खरपतवार के जड़ो में स्थानांतरित होकर उसके कंदों में चले जाते है और उसके वृद्धि को नियंत्रित करते है।

दूब घास (*साइनोडान डॉक्टिलान*)

दूब घास के प्रबन्धन के लिए कभी-कभी फलीदार (लेगुम वाली फसलें) तथा अन्य मृदा को आच्छादित (कवर) करने वाली फसलों का उपयोग किया जाता है क्योंकि दूब घास अत्यधिक छाया को सहन नहीं करती है और उससे उसकी वृद्धि नहीं होती है और नियंत्रित हो जाता है। खरपतवार की प्रतिस्पर्धा को कम करने के लिए अत्यधिक फसल वृद्धि वाली फसलें और प्रति इकाई क्षेत्र में अधिक पौध संख्या (उच्च फसल घनत्व) भी महत्वपूर्ण होता है। गन्ने में अंतःफसल प्रणाली दूब घास की वृद्धि को रोकने में बहुत मदद करता है। गन्ने की फसल की दोबारा बुवाई से पहले गन्ने के अवशेषों के उन्मूलन के लिए ग्लाइफोसेट का उपयोग करते है। इससे दूब घास भी जुताई के समय कम हो जाती है। ग्रीष्म ऋतु में 3-4 सप्ताह के अंतराल पर तीन बार गहरी जुताई करने से नई बोई गई गन्ने की फसल में दूब घास का प्रकोप 44 से 51% तक कम हो जाता है। अगस्त के अंत में विशेष हुड एप्लिकेटर के साथ ग्लाइफोसेट का 2.0 से 2.5 किलोग्राम सक्रिय तत्व/हेक्टेयर की दर से प्रयोग करने पर *साइनोडोन डैक्टिलॉन* के संक्रमण को 20-35% के स्तर तक कम किया जा सकता है।

पेड़ी गन्ना में दूबघास पर ग्लाइफोस 1.5% घोल का प्रोटेक्टेड स्प्रे दृश्य

स्ट्राइगा प्रजाति एवं गन्ने में बुरा असर का परिदृश्य

स्ट्राइगा प्रजाति (परजीवी खरपतवार)

स्ट्राइगा एक प्राचीन काल से पाया जाने वाला परजीवी खरपतवार है। इसकी कई प्रजातियों को पिछली शताब्दी की शुरुआत में ही अफ्रीका और भारत में अनाज के परजीवी के रूप में मान्यता दी गई थी। इसके नियंत्रण रणनीतियों में शामिल हैं "आत्मघाती अंकुरण" को प्रेरित करना और फसल पौधों द्वारा अंकुरण उत्तेजक के उत्पादन को कम करना है। इसके अलावा, सहजीवी *अर्बुस्कुलर माइकोरिजल* कवक (एएमएफ) की वृद्धि में स्ट्रिगोलैक्टोन की भूमिका की नई खोज से पौधों द्वारा अंकुरण उत्तेजक के उत्पादन को संशोधित करने की नई संभावनाएं खोली हैं। बीज के जमाव और बीज फैलाव को रोकना सबसे सरल और आसान नियंत्रण विधि अनुशंसित है। इसको हाथ से उखाड़ कर या निराई-गुड़ाई करके करते हैं। इनमें बीजों के बनने को रोकने के लिए फूल आने के 2-3 सप्ताह बाद ही यह प्रक्रिया शुरू करना चाहिए। ट्रैप-फसलें *स्ट्राइगा* परजीवी खरपतवार के आत्मघाती अंकुरण को उत्तेजित करती हैं, जिससे मृदा में बीज की संख्या कम हो जाती है। गन्ने में अंतःफसल के लिए उपयुक्त कुछ फसलें जैसे लोबिया, मूंगफली और सोयाबीन में *स्ट्राइगा* के आत्मघाती अंकुरण का कारण बनने की क्षमता होती है और यह मिट्टी की उर्वरता में भी सुधार करती है। इसके अलावा एथिलीन, एथेफॉन, स्ट्राइगोल और स्ट्राइगोल एनालॉग्स जैसे कुछ रसायन का उपयोग करके भी *स्ट्राइगा* को आत्मघाती अंकुरण लिए प्रेरित कर सकते हैं। जैविक खाद जैसे कम्पोस्ट/खाद और अकार्बनिक उर्वरकों का समावेश से खरपतवार के मुकाबले फसल की प्रतिस्पर्धी क्षमता को बढ़ाने में मदद मिलती है। विशेष रूप से *स्ट्राइगा* से प्रभावित क्षेत्रों में नत्रजन उर्वरकों की उच्च मात्रा और बार-बार सिंचाई करके गन्ने में *स्ट्राइगा* को नियंत्रित किया जा सकता है। एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन के द्वारा जिसमे जैविक खाद और उर्वरक का अनुप्रयोग करते है, *स्ट्राइगा* के संक्रमण को कम करने मे सहायता मिलती है। *स्ट्राइगा* के नियंत्रण के लिए विभिन्न शाकनाशी में से 2-4-डी को सबसे अच्छा और सबसे सस्ता उपयुक्त रसायन पाया गया। दुनिया भर में किए गए कई अध्ययनों से पता चला है कि एट्राजिन + 2,4-डी या मेट्रिब्यूजिन + 2, 4-डी का 100% या 75% अनुशंसित खुराक का संयुक्त मिश्रण का गन्ने मे अंतिम मिट्टी चढ़ाने के बाद यानी रोपण के लगभग 100 दिन बाद इसका उपयोग किया जाता है (आमतौर पर *स्ट्राइगा* उसी समय निकलता है) और बाद में 30-40 दिनों के अंतराल पर 2-3 बार और स्प्रे करने से इसे प्रभावी ढंग से नियंत्रित कर सकते हैं।

आइपोमिया प्रजाति / हिरनखुरी (*कॉर्नवालवुलस आरवोन्सिस*)

आइपोमिया एक गन्ने पर चढ़ने व लपेटने वाला खरपतवार है जो गन्ने के पौधे से उलझ जाता है और उसके ऊपर चढ़ जाता है। वे आमतौर पर मौसम के अंत में अंकुरित होते हैं जब गन्ना मे अधिकतम वृद्धि दिखता है। इनके बेलों को मारना अपेक्षाकृत आसान है लेकिन इसका प्रबंधन करना कठिन होता लपेटने वाले ये खरपतवार पौधो के नीचे उनके छायादार अवस्था मे भी अंकुरित होते हैं। यहा तक फसल अवशेषों या गन्ना की सेखी पत्तियों से आच्छादन/मल्चिग की अवस्था में भी आसानी से अंकुरित होते हैं और प्रचुर मात्रा में बढ़ते हैं। गन्ने के सुखी पत्तियों के उपर में अंकुरण पूर्व प्रयोग करने वाली शाकनाशी को प्रयोग करना कठिन होता है और इसलिए नियंत्रण के लिए केवल अंकुरण पश्चात प्रयोग वाले शाकनाशी का उपयोग ही किया जा सकता है। खरपतवार (*आइपोमिया हेडेरेसिया*) न केवल जमीन के नीचे प्रतिस्पर्धा के कारण फसलों को नुकसान पहुंचाते हैं, बल्कि फसल के पौधों (गन्ना) से लिपटकर एवं उसके साथ उलझने से फसल को नुकसान पहुंचाते हैं। बाद के चरणों में उगने वाले और गुच्छों मे चारों ओर गन्ने से लिपटे हुए खरपतवार गन्ने की वृद्धि को प्रभावित करते हैं। इनके प्रकोप से गन्ने की उपज में लगभग 25 प्रतिशत की हानि होती हैं इसके साथ ये फसल की कटाई में भी बहुत कठिनाई उत्पन्न करते है। खरपतवार की वृद्धि की प्रारंभिक अवस्था में ही इसे आसानी से हाथ से उखाड़ा जा सकता है, लेकिन वृद्धि फसल के बाद के चरणों में इसके निकलना जो कि गन्ने की अति वृद्धि अवधि के साथ मेल खाता है, और जब खेत में प्रवेश कर संम्भव नहीं होता है। इस खरपतवार को उखाड़ना बहुत मुश्किल होता है। आई.आई.एस.आर., लखनऊ में प्रारंभिक अध्ययनों से पता चला है कि इस खरपतवार से छुटकारा पाने के लिए अंकुरण के बाद से लगभग 1.5-2.5 फीट की ऊंचाई प्राप्त करने के उपरांत पर मेट्रिबुजिन + 2,4-डी दर 1.25 + 1.50 किग्रा/हेक्टेयर का टैंक मिश्रण प्रयोग से प्रभावी नियंत्रण पाया गया है।

कपास में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

टोडर मल पूनिया, अंकुर चौधरी एवं विरेन्द्र सिंह हुड्डा
अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना - खरपतवार प्रबंधन,
चौधरी चरण सिंह हरियाणा कृषि विश्वविद्यालय, हिसार, हरियाणा 125004, भारत

कपास सबसे महत्वपूर्ण व्यावसायिक फसलों में से एक है जो विश्व के मुख्यतः आर्थिक, राजनीतिक और सामाजिक मामलो में रेशेदार फसल के रूप में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। कृषि अर्थव्यवस्था के साथ-साथ औद्योगिक क्षेत्र में भी इसका महत्व है इसलिए इसे "सफेद सोना" भी कहा जाता है। कपास की खेती विश्व के लगभग 60 देशों में होती है, लेकिन कुल उत्पादन का लगभग 85% हिस्सा 10 देशों अर्थात् रूस, अमेरिका, चीन, भारत, ब्राज़ील, पाकिस्तान, तुर्की, मिस्र, मैक्सिको और सूडान का है। इसकी लगभग 329 लाख हेक्टेयर क्षेत्र में कपास की खेती की जाती है और कुल उत्पादन 411 लाख टन बीज कपास होता है।

कपास भारत की सबसे महत्वपूर्ण रेशा वाली और नकदी फसलों में से एक है और देश की औद्योगिक और कृषि अर्थव्यवस्था में प्रमुख भूमिका भूमिका निभाती है। यह सूती कपड़ा उद्योग के लिए बुनियादी कच्चा माल (कपास फाइबर) प्रदान करता है। कपास भारत में 60 लाख किसानों की आजीविका में प्रत्यक्ष रूप से और लगभग 4-5 करोड़ लोग जो इसके व्यापार और प्रसंस्करण में कार्यरत हैं उनकी आजीविका को कायम रखने में प्रमुख भूमिका निभाता है।

विश्व में 329 लाख हेक्टेयर के लगभग 40% रकबे के साथ भारत कपास के क्षेत्रफल में प्रथम स्थान पर है, परन्तु उत्पादकता की दृष्टि से 447 किग्रा/हेक्टेयर उपज के साथ भारत 39वें स्थान पर है। भारत विश्व कपास उत्पादन के 23.83% उत्पादन के साथ विश्व में दूसरे स्थान पर है। भारत विश्व में कपास का दूसरा सबसे बड़ा उपभोक्ता भी है। भारत में 2022 -23 में कपास का क्षेत्रफ़ल 129.27 लाख हेक्टेयर था और कुल उत्पादन 336.60 लाख गांठ था और औसत उत्पादन 447 किलो रेशा (लिंट) प्रति हेक्टेयर था (कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार, 2024)। भारत में दस प्रमुख कपास उत्पादक राज्यों को तीन क्षेत्रों में विभाजित किया गया है-उत्तर क्षेत्र, मध्य क्षेत्र और दक्षिण क्षेत्र। उत्तरी क्षेत्र में पंजाब, हरियाणा, और राजस्थान शामिल है। मध्य क्षेत्र में मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र और गुजरात शामिल हैं। दक्षिण क्षेत्र में आंध्र प्रदेश, तेलंगाना, कर्नाटक और तमिलनाडु शामिल हैं। इन दस राज्यों के अलावा पूर्वी राज्य उड़ीसा में कपास की खेती ने जोर पकड़ लिया है। कपास की खेती उत्तर प्रदेश, पश्चिम बंगाल और त्रिपुरा जैसे गैर-पारंपरिक राज्यों के छोटे क्षेत्रों में भी की जाती है।

कपास की फसल, खासकर बी. टी. कपास, में खूड से खूड व पौधे से पौधे का फासला ज्यादा होने व शुरू की अवस्था में कपास के पौधों की बढ़वार कम होने के कारण, खरपतवारों को उगने व पनपने का अनुकूल वातावरण मिलता है जिसके कारण कपास की फसल को भारी नुकसान पहुँचता है। खरपतवार कपास पर कई तरह से प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं। मुख्यतः, खरपतवार उपलब्ध पोषक तत्वों, पानी और रोशनी के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं खरपतवारों से हुई हानि किसी अन्य कारणों जैसे कीड़े, रोग, व्याधि आदि हानि की अपेक्षा अधिक होती है। खरपतवार केवल कपास की बढवार को ही नुकसान नहीं पहुंचाते अपितु मिलीबग, सांटा सूंडी व सफ़ेद मक्खी जैसे कीड़ों को आश्रय दे कर फसल को नुकसान पहुंचाते हैं।

कपास के मुख्य खरपतवार

संकरी पत्ती वाले: मकड़ा, मधाना, छोटा सांवक, बड़ी सांवक, तकड़ी घास, कुत्ता घास, चिड़ियों का दाना आदि।

चौड़ी पत्ती वाले: सांठी, कोंधरा, भाखड़ी, चौलाई, कागारोटी, हजारदाना, पलपोटण, जल भंगड़ा, कुकर भंगड़ा, झिरणीया, गंधेली, चिलमिल, कनकुआ आदि।

सदाबहार: बरू, हिरणखुरी, डीला (मोथा), मोथा, कांस, बुई, ढाब आदि।

खरपतवारों से हुई हानि किसी अन्य करणों जैसे कीड़े, रोग, व्याधि आदि हानि की अपेक्षा अधिक होती है। कपास में खरपतवारों के संक्रमण के कारण गंभीर प्रतिस्पर्धा होती है और उपज में 40 से 85 प्रतिशत तक की कमी आती है। कपास के पौधों के साथ निकलने वाले खरपतवार कड़ी प्रतिस्पर्धा करते हैं और उपज में काफी कमी लाते हैं। कपास की बिजाई के पहले 15-60 दिन फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा का महत्वपूर्ण समय होता है और इस अवधि के दौरान खरपतवार नियंत्रित नहीं किए जाने से 40-50 प्रतिशत उपज का नुकसान हो सकता है।

फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा की महत्वपूर्ण अवधि विभिन्न फसलों में अलग-अलग होती है और इस अवधि में खरपतवारों के नियंत्रण से अधिकतम लाभ मिलता है। इस दौरान अगर फसल, खरपतवार से मुक्त रहेगी तो फसल तेजी से बढती है और इस अवधि में अपनी पूर्ण शाकीय वृद्धि प्राप्त कर लेती है। फसल इतनी बड़ी हो जाती है कि खरपतवार फसल में ना जम पाएगी, ना फसल का मुकाबला कर पाएगी। खरपतवारों की रोकथाम में ध्यान देने योग्य बात यह कि खरपतवारों का नियंत्रण सही समय पर करें।

कपास में खरपतवार नियंत्रण के उपाय

कपास मेंखरपतवारों की रोकथाम निम्नलिखित तरीकों से की जा सकती है:

1. निवारण विधि
2. भौतिक विधि
3. रासायनिक विधि
4. एकीकृत विधि

निवारण विधि

इस विधि में सभी क्रियाएं शामिल हैं जिनके द्वारा खेतों में खरपतवारों के प्रवेश को रोका जा सकता है जैसे-प्रमाणित बीजों का प्रयोग,अच्छी गली-सड़ी गोबर व कंपोस्ट खाद का प्रयोग, सिंचाई की नालियों की सफाई, खेत की तैयारी एवं बुवाई में प्रयोग किए जाने वाले यंत्रों का प्रयोग से पूर्व अच्छी तरह से साफ सफाई इत्यादि। कपास की खेती करते समय हमेशा ध्यान रखना चाहिए कि खेत में मेढ़ों की सफाई अच्छे से करें, जिससे कपास की फसल में खरपतवार के बीज नहीं जाते हैं। ऐसा करने से कपास की फसल में 30 प्रतिशत तक खरपतवार की समस्या को कम किया जा सकता है।

भौतिक विधि

इस विधि में निराई-गुड़ाई करना, बुवाई पूर्व निराई करना, मल्चिंग (प्लास्टिक या फसल अवशेष) का इस्तेमाल करना शामिल हैं। खेत की गहरी जुताई करें - कपास में खरपतवार को नियंत्रित करने के लिए, कपास की बुवाई के पहले खेत की गहरी जुताई करना चाहियें। खेत की गहरी जुताई करने से कपास की फसल में उगने वाली वार्षिक खरपतवार खत्म हो जाते है और कपास की फसल में खपतवारों की समस्या कम आती है।

कपास में मल्चिंग का उपयोग कम ही होता है। प्रयोगों में इसके फायदे देखे गये है। मल्चिंग के लिए 30 माइक्रोन का पेपर इस्तेमाल कर सकते है। कपास के फसल में निराई-गुड़ाई बिजाई के 20-25 दिन बादकरें। जब फसल 50-60 दिन की हो जाए तो बैलों वाली त्रिफाली से या ट्रैक्टर के पीछे कल्टीवेटर लगाकर हलोड दें। निराई-गुड़ाई करने हेतु विविध प्रकार के उपकरण अब उपलब्ध हैं। कपास की फसल में समय-समय पर निराई-गुड़ाई करना चाहियें जिससे आसानी से कपास में खरपतवार को नियंत्रित कर सकते हैं। कपास में निराई-गुड़ाई करने से पौधों का वृद्धि विकास और बढ़वार अच्छा होता हैं और मिट्टी की गुणवत्ता में सुधार होता है।

उत्तम कृषि विधि

उत्तम ढंग या समय पर फसल बोने पर भी खरपतवारों से संघर्ष को कम किया जा सकता है। स्वस्थ और अनुमोदित किस्म का बीज उपयोग, समय पर अनुमोदित किस्म की बुवाई, पौधों की उपयुक्त संख्या एवं दूरी, मिश्रित खेती, खादों की उपयुक्त मात्रा एवं डालने का ढंग आदि अपनाने से भी फसल को तेजी से बढ़ाया जा सकता है जिससे खरपतवार काफी हद तक नियंत्रित हो जाते हैं।

रासायनिक प्रबंधन

कपास की फसल में रसायनों द्वारा खरपतवार नियंत्रण के लिए बिजाई के तुरंत बाद 2-3 दिन के अंदर पेंडीमेथलीन खरपतवारनाशी को 4.5 लीटर प्रति हैक्टेयर की दर से 500 लीटर पानी मे घोल कर फ्लेटफेन नोजल से स्प्रे करने से सांठी, सावंक, मकड़ा आदि खरपतवारों पर पर अच्छा नियंत्रण होता है। बिजाई के 40-45 दिन बाद सूखी गुंडई के पश्चात 4.5 लीटर पेंडीमेथलीन खरपतवारनाशी को प्रति हैक्टेयर 500-600 लीटर पानी में से मिलाकर स्प्रे करें। जुलाई अगस्त महीने में ज्यादा बरसात होने पर सांठी सावंक मकड़ा जैसे खरपतवार होने पर पैराक्वेट 0.3 प्रतिशत यानी 3 मिली प्रति लीटर पानी के हिसाब से नोजल पर हूड या प्रोटेक्टर लगाकर स्प्रे करें।

केंद्रीय कीटनाशक बोर्ड एवं पंजीकरण समिति द्वारा भी कपास में कुछ खरपतवारनाशियों को प्रयोग के लिए पंजीकृत किया है। फेनोक्साप्रॉप-पी-एथिल 750 मि.ली., फ्लूज़िफॉप-पी-ब्यूटाइल 1000-2000 मि.ली., प्रोपेक्विज़ाफ़ॉप 625 मि.ली. या क्विज़ालो-फॉप इथाइल 1000 मि.ली. प्रति हैक्टेयर का उपयोग कपास में संकरी पत्ती वाले खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है। पाइरिथिओबैक सोडियम 625 - 750 मि.ली. प्रति हैक्टेयर कपास में चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों को नियंत्रित करता है। यह पत्तियों और जड़ों द्वारा अवशोषित हो जाता है तथा खरपतवारों पर उत्कृष्ट नियंत्रण प्रदान करता है। पाइरिथियोबैक सोडियम 6% + क्विज़ालोफॉप इथाइल 4% ईसी 1000-2000 मि.ली. प्रति हैक्टेयर का उपयोग कपास में मिश्रित खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है।

कपास की फसल में हूड या प्रोटेक्टर लगाकर खरपतवारनाशी के छिड़काव मैं सावधानियां

1. सिफारिश की गई खरपतवारनाशी की मात्रा को केवल सुबह या शाम को छिड़काव करें।
2. फसल बड़ी होने पर की जाने वाली खरपतवारनाशियों का प्रयोग केवल तब करें जब खेत में नमी हो।
3. अगर स्प्रे पंप को 2,4-डी के छिड़काव हेतु उपयोग किया गया है तो कपास में छिड़काव करने से पहले अच्छी तरह धोकर ही प्रयोग करें।
4. बिजाई के बाद स्प्रे करने के लिए जमीन में उचित नमी जरूरी है।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

केवल एक या दो तरीकों विशेष रूप से केवल शाकनाशियों पर निर्भर नहीं रह कर विभिन्न तरीकों के संयोजन का उपयोग करता है ताकि सभी खरपतवार नियंत्रण में रहें। अंततः, एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का उद्देश्य खरपतवारों को बीज या वानस्पतिक रूप से प्रजनन करने से रोकना ताकि समय के साथ खरपतवार की आबादी कम हो, खरपतवार प्रतिस्पर्धा को कम करना और फसल उत्पादकता में सुधार करना है।

कपास की फसल में 2,4-डी का दुष्प्रभाव

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का उपयोग करने से निम्नलिखित लाभ होते हैं:

- शाकनाशियों पर निर्भरता कम होती है।
- शाकनाशी प्रतिरोध का जोखिम कम होता है ।
- खरपतवारों में बदलाव की दर कम करता है।
- खरपतवार बीज बैंक को कम करके भविष्य में कुल खरपतवार नियंत्रण लागत कम करता है।

सब्जियों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

व्ही.के. चौधरी, विकास सिंह एवं मुनि प्रताप साहू
भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

भारतीय अर्थव्यवस्था में लगातार हो रही वृद्धि विभिन्न रूपों में कृषि उत्पादन एवं कृषि से जुड़े उद्योगों पर आधारित है। देश की 60% आबादी, आजीविका के लिए कृषि पर निर्भर है। सकल घरेलू उत्पाद में कृषि लगभग 17% का योगदान करती है। हमारा देश चीन के बाद दुनिया में दूसरा प्रमुख सब्जी उत्पादक देश है। कृषि, विशेष रूप से सब्जियों की खेती आत्मनिर्भर बनने एवं जीविकोपार्जन का एक मुख्य आधार बन गया है, क्योंकि इससे आर्थिक लाभ के साथ-साथ पोषण सुरक्षा सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण भूमिका रखती है जिन्हें कच्चा या पकाकर खाया जा सकता है। सब्जियों में प्रोटीन, विटामिन, वसा, रेशा, कार्बोहाइड्रेट, खनिज पदार्थ, फोलिक अम्ल, ग्लूफोसिनोलेट इत्यादि प्रचुर मात्रा में पाये जाते है जो मानव शरीर में विभिन्न रोगों से लड़ने की क्षमता विकसित करते है।

विश्व के सब्जी उत्पादक देशों में भारत दूसरे स्थान पर हैं। हमारे देश में सब्जियों का कुल उत्पादन 212.19 मिलियन टन जो कुल उद्यानकी फसलों का 60.45% है (द्वितीय एडवांस इस्टीमेट वर्ष 2022-2023)। सब्जी उत्पादन, किसानों के लिए एक लाभकारी व्यवसाय है। सब्जी फसलों की खेती में अधिक लागत लगती है क्योंकि इसमें ज्यादा संसाधनों जैसे- पानी, खाद, श्रम, धन इत्यादि की आवश्यकता होती है। सब्जी उत्पादन की उन्नत तकनीकों को अपनाकर किसान ज्यादा पैदावार ले सकते है। सब्जियों की उन्नत तकनीकी में एक आयाम उचित खरपतवार प्रबंधन है। सब्जियों में उगने वाले खरपतवार एक

तालिका 1. सब्जियों के साथ उगने वाले प्रमुख खरपतवार
मौसम के अनुसार निम्नलिखित खरपतवार विभिन्न सब्जियों में मुख्य रूप से पाये जाते है।

खरीफ		रबी	
सामान्य नाम	**वानस्पतिक नाम**	**सामान्य नाम**	**वानस्पतिक नाम**
जंगली चौलाई	*अमरैन्थस विरडिस*	वन प्याजी	*ऐस्फोडीलस टेनुफोलियस*
मोथा	*साइप्रस रोटेन्डस*	कृष्णनील	*एनागेलिस अर्वेन्सिस*
कनी / कनकवा	*कोमैलीना बेन्धालेन्सिस*	बथुआ	*चिनोपोडियम एल्बम*
सफेद मुर्ग	*सिलोसिया अरजेन्सिया*	हिरनखुरी	*कानवोल्वुलस अरवेन्सिस*
दूब	*साइनोडान डेक्टाइलान*	दूबघास	*साइनोडान डेक्टाइलान*
क्रेब घास	*डिजिटेरिया* प्रजाति	मोथा	*साइप्रस रोटेन्डस*
मकडाघास	*डैक्टीलोक्टेनियम एजिपटियम*	दूधी	*यूफोबिया हिर्टा*
लहसुआ	*डाइजेरा अरवेन्सिस*	बनमटरी	*लेथाइरस अफाका*
सांवा	*इकाइनोक्लोवा कोलाना*	सेंजी पीली / सफेद	*मेलिलोटस इण्डिका/एल्बा*
जंगली रागी	*इल्युसिन इण्डिका*	जंगली पालक	*रुमैक्स डेंटेटस*
पचकोटा	*फ़ैज़ालिस मिनिमा*	चिकोरी	*चिकोरियम इन्टाइबस*
हजारदाना	*फाइलेन्थस निरुरी*	अकरी	*विसिया* प्रजाति
पथरचटा	*ट्राइएन्थिमा पोचुर्लेकेस्ट्रम*	जंगली जई	एवेना फुटुआ/लुडोविसियाना
		अमरबेल	*कस्कुटा* प्रजाति

गंभीर समस्या है जो सब्जी उत्पादन में न केवल भारी गिरावट करते है, बल्कि उनकी गुणवत्ता को भी प्रभावित करते है। अलग-अलग मौसम में खरपतवारों की अलग-अलग प्रजाति एवं उनकी संख्या में भिन्नता पायी जाती है। खरीफ मौसम में अन्य मौसमों की तुलना में खरपतवारों का प्रकोप अधिक होता है। सब्जी उत्पादन में खरपतवारों का समय पर उचित एवं प्रभावी नियंत्रण कर सब्जियों को इनके दुष्प्रभाव से बचाते हुए उत्पादन एवं गुणवत्ता को बढ़ाया जा सकता है।

सब्जियों में खरपतवारों की समस्या अधिक देखी गई है जिसके कई कारण है:

(क) सब्जी फसल में पौध से पौध के बीच अधिक दूरी रखते हैं जिसके कारण खरपतवारों को उगने के लिए स्थान के साथ-साथ पर्याप्त नमी मिलने से खरपतवार तेजी से वृद्धि करते हैं।

(ख) सब्जी फसलों को अधिक खाद व पोषक तत्वों की जरूरत होती है जो खरपतवारों की वृद्धि को भी प्रोत्साहित करते हैं।

(ग) सब्जियों में पानी की अधिक आवश्यकता होती है जिससे जल्दी-जल्दी अर्थात कम अन्तराल में सिंचाई करते है जो खरपतवार बीज अंकुरण के लिए अनुकूल वातावरण देते हैं।

(घ) सब्जी वाली फसलों की प्रारंभिक अवस्था में वृद्धि बहुत धीमी होती है और फसल वृद्धि के लिए दिए गये पोषक तत्व एवं पानी पर्याप्त होने के कारण खरपतवारों के बीज अंकुरित होकर तेजी से वृद्धि करते है। जिससे सब्जियों में खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा करने की क्षमता में कमी होती है। सब्जी फसलों को खरपतवारों से मिली स्पर्धा के कारण हुए नुकसान, फसल वृद्धि एवं उत्पादन दोनों प्रभावित होता है।

यदि सब्जियों में खरपतवार प्रबंधन सही समय पर नहीं किया जाये तो यह उपज और गुणवत्ता दोनों को बुरी तरह प्रभावित करते हैं, जिससे उनका बाजार मूल्य भी प्रभावित होता है। खरपतवारों की प्रजातियां, आक्रामकता का स्तर, अवधि, फसलों की प्रतिरोधक क्षमता, जलवायु आदि फसलों के साथ-साथ खरपतवारों की बढ़वार को प्रभावित करता हैं।

सब्जियों में खरपतवार प्रतिस्पर्धा का क्रांतिक समय एवं उससे उपज में होने वाली हानियाँ

तालिका 2. प्रमुख सब्जी फसलों में खरपतवारों प्रतिस्पर्धा की क्रांतिक अवस्था एवं उनसे होने वाली उपज में हानि

फसलें	क्रांतिक अवस्था (बुआई के बाद)	(उपज में कमी)
आलू	20-40 दिन	20-50%
मटर	30-45 दिन	25-40%
गाजर / मूली	15-20 दिन	30-60%
प्याज / लहसुन	30-70 दिन	50-70%
टमाटर	30-45 दिन	40-70%
फूल गोभी / पत्ता गोभी	30-45 दिन	50-65%
मिर्च	30-45 दिन	50-70%
राजमा	40-60 दिन	60-70%
भिण्डी	15-30 दिन	50-60%
बैंगन	20-60 दिन	60-75%
लोबिया	15-30 दिन	40-50%

सब्जी फसल को किस अवस्था में खरपतवार सबसे ज्यादा नुकसान पहुंचाते हैं, यदि इसकी जानकारी है तो उस अवस्था में सब्जियों वाले खेतों को खरपतवार मुक्त रखा जाये और समय पर निराई-गुड़ाई भी की जाये जिससे सब्जियों की अच्छी पैदावार हो सके। फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा की क्रांतिक अवस्था/समय में फसलों/सब्जियों को खरपतवार के प्रकोप से बचाना बहुत जरूरी होता है, क्योंकि क्रांतिक अवस्था/समय में हुआ नुकसान फसल की बढ़वार और उत्पादन दोनों को प्रभावित करता है।

सब्जियों में खरपतवार को कैसे नियंत्रण करें?

सब्जी फसलों की शुरूआती वृद्धि बहुत धीमी होती है जिससे खरपतवारों को अपनी बढ़वार के लिए पर्याप्त स्थान एवं अन्य संसाधन मिल जाते है जो फसल वृद्धि में अवरोध और वृद्धि कारकों के लिए प्रतिस्पर्धा करने लगते है। यदि सब्जी फसलों में उगने वाले खरपतवारों को समय से नियंत्रित नहीं किया जाये तो उत्पादन बुरी तरह प्रभावित होता है। खरपतवार का उन्मूलन करना लगभग असंभव कार्य है। लेकिन खरपतवार नियंत्रण विधियों का प्रयोग करके खरपतवारों की वृद्धि, विकास, उनकी संख्या एवं प्रकोप स्तर को कम किया जा सकता है।

सुरक्षात्मक विधि

सुरक्षात्मक विधि एक सरल और सस्ती विधि है। खरपतवार नियंत्रण के इस पद्धति को अपनाने से फसलों में खरपतवारों का प्रकोप कम होता है। इसके अंतर्गत वे सभी उपाय किये जाते है, जिनके द्वारा किसी एक क्षेत्र से दूसरे क्षेत्र में नये खरपतवार के प्रवेश पर रोक लगाई जा सकती है:

(क) खेतों में अच्छी सड़ी हुई गोबर व कम्पोस्ट खाद का प्रयोग करें अन्यथा इससे सबसे ज्यादा मात्रा में खरपतवार बीजों के खेत में आने की संभावना होती है।

(ख) खरपतवार मुक्त शुद्ध और प्रमाणित बीज का प्रयोग करें।
(ग) खरपतवार ग्रसित क्षेत्र की मिट्टी दूसरे खेत में ना डाले।
(घ) पौधशाला (नर्सरी) वाले स्थान को खरपतवार मुक्त रखें।
(ङ) एक खेत से दूसरे खेत में प्रयोग से पहले कृषि यंत्रों से मिट्टी इत्यादि को साफ कर लें।
(च) खेत के आस-पास की मेड़ों, जल स्त्रोतों, नालियों को खरपतवार मुक्त रखना चाहिए।

सस्य विधि

खेत की तैयारी: खेत की तैयारी, खरपतवारों की आक्रामकता को कम करने में काफी कारगर सस्य विधि है, लेकिन इसके लिए खेत में पिछले वर्षों में उगने वाले खरपतवारों का ज्ञान होना बहुत जरूरी है क्योंकि आप उसी के अनुसार खेत की तैयारी करेगें। यदि पिछले वर्षों में खेत में बहुवर्षीय खरपतवारों का प्रकोप अधिक रहा हो तो गहरी जुताई अनिवार्य रूप से करें, यदि वार्षिक खरपतवार का प्रकोप पिछले वर्षों में ज्यादा रहा हो तो कम गहरी जुताई कर सब्जियों के बीज / पौध की सतह पर बुआई / रोपाई कर खरपतवार का प्रकोप एवं आक्रामकता को कम किया जा सकता है।

शुद्ध एवं प्रमाणित बीजों का उपयोग: बुवाई के समय संक्रमित फसल बीजों के साथ खरपतवारों के बीज खेत में पहुंच जाते है जो पानी मिलते ही फसल अंकुरण से पूर्व या साथ में अंकुरित हो कर फसल से प्रतिस्पर्धा करते है। इसलिए शुद्ध एवं प्रमाणित बीज जिसमें खरपतवारों के बीजों का संक्रमण ना हो का उपयोग बुवाई के लिए करना चाहिए।

पौधों की इष्टतम आबादी/संख्या: फसल की इष्टतम आबादी प्राप्त करने के लिए फसल बुवाई में अनुशंसित बीजदर, सही विधि, मृदा जनित बीमारियों एवं कीटों से सुरक्षा इत्यादि प्रथाएं फसल की इष्टतम आबादी प्राप्त करने में बहुत महत्वपूर्ण हैं। फसल की इष्टतम आबादी खरपतवारों से बेहतर प्रतिस्पर्धा कर सकती है साथ ही साथ खरपतवारों को उगने व बढ़ने में बाधा उत्पन्न करती है।

स्टेल सीड बेड (बीज सैय्या): इस विधि में फसल बुआई/रोपाई करने से 15-20 दिनों पहले खेत को तैयार कर हल्की सिंचाई करके छोड़ दिया जाता है, जिसमें 7 से 10 दिन बाद बहुतायत संख्या में खरपतवार खेतों में उग आते हैं जिन्हें हल्की जुताई करके नष्ट कर दिया जाता है या गैर चयनात्मक शाकनाशी रसायनों का बुवाई के 8-10 दिन पूर्व प्रयोग कर खेत को खरपतवार मुक्त कर बुआई अथवा रोपाई करने से काफी हद तक सब्जियों में उगने वाले खरपतवारों को नियंत्रित किया जा सकता है।

फसल चक्र: फसल चक्र अपनाकर सब्जियों में खरपतवार के प्रकोप को काफी हद तक कम किया जा सकता है। विभिन्न प्रकार की वनस्पतियों के साथ वैकल्पिक फसलें जैसे - पत्ती वाली फसलें (सलाद, पालक, गोभी), जड़ वाली फसलें (गाजर, आलू, मूली, चुकंदर), बल्ब वाली फसलें (प्याज, लहसुन) को अदल-बदल कर घास और द्विबीजपत्री फसलें, जैसे मक्का और सब्जियाँ को उगाना

हल्की जुताई से तैयार स्टेल सीड बेड

गैर चयनात्मक शाकनाशी रसायनों से तैयार स्टेल सीड बेड

फायदेमंद होता है। शोधों से स्पष्ट हुआ है कि प्रतिस्पर्धी फसलें जैसे मक्का, ज्वार, बाजरा इत्यादि लगाने के पश्चात सब्जी फसलों को उगाया जाता है तो सब्जियों में खरपतवारों का प्रकोप निश्चित तौर में कम होता है। तेजी से फैलने वाली फसलों को फसल चक्र में सम्मिलित कर सब्जियों की खेती करने से खरपतवार कम आते है। यदि त्रिवर्षीय फसल चक्र लगातार लेते हैं तो यह पाया गया है कि खरपतवार काफी हद तक नियंत्रित हो जाते हैं।

यांत्रिक विधियाँ

खपतवार नियंत्रण के परम्परागत तरीके जैसे- हाथ से निराई - गुड़ाई करना काफी कठिन, अधिक समय लेने वाला एवं खर्चीला होता है। सब्जी फसलों में अन्य फसलों की तुलना में अधिक निराई - गुड़ाई की आवश्यकता होती है सब्जियों में सामान्तया क्रांतिक अवस्था के अनुसार 2-3 निराई-गुड़ाई की जरूरत होती है लेकिन कुछ लंबी अवधि वाली सब्जियों जैसे- टमाटर, मिर्च, बैंगन इत्यादि में 3-4 निराई - गुड़ाई की जरूरत होती है आमतौर में एक हैक्टेयर के खेत में हाथ से निराई के लिए 40-50 श्रमिको की आवश्यकता होती है सब्जियों को कतारों में बुवाई/रोपण करने की स्थिति में शुरुआती अवस्था में ट्रेक्टर चलित यंत्रो से अंतः सस्य क्रियाओ के माध्यम से निराई की जा सकती है। इसके अलावा हाथ से चलाने वाले निराई यंत्रो का प्रयोग कम खर्चीला एवं समय और श्रम की बचत करने वाली विधि है।

हाथ से निराई-गुड़ाई

हाथ से निराई-गुड़ाई सरल और प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के साथ-साथ फसल वृद्धि के बहुत सहायक है। सब्जियों में क्रांतिक अवस्था में खरपतवारों को खुरपी की सहायता से निराई-गुड़ाई करके निकाल देते हैं। जिससे फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा को कम किया जा सकता है। इस विधि में खरपतवार नियंत्रण के साथ-साथ मृदा में हवा के स्तर में वृद्धि होती है, जिससे पौधों के बढ़वार व विकास के लिए अनुकूल वातावरण मिल जाता है और सब्जी फसलों में अच्छी उपज प्राप्त होती है।

हस्त चलित हो द्वारा निराई

हस्त चलित हो से निराई का कार्य उन फसलों में किया जाता है जिनकी बुवाई पंक्तियों/कतारों में की गई हो। इस यंत्र को दो पंक्तियों/कतारों के बीच में उगे खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए चलाया जाता है जो कतारों के उगे खरपतवारों को मृदा के 1-2 सेमी गहराई से काट देता है। हाथ से निराई विधि की तुलना में इस विधि से कम समय व कम श्रमिको में अधिक क्षेत्रफल से खरपतवारों को आसानी से निकाला जा सकता है।

खुदाई

इस विधि में बहुवर्षीय खरपतवारों एवं जिनका प्रसार भूमिगत जड़, तना, कंद व प्रकंद आदि से होता है उनको नियंत्रित करने की उत्तम विधि है। इस विधि में खरपतवारों को जमीन से समूल खोदकर निकलने के लिए कुदाली या गैती का इस्तेमाल किया जाता है। इस विधि से बहुवर्षीय खरपतवारों जैसे- कांस, दूब घास, मोथा आदि का सम्पूर्ण नियंत्रण संभव है।

अंतः सस्य क्रियाए

सब्जी फसल में पौध से पौध के बीच अधिक दूरी होने के कारण खरपतवारों को उगने एवं वृद्धि करने के लिए पर्याप्त स्थान मिल जाता हैं। इसलिए सब्जी फसलों में आवश्यकतानुसार अंतः सस्य क्रियांएँ समय पर करें जिससे एक तरफ उपज बढ़ती है तो वहीं दूसरी तरफ खरपतवारों को नियंत्रित करने में बहुत आसानी होती है। कतारों में बोई जाने वाली सब्जी फसलों में खरपतवार नियंत्रण के लिए अन्तः सस्य क्रिया एक बहुत ही प्रभावी और सस्ता तरीका है।

सिंचाई पद्धति में बदलाव

बूंद-बूंद (ड्रिप) सिंचाई पद्धति से सिंचित खेतों में खरपतवारों की संख्या नाली सिंचाई पद्धति की तुलना में कम होती है। ड्रिप सिंचाई पद्धति में फसलों के जड़ों के समीप पानी दिया जाता है। जिससे खेत का अन्य भागों में नमी न मिलने से खरपतवार बीजों का अंकुरण नहीं हो पाता। परिणामस्वरूप खरपतवारों की संख्या और आक्रामकता में कमी होती है। यह भी पाया गया है कि बुआई के तुरंत बाद सिंचाई करने की तुलना में पलेवा (बुआई पूर्व सिंचाई) करके फसल बोना भी खरपतवारों की संख्या को कम करने में काफी कारगर है। क्योंकि बुआई पूर्व की गई सिंचाई से जो खरपतवार उग आते है उन्हें खरपतवारनाशी या जुताई करके नष्ट किया जा सकता है।

मृदा आच्छादन (मल्चिंग)

विभिन्न अनुसंधानों से ज्ञात हुआ है कि प्लास्टिक फिल्म (20-30 माइक्रोन) सूखा चारा/पुआल एवं फसलों के अवशेष को दो पंक्तियों/कतारों के बीच फैलाने से खरपतवारों का अंकुरण और प्रकोप कम होता है। इसके अलावा मृदा आच्छादन करने से मृदा में लम्बे समय तक नमी बनी रहती है एवं मृदा तापमान नियंत्रित करने में मदद मिलती है। फसल अवशेष, सूखा चारा धीरे धीरे अपघटित होकर मृदा में मिलते जाते हैं, जिससे मृदा में जीवांश पदार्थ, जैविक कार्बन, पोषक तत्वों की मात्रा में सतत् वृद्धि होती है। जिससे फसल उपज में वृद्धि होती है।

मृदा सौर्यीकरण

मृदा सौर्यीकरण के लिए खेत को अच्छी प्रकार से तैयार करके हल्की सिंचाई की जाती है फिर उस खेत में पारदर्शी झिल्ली (30-120 माइक्रोन) बिछाकर झिल्ली के किनारों को मिट्टी से दबा दिया जाता है, जिससे भाप बाहर नहीं निकल पाती। परिणामस्वरूप मृदा का तापमान बढ़ने लगता है। इस विधि से मृदा का तापमान सामान्य तापमान की तुलना में 8-12 डिग्री सेंटीग्रेट तक बढ़ जाता है, जिससे विभिन्न प्रकार के खरपतवार के बीज, निमेटोड, मृदा जनित रोगों के कारक इत्यादि भी नष्ट हो जाते है। इस विधि में पारदर्शी झिल्ली को मृदा सतह पर 4-6 सप्ताह तक बिछाकर रखना चाहिए, जिससे इसका अच्छा प्रभाव प्राप्त हो। झिल्ली हटाने के बाद खेत में किसी भी प्रकार की जुताई न करें सीधे तैयार पौधों की रोपाई करें।

मिश्रित फसल

किसी भू-भाग में जब दो या दो से अधिक फसलों के बीजों को मिलकर या पंक्तियों/कतारों में एक साथ उगाया जाता हैं तो फसलों के द्वारा स्थान, प्रकाश, नमी एवं अन्य संसाधनों का बेहतर उपयोग होता है। जिसके कारण फसलों की अच्छी वृद्धि होती है जो खरपतवारों के अंकुरण और आक्रामकता को कम करते हैं। मिश्रित फसल के कुछ उदाहरण निम्न हैं:

तालिका 3. विभिन्न सब्जियों में अनुशंसित किये गये शाकनाशियों का विवरण

फसलें	अनुशंसित शाकनाशी	मात्रा (ग्रा./हे)	व्यावसायिकमात्रा (मिली या ग्रा./हे)	आवेदन समय	विशेष टिप्पणी
प्याज	पेंडीमेथलीन 38.7% सी एस	580-678	1500-1750	अंकुरण पूर्व	सभी प्रकार के वार्षिक घासकुल और कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण के लिए
	आक्सीफ्लुओरफेन 20% डी एफ	150-200	750-1000	-,,-	
	आक्सीफ्लुओरफेन 23.5% ई सी	100-200	425-850	-,,-	सभी प्रकार के वार्षिक घासकुल, कुछ चौड़ी पत्ती वाले और मौथा कुल के खरपतवारों नियंत्रण के लिए
	पेंडीमेथलीन 24% + आक्सीफ्लुओरफेन 4.1% ग्रेड ई	541.92 +92.56	2258	-,,-	सभी प्रकार के वार्षिक घासकुल, चौड़ी पत्ती वाले और मौथा कुल के खरपतवारों नियंत्रण के लिए
	प्रोपाक्विजाफाप 10% ई सी	62.5	625	बुआई/रोपाई के 20-25 दिन पश्चात	मुख्यतः घासकुल वाले खरपतवारों के नियंत्रण के लिए
	फेनोक्साप्रोप-पी-एथिल 9.3% ईसी	78.75	875	-,,-	मुख्यतः घासकुल वाले खरपतवारों के नियंत्रण के लिए
	क्विज़ालोफॉप इथाइल 5% ईसी	37.5-50	750-1000	-,,-	मुख्यतः घासकुल वाले खरपतवारों के नियंत्रण के लिए
	प्रोपाक्विजोफाप 5% + आक्सीफ्लुओरफेन 12% ईसी	43.75+105	875	-,,-	मुख्यतः घासकुल, कुछ चौड़ी पत्ती वाले और मौथा कुल वाले खरपतवारों नियंत्रण के लिए
	क्विज़ालोफॉप इथाइल 4% + आक्सीफ्लुओरफेन 14.7% ईसी	125+150	1100	-,,-	मुख्यतः घासकुल, कुछ चौड़ी पत्ती वाले और मौथा कुल वाले खरपतवारों नियंत्रण के लिए
टमाटर	मेट्रिब्यूजिन 70% डब्लू पी	525	750	रोपाई के 1 सप्ताह पूर्व या 15 दिन पश्चात	घासकुल और चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण के लिए
मिर्च	पेंडीमेथलीन 38.7% सी एस	580-678	1500-1750	रोपाई के 3 दिनों के भीतर	सभी प्रकार के वार्षिक घासकुल और कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण के लिए
लौकी	हेलोसल्फ्यूरॉन मिथाइल 75% डब्लू जी	67.5	90	बुआईके20-25दिनपश्चात	मोथा कुल के खरपतवारों के नियंत्रण के लिए
ग्वारफली	प्रोपाक्विजोफाप 2.5% + इमाज़ेथापायर 3.75% एम ई	50 + 75	2000	बुआईके20-25दिनपश्चात	मुख्यतः संकरी पत्ती और चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण के लिए
आलू	मेट्रिब्यूजिन 70% डब्लू पी	525	750	बुआई के 1 सप्ताह पूर्व या बुआई के 15 दिन पश्चात	घासकुल और चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण के लिए
	पैराक्वाट डाइक्लोराइड 24% एस एल	500	2100	दो कतारों के बीच 5-10% उद्भव पर	सभी खरपतवारों के नियंत्रण के लिए
	2,4 डी डाईमेथाइल एमाईन साल्ट 58% एम एल	2000	3440	5% उद्भव पश्चात	चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण के लिए

- सलाद + गाजर
- गोभी फसलें + प्याज, अजवाइन, टमाटर
- मक्का + लोबिया
- टमाटर + अरहर
- गन्ना + प्याज, टमाटर, आलू

जैविक विधि

यह पर्यावरणीय सुरक्षा की दृष्टि से एक महत्वपूर्ण विधि है इसमें सामान्यतः ऐसे परजीवी, परभक्षी, कीटों का प्रयोग किया जाता है जो फसलों को क्षति पहुंचाये बिना लक्षित खरपतवारों के विभिन्न भागों जैसे- फूल, फल एवं बीज को खाकर नष्ट कर देते हैं। जिन स्थानों पर गाजर घास की समस्या अधिक हैं ऐसे स्थानों पर मैक्सिकन बीटल (*जाईगोग्रामा बाईकोलाराटा*) का उपयोग कर सकते है। ये बीटल पत्तियों को खाकर फूल नहीं आने देते जिससे नये बीज नहीं बन पाते और समय के साथ गाजर घास की संख्या में कमी आती है।

रसायनिक विधि

विभिन्न प्रकार की सब्जी फसलों में अलग-अलग खरपतवारों के नियंत्रण के लिए कई खरपतवारनाशियों की संस्तुति की गई है जो खरपतवार नियंत्रण के साथ-साथ समय, श्रम और पैसे की बचत करने में काफी कारगर हैं। सब्जी फसलों में यह देखा गया है कि खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए खरपतवारनाशियों का प्रयोग, सस्य एवं यांत्रिक विधि के समन्वय से किया जाए तो यह बहुत ही प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के लिए कारगर सिद्ध होगा। सब्जियों में अनुशासित शाकनाशियों की सूची नीचे तालिका में दी गई है।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

आज के परिवेश में यह आवश्यक है कि सस्य एवं उन्नत यांत्रिक विधि के साथ ही खरपतवारनाशी रसायनों के समन्वय से एकीकृत खरपतवार नियंत्रण विधि को अपनाकर सम्बंधित खरपतवारों पर नियंत्रण सही समय पर किया जाये। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन विधि का उद्देश्य कृषि लागत को बिना बढ़ाये खरपतवारों से होने वाले नुकसान को कम एवं कृषि आय में वृद्धि करना है। सब्जी फसलों में खरपतवार प्रबंधन की कोई एक विधि आर्थिक एवं नियंत्रण की दृष्टि से ज्यादा कारगर नहीं रही। उद्भव पूर्व खरपतवारनाशी का मजदूरो द्वारा एक निराई का समन्वय कर प्रयोग करना खरपतवार नियंत्रण के लिए ज्यादा कारगर है। साथ ही इसमें कम रसायनों का प्रयोग होने से पर्यावरण पर होने वाले दुष्प्रभाव से भी बचा जा सकता है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन विधि में समय एवं पैसा दोनों की बचत एवं उत्पादन में वृद्धि होती है।

आलू में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

शैलेन्द्र प्रताप सिंह, तेज प्रताप एवं धर्मेन्द्र कुमार
अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना - खरपतवार प्रबंधन, गोविंद बल्लभ पंत कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, पंतनगर, उधम सिंह नगर, उत्तराखण्ड 263145, भारत

आलू (*सोलनम ट्यूबरोसम*) विश्व की सबसे महत्वपूर्ण खाद्य फसल है। आलू एक कन्द है जो जमीन के अन्दर एक पौधे के विशेष भाग (भूमिगत तना) पर उगता है जिसको स्टोलन कहा जाता है। प्रतिदिन उपयोग में आने वाली सब्जियों में आलू का महत्वपूर्ण स्थान है। मक्का, चावल और गेहूं के बाद आलू को प्रमुख खाद्य फसल माना जाता है। आलू अपने पौष्टिक गुणों के कारण प्रसिद्ध है, इसमें स्टार्च, विटामिन विशेष रूप से सी और बी 1 और खनिज पाये जाते हैं। इसमें 20.6 प्रतिशत कार्बोहाइड्रेट, 2.1 प्रतिशत प्रोटीन, 0.3 प्रतिशत वसा, 1.1 प्रतिशत कच्चा फाइबर और 0.9 प्रतिशत राख होती है। इनमें आवश्यक अमीनो एसिड जैसे ल्यूसीन, ट्रिप्टोफेन और आइसोल्यूसीन आदि भी अच्छी मात्रा में होते हैं। आलू के कन्दों में कुछ मात्रा में फाइटोन्यूट्रिएंट्स जैसे फेनोलिक यौगिक, फलेवोनोइड और कैरोटिनॉयड भी पाया जाता है जो हृदय सम्बन्धी रोगों के खतरे को कम करता है। यह इफलेमेटरी एंटीआक्सिडेंट, साइटोटाक्सिक और एंटीट्यूमर के रूप में भी काम करता है। आलू का उपयोग कई औद्योगिक उद्देश्यों जैसे स्टार्च और एल्कोहल के उत्पादन, स्टार्च (*फरीना*) का उपयोग लॉन्ड्री में और कपड़ा मिलों में धागे को आकार देने के लिये डेक्सट्रिन और ग्लूकोज के उत्पादन, सूखे उत्पादों जैसेः आलू के चिप्स, पापड़ एवं नमकीन इत्यादि में किया जाता है। आलू भारत के लगभग सभी राज्यों में उगाया जाता है। हालाँकि, आलू की खेती करने वाले प्रमुख राज्य हिमाचल प्रदेश, पंजाब, उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, गुजरात, महाराष्ट्र, कर्नाटक, पश्चिम बंगाल, बिहार और असम हैं।

आलू की फसल खरपतवारों के साथ प्रतिस्पर्धा करने में सक्षम नही है। इसलिए सफल उत्पादन के लिये फसल का खरपतवार मुक्त होना आवश्यक है। एक शोध के अनुसार खरपतवार आलू कन्द की उपज को 53.4 प्रतिशत से 86 प्रतिशत तक कम कर देता है। खरपतवारों का समय पर प्रबन्ध करने से उपज में वृद्धि होती है। खरपतवारों को नियंत्रित करने से आलू की उपज में 18 से 82 प्रतिशत तक वृद्धि होती है। खरपतवार प्रबन्धन में समन्वित खरपतवार प्रबन्धन विधि का प्रयोग मृदा, पर्यावरण, मानव तथा पशु संसाधन के लिये लाभकारी सिद्ध होता है। इसको अपनाने से खरपतवारनाशीयों के लिये खरपतवार प्रतिरोध भी कम होता है।

खरपतवार नियंत्रणः आलू की फसल में खरपतवार अत्यन्त महत्वपूर्ण कारक है। खरपतवारों की संघनता के कारण आलू की उपज पर हानिकारक प्रभाव पड़ता है। आलू की फसल में पानी और खाद की अत्यधिक आवश्यक्ता होने के कारण खरपतवार आलू की फसल में गम्भीर समस्या उत्पन्न करते है। खरपतवार कीटो एवं रोगो को आश्रय प्रदान करते है। खरपतवार आलू की फसल से नमी, प्रकाश, वायु व पोषक तत्वों इत्यादि के लिये प्रतियोगिता कर बहुत तेजी से वृद्धि करते है। विभिन्न कृषि पारिस्थितिक स्थितियों में आलू की फसल में खरपतवारों के घनत्व के कारण कन्द की उपज में 30-50 प्रतिशत तक कमी हो जाती है। अनियन्त्रित खरपतवार वृद्धि कंद की उपज को 18-82 प्रतिशत तक कम कर देती है। अतः कीटो एवं रोगों को नियन्त्रित करने के लिये खरपतवारों को नियन्त्रित करना आवश्यक है। इनके लिए निम्नलिखित उपाय आपनाने चहिये।

1. रोकथाम
2. सस्यन क्रियॉए
3. भौतिक विधि
4. रासायनिक नियंत्रण
5. समन्वित खरपतवार प्रबन्धन

खरतपवार प्रबंधन की क्रांतिक अवधि: अधिक उपज प्राप्त करने के लिये यह आवश्यक है कि फसल को शुरू से ही खरपतवारों से मुक्त रखा जाये। मैदानी क्षेत्रों मे फसल को बुआई के 20-40 दिन तक और पर्वतीय क्षेत्रों में इसे 30-35 दिन तक खरपतवार मुक्त रखना आवश्यक है।

रोकथाम: इलाज से परहेज अच्छा है। यह शब्द खरपतवारों के सन्दर्भ में भी खरे उतरते है। इसके लिये प्रयास किये जाने चाहिए फिर खरपतवार खेत के अन्दर न आने पाये। इसके लिये कुछ प्रमुख कार्यों को करने से खरपतवारों की समस्या से काफी हद तक कम किया जा सकता है जो इस प्रकार हैः-

1. कृषि यन्त्रों को जुताई से पहले अच्छी तरह साफ कर लेना चाहिए।
2. पूरी तरह से सड़ी हुई गोबर की खाद का प्रयोग करना चाहिए।
3. सिंचाई नालियाँ एवं खेत की मेढ़ो को साफ रखना चाहिए।
4. खेत में कभी भी ताजे गोबर को नही डालना चाहिए। इससे खरपतवारों के साथ-साथ रोग व कीटों की समस्या भी बढ़ जाती है।
5. जलाशयों के आस-पास के खरपतवारों को नष्ट कर साफ करना चाहिए।
6. खरपतवार ग्रसित खेत से मिट्टी या रेत का स्थानान्तरण फसली खेत में न करें।

सस्यन क्रियांएँ: नीचे दी गयी कृषि क्रियाओं को अपनाने से खरपतवारों पर नियंत्रण पाया जा सकता है।

तालिका 1. आलू की फसल के मुख्य खरपतवार

प्रकार	हिन्दी नाम	वैज्ञानिक नाम
घास कुल	गुल्ली डण्डा	*फेलरिस माइनर*
	जंगली जई	*एवेना फटुआ*
	पोआ घास	*पोआ एन्नुआ*
	दूब घास	*साइनोडॉन डेक्टाइलान*
	सांवा	*इकाइनोक्लोआ कोलोना*
	वार्नयार्ड घास	*इकाइनोक्लोआ क्रूस-गैली*
	भारतीय गुजग्रास	*इलूसीन इंडिका*
	बांस घास/क्रैबग्रास	*डीजिटेरिया सैग्यूनेलिस*
चौड़ीपत्ती वाले	बथुआ	*चीनोपोडियम एल्बम*
	जंगली मटर	*लैथाइरस अफ़ाका*
	चटरीमटरी	*विसिया सैटिवा*
	मुनमुना	*विसिया हिरसुता*
	सफेद सेंजी	*मेलिलोटस एल्बा*
	पीली सेंजी	*मेलिलोट्स इण्डिका/एल्बा*
	जगली चुलाई	*अमरैन्थस विरडिस*
	सतगठीया	*स्परगुला अर्वेन्सिस*
	कृष्णनील	*एनागेलिस अर्वेन्सिस*
	जंगली धनिया	*कोरोनोपस डिडिमस*
	कामक्की	*कोमेलिना बेंघालेंसिस*
	कंटीला	*सिरसियम आर्वेन्से*
	हिरनखुरी	*कानवाल्वुलस अरवेन्सिस*
	जंगली पालक	*रुमेक्स प्रजाति*
	मकोय	*सोलनम नाइग्रम*
मोथा कुल	मोथा	*साइप्रस रोटेन्डस*
		साइप्रस इरिया

1. दो-तीन वर्षीय फसल चक्र अपनाये।
2. गर्मियों के मौसम में खरपतवार, कीट व रोगाणु नष्ट करने के लिये खेत की 2 गहरी जुताई मिट्टी पलटने वाले हल से की जानी चाहिए।
3. मृदा सौरीकरण से उपचार करें। सिंचाई कर पारदर्शी पॉलीथीन (0.05-0.10मि.मि.) से भूमि को 30-40 दिनों तक ढक कर रखें, ताकि खरपतवार अंकुरित होकर झुलस जायें।
4. बुआई के लिये ऐसी किस्म का चुनाव करें जो शीघ्र जमाव कर खरपतवार की अपेक्षा तेजी से वृद्धि कर भूमि आच्छादन कर सके, जिससे खरपतवार प्रकाश एवं वायु संचार के अवरोध से स्वतः नष्ट हो जाये। जैसेः आलू की कुफरी ज्योति एवं कुफरी बादशाह किस्मों की बढ़वार अतिशीघ्र होती है।
5. फसल की बोआई सही समय पर करना चाहिए तथा बुआई के लिये अच्छी किस्मों का प्रयोग करें।

पलवार का प्रयोगः आलू की फसल में खरपतवार नियंत्रण के लिये पलवार का प्रयोग करने से उपज में वृद्धि होने के साथ - साथ फसल की गुणवत्ता में भी वृद्धि होती है। (कुमार और लाल, 2012, हिदायत एवं अन्य, 2013) ने अपने शोध कार्य में बताया कि शुष्क क्षेत्रों में प्लास्टिक

चित्र:1 आलू की फसल में पलवार का प्रयोग

मल्च (पलवार) का प्रयोग करने से लाभकारी प्रभाव पड़ता है। इसके प्रयोग करने से फसल का जल्दी पकना, मिट्टी कटाव को रोकना, मृदा नमी को संरक्षण प्रदान करना कीटों एवं बीमारियों से बचाव तथा खरपतवार नियंत्रण के साथ-साथ उपज में वृद्धि होती है। पलवार खरपतवारों के लिये एक भौतिक अवरोध उत्पन्न करता है, जिस कारण खरपतवारों के बीज का अंकुरण रुकता है।

आलू की खेती में प्रभावी मल्चिंग (पलवार) के लिये नीचे दिये गये विकल्पों का प्रयोग किया जा सकता हैः-

1. **जैविक पलवार:** आलू के पौधे के चारों और मिट्टी की सतह को ढकनें के लिये पुआल, घास या सूखी पत्तियों का उपयोग करें, जिससे फसल के चारो ओर खरपतवार न उगें।
2. **कृत्रिम पलवार:** मिट्टी को ढ़कने के लिये काली प्लास्टिक शीट या जियोटेक्सटाइल कपड़ों का प्रयोग करें जिससे सूरज का प्रकाश अन्दर न जायें और खरपतवार न उगें।

भौतिक विधिः फसल में खरपतवार की कम संघनता होने पर हाथ द्वारा निराई करके खरपतवारों को आसानी से नियन्त्रित किया जा सकता है। फसल की बोआई के 20-25 दिनों के बाद जब आलू के पौधे 15-20 सेमी ऊँचे हो जाये तब खुरपी, अथवा फावड़े आदि से खेत की निराई-गुड़ाई कर के मिट्टी चढ़ा देनी चाहिए। प्रक्षेत्र बड़ा होने पर यह ट्रेक्टर चलित कल्टीवेटर से निराई-गुड़ाई कर शेष बची हुयी नाईट्रोजन की मात्रा कूड़ों में बिखेरने के बाद रिजर से मिट्टी चढ़ा सकते है। स्टेल सीड वैड तकनीकी द्वारा खरपतवारों का प्रबन्ध भी आसानी से किया जा सकता है। इसके लिये बुआई से 15-20 दिन पूर्व में सिंचाई कर खरपतवारों को उगने दिया जाता है, जब खरपतवार 2-4 पत्तियों के हो जाये तब अवर्णात्मक शाकानाशी जैसे कि पैराक्वाट का प्रयोग कर या सतही जुताई कर सभी खरपतवारों को समूल नष्ट किया जा सकता है।

रासायनिक नियंत्रणः खरपतवारों की निराई- गुड़ाई के समय वर्तमान में श्रमिकों का उपलब्ध न होना एवं मजदूरी में दिन - प्रतिदिन वृद्धि होने के कारण खरपतवार नियन्त्रण में होने वाला खर्च बढ़ गया है, तथा समय पर खरपतवार नियन्त्रण न होने के कारण उपज में गिरावट हो जाती है। शाकानाशी रसायनों के प्रयोग से खरपतवारों के नियन्त्रण में आने वाला धन का व्यय कम होने के साथ - साथ समय की भी बचत होती है।

चित्र 2. शाकनाशी रसायन के प्रयोग से पहले

चित्र 3. शाकनाशी रसायन के प्रयोग के बाद

किसी कारणवश या बरसात के मौसम में जब निराई - गुड़ाई का कार्य सम्भव नही होता, तब ऐसे समय में शाकनाशियों का उपयोग करना अत्यधिक लाभकारी होता है। शोध कार्यों के परिणाम बताते है कि आलू की फसल में फसल अंकुरण से पूर्व शाकनाशियों जैसे कि पेन्डीमेथालिन 0.7 कि.ग्रा./सक्रिय तत्व प्रति हे. और मेट्रीब्यूजिन 0.5 कि.ग्रा./सक्रिय तत्व प्रति हे0. के अनुप्रयोग द्वारा खरपतवार नियंत्रण सबसे प्रभावी एवं सस्ता है। इसके साथ ही यह खरपतवारनाशी रसायन आलू की फसल के लिये फाइटोटॉक्सिक नहीं हैं तथा इनका अवशेष प्रभाव भी फसल पर नहीं पड़ता है। जहॉ भी हाथ से निराई करना सम्भव न हो वहॉ प्रभावी खरपतवार नियंत्रण तथा उच्च कंद उपज और वर्षा आधारित परिस्थितियों में खरीफ में आलू से शुद्ध आय प्राप्त करने के लिये शाकनाशियों का प्रयोग संतोषजनक पाया गया।

बुआई के पूर्व के शाकनाशी: इन शाकनाशी रसायनों को छिड़काव करने के पश्चात् मिट्टी में अच्छी तरह मिलाकर अगले दिन बुआई कर देना चाहिए। इस से घास तथा चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियन्त्रण सम्भव है।

फसल अंकुरण से पहले के शाकनाशी: इन शाकनाशियों का प्रयोग आलू की बुआई के 3 - 5 दिनों के अन्दर कर लेना चाहिए। खरपतवार उगने के बाद इनका छिड़काव ज्यादा प्रभावी नही होता हैं, तथा फसल को नुकसान भी हो सकता है।

अंकुरण के पश्चात् के शाकनाशी: इन शाकनाशियों का प्रयोग खरपतवारों के अंकुरण के पश्चात् 2-4 पत्तियों की अवस्था पर किया जाना चाहिए। पैराक्वॉट का उपयोग आलू की फसल में 5 प्रतिशत अंकुरण तक किया जाना चाहिए। शाकनाशी रसायन सभी प्रकार की वनस्पति को समाप्त कर देता है। अतः इसका छिड़काव फसल की कतारों के बीच मैं स्प्रेयर में हुड लगाकर छिड़काव करना चाहिए।

आलू की खेती में समन्वित खरपतवार प्रबंधन अपनाने से न केवल फसल की उत्पादकता में वृद्धि होती है, बल्कि यह पर्यावरणीय संतुलन को बनायें रखते हुए दीर्घकालिक लाभ भी प्रदान करता है। विभिन्न विधियों का संयोजन करके हम खरपतवारों को प्रभावी ढंग से नियंत्रित कर सकते हैं, तथा अधिक उत्पादन प्राप्त किया जा सकता है, जिससे किसान की आय में वृद्धि होती है और उत्पादन लागत में कमी आती है।

तालिका 2. आलू की फसल के लिये अनुशंसित खरपतवार नाशक

उपयोग का समय	रसायनों के नाम	मात्रा (कि. ग्रा./ली. सक्रिय तत्व प्रति हे.)	खरपतवार के प्रकार एवं प्रभाव
बोआई के पूर्व			
	फ्लूक्लोरेलिन	0.70 - 1.00	सकरी तथा चौड़ी पत्ती के खरपतवार
	पेंडीमेथेलिन	1.00	सकरी तथा चौड़ी पत्ती के खरपतवार
आलू की बोआई के बाद (3-5 दिनों तक)			
	एट्राजिन	0.50	सकरी तथा चौड़ी पत्ती के खरपतवार
	आइसोप्रोट्यूरॉन	0.50	चौड़ी पत्ती के खरपतवार
	मेथाबेन्जथायाजुरोंन	1.00	सकरी तथा चौड़ी पत्ती के खरपतवार
	मेट्रीब्यूजिन	0.75 - 1.00	सकरी तथा चौड़ी पत्ती के खरपतवार
	ऑक्सीफ्लोरफेन	0.10 - 0.20	सकरी तथा चौड़ी पत्ती के खरपतवार
	2,4- डी	0.50	चौड़ी पत्ती के खरपतवार
आलू में अंकुरण के पश्चात्			
	पैराक्वॉट	0.40 - 0.60	सभी प्रकार की वनस्पति
	प्रोपेनिल	1.00	सकरी पत्ती वाले

तम्बाकू में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

वी.जे. पटेल, डी.डी. चौधरी, आकाश मिश्रा एवं बी.डी. पटेल
अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना - खरपतवार प्रबंधन, बी.ए. कोलेज ऑफ़ एग्रीकल्चर
आणंद कृषि विश्वविद्यालय, आणंद, गुजरात 388110, भारत

तम्बाकू *सोलेनेसी* कुल और निकोटियाना वंश से संबंधित है। विश्व भर में सामान्यतः तम्बाकू की दो ही प्रजातियाँ *निकोटियाना टेबेकम* और *निकोटियाना रस्टिका* की खेती की जाती है। *निकोटियाना टेबेकम* का उपयोग सूंघने, स्थानीय हुक्का और चबाने के लिए किया जाता है, जबकि *निकोटियाना रस्टिका* का उपयोग सिगरेट, सिगार और बीड़ी बनाने के लिए किया जाता है। विश्व में तम्बाकू आर्थिक दृष्टि से सर्वाधिक महत्वपूर्ण कृषि फसलों में से एक है। यह सूखा सहन करने वाली, कठोर और कम अवधि में पकने वाली फसल है जिसे ऐसी जमीन पर भी उगाया जा सकता है जहाँ अन्य फसलें लाभदायक रूप से नहीं उगाई जा सकती हैं। वैश्विक परिदृश्य में, भारत में तम्बाकू का क्षेत्रफल 10 प्रतिशत और कुल उत्पादन का 9 प्रतिशत है। विश्व भर में कम से कम 14 विभिन्न प्रकार के तम्बाकू उगाए जाते हैं।

भारत क्रमशः चीन और ब्राजील के बाद तम्बाकू का तीसरा सबसे बड़ा उत्पादक और निर्यातक देश है। फ्लू-क्योर्ड वर्जीनिया (एफसीवी) तम्बाकू का उत्पादन 0.20 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र से लगभग 300 मिलियन किलोग्राम होता है, जबकि 0.25 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र से 450 मिलियन किलोग्राम नॉन-एफसीवी तम्बाकू का उत्पादन होता है। भारत में तम्बाकू उगाने वाले प्रमुख राज्य गुजरात, आंध्रप्रदेश, कर्णाटक, तेलंगाना, उत्तर प्रदेश, राजस्थान, पश्चिम बंगाल, तमिलनाडु, मध्यप्रदेश और महाराष्ट्र हैं।

भारत में, लगभग 4.90 लाख हेक्टेयर क्षेत्र में तम्बाकू की खेती की जाती है, जो देश में कुल कृषि योग्य भूमि का 0.24 प्रतिशत है, जिसमें विभिन्न प्रकार के तम्बाकू शामिल हैं, जैसे की एफसीवी तम्बाकू, बीड़ी-तम्बाकू, चबाने वाला तम्बाकू, हुक्का-तम्बाकू, सिगार रैपर तम्बाकू, सिगार भराव तम्बाकू, ओरिएंटल तम्बाकू, डार्क फायर क्योर तम्बाकू आदि, जिसका वार्षिक उत्पादन 800 मिलियन किलोग्राम है।

रोग और कीट-पतंगों का प्रबंधन तम्बाकू उत्पादन में प्राथमिक महत्व रखता हैं, लेकिन खरपतवार प्रबंधन भी तम्बाकू उत्पादन का प्रमुख केंद्र बिंदु हैं। खरपतवार तम्बाकू में रोगों और कीटों जितना प्रत्यक्ष नुकसान नहीं पहुंचाते हैं, लेकिन तम्बाकू में मौजूद खरपतवार तम्बाकू की उपज और गुणवत्ता को प्रभावित कर सकते हैं, फसल में बाधा उत्पन्न कर सकते हैं तथा रोगों और कीटों के लिए परपोषी के रूप में काम कर सकते हैं। तम्बाकू को अन्य फसलों की तुलना में खरपतवारों के साथ बहुत प्रतिस्पर्धी माना जाता है, फिर भी एकीकृत खरपतवार नियंत्रण में खरपतवारनाशकों का प्रयोग एक प्राथमिक घटक है।

उपज और गुणवत्ता पर खरपतवारों का प्रभाव

खरपतवार तम्बाकू की फसल के साथ सीधे तौर पर प्रकाश, जल, पोषक तत्वों, कार्बन डाईऑक्साइड और स्थान के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं और तम्बाकू की उपज और गुणवत्ता पर नकारात्मक प्रभाव डालते हैं। तम्बाकू में खरपतवार प्रतिस्पर्धा का सबसे सीधा प्रभाव पत्तियों की उपज में कमी की तौर पर होता है। खरपतवार कटाई से पहले या कटाई के दौरान तम्बाकू की पत्तियों को नुकसान पहुंचा सकते हैं, जिसका पत्तियों की गुणवत्ता पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है। खरपतवार की पत्तियों या खरपतवारों के परागकण तम्बाकू की काटी गई फसल के साथ सम्मिश्रित होने से तम्बाकू की गुणवत्ता पर सबसे बड़ा प्रभाव डालते है । खरपतवार की विभिन्न प्रजातियों से निकलने वाले रासायनिक स्त्राव का सम्मिश्रण तम्बाकू के पत्तों के साथ एवं तम्बाकू के प्रसंस्करण होने तक चलता रहता हैं जो कि पत्तों के रासायनिक संतुलन तथा उनसे निर्मित तम्बाकू उत्पादों के स्वाद एवं गुणवत्ता को प्रभावित कर सकते हैं।

क्रांतिक प्रतिस्पर्धा अवधि

फसल की क्रांतिक अवस्था में खरपतवार-मुक्त क्षेत्र फसलोत्पादन में अति महत्वपूर्ण अवधिकाल है। फसल की क्रांतिक अवस्था के दौरान क्षेत्र में खरपतवारों का होना फसल की वृद्धि और उपज को कम करने की सबसे अधिक संभावना पैदा करता है। यह वह समय अवधि है जिसके दौरान फसल की उपज में होने वाले नुकसान को रोकने के लिए उचित खरपतवार प्रबंधन करना चाहिये। अधिकांश फसलों के लिए, खरपतवार मुक्त क्षेत्र होने की महत्वपूर्ण अवधि रोपाई के बाद 4 से 6 सप्ताह की होती है लेकिन तम्बाकू के लिए यह अवधि 9 सप्ताह (रोपाई के 60 दिन बाद) तक होती है। तम्बाकू को खेत में रोपा जाता है, इसलिए यह सीधे बीज वाली फसलों की तुलना में खरपतवारों के साथ स्वाभाविक रूप से अधिक प्रतिस्पर्धा करते है इस कारण से, तम्बाकू के लिए खरपतवार-मुक्त अवधि सीधी बुआई की तुलना में 1 से 2 सप्ताह तक कम हो सकती है। इसके अतिरिक्त, अधिकांश प्रकार के तम्बाकू में पाए जाने वाले बड़े पत्ते इसे अन्य फसलों की तुलना में अधिक प्रतिस्पर्धी बनाते हैं, क्योंकि इनमें तम्बाकू के नीचे उगने वाले खरपतवारों की प्रकाश संश्लेषण क्षमता को कम करने की अधिक क्षमता होती है। रोपाई के 6 सप्ताह बाद तक खरपतवार मुक्त स्थिति बनाए रखने से तम्बाकू की फसल में बाद में उगने वाले खरपतवारों से बचने में मदद मिलती है। तम्बाकू की फसल में खरपतवारों को नियंत्रित न करने से तम्बाकू की उपज में 28 से 40 प्रतिशत की कमी देखी गई है। फसल मैं मौजूद खरपतवार की प्रजातियों के घनत्व भी

फसल के साथ प्रतिस्पर्धा करने में और उसका उत्पादन कम करने में असर करता हे। सामान्य तौर पर, खरपतवारों का घनत्व बढ़ने पर फसल की पैदावार कम हो जाती है। विभिन्न खरपतवार प्रजातियों में तम्बाकू के साथ प्रतिस्पर्धा करने की अलग-अलग क्षमता होती है और इस प्रकार वे अन्य प्रजातियों की तुलना में कम घनत्व पर प्रभावी रूप से प्रतिस्पर्धा कर सकते हैं। तम्बाकू की फसल पर परजीवी खरपतवार ओरोबंकी का भी प्रकोप होता है और यह भी अन्य खरपतवारों की तरह तम्बाकू की उपज और गुणवत्ता को प्रभावित करता है।

तम्बाकू की फसल में रोग एवं कीटों के लिए वैकल्पिक परपोशी के रूप में खरपतवार

तम्बाकू की फसल में खरपतवार तम्बाकू के रोगों, कीटों और सूत्रकृमि के लिए प्रमुख परपोषी पौधे के रूप में कार्य कर सकते हैं। तम्बाकू के खेतों के आस-पास आम तौर पर पाए जाने वाले कई खरपतवार अन्य कीटों को आश्रय दे सकते हैं और इसके परिणामस्वरूप तम्बाकू की फसलों पर संक्रमण बढ़ सकता है। आम तौर पर, खरपतवार की प्रजातियाँ जिनका तम्बाकू से सबसे करीबी वानस्पतिक संबंध है, जैसे कि सोलेनेसियस खरपतवार की प्रजातियाँ, तम्बाकू को संक्रमित करने वाले कीटों को आश्रय देने की सबसे अधिक क्षमतावान होते है। हालाँकि, तम्बाकू से बहुत कम वानस्पतिक संबंध रखने वाली कई पादप प्रजातियाँ भी परपोषी के रूप में काम करती हैं।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन में ऐसी पद्धतियों शामिल करना चाहिए जो खरपतवारों के संक्रमण को कम कर सकें, लेकिन जरूरी नहीं कि सभी खरपतवारों को नियंत्रित कर सकें। खरपतवार नियंत्रण कम या सम्पूर्ण हो सकता है, जो कि संबंधित खरपतवार प्रजातियों की विशेषताओं और प्रयुक्त नियंत्रण पद्धतियों की प्रभावशीलता पर निर्भर करता है। तम्बाकू की तुलना में अपेक्षाकृत कम प्रतिस्पर्धात्मक क्षमता वाले खरपतवार जो कि तम्बाकू की उपज, गुणवत्ता या कटाई दक्षता पर नकारात्मक प्रभाव कम डालते हे उसे फसल में रहने दिया जा सकता है।

तम्बाकू के लिए उपलब्ध खरपतवार नियंत्रण विधियों को चार सामान्य समूहों में रखा जा सकता है:

1. निवारक विधि
2. क्षेत्रीय विधि
3. यांत्रिक या भौतिक विधि
4. रासायणिक विधि

निवारक विधि

निवारक विधि में उन क्षेत्रों में खरपतवार प्रजातियों के प्रवेश, स्थापना या प्रसार को रोकने के लिए उपाय करना शामिल है, जो वर्तमान में इन प्रजातियों से प्रभावित नहीं हैं। तम्बाकू के लिए निवारक खरपतवार नियंत्रण विधियों में खरपतवार मुक्त बीज और खरपतवार मुक्त प्रत्यारोपण (रोप) का उपयोग, खरपतवार मुक्त पशु खाद का उपयोग यदि खाद को पोषक स्रोत के रूप में उपयोग किया जाता है, खरपतवार मुक्त रोपाई और जुताई उपकरण और तम्बाकू के खेतों के आसपास के क्षेत्रों में खरपतवार संक्रमण को खत्म करना जैसे उपाय शामिल हो सकते हैं। निवारक खरपतवार नियंत्रण विधि में खेतों और उसके आसपास खरपतवारों को हाथ से निराई करके नष्ट करना भी शामिल है, इससे पहले कि वे परिपक्व हो जाएं और बीज पैदा करें, जिससे उनका संक्रमण बढ़ जाए, विशेष रूप से परजीवी खरपतवार जैसे ओरोबंकी । यह देखा गया है कि किसान पशु आहार के लिए ओरोबंकी खरपतवार का उपयोग कर रहे हैं, इसलिए किसानों को इस खरपतवार का उपयोग पशु आहार के रूप में करने से बचना चाहिये ताकि और अधिक प्रसार ना हो और पशु स्वास्थ्य पर इसका नकारात्मक प्रभाव न पड़े।

तम्बाकू उत्पादन के लिए ऐसी जगहों का चयन करना जहाँ खरपतवार की संख्या कम हो, निवारक खरपतवार नियंत्रण का एक प्रमुख विधि भी है। कुछ खेत परेशान करने वाले खरपतवारों की भारी संख्या से इतने ग्रसित हो सकते हैं कि उन खेतों में तम्बाकू उगाना अब संभव नहीं है, भले ही सबसे उपयुक्त शाकनाशियों का सही तरीके से उपयोग किया गया हो। तम्बाकू उत्पादन के लिए चुनी गई जगहों पर खरपतवार की संख्या अपेक्षाकृत कम होनी चाहिए।

क्षेत्रीय विधि

तम्बाकू की रोपाई के समय, क्षेत्र में स्थल के चयन के लिए निरीक्षण करना क्षेत्रीय खरपतवार नियंत्रण का अति आवश्यक चरण है । चयन प्रक्रिया के समय प्रत्येक हेक्टेयर के कम से कम चार यादृच्छिक क्षेत्रों में साप्ताहिक आधार पर फसल का गहन निरीक्षण करना शामिल है। इसलिए खेत में उभरती खरपतवार की स्थिति को जानने के लिए साप्ताहिक निरीक्षण महत्वपूर्ण है, साथ ही किसी भी संभावित कीट और रोग की समस्या का पता लगाना भी महत्वपूर्ण है। खेत में खरपतवारों की स्थिति जानने से खरपतवारनाशकों के प्रयोग, हाथ से निराई के लिए आवश्यक नियंत्रण उपायों की योजना बनाने में मदद मिलती है। खरपतवार की समस्याओं को कम करने के लिए फसल चक्र एक महत्वपूर्ण घटक हो सकता है। फसल चक्र के उपयुक्त प्रबंधन से फसल में होने वाली रोग, कीटों और नेमाटोड की संख्या में कमी के बारे में वृहत स्तर पर लेख प्रकाशित किया जा चुका है। कई खरपतवारों, विशेषकर बड़े बीज वाले चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों को अन्य फसलों जैसे मक्का या ज्वार में अधिक प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया जा सकता है। इन खरपतवारों को फसल चक्र के प्रबंधन से नियंत्रित करने से तम्बाकू की फसल में अंकुरण के लिए उपलब्ध खरपतवार बीज कम हो जाते हैं। ओरोबंकी का फसल चक्र के साथ संकुचित अंकुरण तम्बाकू और क्रूसिफ़ेरी परिवार की फसलों के अलावा अन्य फसलों में फसल चक्र लाभप्रद हो सकता है।

यांत्रिक या भौतिक विधि

जहां संरक्षित जुताई (बिना जुताई या पट्टी जुताई) की पद्धतियां लागू नहीं हैं, वहां तम्बाकू के लिए खेत तैयार करने के लिए प्राथमिक जुताई के साथ मोल्डबोर्ड द्वारा जुताई, *छेनी* से जुताई और *डिस्किंग* के साथ प्राथमिक जुताई उपयोग की जाने वाली प्रमुख विधियां शामिल हैं। प्राथमिक जुताई खरपतवारों को नष्ट करने और तम्बाकू की रोपाई के लिए खेत तैयार करने की प्रमुख विधि है। मोल्डबोर्ड जुताई घास के अवशेषों एवं वार्षिक खरपतवारों को जमीन की गहराई में सड़ाने का प्राथमिक उपाय है, जबकि *छेनी* से जुताई और *डिस्किंग* द्वितीयक जुताई की पद्धतियाँ हैं जो अवशेषों को नष्ट करने में सहायता करती हैं और तम्बाकू की रोपाई के समय खेत को समतल करने में मदद करती हैं। फील्ड कल्टीवेटर या मैकेनिकल रोटरी टिलर का उपयोग भी रोपाई से ठीक पहले परिष्करण उपकरण के रूप में किया जाता है।

रासायनिक विधि

विकसित देशों में शाकनाशी का उपयोग तम्बाकू उत्पादन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। शाकनाशियों का उपयोग विविध तरीकों से किया जा सकता है लेकिन अधिकतर इनका उपयोग मिट्टी में खरपतवार उगने से पहले किया जाता है एवं कई बार तम्बाकू की रोपाई से पहले किया जाता है (तालिका 1)।

ब्रूमरेप (ओरोबैंकी) का प्रबंधन

ब्रूमरेप परिवार, ओरोबंकी की 17 वंशों में 150 से अधिक प्रजातियाँ हैं। विश्व में ओरोबंकी की 90 प्रतिशत प्रजातियाँ पायी जाती हैं। ब्रूमरेप वंश कि अधिकाँश प्रजातियाँ आमतौर पर उत्तर में गर्म, समशीतोष्ण क्षेत्र में पायी जाती है। केवल एक प्रजाति ही आर्कटिक तक पहुँचती है जो कि कुल संख्या का लगभग 10 प्रतिशत प्रजातियाँ ही वहाँ पाई जाती हैं। क्लोरोफिल के बिना अशाखित परजीवी खरपतवार की लगभग 60 प्रजातियाँ ओरोबंकी जीनस में पाई जाती हैं। ब्रूमरेप्स कई प्रकार के रंगों में आते हैं, जिनमें पीला, भूरा, लाल, बैंगनी, बैंगनी, नीला और नारंगी शामिल हैं। ओरोबंकी की कई अलग-अलग प्रजातियाँ हैं, लेकिन वे यूरोप, एशिया और उत्तरी अमेरिका में सबसे आम हैं। अधिकांश प्रजातियाँ प्रति पौधे केवल एक या दो परपोषी पौधों पर ही विकसित हो सकती हैं (मेन्स्चर 1948)। परजीवी ब्रूमरेप्स अपने स्वयं के विकास के लिए परपोषी पौधों द्वारा प्राप्त पोषक तत्वों का उपयोग कर, शक्तिशाली हस्टोरिया के साथ अपनी जड़ों से जुड़कर, ऊतकों को छेदकर और उन्हें खाकर जीवन यापन करते हैं। भेड़ और मवेशी स्वतंत्र रूप से ब्रूमरेप टहनियों को चर सकते हैं। हालाँकि, बीज तम्बाकू के पौधों को संक्रमित कर सकते हैं और उनके पाचन तंत्र से बिना किसी नुकसान के गुजर सकते हैं। ब्रूमरेप से संक्रमित फसलें संयुक्त राज्य अमेरिका में तंबाकू, तिपतिया घास, टमाटर, सूरजमुखी और चौड़ी पत्ती की उपज को काफी कम कर देती हैं।

भारत में नोडिंग ब्रूमरेप (*ओरोबंकी सेर्नुआ* लोफ्ल.) के कारण तम्बाकू "लगभग मुरझाया हुआ" दिखाई देता है और इसका उपज और गुणवत्ता पर प्रभाव पड़ता है। ओरोबंकी के बीज बहुत छोटे होते हैं, वे आसानी से तंबाकू के बीजों के साथ मिल जाते हैं और वास्तव में तंबाकू के बीज के समान होते हैं।

एक ब्रूमरेप पौधा लगभग 40,000 बीज (0.35 मिमी लंबा और 0.26 मि.मी. चौड़ा) पैदा करता है, और यह पाया गया कि वे दस साल से अधिक समय तक जीवित रहते हैं। क्रैनेट ब्रूमरेप बीजों को अंकुरित होने से पहले लगभग एक सप्ताह तक उत्तेजित करने की आवश्यकता होती है, जो परपोषी पौधे के खिलने से लगभग एक सप्ताह पहले होता है। ब्रूमरेप बीज के अंकुरण को परिपक्व परपोषी पौधों की जड़ों से उत्पन्न रसायन द्वारा सहायता मिलती है। इस वजह से, बीज परपोषी पौधे से 1 सेमी. दूर तक अंकुरित हो सकते हैं, लेकिन केवल वे ही सक्रिय रूप से संक्रमण फैलाते हैं जो परपोषी जड़ से 2 से 3 मिमी. दूर होते हैं। हालांकि छोटे, ब्रूमरेप बीज बहुत लंबे समय तक जीवित रहते हैं और 13 वर्षों तक मिट्टी में जीवित रहने के लिए जाने जाते हैं। ब्रूमरेप के बीज हवाओं द्वारा व्यापक रूप से फैलते हैं। उनमें दोबारा उगने से पहले कई वर्षों तक निष्क्रिय (सुसुप्तावस्था) रहने की क्षमता होती है।

ओरोबैंकी का प्रबंधन

तम्बाकू में ब्रूमरेप नियंत्रण के लिए केवल कुछ शाकनाशियों ने उत्साहजनक परिणाम दिखाए हैं। ओरोबंकी को प्रबंधित करने का सबसे

तालिका 1. तम्बाकू में शाकनाशी का प्रयोग

खरपतवारनाशी	लक्षित खरपतवार	रोपाई के समय उद्भव पूर्व शाकनाशी
एस- मेटोलाक्लोर	वार्षिक घास, नटसेज और कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार	रोपाई के 4 दिनों के भीतर 200 लीटर पानी में 1.9 – 2.3 लीटर/हेक्टेयर डालें
सल्फेन्ट्राज़ोन	पीले और बैंगनी नटसेज और कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार	रोपाई के 4 दिनों के भीतर 200 लीटर पानी में 475 मिलीलीटर/हेक्टेयर डालें
क्लोमाज़ोन	घास के खरपतवार और कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार।	रोपाई के 4 दिनों के भीतर 200 लीटर पानी में 1.5 लीटर/ हेक्टेयर डालें।
डाईमिथेनामीड-पी	वार्षिक घासें, कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार और पीले नटसेज	0.7-1.0 लीटर/हेक्टेयर डालें। 4 दिन के अन्दर छिड़काव करें। नटसेज नियंत्रण के लिए उच्च दर का उपयोग करें।
उद्भव के बाद की शाकनाशी		
हेलोसल्फ्यूरोन	नटसेज और कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार	200 लीटर पानी में 50 ग्राम डालें और शाकनाशी ढाल (संरक्षित स्प्रे) का उपयोग करें।
बेन्टाज़ोन	नटसेज और चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार	200 लीटर पानी में 3 लीटर घोलें और शाकनाशी ढाल (संरक्षित स्प्रे) का उपयोग करें।
फ्लूआजीफोप-पी-ब्यूटाइल	वार्षिक और बारहमासी घास	200 लीटर पानी में 3 लीटर घोलें और शाकनाशी ढाल (संरक्षित स्प्रे) का उपयोग करें।
प्रोपाक्विजाफाप	वार्षिक घास, नटसेज और कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार	1.0-2.0 लीटर/ हेक्टेयर लगाएं। शाकनाशी का प्रमाण घास की वृद्धि अवस्था और प्रजातियों पर निर्भर करती है

कुशल और लागत प्रभावी तरीका एक चक्र में तंबाकू के साथ-साथ ट्रैप फसलों की खेती करना है। ओरोबंकी बीज, जो ट्रैप फसलों से प्रभावित नहीं होते हैं, अंकुरित होने के लिए प्रेरित होते हैं। इस विधि में, ट्रैप वाली फसलें मिट्टी के बीज बैंक को कम कर देती हैं और संक्रमण दर को काफी कम कर देती हैं। बाजरा, कपास, सोयाबीन, सूरजमुखी और तिल आदि ट्रैप फसलों के रूप मे काम करते हैं। क्लोरसल्फ्यूरॉन 2 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर, डालापोन (डॉवपोन-एम) 5 किग्रा. ए.आई. /हेक्टेयर और इमेजेथापायर 20-30 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर जैसे खरपतवारनाशी रोपाई से पहले प्रयोग किये जाते हैं। ग्लाइफोसेट 200-300 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर, सल्फोसेट 300-400 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर, पेन्डीमेथालिन 30 ईसी 1000 ग्राम ए.आई. /हेक्टेयर, इमाजाक्विन 70-100 ग्राम ए.आई./ हेक्टेयर और मैलिक हाइड्राज़ाइड 450 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर तम्बाकू के पौधों पर लगाया जाना बिना किसी विषाक्तता के लक्षण के ओरोबैंच के नियंत्रण में प्रभावी है।

- आम तौर पर तम्बाकू में उपयोग के लिए पंजीकृत शाकनाशियों में सल्फेंट्राज़ोन, क्लोमाज़ोन, पेंडीमेथालिन, नेप्रोपामाइड, सेथोक्सीडिम और कारफेंट्राज़ोन शामिल हैं। सल्फ़ेंट्राज़ोन कई वार्षिक चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार, नटसेज और एकपत्री खरपतवार को नियंत्रित करता है। पेन्डीमेथालिन (30% ईसी) 1.0 किग्रा ए.आई/हेक्टेयर की दर से रोपाई से पहले का उपयोग करने से खरपतवार का घनत्व कम हो जाता है और संसाधनों का उपयोग सीधे तंबाकू की फसल द्वारा किया जाएगा, जिससे उपज में वृद्धि होगी।
- कारफेंट्राज़ोन को अब डार्क तंबाकू में गैर-चयनात्मक शाकनाशी के रूप में संरक्षण जुताई वाले तंबाकू में प्रीट्रांसप्लांट बर्नडाउन अनुप्रयोगों के लिए और हुड वाले या संरक्षित स्प्रे एप्लिकेटर के साथ रोपाई के बाद संरक्षित स्प्रे अनुप्रयोग के रूप में उपयोग के लिए पंजीकृत किया गया है।
- पेन्डीमेथालिन और नेप्रोपामाइड मुख्य रूप से घास के शाकनाशी हैं जो चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों पर सीमित नियंत्रण प्रदान करते हैं। सल्फ़ेंट्राज़ोन और पेन्डीमेथालिन को तंबाकू की रोपाई से पहले उपयोग के लिए पंजीकृत किया गया है, जबकि क्लोमाज़ोन और नेप्रोपामाइड को खरपतवार निकलने से पहले या रोपाई के तुरंत बाद लगाया जा सकता है।
- सेथोक्सीडिम एकमात्र पोस्ट इमरजेंस हर्बिसाइड है जो वर्तमान में डार्क तंबाकू में उपयोग के लिए पंजीकृत है और इसकी खरपतवार नियंत्रण गतिविधि घास तक ही सीमित है।
- विभिन्न खरपतवार प्रबंधन उपचारों के बीच, कटाई के समय खरपतवार घनत्व और खरपतवार के सूखे बायोमास और ब्रूमरेप के सूखे बायोमास का न्यूनतम मान हाथ से निराई में देखा गया। इसके अलावा, हाथ से निराई करने में औसत उपचारित पत्ती की उपज काफी अधिक दर्ज की गई, लेकिन सांख्यिकीय रूप से पेन्डीमेथालिन 1.0 किग्रा ए.आई./हेक्टेयर के बराबर, आइसोप्रोट्यूरॉन 1.0 किग्रा ए.आई./हेक्टेयर एवं ग्लाइफोसेट 1.0 किग्रा ए.आई./हेक्टेयर के बराबर दर्ज की गई।
- तम्बाकू की रोपाई के 15 + 75 दिनों के बाद, क्विजालोफोप इथायल (60 ग्रा. ए.आई./हेक्टेयर) का उपयोग अन्तर कर्षण क्रियाओं के साथ करने से एकपत्री खरपतवारों को सिंचित अल्फिसोल भूमि में एकीकृत खरपतवार नियंत्रण के अंतर्गत नियंत्रित किया जा सकता है।
- एस-मेटोलाक्लोर तम्बाकू खरपतवार प्रबंधन कार्यक्रमों के लिए उपयुक्त है, विशेष रूप से जब सल्फेंट्राज़ोन + क्लोमाज़ोन के पूर्व-प्रत्यारोपित सम्मिलित (पीटीआई) संयोजन के बाद रोपाई के बाद पंक्ति मध्य (पोस्ट-डीआईआर) पर निर्देशित किया जाता है। हालाँकि एस-मेटोलाक्लोर के पीटीआई अनुप्रयोगों से कोई नकारात्मक प्रभाव नहीं देखा गया है, पिछली रिपोर्टों से पता चलता है कि यदि अधिक प्रमाण का उपयोग किया जाता है, तो पौधों की मृत्यु, बौनापन और उपज में कमी संभव है।

बीजीय मसालों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

अरविन्द वर्मा, रुचिका चौधरी एवं आर.पी. दुबे
महाराणा प्रताप कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, उदयपुर, राजस्थान 313004, भारत
भाकृअनुप-खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

बीजीय मसालें खाद्य, पेय, औषधी, सौंदर्य प्रसाधन और इत्र के संवेदी गुणों को बढ़ाने में उनके महत्वपूर्ण योगदान के लिए वैश्विक स्तर पर पहचाना जाता है। बीजीय मसालों की खेती वर्ष 2019 में 20.77 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र में की गई और विश्व भर में 19.72 मिलियन टन का उत्पादन हुआ। भारत, जिसे मसालों की भूमि के रूप में जाना जाता है, बीज मसालों का सबसे बड़ा उत्पादक है (4.43 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र से 10.38 मिलियन टन उत्पादन करता है) और यह वैश्विक मांग की 52 प्रतिशत पूर्ति करता है। इसके साथ ही मोरक्को, रूस, बुल्गारिया, तुर्की और ईरान जैसे देश भी प्रमुख उत्पादक हैं। दुनिया भर में उगाए जाने वाले विविध बीजीय मसालों में मेथी, धनिया, सौंफ, जीरा, अजवाइन, कलौंजी, अजवाइन और सुआ अपने पाक महत्व और औषधीय गुणों के लिए प्रमुख रूप से पहचाने जाते हैं। इन्हें आमतौर पर अर्ध-शुष्क और शुष्क क्षेत्रों में उगाया जाता है। प्रारंभिक वृद्धि चरण के दौरान, बीजीय मसालों को विभिन्न प्रकार के खरपतवारों (घास, सेज और चौड़ी पत्तियों वाले खरपतवार) द्वारा आक्रमण किया जा सकता है। ये खरपतवार धनिया, जीरा, सौंफ, मेथी, अजवाइन और सुआ के साथ पोषक तत्वों, पानी और सूर्य के प्रकाश जैसे संसाधनों के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं, जिससे फसल की पैदावार और गुणवत्ता में कमी आती है। खरपतवार की विभिन्न प्रजातियों की उपस्थिति और फसलों के लिए उनकी प्रतिस्पर्धा का स्तर मिट्टी की संरचना, मौसम के पैटर्न, भौगोलिक स्थिति और खेत में अपनाई गई कृषि प्रथाओं के आधार पर बदल सकता है (तालिका 1)।

फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा के समय खरपतवारों को बिना फसल की उपज को प्रभावित किए बिना नियंत्रित किया जा सकता है। फसल और खरपतवार के बीच प्रतिस्पर्धा की गतिशीलता कई कारकों से प्रभावित होती है, जिसमें खरपतवार प्रकार, फसल की विविधता, पंक्ति अंतराल, उर्वरक या पोषक तत्व वितरण और मिट्टी की नमी के स्तर शामिल हैं। खरपतवार नियंत्रण अवधि के दौरान समय पर खरपतवार हटाना फसल के नुकसान को कम करने के लिए अनिवार्य है। खरपतवार बीजीय मसालों की उत्पादकता की वृद्धि करने में प्रमुख बाधा हैं, जो वैश्विक स्तर पर संभावित उत्पादन का लगभग 34 प्रतिशत नुकसान करते हैं, जो कीटों (18 प्रतिशत) और रोगजनकों (16 प्रतिशत) से भी अधिक है। ये फसलों के साथ पोषक तत्व, पानी, सूर्यप्रकाश और स्थान के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं, जिससे अक्सर कटाई के मौसम में चुनौतियाँ उत्पन्न होती हैं। उपज में कमी की मात्रा कई कारकों से प्रभावित होती है, जिसमें विशेष खरपतवार प्रजातियाँ, संक्रमण की तीव्रता, फसल के सापेक्ष खरपतवार वृद्धि का समय, पड़ोसी फसलों से प्रतिस्पर्धा, मिट्टी की संरचना, मौसमी स्थितियाँ और प्रबंधन प्रथाओं की प्रभावशीलता शामिल हैं। बीज मसाले खरपतवारों के कारण काफी उपज हानि झेलते हैं (तालिका 3)।

खरपतवार नियंत्रण बीज मसाला उत्पादन का एक महत्वपूर्ण घटक है जो फसल की उपज और कृषि प्रणालियों में स्थिरता के अनुकूलन के लिए महत्वपूर्ण है। विविध खरपतवार वनस्पतियों के

तालिका 1. बीज मसाला फसलों में सामान्यतः पाए जाने वाले खरपतवार संक्रमण

फसल	खरपतवार	स्थान
धनिया	*चिनोपोडियम म्युरेल, चिनोपोडियम एल्बम, हेलियोट्रोपियम एजिप्टिकम, रुमेक्स एसिटोसेला, साइनोडोन डेक्टाइलॉन, एस्फोडेलस टेनुइफोलियस, मेलिलोटस ऐल्बा, लूनिया एस्प्लेनिफोलिया और साइप्रेस रोटंडस*	*जोबनेर, राजस्थान*
जीरा	*चिनोपोडियम म्युरेल, रुमेक्स डेंटेटस, चिनोपोडियम एल्बम, साइनोडोन डेक्टाइलॉन और एस्फोडेलस टेनुइफोलियस।*	जोधपुर, राजस्थान
सौंफ	*चिनोपोडियम म्युरेल, फिलेरिस माइनर, चिनोपोडियम एल्बम, साइप्रेस रोटंडस और ऐमारैंथस विरिडिस।*	अजमेर, राजस्थान
मेथी	*चिनोपोडियम म्युरेल, चिनोपोडियम एल्बम, मालवा पारविफ्लोरा, फ्यूमेरिया पारविफ्लोरा, मेलिलोटस इंडिका, कोन्वोल्वुलस आर्वेन्सिस, फिलेरिस माइनर।*	*उदयपुर, राजस्थान*
अजवाइन	*साइनोडोन डेक्टाइलॉन, पॉलीकुरपीया कोरिंबोसा, साइप्रस इरिया, सोलेनम नाइग्रम, ट्राइडैक्स प्रोकुम्बेंस, साइप्रस रोटूंडस, ऐमारैंथस विरिडिस, डाइजिरा आर्वेन्सिस, यूफोरबिया हिरता, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस, सोलेनम नाइग्रम, डिजिटेरिया सेंगुइनलिस और ट्राइडैक्स प्रोकुम्बेंस।*	*राजसमंद, राजस्थान*
अजवाइन/ सौंफ	*मेडिकागो डेंटिकुलाटा, चिनोपोडियम एल्बम और फिजलिस मिनिमा*	जबलपुर, मध्य प्रदेश
सुआ	*चिनोपोडियम म्युरेल, चिनोपोडियम एल्बम, मालवा पारविफ्लोरा, फ्यूमेरिया पारविफ्लोरा, मेलिलोटस इंडिका, कोन्वोल्वुलस आर्वेन्सिस, फिलेरिस माइनर।*	*उदयपुर, राजस्थान*

तालिका 2. बीज मसालों में फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा की महत्वपूर्ण अवधि

फसल	महत्वपूर्ण अवधि
जीरा	बुवाई से 15-16 दिन
मेथी	बुवाई से 25-30 दिन
कलौंजी	बुवाई से 40-70 दिन
अजमोद	बुवाई से 40 दिन
धनिया	बुवाई से 15-30 दिन

तालिका 3. बीज मसालों में उपज हानि की सीमा

फसल	उपज हानि (प्रतिशत)
धनिया	82 तक
जीरा	80-90 तक
सौंफ	91.4 तक
मेथी	14.2-69.0 तक
अजवाइन	70-78 तक
कलौंजी	69.0-91.4 तक
सोआ	59 तक

संक्रमण किसी भी एक विधि के साथ प्रबंधन करना मुश्किल बनाता है, इसलिए विभिन्न तरीकों के रणनीतिक चयन और एकीकरण की आवश्यकता होती है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन आर्थिक, पारिस्थितिक और सामाजिक कारकों पर विचार करते हुए समग्र खरपतवार प्रबंधन पर केंद्रित है, जिसमें खरपतवार समुदाय के प्रबंधन और भौतिक, यांत्रिक, सांस्कृतिक और रासायनिक तरीकों के माध्यम से खरपतवारों को नियंत्रित करना शामिल है।

विभिन्न फसलों में खरपतवार प्रबंधन पर हाल ही के अध्ययनों ने विभिन्न शाकनाशियों और उपचार संयोजनों की प्रभावकारिता पर प्रकाश डाला है। धनिया में, 0.5 किग्रा प्रति हैक्टेयर पर ऑक्सेडियाजोन या पेंडीमेथालिन 0.75 किग्रा प्रति हैक्टेयर का उपयोग उद्भव-पूर्व (पीई) शाकनाशी के रूप में उपयोग करने से सकारात्मक परिणाम सामने आए हैं। इसके अतिरिक्त, पेंडीमेथालिन 1.0 किग्रा प्रति हैक्टेयर उद्भव-पूर्व (पीई) के साथ बुवाई के 40 दिनों बाद हाथ से निराई करना प्रभावी रहा है। विभिन्न शोध परिणामों से संकेत मिलता है कि 1.0 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर पर पेंडीमेथालिन का उद्भव-पूर्व (पीई) के उपरान्त बुवाई के 45 दिन बाद एक हाथ से निराई या बुवाई के 30 और 45 दिन बाद दो हाथ की निराई के साथ संयुक्त रूप से 60 किलोग्राम नाइट्रोजन, 30 किलोग्राम फास्फोरस, 30 किलोग्राम पोटेशियम और 30 किलोग्राम सल्फर प्रति हेक्टेयर के आवेदन के साथ, खरपतवार शुष्क पदार्थ कम करके उपज में सुधार और आर्थिक लाभ बढ़ाता है। इसके अलावा गेहूं के भूसे को निर्जीव मल्च की तरह उपयोग से चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों के घनत्व, जैव भार और समग्र खरपतवार की उपस्थिति को घटाने में सहायक है एवं धनिया की उपज विशेषताओं, बीज उत्पादन, जैव भार और आवश्यक तेल उपज में वृद्धि करने में सहायक है।

जीरे

जीरे के लिए, ऑक्साडियार्गिल 50 ग्राम प्रति हैक्टेयर बुवाई के 20 दिन बाद या बुवाई के 35 दिन बाद हाथ से निराई के साथ संयोजन में और ऑक्साडियार्गिल 60 ग्राम प्रति हैक्टेयर उद्भव-पूर्व (पीई) व उसके बाद बुवाई के 40 और 60 दिन बाद पर दो हाथ की निराई फायदेमंद साबित हुई है। भूसे की मल्च के साथ ट्राइफ्लुरालिन की 75 प्रतिशत अनुशंसित खुराक भी जीरा के लिए प्रभावी खरपतवार प्रबंधन प्रदान करती है। इसके अलावा, 1.08 किग्रा प्रति हेक्टेयर पर ट्राइफ्लुरालिन के साथ 45 किग्रा प्रति हेक्टेयर पर नाइट्रोजन के उपयोग से बेहतर बीज उपज (5.30 क्विंटल प्रति हेक्टेयर) और खरपतवार जैव भार में कमी प्राप्त हुई। इसके अलावा, गाय खाद का उपयोग खरपतवार जैव भार को काफी कम कर देता है, खासकर जब रोपण के 105 दिन बाद प्रयोग किया जाता है। हालांकि, खाद की बढ़ती मात्रा के कारण खरपतवार जैव भार अधिक हो जाता हैं।

सौंफ

सौंफ में, पेंडीमेथालिन 0.75 किग्रा प्रति हैक्टेयर उद्भव-पूर्व (पीई) या पेंडीमेथालिन 900 ग्राम प्रति हैक्टेयर उद्भव-पूर्व (पीई) के बाद बुवाई के 60 दिन बाद हाथ से निराई करने की सिफारिश की गई है। अध्ययनों से पता चला है कि 60 सेमी × 20 सेमी के पौधे के अंतराल के साथ पेंडीमेथालिन 0.75 किलोग्राम प्रति हेक्टेयर उद्भव-पूर्व (पीई) और बुवाई के 30 दिन बाद निराई के संयुक्त प्रयोग से सौंफ की उपज और शुद्ध लाभ में बढ़ोतरी के साथ खरपतवार नियंत्रण करने में सहायक है। इसके अतिरिक्त, धान के भूसे को 10 टन प्रति हेक्टेयर मल्च की तरह उपयोग और इसके बाद रोपाई के 30 और 60 दिनों बाद हाथ से निराई प्रभावी ढंग से खरपतवारों को नियंत्रित करता है और सौंफ में उपज विशेषताओं को बढ़ाता है। सौंफ में 3 लीटर प्रति हेक्टेयर पर शाकनाशी आवेदन और 9 टन प्रति हेक्टेयर (80 ग्राम प्रति वर्ग मीटर) के घनत्व पर गेहूं के भूसे की मल्च के संयुक्त उपयोग से अधिकतम बीज उपज प्राप्त हुई।

जबलपुर में सौंफ (AF1) की फसल में शाकनाशियों में, पेंडिमिथालिन 675 ग्रा./हे. (उगने पूर्व) के बाद 1 यांत्रिक निदाई में 84.2% की उच्च खरपतवार नियंत्रण दक्षता दर्ज की गई। काली पॉलिथीन मल्च, धान के भूसे की मल्च और हाथ से 2 निदाई में क्रमशः 98.1, 94.6 और 90.1% की उच्च खरपतवार नियंत्रण दक्षता दर्ज की गई। काली पॉलिथीन मल्च, धान के भूसे की मल्च के बाद हाथ से 1 निदाई, हाथ से 2 निदाई और पेंडिमिथालिन 675 ग्रा0/हे0 (उगने पूर्व) के बाद 1 यांत्रिक निदाई से क्रमशः 1.84, 1.66, 1.62 और 1.40 टन/हेक्टेयर की उच्च बीज उपज प्राप्त हुई। बिना निदाई से बीज की उपज 69.6% कम हो गई। चावल के भूसे की मल्च से 4.76 का उच्च लाभ:लागत प्राप्त किया गया। पेंडीमेथालिन के बाद 1 यांत्रिक निदाई से लाभ:लागत 4.56 दर्ज किया गया।

मेथी

मेथी के लिए, पेंडीमेथालिन 1.0 किग्रा प्रति हैक्टेयर या ऑक्साडियार्गिल 100 ग्राम प्रति हेक्टेयर पूर्व-उद्भव (पीई) और उसके उपरांत बुवाई के 40 दिन बाद गुड़ाई ने खरपतवार नियंत्रण में आशाजनक परिणाम दिखाए हैं। शोध परिणामों से यह भी पाया गया है कि 6 आईडब्ल्यू सीपीई अनुपात पर सिंचाई करने के परिणामस्वरूप खरपतवारों की संख्या की संख्या में कमी के साथ बीज उपज में बढ़ोतरी हुई। इसके अलावा बुवाई के 20 व 40 दिन बाद मेथी में हाथ की निराई ने घास और द्विबीजपत्री खरपतवार दोनों का सबसे कम सूखा वजन और अधिकतम खरपतवार नियंत्रण प्रभावकारिता प्राप्त हुई।

अजवाइन

अजवाइन में, ऑक्साडियार्गिल 50 ग्राम प्रति हैक्टेयर बुवाई के 15 दिन बाद का आवेदन अधिक प्रभावी पाया गया। सुआ के लिए, ऑक्साडियार्गिल 100 ग्राम प्रति हैक्टेयर उद्भव-पूर्व (पीई), पेंडीमेथालिन 500 ग्राम प्रति हैक्टेयर के साथ ऑक्साडियार्गिल 75 ग्राम प्रति हैक्टेयर बुवाई के 20 दिन बाद और पेंडिमेथालिन 500 ग्राम प्रति हैक्टेयर उद्भव-पूर्व (पीई) के साथ ऑक्साडियार्गिल 50 ग्राम प्रति हैक्टेयर बुवाई के 20 दिन बाद संयुक्त रूप से अच्छे परिणाम दिखाए हैं। इसके अतिरिक्त, ऑक्साडियार्गिल 75 ग्राम प्रति हैक्टेयर उद्भव-पूर्व (पीई) और उसके बाद बुवाई के 40 दिन बाद हाथ से निराई सुआ में खरपतवारों के प्रबंधन में प्रभावी रहा है।

जबलपुर की जलवायु में अजवाइन (AA-2) की फसल में पेंडिमिथालिन 675 ग्रा./हे. (उगने पूर्व) के बाद 1 यांत्रिक निदाई, काली पॉलिथीन मल्च तथा ऑक्सीफ्लोरफेन 100 ग्रा./हे. (उगने पूर्व) के बाद 1 यांत्रिक निदाई के प्रयोग से क्रमशः 91%, 91% तथा 90% उच्च खरपतवार नियंत्रण दक्षता दर्ज की गई। काली पॉलिथीन मल्च, धान के भूसे की मल्च के बाद हाथ से 1 निदाई, हाथ से 2 निदाई और पेंडिमिथालिन के बाद 1 यांत्रिक निदाई से क्रमशः 1.89, 1.64, 1.55 और 1.51 टन/हेक्टेयर की उच्च बीज उपज प्राप्त हुई। बिना निराई-गुड़ाई से बीज की उपज 74.1% कम हो गई। पेंडीमेथालिन के बाद 1 यांत्रिक निदाई का लाभ:लागत 5.21 दर्ज किया गया।

अंत में, फसल की पैदावार को अधिकतम करने, फसल की गुणवत्ता बनाए रखने और किसानों के लिए आर्थिक स्थिरता सुनिश्चित करने के लिए बीज मसालों में प्रभावी खरपतवार प्रबंधन आवश्यक है।

खरपतवार नियंत्रण विधियों के एकीकरण के माध्यम से, किसान पर्यावरणीय प्रभाव को कम करते हुए और दीर्घकालिक मिट्टी के स्वास्थ्य को बढ़ावा देते हुए खरपतवार की वृद्धि को प्रभावी ढंग से दबा सकते हैं। बीज मसाला फसलों और स्थानीय परिस्थितियों के अनुरूप एकीकृत खरपतवार प्रबंधन रणनीतियाँ सबसे आशाजनक दृष्टिकोण प्रदान करती हैं, जो नियमित निगरानी, समय पर हस्तक्षेप और खरपतवार पारिस्थितिकी की समग्र समझ के महत्व पर जोर देती हैं। व्यापक खरपतवार प्रबंधन प्रथाओं को लागू करके, किसान खरपतवार से संबंधित चुनौतियों को कम कर सकते हैं और बीज मसाले की खेती के लिए एक समृद्ध भविष्य सुरक्षित कर सकते हैं।

फलोद्यान में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

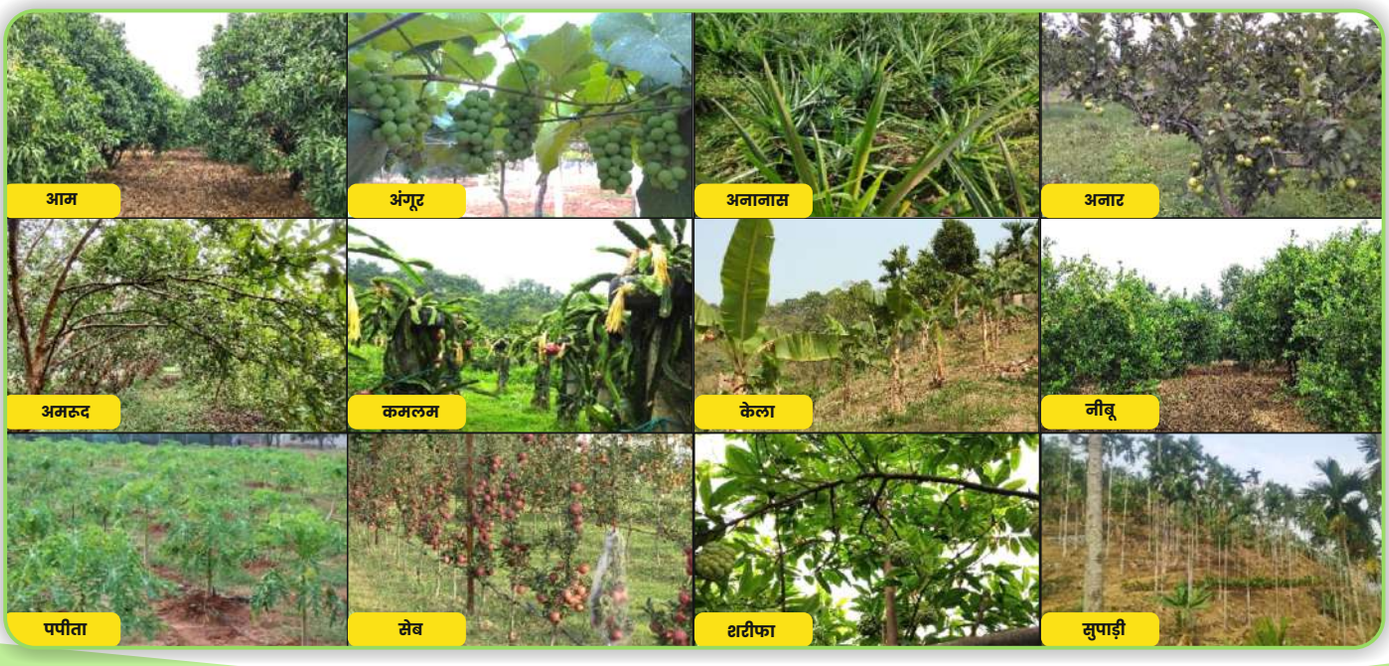
जीतेन्द्र कुमार सोनी[1*], आशुतोष कुमार[2], प्रदीप कुमार विश्वकर्मा[3], कुणाल आनंद[4] एवं आशीष चौरसिया[4]

[1]भाकृअनुप-खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत
[2]कृषि विज्ञान केंद्र नरकटियागंज, आरपीसीएयू, पुसा, बिहार 845455, भारत
[3]कृषि विज्ञान केंद्र जाले, आरपीसीएयू, पुसा, बिहार 847302, भारत
[4]बिहार कृषि विश्वविद्यालय, सबौर, बिहार 813210, भारत

फलोद्यान (बाग), एक विशेष प्रकार की कृषि पद्धति है, जिसमें फलों के पेड़ या झाड़ियों का व्यवस्थित रूप से एक निश्चित स्थान पर रोपण किया जाता है। फलोद्यान में विशेष रूप से विभिन्न प्रकार के फलों, नट्स और कभी-कभी सजावटी पौधों को भी खेती के लिए उपयोग में लिया जाता हैं। इस खेती में मुख्यतः पेड़-पौधों की उत्पादकता, गुणवत्ता, और दीर्घकालिक देखभाल पर जोर दिया जाता है, जिससे फसलें बेहतर हो एवं नियमित रूप से उत्पादन प्राप्त होता रहे। फलोद्यानों में उगाए जाने वाले प्रमुख फल वृक्षों को विभिन्न श्रेणियों में विभाजित किया गया है। जिसमे उष्णकटिबंधीय फलों में आम, अमरूद, पपीता, अनानास और नारियल शामिल हैं। उप- उष्णकटिबंधीय फलों में संतरा, लीची, अनार और चीकू प्रमुख हैं। शीतोष्ण फलों में सेब, नाशपाती, खुबानी, चेरी और प्लम का उत्पादन किया जाता है। इसके अलावा, शुष्क क्षेत्रों में उगाए जाने वाले फलों में बेर और अंजीर प्रमुख हैं। फलोद्यान की खेती लंबे समय तक लाभकारी होती है और इसमें शुरुआती निवेश के बाद निरंतर फसल उत्पादन संभव होता है।

लेकिन अच्छी एवं स्वस्थ पैदावार के लिए फलोद्यान में कीट, रोग और खरपतवारों को प्रभावी ढंग से इसकी रोकथाम करनी चाहिए। कीट जैसे फल मक्खी, टिड्डे, और दीमक फलों और पेड़ों को नुकसान पहुंचाते हैं, जिससे फसल की गुणवत्ता और उत्पादकता में कमी आती है। रोग जैसे फफूंद और बैक्टीरिया इत्यादि भी फलों को प्रभावित करते हैं, जिससे फल सड़ जाते हैं और उत्पादन में गिरावट आती है। इसके अलावा, खरपतवार फल-पौधों की वृद्धि और विकास में महत्वपूर्ण बाधाएँ उत्पन्न करते हैं। खरपतवार विभिन्न तरीकों से फल-पौधों के विकास में हस्तक्षेप करते हैं जैसे:

- **फलों के उत्पादन और उनकी गुणवत्ता में कमी:** खरपतवार के कारण पेड़ की वृद्धि में लगभग 15 से 96% तक की कमी आकी गई है, जबकि फलों की गुणवत्ता पर प्रतिकूल प्रभाव के साथ-साथ फल उत्पादन में लगभग 10-35% तक की हानि हो सकती है।
- **पोषक तत्वों और नमी के लिए प्रतिस्पर्धा:** खरपतवार फल-पौधों के लिए आवश्यक पोषक तत्वों और पानी के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं, जिससे पौधों की वृद्धि प्रभावित होती है।
- **कीट, कीटाणुओं और बीमारियों का आश्रय:** खरपतवार कई कीटों, कीटाणुओं और बीमारियों का आश्रय बनते हैं, जो फल पौधों के लिए हानिकारक होते हैं (तालिका 1)। *साइनोडॉन डैक्टिलॉन* (दूब घास) और *साइपरस रोटंडस* (मोथा) के पौधे टिड्डे के वैकल्पिक परपोषी हैं। वहीं जंगली सैंजी, एफिड के लिए एवं गाजर घास, मिली बग के लिए परपोषी हैं। ये कीट आम, अमरूद, नाशपाती और अन्य कई फलदार पेड़ों को नुकसान पहुँचाते है।



तालिका 1. फलोद्यान में कीटों, विषाणुजनित रोगों और निमेटोड्स के लिए खरपतवार एक परपोषी पौधा

फल वृक्ष	कीट, विषाणू और निमेटोड्स		परपोषी खरपतवार
	सामान्य नाम	वैज्ञानिक नाम	
आम	जायंट मिलीबग्स	*ड्रोसिचा मैंगिफेरा*	*क्लेरोडेंड्रम इनफॉर्चुनटम*
सिट्रस	फ्रूट सकिन्ग मॉथ	*ओथेरियस फुल्लोनिका*	*टिट्नोस्पोरा कॉर्डीफोलिया, कोकुलस हिर्सुटस*
	स्लो डिक्लाइन	*टिलेंचस, सेमिपेनिट्रांस*	*आंद्रोपोगोन राइजोमाटस, पैनिकम स्पेशीज़*
	लांस नेमाटोड	*हैप्लोलेमस इंडिकस*	*साइनोडॉन डैक्टाइलॉन*
केला	मोज़ेक और हार्ट रॉट एफिड्स	*एफिड्स और मायज़स पर्सिका*	*एकायरेनथेस अस्पेरा, अमरैंथस पोलिगैमस, अमरैंथस स्पिनोसायस, धतूरा* एसपी., *चेनोपोडियम* एसपी., *डिज़ेरा आर्वेंसिस*
	बंची टॉप	*पेटलोनिया निग्रोनेर्वोसा*	*कोलोकेशिया* एसपी.
पपीता	लीफ कर्ल रिंग स्पॉट	*बेमिसिया तबेकि, एफिस गॉसेपी*	*धतूरा स्ट्रामोनियम, चीनोपोडियम क्विनोआ*

अमरूद के बाग में खरपतवारों का प्रकोप

तालिका 2. फलोद्यानों के प्रमुख खरपतवार

सामान्य नाम	वानस्पतिक नाम	परिवार
सकरी पत्ती वाले मुख्य खरपतवार		
दूब	*सायनोडोन डेक्टीलोन*	पोएसी
जॉनसन घास	*सोरगम हेलिपेंस*	पोएसी
कोगन घास	*इम्पेरेटा सिलिंड्रिका*	पोएसी
क्रैब घास	*डाइजिटेरिया सैंगुइनालिस*	पोएसी
क्वैक घास	*एलीमस रेपेंस*	पोएसी
मारवल घास	*डायकेन्थीयम एनुलेटम*	पोएसी
समा	*ईकाईनोक्लोवा कोलोना*	पोएसी
चौड़ी पत्ती वाले मुख्य खरपतवार		
दुधी	*यूफोरबिया* एसपी.	यूफोरबियेसी
थिस्टल	*सर्सियम अर्वेन्स*	एस्टरेसी
चौलाई	*ऐमेरेन्थस विरिडिस*	अमरैंथेसी
बथुआ	*चिनोपोडियम एल्बम*	चेनोपोडियेसी
गाजर घास	*पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस*	एस्टरेसी
कंटकारी	*सोलानम वर्जिनियनम*	सोलनेसी
मकोई	*सोलानम निग्रुम*	सोलनेसी
महकुआ/ विषादोदी	*एगेराटम कोनिजोइड्स*	एस्टरेसी
सफेद क्लोवर	*ट्रिफोलियम* एसपी.	लेग्युमिनेसी
सफेदमुर्ग	*सेलोसिया अर्जेंटीया*	अमरैंथेसी
रसभरी	*फिसालिस मिनिमा*	सोलेनेसी
घमरा	*ट्रिडैक्स प्रोकम्बेंस*	एस्टरेसी
सेजेस		
मोथा	*सायपेरस रोटंडस*	साइपेरेसी

इंटरकल्चरल क्रियाकलापों एवं फलों की तुड़ाई पर प्रतिकूल प्रभाव: खरपतवार बागों के विभिन्न इंटरकल्चरल क्रियाकलापों को प्रभावित करते है जैसे सिंचाई में, उर्वरकों एवं कृषि-रसायनों के छिड़काओ में, समय से पेड़ों कि कटाई एवं छंटाई इत्यादि। इसके साथ ही, खरपतवार फलों की तुड़ाई को भी प्रभावित करते हैं।

फलोद्यान के प्रमुख खरपतवार

भारत की मृदा एवं जलवायु विभिन्न प्रकार के फलों की खेती के लिए अनुकूल हैं। लेकिन इन्हीं परिस्थितियों के कारण फलों के बागानों में अनेक प्रकार के खरपतवार भी पनपती हैं, जो फसलों की वृद्धि और उत्पादन पर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं। इनमे से कुछ प्रमुख खरपतवारों कि सूची तालिका 2 पर दर्शाई गई है। इन खरपतवारों का समय पर प्रबंधन अत्यंत आवश्यक है, ताकि फलों के पौधों को स्वच्छ वातावरण मिल सके और उनका उत्पादन अधिकतम हो सके। उचित प्रबंधन के लिए खरपतवारों की पहचान और उनके नियंत्रण के उपायों की जानकारी होना अति आवश्यक है।

फलोद्यानों में खरपतवार प्रबंधन

फलोद्यानों (बागों) में खरपतवार प्रबंधन का मुख्य उद्देश्य फलदार पेड़-पौधों की विकास प्रक्रिया के महत्वपूर्ण चरणों के दौरान खरपतवारों से होने वाली प्रतिस्पर्धा को नियंत्रित कर अधिकतम उत्पादन प्राप्त करना है। वह अवस्था जब पेड़ों के साथ प्रतिस्पर्धा को रोकने के लिए खरपतवार नियंत्रण सबसे आवश्यक होता है, तब इस अवधारणा को "महत्वपूर्ण खरपतवार-रहित अवधि" (CPWC) कहा जाता है। यदि फसल को इस अवधि के दौरान खरपतवारों से मुक्त रखा जाए, तो फलों के उत्पादन एवं गुणवत्ता में कम से कम नुकसान होता है। इस अवधि के बाद उगने वाले खरपतवार उपज को ज्यादा प्रभावित नहीं करते। यदि इस महत्वपूर्ण अवधि के दौरान (विशेष रूप से पौध रोपण के वर्ष में) खरपतवारों की प्रतिस्पर्धा नए पेड़ों से होती है, तो इसका प्रभाव कई वर्षों तक, यहां तक कि बाग की पूरी अवधि तक बना रह सकता हैं। हालांकि, इन महत्वपूर्ण अवधियों के अलावा भी खरपतवारों को नियंत्रित करने के अन्य लाभ भी होते हैं, जैसे कि फल तुड़ाई में दक्षता, बागों का सौंदर्यीकरण और आकर्षक रूप, कीट एवं

खरपतवार मुक्त सेब का बागान

रोगों में कमी एवं खरपतवार के बीज बैंक में कमी आदि। लेकिन महत्वपूर्ण खरपतवार-रहित अवधि के बाहर खरपतवारों को नियंत्रित करने से उपज में अंतर नहीं आता।

नये बागों में खरपतवार रहित अवधि

नए बागों के लिए महत्वपूर्ण खरपतवार रहित अवधि रोपण के बाद के पहले तीन महीने की होती है। नवरोपित सेब के पेड़ों पर खरपतवार के प्रभाव पर किए गए शोध से यह सिद्ध हुआ है कि मई, जून और जुलाई के महीनों के दौरान खरपतवारों को नियंत्रित करने की आवश्यकता होती है। शोध से यह भी पता चलता है कि मई में खरपतवार नियंत्रण करने से सबसे अधिक वृक्ष वृद्धि होती है, इसकी तुलना में केवल जून या जुलाई में खरपतवार नियंत्रण करने से कम वृद्धि होती है। अधिकतम वृक्ष वृद्धि प्राप्त करने के लिए बागान को मई, जून और जुलाई तीन महीनों के दौरान पेड़ों के नीचे के क्षेत्र को खरपतवार मुक्त रखा जाए।

फल वाले पेड़ों के लिए खरपतवार-रहित अवधि

फल आने कि अवस्था में खरपतवारों को नियंत्रित करना आवश्यक है। सेब के पेड़ में कलियों के फूटने से लेकर शीर्ष कली के लगने तक का समय खरपतवार मुक्त होना चाहिए, यानी बसंत से लेकर जुलाई की शुरुआत तक। फलदार वृक्षों में फूल निकलने, कली लगने, फल लगने एवं उसके बड़े होने कि अवस्था तक की अवधि खरपतवार रहित होनी चाहिए।

खरपतवार रहित और अवस्था में आम का बागान

खरपतवार प्रबंधन के आयाम

फलोद्यान में खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए कई तरीके हैं। जिसमे खरपतवारों के रोकथाम के उपाय, भौतिक, सस्य क्रियाएँ, रासायनिक, जैविक एवं एकीकृत खरपतवार प्रबंधन शामिल है।

रोकथाम के उपाय

खरपतवार प्रबंधन के लिए रोकथाम के उपायों को अपनाना बहुत महत्वपूर्ण है। प्रथम चरण में, खरपतवार मुक्त बीजों का इस्तेमाल करना चाहिए। फलोद्यान को नियमित रूप से खरपतवार मुक्त रखना चाहिए। फूल आने से पहले ही खरपतवारों को निकालना चाहिए, ताकि वे बीज न बना सकें। सिंचाई के लिए उपयोग होने वाले नालों को हमेशा साफ रखें। इसके अलावा, ऐसी गोबर खाद या कम्पोस्ट का प्रयोग न करें जिसमे खरपतवारों के बीज प्रचुर मात्रा में हो। साथ ही बागानों में इस्तेमाल होने वाले यंत्रों को साफ करके इसका उपयोग करना चाहिए।

भौतिक प्रबंधन

खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए भौतिक प्रबंधन एक महत्वपूर्ण तरीका है, जो बागानों में फसलों की वृद्धि और गुणवत्ता को बनाए रखने में मदद करता है। भौतिक प्रबंधन के तहत कई तरीके अपनाए जा सकते हैं, जिनसे खरपतवारों की वृद्धि को रोका जा सकता है।

भू-परिष्करण (टिलेज): खेत में मशीनों का उपयोग करके जुताई करने से खरपतवारों को उखाड़ा जा सकता है। यह तरीका बड़े बागों में अधिक प्रभावी है। लेकिन, नवरोपित बागानों के प्रारंभिक महीनों में भू-परिष्करण से बचना चाहिए, क्योंकि इससे ऊपरी सतह पर स्थित जड़ों के तंत्र को नुकसान पहुंचा सकता है। 8 से 10 साल के आम के बागान मे खरपतवार नियंत्रण के लिए यांत्रिक विधि का उपयोग किया जाता है। इसमें ट्रैक्टर और टिलर के साथ विशेष खरपतवार निकालने वाले उपकरण लगाए जाते हैं। यांत्रिक विधि में उपयोग किए जाने वाले यंत्रों का प्रकार और उनकी प्रकृति, बागान में पंक्तियों के बीच की दूरी पर निर्भर करती है। औसतन, एक वर्ष में आम के बागान में तीन से चार बार जुताई पर्याप्त होती है।

पहाड़ी क्षेत्रों में अनानास के बागानों में रोपाई के 2 से 3 महीने बाद फावड़े से मिट्टी को चढ़ा कर जड़ों को ढ़का जाता है, जो खरपतवार नियंत्रित रखने में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करता है। अंगूर के बागान

भू-परिष्कृत आम का बागान

फावड़े से पपीते के बागान की निदाई

जब छोटी अवस्था में हो, उस समय उसकी जड़े उथली होने के कारण इसकी निराई फावड़े से करना बेहतर होता है, ना कि मशीनों का उपयोग करना। इसी तरह, पपीते में खरपतवार नियंत्रण के लिए फावड़े या बैल से खींचे जाने वाले उपकरणों का उपयोग उथली जुताई के लिए किया जाता है, क्योंकि भारी मशीनों से जड़ों को नुकसान हो सकता है।

हाथ से निराई: नर्सरी और छोटे बागानों में वार्षिक एवं द्विवार्षिक छोटे खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रित हाथों से निराई करके किया जा सकता है। साथ ही जहाँ कुदाल या कल्टीवेटर का उपयोग करना कठिन होता है, वहाँ इसकी संतुती की जा सकती है। हालांकि, यह तरीका बारहमासी खरपतवारों के लिए प्रभावी नहीं होता, क्योंकि उनकी भूमिगत जड़ें आसानी से उखाड़ी नहीं जा सकतीं है। यह विधि ज्यादा समय लेने वाली एवं खर्चीली है और बागों में इसका बहुत अधिक उपयोग नहीं किया जाता है।

मूविंग: अच्छे से स्थापित बागों और अंगूर की वाटिका में, पेड़ों और बेलों की पंक्तियों के बीच (बीच का स्थान) खरपतवार प्रबंधन आमतौर पर मोवर द्वारा घास काटने के साथ किया जाता है। मोवर द्वारा घास काटना अपेक्षाकृत सस्ता, तेज़ और प्रभावी तरीका है। यह विधि न केवल खरपतवार नियंत्रण में सहायक होती है, बल्कि बाग की देखभाल को आसान बनाती है एवं यह बागों के सौंदर्यीकरण का कार्य करती है।

फ्लेम वीडर: फ्लेम वीडर का उपयोग 'स्टेल सीड बेड' के चौड़ी पत्तियों वाले खरपतवारों को नष्ट करने में किया जाता है। साथ ही बुआई के बाद एवं अंकुरण से पहले की अवस्था में भी फ्लेमिंग कर खरपतवार का नियंत्रण किया जा सकता है। हस्थ चलित प्रोपेन टॉर्च का उपयोग आमतौर पर एक पंक्ति के खरपतवारों को खत्म करने में किया जाता है, लेकिन मल्टी-रो फ्लेमर्स और ट्रैक्टर पर लगे फ्लेमर भी उपलब्ध हैं। लेकिन बड़े फ्लेम वीडर के निर्माण और संचालन के दौरान अधिक सावधानी बरतने की आवश्यकता होती है।

सस्य क्रियाएँ

मल्चिंग: मल्चिंग बागानों में पानी के संरक्षण के साथ-साथ खरपतवारों के नियंत्रण एवं मिट्टी के कटाव को रोकने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते है। इसमें पेड़ों के चारों ओर की मिट्टी के ऊपरी सतह को जैविक पदार्थ जैसे कि पुआल, घास, फसल के अवशेष, गोबर खाद, या

जैविक मल्चिंग पॉलीथीन मल्चिंग

अजैविक पदार्थ जैसे काली पॉलीथीन शीट से ढ़कना शामिल है। जैविक मल्च मिट्टी की नमी को बढ़ाता है और पोषक तत्व भी जोड़ता है, जबकि अजैविक मल्च, जैसे 200 माइक्रॉन काली पॉलीथीन शीट, आमतौर पर पेड़ों के आसपास उपयोग किया जाता है। मल्चिंग मिट्टी के तापमान को भी नियंत्रित करता है, जिससे गर्मियों में मिट्टी ठंडी और सर्दियों में गर्म रहती है। मल्चिंग जुताई और खाद डालने के बाद की जाती है, लेकिन पेड़ के तने के पास जगह छोड़ना जरूरी होता है, ताकि कीड़ों या चूहों से नुकसान न हो।

सोड कल्चर: सोड कल्चर विशेष रूप से 10 प्रतिशत से अधिक ढ़लानों वाले पहाड़ी क्षेत्रों में उपयोगी है और इसमे फल वर्क्षों की पंक्तियों के बीच घास या छोटे पौधों की स्थायी परत उगाई जाती है एवं इसमे नियमित रूप से घास काटने की आवश्यकता होती है, ताकि पानी और पोषक तत्वों के लिए प्रतिस्पर्धा कम हो सके। सोड कल्चर से मिट्टी की संरचना में सुधार आता है, जैविक मात्रा बढ़ाती है और मिट्टी के कटाव को रोकती है। साथ ही सोड एक प्राकृतिक मल्च के रूप में काम करता है, नमी को संरक्षित करता है और खरपतवारों को बढ़ने से रोकता है, एवं लाभदायक सूक्ष्मजीवों को बढ़ावा देता है। लेकिन यह विधि युवा या छोटे पौधों के लिए अनुशंसित नहीं है, क्योंकि उनकी उथली जड़ें और घास के साथ पोषक तत्वों और पानी के लिए प्रतिस्पर्धा कर सकते हैं। इसके विपरीत, बड़े पेड़ों की जड़ें गहरी होती हैं और उन्हें कम प्रतिस्पर्धा का सामना करना पड़ता है। साथ ही पेड़ के चारों ओर के बेसिन को

कमलम के बाग में सोड कल्चर सेब के बाग में सोड कल्चर

मल्चिंग, जुताई या शाकनाशी के द्वारा खरपतवार मुक्त रखना चाहिए।

हेज रो इंटरक्रॉपिंग: हेज रो इंटरक्रॉपिंग के माध्यम से बागों में खरपतवार प्रबंधन के साथ-साथ अधिक मुनाफ़े के लिए एक प्रभावी तकनीक है, जिसमें फल वर्क्षों के साथ झाड़ियों या अन्य पौधों की पंक्तियाँ लगाई जाती हैं। लेकिन यह छोटे या युवा पौधों में नहीं करना चाहिए। हेजरो मिट्टी को छायांकित करके, प्रकाश और पोषक तत्वों जैसे

अमरूद (बाएँ) एवं आम (दाएँ) के बागान पर हेज रो इंटरक्रॉपिंग

संसाधनों के लिए प्रतिस्पर्धा करके खरपतवारों की वृद्धि को रोकते हैं। उदाहरण के लिए, अमरूद के बाग में दलहनी फसलें लगाने से न केवल खरपतवारों को रोका जा सकता है, बल्कि यह मिट्टी में नाइट्रोजन भी जोड़ता है, जिससे उर्वरता में सुधार होता है। इसके अतिरिक्त, हेज रो लाभकारी कीटों को आकर्षित कर सकते हैं, जो हानिकारक कीटों को नियंत्रित करने में मदद करते हैं। सही प्रजातियों का चयन करके, किसान एक अधिक सतत् पारिस्थितिक तंत्र बना सकते हैं, जो फसल उत्पादन और जैव विविधता दोनों का समर्थन करता है।

रासायनिक प्रबंधन

शाकनाशी रासायनों का प्रयोग बागों में खरपतवार नियंत्रण का एक प्रभावी तरीका है, जो पेड़ों और खरपतवारों के बीच पोषक तत्वों, पानी, भूमि और सूर्य के प्रकाश के लिए प्रतिस्पर्धा को कम करता है।

शाकनाशी का छिड़काव
(तने को पॉलीथीन से ढ़कने के उपरान्त)

प्री-इमर्जेंस शाकनाशी जैसे एट्राज़ीन, डायुरॉन और सिमाजिन, खरपतवार के बीजों को अंकुरित होने से रोकते हैं, जबकि पोस्ट-इमर्जेंस शाकनाशी, जैसे ग्लाइफोसेट और पैराक्वाट पहले से मौजूद खरपतवारों के साथ-साथ सभी प्रकार कि वनस्पति को नस्ट कर देता है। वहीं 2,4-डी केवल चौड़े पत्ते वाले खरपतवार को नष्ट करता है लेकिन, यह ध्यान रहे कि ये पेड़ों या अन्य संवेदनशील पौधों (चौड़े पत्ते वाले) पर न जाए। इसलिए इन उद्भव पश्चात शाकनाशियों का उपयोग स्पॉट ट्रीटमेंट के द्वारा किया जाता है, जिसमे पेड़ों के तने को सुरक्षित ढ़क दिया जाता है या शील्डेड स्प्रेइंग जैसे तरीकों से भी किया जा सकता है ताकि पेड़ों को सुरक्षित किया जा सके। शाकनाशी के प्रतिरोध को

तालिका 3. बागों में उपयोग आने वाले कुछ शाकनाशी एवं इनकी मात्रा

फल वृक्ष	शाकनाशी	सक्रिय तत्व मात्रा (कि.ग्रा./हे.)	टिप्पणी
आम	पैराक्वाट	0.75	एक से पाँच वर्ष पुराने आम के बागों में इसके पंक्तियों के बीच पर खरपतवारों के ऊपर सीधे छिड़काव करें (पोस्ट-इमर्जेंस)
	एट्राज़ीन या डायुरॉन	1.0	खरपतवार के बीजों के अंकुरण से पूर्व आमों की पंक्तियों के बीच की खाली जगह पर छिड़काव करें (प्री-इमर्जेंस)
केला	पैराक्वाट	0.4-0.5	केले की पंक्तियों के बीच, खरपतवारों के ऊपर सीधे छिड़काव करें (पोस्ट-इमर्जेंस)
	एट्राज़ीन	1.0	खरपतवार के बीजों के अंकुरण से पूर्व, केले की पंक्तियों के बीच छिड़काव करें (प्री-इमर्जेंस)
	डायुरॉन 80% WP	1.60	
अंगूर	पैराक्वाट	0.5	खरपतवारों की 2-3 पत्ती अवस्था में अंगूर की पंक्तियों के बीच खरपतवारों के ऊपर सीधे छिड़काव करें (पोस्ट-इमर्जेंस)
	2,4-डी सोडियम साल्ट	2.0	
	डायुरॉन 80% WP	1.6	खरपतवार के बीजों के अंकुरण से पूर्व, अंगूर की पंक्तियों के बीच छिड़काव करें (प्री-इमर्जेंस)
मौसम्बी (स्वीट ऑरेंज)	डायुरॉन 80% WP	1.6	खरपतवार के बीजों के अंकुरण से पूर्व, मौसम्बी की पंक्तियों के बीच छिड़काव करें (प्री-इमर्जेंस)
	2,4-डी सोडियम साल्ट	1.0-2.0	खरपतवारों की 2-3 पत्ती अवस्था में मौसम्बी की पंक्तियों के बीच खरपतवारों के ऊपर सीधे छिड़काव करें (पोस्ट-इमर्जेंस)
सेब	पैराक्वाट	0.75	सेब की पंक्तियों के बीच के खरपतवारों के ऊपर सीधे छिड़काव करें (पोस्ट-इमर्जेंस)
पपीता	एलाक्लोर या बुटाक्लोर	1.0	पपीता के पौधों की रोपाई के तुरंत बाद प्री-इमर्जेंट उपचार करें
	डईयुरॉन	1.6	पपीता की रोपाई के 3 महीने बाद
	एमेट्रीन	2.0-3.0	
गैर-फसली क्षेत्र	ग्लाइफोसेट 41% SL	0.820-1.230	यह नॉन-सेलेक्टिव पोस्ट-इमर्जेंस शाकनाशी है, जिसका उपयोग विशेष रूप से गैर-फसली क्षेत्रों में खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है।
	ग्लाइफोसेट 54% SL	1.8	
	ग्लाइफोसेट अमोनियम साल्ट 5% SL	2.0	
	ग्लाइफोसेट 71% SG	2.13	

रोकने के लिए, इनका चक्रण और अन्य खरपतवार प्रबंधन विधियों, जैसे मल्चिंग इत्यादि के साथ संयोजन करना आवश्यक है।

सावधानियाँ

1. गाला और गोल्डन डेलिशियस सेब, एवं नाशपाती, 2,4-डी शाकनाशी के प्रति अधिक संवेदनशील होतीं हैं। अतः इनके जड़ों की सुरक्षा के लिए शाकनाशी छिड़काव के 10-14 दिनों के भीतर सिंचाई से बचना चाहिए।
2. चेरी और स्टोन फ्रूट वाले फल में शाकनाशी के उपयोग के कम विकल्पों होते हैं और ये सामान्य तौर पर प्री-इमर्जेंस (सॉइल ऐक्टिव) शाकनाशी के प्रति कम सहिष्णु होते हैं।
3. युवा पेड़, जिनकी जड़ें सतही होती हैं, उन शाकनाशी के प्रति संवेदनशील होते हैं जो मिट्टी से नीचे की ओर रिसावित होते है। अगर उच्च मात्रा में ग्लाइफोसेट का उपयोग किया जाए, तो यह असुरक्षित पेड़ की छाल को नुकसान पहुंचा सकता है।
4. जैविक पदार्थ और बारीक मिट्टी शाकनाशी को 2-4 इंच की ऊपरी सतह में बनाए रखने में मदद करती हैं, जिससे फल के पेड़ों पर प्रभाव कम होता है और खरपतवारों का नियंत्रण होता है।

जैविक प्रबंधन

जैविक प्रबंधन में प्राकृतिक शत्रुओं का उपयोग करके खरपतवारों की संख्या को आर्थिक हानि स्तर से नीचे लाया जाता है। इस विधि में कीड़े, रोगजनक जीव, मछलियाँ, घोंघे, या प्रतिस्पर्धात्मक पौधों का उपयोग किया जाता है। जैविक नियंत्रण खरपतवारों को पूरी तरह से समाप्त नहीं करता, अपितु उनकी संख्या को प्रभावी रूप से कम करता है, जिससे एक स्वस्थ पारिस्थितिक तंत्र बनाए रखने में मदद मिलती है। उदाहरण के तौर पर सफेद हंस का उपयोग बागों में घास वाले खरपतवारों को नियंत्रित करने किया जाता है।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन बागों में खरपतवार नियंत्रण का एक समग्र और प्रभावी दृष्टिकोण है, जिसमें दो या दो से अधिक खरपतवार प्रबंधन के विकल्पों का उपयोग किया जाता है जिसमे रोकथाम, सस्य, भौतिक, जैविक और रासायनिक विधियों का समावेश किया जाता है। सबसे पहले, खरपतवार मुक्त बीजों का चयन कर खरपतवारों के प्रवेश को शुरुआत में ही रोका जा सकता है। सस्य उपायों से मिट्टी की गुणवत्ता और नमी को बनाए रखते हुए खरपतवारों के विकास को रोकते हैं। भौतिक विधियाँ, जिसमे भू-परिष्करण से खरपतवारों की रोकथाम एवं बाग के स्वास्थ्य को सुधारने में मदद करती हैं। इसके अलावा, रासायनिक विधियों में शाकनाशी का सावधानीपूर्वक चयन और उपयोग शामिल है, ताकि पेड़ों एवं वातावरण में इसका नकारात्मक असर ना पहुँचे। इन सभी उपायों का समग्र उपयोग खरपतवारों की वृद्धि को प्रभावी ढंग से नियंत्रित करता है, रासायनिक इनपुट पर निर्भरता कम करता है, फसल की गुणवत्ता और उत्पादन में सुधार लाता है, साथ ही बागों के लिए एक स्थायी और स्वस्थ पारिस्थितिक तंत्र का निर्माण करता है।

फलोद्यान में खरपतवार प्रबंधन फलों की पैदावार एवं गुणवत्ता को बढ़ाने के लिए बहुत महत्वपूर्ण है, साथ ही यह पर्यावरणीय स्थिरता को सुनिश्चित करता है। प्रभावी खरपतवार नियंत्रण तकनीकियाँ जिसमे विभिन्न रोकथाम, सस्य, भौतिक, जैविक, और रासायनिक विधियों का संयोजन हैं, जो बाग के पारिस्थितिक तंत्र की विशिष्ट आवश्यकताओं के अनुसार उपयोग में लाई जाती हैं। जिसमे रोकथाम उपायों, जैसे खरपतवार-मुक्त बीजों का उपयोग सफल खरपतवार प्रबंधन की नींव रखते हैं। सस्य प्रथाएँ जैसे मल्चिंग, कवर क्रॉपिंग, और उचित बाग लेआउट स्वस्थ मिट्टी को बढ़ावा देती हैं और खरपतवारों के विकास को रोकती हैं। भौतिक विधियाँ, जैसे भू-परिष्करण, खरपतवारों की स्थापना को बाधित करने में मदद करती हैं। जैविक विधियाँ को लक्षित करके खरपतवार प्रबंधन को और भी बेहतर बनाती हैं। इसके अलावा, शाकनाशी का विवेकपूर्ण उपयोग, जो अनुशंसित दिशानिर्देशों के अनुसार लागू किया जाता है, युवा पेड़ों की सुरक्षा करते हुए खरपतवार को प्रभावी ढंग से रोकथाम करता है। इन विविध तकनीकियों के एकीकरण प्रबंधन से, बागवानी में खरपतवार के स्थायी प्रबंधन को प्राप्त किया जा सकता है, जो न केवल फल की पैदावार और गुणवत्ता में सुधार करता है, बल्कि बाग प्रणालियों की दीर्घकालिक स्थिरता में भी योगदान करता है। यह समग्र दृष्टिकोण फलोद्यान की आर्थिक व्यवहार्यता और जैव विविधता के संरक्षण का समर्थन करता है।

रोपण फसलों में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

पी. प्रमीला, सविता एंटनी एवं ज्ञानेंद्र प्रताप सिंह[1]

अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना - खरपतवार प्रबंधन, केरल कृषि विश्वविद्यालय त्रिशूर, केरल 680656, भारत

[1]भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति, भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

रोपण फसलें हमारी कृषि अर्थव्यवस्था का अभिन्न अंग हैं और कई देशों की कृषि अर्थव्यवस्थाओं की उन्नति और विकास के पीछे एक प्रमुख शक्ति है। निर्यात क्षमता और इस क्षेत्र द्वारा प्रदान किए जाने वाले प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष रोजगार सृजन की मात्रा भारतीय अर्थव्यवस्था में इसकी भूमिका को महत्वपूर्ण बनाती है। भारत में रोपण फसल की खेती का इतिहास भी उतना ही विविध और समृद्ध है, जिसमें प्रत्येक फसल के विकास का एक अनूठा ऐतिहासिक और आर्थिक संदर्भ है। देश में प्रमुख रोपण फसलों में नारियल, सुपारी, तेल ताड़, रबर, कोको, काजू, चाय और कॉफी शामिल हैं।

भारत में, 139.4 मिलियन हेक्टेयर (भारत सांख्यिकी, 2020-21) के कुल शुद्ध खेती वाले क्षेत्र में से 4.2 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र में रोपणफसलों की खेती की जाती है। जिसमें कर्नाटक, केरल और तमिलनाडु प्रमुख उत्पादक राज्य हैं। देश में, पिछले कुछ वर्षों में इस क्षेत्र में लगातार वृद्धि हुई है, हालांकि 2017-18 के बाद उत्पादन में मामूली गिरावट दर्ज की गई, जिसका प्रमुख कारण जलवायु परिवर्तन, बढ़ती श्रम और आदान कीमतें, उत्पादकता में स्थिरता और कीटों एवं बीमारियों का प्रचलन आदि है।

दीर्घकालिक फसल होने के कारण, स्थापना के प्रारंभिक वर्षों में खरपतवार प्रतिस्पर्धा एक बड़ी समस्या है। विकास के बाद के चरणों में रोपण फसलों में खरपतवार का संक्रमण भी एक चिंता का विषय है और यह कटाई और कृषि कार्यों में एक बड़ी बाधा है। रोपण फसलों में खरपतवार प्रबंधन की रणनीतियाँ विकास की आदतों में अंतर, विकास के चरण के आधार पर प्रतिस्पर्धा की सीमा, क्षेत्र कवरेज के कारण प्रकाश प्रवेश, विशिष्ट भूमि कृषि और फसल कृषि पद्धतियों, स्थलाकृति आदि में अंतर आता है, रोपण फसलें स्थलाकृति आदि के कारण क्षेत्र की फसलों से भिन्न होती हैं। इसके अलावा, कई बागानों में बारहमासी झाड़ीदार खरपतवार एक प्रमुख चिंता का विषय हैं, न कि छोटे बारहमासी खरपतवार जो की रोपण फसलों से प्रतिस्पर्धा हेतु वृद्धि कारकों को प्राप्त करने में असमर्थ होते हैं और यह केवल लाइव मल्च (जीवित आच्छादन) के उद्देश्य मात्र को पूरा करते हैं। खेतों में उगाई जाने वाली फसलों के विपरीत, बागानों में फसल से संबंधित कोई खरपतवार नहीं होते हैं। यद्यपि खरपतवार प्रबंधन एक महंगा कार्य है, लेकिन वास्तविक खरपतवार प्रतिस्पर्धा को कम करने के अलावा कई लाभों के कारण इसे नियमित अभ्यास के रूप में किया जाता है, जैसे आसान कटाई, सिंचाई, पौध संरक्षण और अन्य विशेष कार्य जैसे छंटाई या सधाई।

रोपण फसलों में खरपतवारों की पुष्पीय संरचना

खरपतवार कई रोपण फसलों में लगभग आम है और यह मुख्य रूप से फसल के बजाय जलवायु और ऊंचाई से तय होती है। खरपतवारों की पारिस्थितिक आवश्यकताएं, सूक्ष्म जलवायु, कृषि पद्धतियां, बागान की आयु, आस-पास के क्षेत्र में फसल प्रणाली और ऊंचाई जैसे कारक खरपतवार के प्रकार और प्रतिस्पर्धा की सीमा को प्रभावित करते हैं। आम तौर पर, छायादार परिस्थितियों के प्रति सहनशील खरपतवार फसलों द्वारा घनी छतरी कवरेज के कारण बागानों में बने रहते हैं।

तेजी से गुणन, विभिन्न मृदा कारकों के प्रति अनुकूलन, प्रतिकूल परिस्थितियों के प्रति सहनशीलता, नियंत्रण उपायों के प्रति प्रतिक्रिया और उच्च प्रतिस्पर्धा क्षमता कई खरपतवारों को हानिकारक और प्रबंधित करने में बहुत कठिन बना देती है। छाया सहिष्णुता एक प्रमुख अनुकूलन है जो खरपतवारों को बागानों में बने रहने में सक्षम बनाता है। बागानों में आम तौर पर कुशल प्रतिस्पर्धियों में एरोइड्स, फ़र्न, कुछ चढ़ने वाले पौधे और फ़िल्टर्ड प्रकाश के अनुकूल अन्य द्विबीजपत्री पौधे शामिल हैं।

नव स्थापित/पुनः रोपित या युवा रोपण फसलों में निचली सतह पर खरपतवार प्रबंधन बहुत महत्वपूर्ण है क्योंकि विकास संसाधनों की प्रचुर उपलब्धता के कारण खरपतवार वृद्धि की संभावना अधिक होती है, और खरपतवार संक्रमण की सीमा के आधार पर नुकसान अलग-अलग हो सकता है। आमतौर पर, परिपक्व रोपण फसलों में, पौधे के उपलब्ध पानी के लिए प्रतिस्पर्धा के कारण गीले क्षेत्रों की तुलना में शुष्क क्षेत्र के एस्टेट में उपज का नुकसान अधिक होता है। व्यवस्थित रूप से लगाए गए बड़े रोपण फसलों में छोटे जोत वाले रोपण फसलों की तुलना में अधिक खरपतवार वृद्धि आम है जहां उच्च घनत्व वाले रोपण को अपनाया जाता है।

रोपण फसलों में, साफ-सुथरी निराई वांछनीय नहीं है क्योंकि यह आर्थिक रूप से व्यवहार्य नहीं है, इससे मिट्टी के कटाव की संभावना बढ़ सकती है और इसलिए, खरपतवार प्रबंधन कार्यक्रमों में केवल परेशानी पैदा करने वाले और हानिकारक खरपतवारों का ही ध्यान रखा जाना चाहिए। विभिन्न खरपतवार प्रबंधन रणनीतियों को एक व्यवहार्य और आर्थिक समाधान के रूप में उचित रूप से जोड़ा जा सकता है।

प्रबंधन के लिए रणनीतियाँ

रोपण फसलों में, खरपतवार की वृद्धि को एक सुनियोजित और एकीकृत दृष्टिकोण से प्रबंधित किया जा सकता है। नई प्रजातियों के आक्रमण को रोकने के लिए निवारक उपायों को भी प्रमुखता सबसे प्रभावी है, लेकिन इसे लागू करना मुश्किल है। इसमें खरपतवार के आकस्मिक प्रवेश और आगे प्रसार को रोकने के उपाय, स्वच्छ कृषि उपकरण और अच्छी तरह से विघटित खरपतवार मुक्त फार्मखाद का उपयोग शामिल है ताकि खरपतवार के प्रसार को कुछ हद तक कम किया जा सके। संगरोध कानूनों को लागू करने से नए खरपतवारों के प्रवेश को प्रतिबंधित किया जा सकता है। हालाँकि, पानी, हवा और

तालिका 1. प्रमुख रोपण फसलों से जुड़े सामान्य खरपतवार

साधारण नाम	वैज्ञानिक नाम	वार्षिक/सदाबहार	प्रसार का तरीका
घास			
गिनी घास	*पैनिकम मैक्सिमम*	सदाबहार	बीज
टारपीडो घास	*पैनिकम रिपेन्स*	सदाबहार	वानस्पतिक
दीनानाथ घास	*पेनिसेटम पेडीसेलेटम*	सदाबहार	बीज
मकई घास	*सेटेरिया बार्बटा*	वार्षिक	
कंबल घास	*एक्सोनोपस कम्प्रेसस*	स्टोलोनिफेरस सदाबहार	बीज और वनस्पति
बरमूडा घास	*साइनोडोन डेक्टीलॉन*	सदाबहार	बीज और वनस्पति
बालों वाला केकड़ा घास	*डिजिटेरिया सैन्गुनैलिस*	वार्षिक	बीज
टोको घास	*इस्चेमुम इंडिकम*	वार्षिक	
झुर्रीदार घास	*इस्चेइमम रगोसम*	वार्षिक	बीज
बास्केट घास	*ओप्लिस्मेंसस हिरटेलस*	वार्षिक	बीज
हंस घास	*एल्युसिन इंडिका*	वार्षिक	बीज
क्रोफुट घास	*डेक्टीलोक्टेनियम एजिप्टियम*	वार्षिक	बीज और वनस्पति
टी घास	*पास्पलम प्रजाति*	वार्षिक	बीज
कोरी घास	*ब्राचियारिया प्रजाति*	सदाबहार	बीज और वनस्पति
सेज			
बैंगनी अखरोट सेज	*साइप्रस रोटंडस*	सदाबहार	बीज और वनस्पति
चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार			
बकरी घास	*एजीरेटम कोनीज़ोइड्स*	वार्षिक खरपतवार	बीज
सेसाइल जॉयवीड	*अल्टरनेन्थेरा सेसिलिस*	वार्षिक या बहुवर्षीय खरपतवार	बीज और वनस्पति
केलिको पौधा	*अल्टरनेन्थेरा बेट्ज़िकियाना*	वार्षिक या बहुवर्षीय खरपतवार	बीज और वनस्पति
बटन खरपतवार	*बोरेरिया हिस्पिडा*	वार्षिक खरपतवार	बीज
सियाम खरपतवार	*क्रोमोलेना ओडोरेटा*	सदाबहार झाड़ी	बीज और वनस्पति
हिल ग्लोरी बोवर	*क्लेरोडेन्ड्रम इनफोर्टुनाटम*	सदाबहार झाड़ी	बीज और वनस्पति
पगोडा फूल	*क्लेरोडेन्ड्रम पैनिकुलैटम*	सदाबहार झाड़ी	बीज और वनस्पति
एशियाई दिन फूल	*कोमेलिना बेंघालेंसिस*	वार्षिक या बहुवर्षीय खरपतवार	बीज और वनस्पति
चरागाह खरपतवार	*साइथुला प्रोस्ट्रेटा*	वार्षिक से लेकर अल्पकालिक सदाबहारखरपतवार	बीज
जंगली पोइंसेटिया	*यूफोरबिया जेनीकुलाटा*	वार्षिक	बीज
अस्थमा खरपतवार	*यूफोरबिया हिर्टा*	वार्षिक	बीज
जंगली ऋषि	*लॅन्टाना कैमरा*	सदाबहार	बीज और वनस्पति
मील एक मिनट	*मिकानिया माइक्रान्था*	सदाबहार रेंगने वाला पर्वतारोही	बीज और वनस्पति
संवेदनशील पौधा	*मिमोसा एसपी*	वार्षिक या सदाबहार	बीज
सिंगापुर डेज़ी	*स्फाग्नेटिकोला ट्राइलोबाटा*	सदाबहार	वनस्पतिक
सिड्रेला खरपतवार	*सिनेड्रेला नोडिफ्लोरा*	वार्षिक	बीज
लाल जई घास	*थीमेडा ट्राइएंड्रा*	सदाबहार	बीज और वनस्पति
चाय और कॉफी के प्रमुख चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार			
क्रॉफ्टन खरपतवार	*एगेरेटिना एडेनोफोरा*	सदाबहार घास-फूस वाली झाड़ी	बीज
कैनेडियन हॉर्सवीड	*एरिगेरोन कैनेडेन्सिस*	वार्षिक	बीज
ब्लूवीड	*एगेरेटम हौस्टोनियनम*	वार्षिक	बीज और वनस्पति
रेडफ्लावर रैगलीफ	*क्रैसोसेफालम क्रेपिडियोइड्स*	वार्षिक	बीज
ब्लैक जैक वीड	*बाइडेन्स पिलोसा*	वार्षिक	बीज
वुडलैंड स्ट्रॉबेरी	*फ्रैगरिया वेस्का*	सदाबहार	बीज और वनस्पति
वीर सैनिक	*गैलिनसोगा पर्विफ्लोरा*	वार्षिक	बीज
ब्रॉडलीफ वुडसोरेल	*ऑक्सेलिस लैटिफोलिया*	सदाबहार	बीज और वनस्पति
चीनी बूर	*ट्रायम्फेटा रॉम्बोइडिया*	वार्षिक	बीज

जानवरों जैसे फैलाने वाले एजेंट हमारे नियंत्रण से बाहर हैं। इसलिए, यदि कोई खरपतवार एक बार नए इलाके में प्रवेश कर जाता है, तो हम लगातार व्यवधान और आवास प्रबंधन के माध्यम से खरपतवार की आबादी को कम करके उपज के नुकसान को कम कर सकते हैं।

खरपतवार प्रबंधन उपाय का सही विकल्प फसल की वृद्धि अवस्था के अलावा खरपतवार की उत्पत्ति, आक्रामकता, प्रसार के माध्यम, प्रजनन क्षमता आदि जैसे कारकों द्वारा तय किया जाता है। खरपतवार प्रजातियों के प्रकार, उनकी वृद्धि और जैविकी पर संबंधित जानकारी की समझ समस्या को नियंत्रित करने में एक अच्छी मदद हो सकती है। उदाहरण के लिए, *मिकानिया* प्रजाति जो एक बेल रूपी चढ़ने वाला पौधा है, जो नम आर्द्र उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में आम है, अगर बीज उत्पादन से पहले समय पर प्रबंधित नहीं किया जाता है, तो यह एक गंभीर समस्या बन सकता है, क्योंकि इसके उच्च बीज उत्पादन और फैलाव क्षमता के कारण रोपण फसलों में अपनाई जाने वाली विभिन्न खरपतवार प्रबंधन विधियों जैसे कृषिगत, मैनुअल, यांत्रिक, जैविक और रासायनिक विधियों पर नीचे चर्चा की गई है।

बहुस्तरीय फसल प्रणाली या ऐसे रोपण फसलों जहाँ फसलों की विशिष्ट आवश्यकताओं के कारण छायादार वृक्ष लगाए जाते हैं, कि तुलना में रोपण फसलों के एकल स्टैंड में खरपतवार का खतरा अधिक होता है। रोपण फसलों के एकल स्टैंड में अधिक अंतराल खरपतवारों के तेजी से विकास के लिए अनुकूल होता है। इसलिए, इन जगहों का उपयोग करके, बागानों में उगाई जाने वाली फसलों के साथ-साथ अलग-अलग फसलें उगाई जा सकती हैं। नारियल में बहु मंजिला फसल पद्धति , विभिन्न स्तरों पर पोषक तत्वों, नमी और प्रकाश का उपयोग करना केरल में सबसे लोकप्रिय है। यह खरपतवार नियंत्रण के साथ-साथ आय का एक अतिरिक्त स्रोत भी होगा। रबर के मामले में, यदि ढलान 25% से अधिक है, तो अंतर-फसल की सिफारिस नहीं की जाती है। अनानास, अदरक, हल्दी आदि पर्याप्त धूप की उपलब्धता वाले बागानों के लिए आदर्श अंतर-फसल हैं।

प्यूरेरिया फेसियोलोइड्स, मुकुना ब्रेक्टीटा, कैलापेगोनियम म्यूकुनोइड्स और सेंट्रोसेमा प्यूब्सेंस जैसी कवर फसलें उगाना एक आम बात है और यह परिपक्व रोपण फसलों के लिए अनुशंसित सबसे टिकाऊ प्रथाओं में से एक है। आच्छादित फसलें कॉफी में भी एक प्रथा है और यह खरपतवार की वृद्धि को प्रभावी ढंग से दबाती है। ये कवर फसलें मिट्टी के स्वास्थ्य और कार्बनिक पदार्थ की स्थिति में भी सुधार करती हैं, मिट्टी में वायुमंडलीय नाइट्रोजन को ठीक करती हैं, मिट्टी की नमी के नुकसान को कम करती हैं और कटाव को रोकती हैं। जैविक पदार्थों या लाइव मल्च के साथ मल्चिंग भी खरपतवार नियंत्रण के अलावा उपरोक्त उद्देश्य को पूरा कर सकती है।

कॉफी और चाय में सिल्वर ओक और दादाप जैसे छायादार पेड़ बागानों में उगाए जाते हैं। छाया प्रभाव, साथ ही कूड़े के गिरने और छंटाई के माध्यम से कार्बनिक पदार्थ का जोड़, प्राकृतिक रूप से घास बढ़ाता है जो खरपतवार के विकास को रोकने में बहुत प्रभावी है।

नर्सरियों और युवा बागानों में मुख्य रूप से हाथ से निराई करने की सलाह दी जाती है क्योंकि यह विधि श्रमसाध्य और महंगी है। रोपण फसलों में खेत की तैयारी के लिए खरपतवारों की समस्या से निजात पाने के लिए अंकुरण पूर्व शाकनाशी की आवश्यकता होती है । युवा बागानों में कुदाल और फार्किंग का उपयोग किया जाता है और बाद के चरणों में इसकी सलाह नहीं दी जाती है क्योंकि यह फीडर जड़ों के लिए हानिकारक हो सकता है। हाथ से कटाई और खुरचने का भी उपयोग किया जा सकता है और मिट्टी को न खोलने का ध्यान रखा जाना चाहिए ताकि मिट्टी के कटाव की संभावना को रोका जा सके। इसलिए निराई के तुरंत बाद मल्चिंग की सलाह दी जाती है।

जुताई से अधिक पंक्ति अंतराल वाले बागानों में खरपतवारों का कुशलतापूर्वक प्रबंधन होता है, लेकिन छायादार पेड़ों की फीडर जड़ों की रक्षा के लिए, गहरी जुताई से बचना चाहिए। ढलान वाले क्षेत्रों में इसकी सिफारिश नहीं की जाती है, क्योंकि इस प्रक्रिया से मिट्टी का कटाव होने का खतरा होता है। आमतौर पर, साल में दो बार, जून-जुलाई और दिसंबर-जनवरी में, नारियल के बगीचे में अंतर-स्थान की जुताई की जाती है, जो खरपतवार की समस्या को कम करती है।

रबर की फसल में हाथ से निराई करने की तुलना में, खरपतवार काटने वाले उपकरण द्वारा खरपतवार नियंत्रण में 40 से 50 प्रतिशत लागत में कमी प्रदान करते हैं। इस अभ्यास का लाभ यह है कि यह मिट्टी को डिस्टर्ब नहीं करता, कटी हुई वनस्पति को मिट्टी के ऊपर लाइव मल्च के रूप में छोड़ देता है। लेकिन उच्च वर्षा वाले उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में, कम समय में जल्दी से फिर से उग आता है । अधिकांश कोको बागान नियमित रूप से पेड़ों को 1 मीटर के दायरे में खरपतवारों को काटने के लिए एक बड़े उपकरण, क्लीवर के समान, का उपयोग करते हैं।

पालतू जानवरों को खरपतवारों को खाने के लिए बागानों में चरने की अनुमति है। फिर भी, ये अपनी भोजन की आदत में चयनात्मक होते हैं और अप्रिय प्रजातियों को अछूता छोड़ देते हैं। कृषिगत विधियाँ छोटे बागानों के लिए अधिक उपयुक्त हैं। जलाने की पारंपरिक प्रथा खरपतवार प्रबंधन का टिकाऊ विकल्प नहीं है क्योंकि इससे कुछ खरपतवार प्रजातियों का तेजी से पुनर्जन्म होगा और जंगल में आग लगने का खतरा भी होता है अन्य तरीकों की तुलना में शाकनाशी प्रबंधन सुरक्षित और सस्ता है और रोपण फसलों के लिए आदर्श है। चूंकि मिट्टी में कोई गड़बड़ी नहीं होती है, इसलिए शाकनाशी स्प्रे की सलाह दी जाती है, जिसमें ढलान वाले क्षेत्र भी शामिल हैं। खरपतवार के प्रकार के आधार पर, विभिन्न शाकनाशियों की सिफारिश की जाती है। ग्लाइफोसेट प्रभावी व्यापक स्पेक्ट्रम खरपतवार नियंत्रण के कारण रोपण फसलों में इस्तेमाल किया जाने वाला आम उद्भव के बाद शाकनाशी है। इसके अलावा अंकुरण पश्चात 2,4-डी और ग्लूफोसिनेट अमोनियम की भी अनुशंसा की जाती है। ऑक्सीफ्लोरफेन, एट्राजीन और डायरॉन जैसे उद्भव पूर्व शाकनाशियों का भी उपयोग खासकर नर्सरी एवं युवा रोपण फसलों में किया जाता है।

कॉफी में, अप्रैल के अंत या मई की शुरुआत में, जब खरपतवार लगभग 10-15 सेमी ऊंचे होते हैं, तो बहुयामी शाकनाशी का ब्लैंकेट आवेदन प्रभावी रहता है। अलग-अलग क्षेत्रों में खरपतवार की वृद्धि को ब्लैंकेट स्प्रे के 15-20 दिनों बाद स्पॉट स्प्रेइंग से नियंत्रित कर सकते हैं। मानसून के अंत में, सितंबर/अक्टूबर में, ब्लैंकेट स्प्रे के दूसरे दौर की आवश्यकता हो सकती है। खरपतवारों को प्रभावी ढंग से नियंत्रित करने और पर्यावरण सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए बड़े बागानों में, सिस्टमिक ब्रॉड स्पेक्ट्रम शाकनाशियों के स्पॉट छिड़काव की सिफरिश की जा सकती है और छिड़काव की संख्या प्रति वर्ष दो बार तक सीमित हो सकती है।

शाकनाशियों के बार-बार इस्तेमाल से रासायनिक अवशेष रह सकते हैं। इससे प्रतिरोधी खरपतवारों का विकास भी हो सकता है। उदाहरण के लिए, चाय में *बोरेरिया हिस्पिडा* और *एगेरेटम कोनीज़ोइड्स* को नियंत्रित करने के लिए 2,4-डी का उपयोग करें। खाद्य सुरक्षा पर चिंताओं के कारण, चाय में केवल सीमित संख्या में शाकनाशियों की अनुमति है। इसलिए, रासायनिक नियंत्रण के लिए जाते समय पर्यावरण सुरक्षा पहलुओं, खाद्य पदार्थों (विशेष रूप से चाय और कॉफी में) में अवशेष संचय और खरपतवारों में शाकनाशी प्रतिरोध के विकास जैसे मुद्दों को ध्यान में रखा जाना चाहिए।

कुछ जैविक नियंत्रण एजेंट जैसे कि *जाइग्रोग्रामा बाइकोलोराटा* और *ओफियोमिया लैंटाने को पेश* किया गया था, लेकिन ये कई सीमाओं के कारण प्रभावी नहीं थे। इसलिए रोपण फसलों में खरपतवार प्रबंधन के लिए एक व्यवहार्य और टिकाऊ विकल्प फसल, जलवायु और स्थलाकृति के अनुसार संभावित तरीकों का एकीकरण होगा।

परिपक्व नारियल के बागानों में खरपतवार का प्रकोप

मुकुना ब्रेक्टीटा की कवर फसल के साथ रबर का बागान

सुपारी की फसल में खरपतवार का प्रकोप

काजू में रासायनिक खरपतवार प्रबंधन

नारियल के बागान में अन्तर्स्थान में कुल्थी चना कवर फसल /हरी खाद के रूप में प्रयोग

नारियल के बागान में औषधीय अवशेष का पलवार के रूप में उपयोग

बरसीम में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

डी. डी. चौधरी, वी. जे. पटेल एवं एच. के. पटेल
अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना - खरपतवार प्रबंधन,
बी. ए. कोलेज ऑफ़ एग्रीकल्चर, आणंद कृषि विश्वविद्यालय, आणंद 388110, गुजरात, भारत

बरसीम या इजिशीयन क्लोवर (*ट्राइफोलियम एलेक्जेंड्रियम* एल.) एक महत्वपूर्ण प्रोटीनयुक्त शीतकालीन हरा चारा की फसल है। यह उत्तर, उत्तर-पश्चिम और मध्य भारत के पशुपालको में सबसे लोकप्रिय चारा फसलों में से एक है। यह फसल सिंचित अवस्था में अत्यधिक स्वादिष्ट, रसीला और पौष्टिक हरा चारा (80.0-85.0 टन/हेक्टेयर) 5-6 कटिंग में पैदा करती है। बरसीम के चारे में 20% कच्चा प्रोटीन, 62% कुल सुपाच्य पोषक तत्व होते है जिसकी पाचनक्षमता 65% होती है। यह सब जानते है की दूध उत्पादन करने वाले पशुओ को हरा चारा खिलाने से पशुओं में दूध उत्पादन बढ़ता है। बरसीम के हरे चारे और बीज की उत्पादकता विभिन्न कृषि पद्धतियों अर्थात बुआई, पोषक तत्व, सिंचाई और कटाई प्रबंधन पर निर्भर करती है। बरसीम में शीघ्र पुनःविकसित होने की क्षमता है और यह लंबे समय तक पौष्टिक हरे चारे की उपलब्धता (नवंबर से अप्रैल) करने वाली फसल होने के कारण यह फसल सिंचित स्थिति में उगाई जाती है।

हरे चारे और बीज की प्रति इकाई क्षेत्र उत्पादकता विभिन्न कृषि पद्धतियों के अलावा खेत मे मौजूदा खरपतवार का बरसीम के चारे और बीज उत्पादन पर अधिक असर पड़ता है। फसल उत्पादकता को सीमित करने वाले खरपतवारों को प्रमुख जैविक बाधा माना जाता है। बरसीम में विकास अवधि के प्रारंभिक चरण के दौरान खरपतवार पोषक तत्वो, नमी, प्रकाश और स्थान के लिए बरसीम के साथ प्रतिस्पर्धा करते हैं, इस प्रकार फसल की पूर्ण उपज क्षमता प्राप्त करने के लिए बुआई के बाद शुरुआती 35 से 40 दिनों तक फसल की वृद्धि अवधि को खरपतवार मुक्त रखा जाना चाहिए।

बरसीम से जुड़े खरपतवार फसल के साथ आवश्यक पोषक तत्व, प्रकाश और नमी के लिए प्रतिस्पर्धा करके सबसे ज्यादा तनाव पैदा करते है और हरे चारे का उत्पादन कम करते है। बरसीम की फसल से जुड़े सबसे महत्वपूर्ण मौसमी खरपतवारों में *एनागेलिस अर्वेन्सिस, चेनोपोडियम एल्बम, चिकोरियम इंटाइबस, कुस्कुटा कैम्पेस्ट्रिस, डिजिटेरिया सेंगुइनालिस, एक्लिप्टा अल्बा, ग्नेफ़ालियम परप्यूरियम, लेपिडियम डिडिमियम, मेडिकागो डेंटिकुलटा, मेलिलोटस एल्बस, मेलिलोटस इंडिकस, मिसोपेट्स ओरोंटियम पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस, फेलेरिस माइनर, फेलेरिस मिनिमा, पोआ एनुआ, रुमेक्स डेंटेटस, सोनकस एस्पर, सोनकस ओलेरेसियस, स्पर्गुला अर्वेन्सिस* और ट्राइफोलियम रेसुपिनटम शामिल हैं। प्रारंभिक चरण में बरसीम की धीमी वृद्धि के कारण खरपतवार ज्यादा प्रभावित होते हे इसीलिए बरसीम की उपज में जो कमी आती हे वो अच्छी तरह से प्रलेखित है।

बरसीम की धीमी वृद्धि के कारण खरपतवार फसल की वृद्धि और उपज पर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं। खरपतवार के संक्रमण से बरसीम का हरा चारा (23-28%) और बीज (38-44%) में कमी आती है। उपयुक्त तरीके से खरपतवार नियंत्रण न करने के कारण बरसीम में खरपतवार की समस्या बहुत गंभीर हो जाती है। इसलिए, बरसीम के हरे चारे और बीज की पैदावार बढ़ाने के लिए खरपतवारों को नियंत्रित करना बेहद जरूरी है। हरे चारे और बीज की उपज में कमी के अलावा, *लेपिडियम डिडिमियम* जैसे खरपतवार जब पशु आहार में बरसीम के हरे चारे के साथ मिला हुआ चारा पशु को आहार मे खिलाने से पशु के दूध में दुर्गंध आती हैं और इसके दूध की गुणवत्ता खराब हो जाती है।

बरसीम की फसल का अच्छी गुणवत्ता युक्त हरा चारा और बीज की उपज प्राप्त करने के लिए बरसीम की प्रारंभिक वृद्धि अवस्था के दौरान खरपतवार प्रबंधन आवश्यक है। इसलिए, जमीन की ऐसी स्थिति बनाना आवश्यक है जो खरपतवारों के लिए प्रतिकूल हो और बरसीम की फसल के लिए अनुकूल हो। एकल प्रबंधन प्रथा का उपयोग आर्थिक रूप से व्यवहार्य और पर्यावरणीय रूप से स्वीकार्य नहीं है। इसलिए, न्यूनतम श्रम लागत के साथ उच्चतम खरपतवार नियंत्रण दक्षता प्राप्त करने के लिए प्रभावी एकीकृत खरपतवार प्रबंधन विधियों का उपयोग करना आवश्यक है। इस लिए बरसीम की फसल से जुड़ी महत्वपूर्ण खरपतवार वनस्पतियों, वानस्पतिक विवरण के साथ उनकी पहचान और संभावित प्रबंधन प्रथाओं के बारे में जानकारी होना आवश्यक है जिसका विवरण दिया गया है।

निवारक और क्षेत्रीय विधि

निवारक तरीकों को अपनाकर बरसीम में खरपतवारो को प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया जा सकता है। फसल की कटाई के बाद मिट्टी पलटने वाले हल से ग्रीष्मकालीन गहरी जुताई खरपतवार घनत्व को कम करने का बहुत प्रभावी तरीका है। स्वच्छ बीजों के उपयोग और क्षेत्रीय प्रथाओं जैसे कि बुआई का समय और विधि, फसल चक्र, पोषक तत्व, उर्वरक डालने की विधि और समय, सिंचाई का समय और विधि इत्यादि फसल में खरपतवार को कम करने में बहुत आवश्यक है।

साफ बीज का प्रयोग

बरसीम के बीज के साथ खरपतवार के मिले हुए बीज खरपतवार के प्रसार के मुख्य कारण हैं, इसमें विशेष रूप से चिकोरी (*चिकोरियम इंटीबस*) का समावेश होता है। इसलिए बरसीम के बीज इस खरपतवार से मुक्त होना चाहिए। इस तरह खरपतवार की मात्रा कम की जा सकती है या बरसीम के बीज को बुआई से पहले 10% नमक के घोल से उपचारित करके बरसीम के बीज को खरपतवार मुक्त बनाया जा सकता है, इसका उपयोग आमतौर पर अन्य बीमारियों सहित चिकोरी नामक खरपतवार की समस्या को कम करने के लिए किया जाता है।

चिकोरी के बीज, वजन में बरसीम के बीज से हल्के होने के कारण पानी पर तैरते रहते हैं, जबकि बरसीम के बीज पात्र के नीचे बैठ जाते हैं। इस प्रकार पानी पर तेरते चिकोरी के बीजों को निकालकर बरसीम के बीजों को बुआई के लिए उपयोग कर सकते है। इसके अलावा भाकृअनुप - भारतीय चरागाह एवं चारा अनुसंधान संस्थान, झाँसी ने भाकृअनुप - केंद्रीय कटाई उपरान्त अभियांत्रिकी और प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना के सहयोग से बरसीम के बीज से चिकोरी के बीज को अलग करने के लिए बरसीम-चिकोरी बीज विभाजक विकसित किया है। बीज के आकार में थोड़ा अंतर (बरसीम का गोल आकार और चिकनी बनावट और चिकोरी के बीज का त्रिकोणीय आकार और खुरदरी बनावट), सतह की संपत्ति से संबंधित भौतिक गुण और दोनों बीजों के वायु गतिशीलता गुणधर्म का उपयोग चिकोरी और बरसीम के बीज को अलग करने के लिए किया गया था।

फसल चक्र

फसल चक्र एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का एक महत्वपूर्ण घटक है। फसल के समान जीवन चक्र वाले खरपतवार मोनोकल्चर के तहत बढ़ते हैं। उचित फसल चक्र प्रथाओं को अपनाने से कुछ खरपतवारों के प्रभुत्व पर काबू पाने और बरसीम आधारित फसल प्रणालियों में खरपतवार प्रतिस्पर्धा को कम करने में मदद मिलेगी। अलग-अलग बीजारोपण और परिपक्वता अवधि वाली फसल डालने से कुछ आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण वार्षिक खरपतवारों का जीवन चक्र टूट सकता है। फसलों की फेरबदली के कारण मृदा में मोजूद खरपतवार बीज बैंक को कम करने में बहुत मदद मिलती है। दो या अधिक वर्षों तक बरसीम के स्थान पर वैकल्पिक फसलें उगाने से मृदा खरपतवार बीज बैंक निम्न स्तर तक गिर जाते हैं और उन्हें अधिक आसानी से नियंत्रित किया जा सकता है। बरसीम में चिकोरी जैसे समस्याग्रस्त खरपतवारों के संबंध को तोड़ने के लिए फसल चक्र को एक बहुत प्रभावी क्षेत्रीय विधि माना गया है। बरसीम के खेतों को गेहूं, चना और सरसों जैसी अन्य फसलों के साथ फेरबदलाव करने से चिकोरी नामक खरपतवार की समस्या को कम करने में मदद मिलती है।

बुआई के तरीके

सामान्यतः बरसीम के बीज को 5-6 से.मी. पानी से भरे खेत में हाथ से ऐक समान बोया जाता है। इससे बरसीम का तेजी से अंकुरण होता है और अंकुरित पौधे को आसानी से स्थापित होने में मदद मिलती है। सीडड्रिल का उपयोग करके बरसीम की पंक्ति में बुआई करने से एकसमान बीज की गहराई रखने में मदद मिलती है जिसके परिणामस्वरूप पौधों की संख्या एक समान होती है। इस तरीके से बुआई करने से बीज उत्पादन करने के लिए सिफारिश की जाती है इसमें अंतर पंक्ति जुताई करने में आसानी रहेती है। बरसीम की उचित गहराई और पंक्ति में बुआई के लिए आईजीएफआरआई, झाँसी द्वारा बरसीम सीड ड्रिल विकसित किया गया है। इसका उपयोग बुआई हेतु किया जा सकता है।

भौतिक और यांत्रिक उपाय

फसलों में हाथ से निराई करना उतना ही पुराना है जितना कि कृषि। इसमें हाथ से निराई करना और उखाड़ना सहित विभिन्न उपकरणों और उपकरणों द्वारा खरपतवार को हटाना शामिल है। हाथ से निराई करना प्रभावी है लेकिन इसमें काफी मात्रा में मानव-शक्ति और समय लगता है। लेकिन मानव श्रम की समय सर उपलब्धता कम होने से और खर्च ज्यादा होने से इसकी व्यवहार्यता बहुत कम है। प्रसारित फसल में यांत्रिक निराई करना भी कठिन होता है। हालाँकि, बरसीम की कतार में बुआई करने पर यांत्रिक नियंत्रण प्रभावी ढंग से किया जा सकता है। जबलपुर की रेतीली दोमट जमीन पर *चिकोरियम इंटीबस, मेडिकैगो डेंटिकुलेता* और *कॉनोंपस डिडिमस* प्रमुख खरपतवार हैं। खरपतवारों को नियंत्रित करने में हस्त-कुदाल सबसे प्रभावी थी, जिससे खरपतवार वाले खेत की तुलना में (क्रमशः 26.6 और 0.15 टन/हेक्टेयर) अधिक हरा चारा (61.2 टन/हेक्टेयर) और बीज उपज (0.37 टन/हेक्टेयर) प्राप्त हुई। बरसीम की प्रारंभिक धीमी वृद्धि अवस्था के दौरान, दो बार हाथ से निराई (बुवाई के 3 और 5 सप्ताह बाद) किया जाना चाहिए। बुआई के बाद 3 और 5 सप्ताह में दो बार हाथ से निराई करने से खरपतवार का सूखा वजन 85.8 से घटकर 45.9 ग्राम/0.25 सेंटीमीटर हो गया और बरसीम बीज की उपज 0.35 टन/हेक्टेयर से बढ़कर 0.41 टन/हेक्टेयर हो गई। इसी तरह, ने भी पाया कि बुआई के 3 और 5 सप्ताह बाद हाथ से निराई करने पर खरपतवार का घनत्व कम होता है। हाथ से निराई-गुड़ाई करने पर खरपतवार नियंत्रण दक्षता शाकनाशी ऑक्सीफ्लोरफेन 100 ग्राम ए.आई./ हेक्टेयर अंकुरण से पहले और इमेजेथापायर 100 ग्राम ए.आई./ हेक्टेयर अंकुरण के बाद छिटकाव करने की तुलना में अधिक थी।

रासायनिक विधि

खरपतवार के साथ मनुष्य के शाश्वत संघर्ष में शाकनाशी प्रभावी विधि पायी गई हैं। शाकनाशी का जब ठीक से उपयोग किया जाता है, तो सुरक्षित रूप से और प्रभावी ढंग से खरपतवार नियंत्रण करती हैं। कम लागत और समय की भागीदारी के साथ-साथ बेहतर कार्यदक्षता के कारण रासायनिक खरपतवार नियंत्रण को प्राथमिकता दी जाती है। साथ ही, इससे फसल को कोई यांत्रिक क्षति नहीं होती जो हाथ से निराई-गुड़ाई के दौरान होती है। इसके अलावा, रासायणिक नियंत्रण अधिक प्रभावी होता है क्योंकि इसमें पंक्तियों के भीतर भी खरपतवार नष्ट हो जाते हैं, जो फसल की रूपात्मक समानता के कारण यांत्रिक नियंत्रण में हमेशा बच जाते हैं। प्रभावी खरपतवार नियंत्रण फसल को संक्रमित करने वाले खरपतवार के प्रकार के आधार पर शाकनाशी के उचित चयन पर निर्भर करता है और आगे शाकनाशी को उचित अनुप्रयोग तकनीक का उपयोग करके उचित प्रमाण और समय पर उपयोग किया जाना चाहिए।

परंपरागत रूप से, भारत में खरपतवार नियंत्रण काफी हद तक हाथ से निराई-गुड़ाई पर निर्भर रहा है। हालाँकि, श्रम की बढ़ती कमी और अधिक लागत किसानों को श्रम और लागत बचत के विकल्प

अपनाने के लिए प्रोत्साहित कर रही है। हाल के दशकों में दुनिया के कई हिस्सों में प्रमुख खरपतवार नियंत्रण विधि रसायनिक खरपतवारनाशकों का प्रयोग है जो प्रभावी और विश्वसनीय मानी जाती है। भारत में बेचे जाने वाले कीटनाशिकों में खरपतवारनाशिकों की हिस्सेदारी 16% है।

पौधा और खरपतवार उगने से पहले इमाझाथापीर 100 ग्राम. ए.आई./हेक्टेयर के प्रयोग से झाँसी में चिकोरियम इंटीबस सहित खरपतवारों की संख्या कम हो गई।

बरसीम की बुआई के तुरंत बाद (प्रि-इमरजेन्स) या बुआई के 7 दिन बाद पेन्डीमिथालीन के छिटकाव की हानिकारक असर के कारण बरसीम के पोधो की संख्या में पचास प्रतिशत की कमी देखी गई । हालाँकि, बुआई के 14 दिन बाद पेन्डीमिथालीन के छिटकाव का प्रयोग सुरक्षित पाया गया और इससे अधिकतम हरे चारे की पैदावार हुई।

पहली कटाई के तुरंत बाद ऑक्सीफ्लोरफेन 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर खरपतवारके उद्भव से पहले छिटकाव करने के बाद इमेजेथापायर 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर खरपतवार उद्भव के बाद छिटकाव से बरसीम में खरपतवारों को प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया गया जिससे उपज और आम दनिमे में वृद्धि हुई, इस प्रकार यह अधिक लाभकारी पाया गया। चारा फसल अनुसंधान परियोजना, एमपीकेवी, राहुरी।

बरसीम में चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों को चुनिंदा और आर्थिक रूप से नियंत्रित करने के लिए बुआई के तुरंत बाद (प्रि-इमरजेन्स) ऑक्सीफ्लोरफेन 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर और इमेजेथापायर 150 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर (पहली कटाई के तुरंत बाद) छिटकाव से रोका जा सकता है।

महाराष्ट्र के पुणे क्षेत्र में बरसीम की बुआई के बाद (खरपतवार के उद्भव से पहले) ऑक्सीफ्लोरफेन 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर और इमेजेथापायर 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर की दर से पहली कटाई के बाद छिटकाव करने से सबसे अधिक बरसीम का उत्पादन मिला और आर्थिक द्रष्टिसे लाभकारी पाया गया।

इसी प्रकार, हिसार में खरपतवारों को नियंत्रित करने में इमेजेथापायर 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर के दर से बरसीमकी बुआई के 3 सप्ताह बाद खरपतवारों का उद्भव के बाद और ब्यूटाक्लोर 1500 ग्राम/हेक्टेयर खरपतवार के उदभव से पहले छिटकाव करने से खरपतवारो को प्रभावी ढंगसे नियंत्रित किया जा सकता है।

बरसीमकी पहली और दूसरी कटाई के बाद इमेजेथापायर 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर का उपयोग राहुरी क्षेत्रमे करने से में खरपतवारों को प्रभावी ढंग से नियंत्रित करने में और उच्च उपज और मुनाफा प्राप्त करने के एनी उपाय्के तुलनामे बहेतर पाया गया ।

पंजाब के गुरदासपुर की चिकनी दोमट जमीनमें, बरसीम में प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के लिए बुआई के 2 दिन में ऑक्सीफ्लोरफेन 100 ग्राम. ए.आई./हेक्टेयर और बाद 75 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर इमाझाथापीर बुआई के 20 दिन बाद छींटकाव करने के परिणामस्वरूप अधिकतम हरे चारे और बीज की उपज प्राप्त हुई और अधिक मुनाफा मिला।

झारखंड की रेतीली दोमट जमीन में जहां सिचाई सीमित है, वहां खरपतवार उभरने से पहले पेन्डीमेथालीन 300 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर के साथ इमेजेथापायर 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर (पहली और दूसरी कटाई के बाद) का प्रयोग बरसीम में खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए प्रभावी पाया गया। पेन्डीमेथालीन का ज्यादा प्रमाण 500 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर (प्रि-इमरजेन्स) और इमाझाथापीर 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर (पहली और दूसरी कटाई के बाद) छीटकाव करने से बरसीम की वृद्धि कम हो जाती है।

बरसीम की बुआई के 3 सप्ताह बाद इमेजेथापायर 75 या 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर खरपतवार के उद्भव से पहले ब्यूटाक्लोर 1500 ग्राम/हेक्टेयर शाकनाशियोंका उपयोग खरपतवारको नियंत्रित करने में काफी बेहतर पाये गए और अन्य उपचारों की तुलना में बरसीम के हरे चारे की उपज क्रमशः (86.0 और 82.1 टन/हेक्टेयर) अधिक दर्ज की गई।

जबलपुर में बरसीम की बुआई के बाद तुरंत (प्रि-इमरजेन्स) पेन्डीमिथालीन 400 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर और उसके बाद इमेजेथापायर 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर बरसीम की पहली कटाई के बाद उपयोग करने से खरपतवार के घनत्व और सूखे वजन में कमी आती है। हालाँकि, ऑक्सीफ्लोरफेन 100 ग्राम इ.आई/हेक्टेयर (प्रि-इमरजेन्स) के बाद इमेजेथापायर 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर (पहली कटाई के बाद) *राहुरी* (66.9%) और *उरुलिकंचन* (83.9%) में खरपतवार नियंत्रण दक्षता में बेहतर पाया गया था। इसीलिए, बरसीम के चारे और बीज की पैदावार और उच्च आर्थिक मुनाफे के लिए मध्य भारत में बरसीम की बुआई बाद (प्रि-इमरजन्स) ऑक्सीफ्लोरफेन 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर की दर से और उसके बाद इमेजेथापायर पहली कटाई के बाद उपयोग करने की सिफारिश की गई थी।

प्रयोग के नतीजों से पता चला कि रिसर्च कम इंस्ट्रक्शनल फार्म, आईजीकेवी, रायपुर की चिकनी मिट्टी में ऑक्सीफ्लोरफेन 250 ग्राम/हेक्टेयर का खरपतवारो के उद्भव-पूर्व अनुप्रयोग अन्य उपचारों की तुलना में बेहतर पाया गया, क्योंकि अनुसंधान में 20 दिनो के बाद और बरसीम की पहली कटाई से पहले कुल खरपतवार घनत्व और खरपतवारों का सूखा वजन सबसे कम पाया गया।

प्रोपक्विजाफॉप 75 ग्राम ऐ.आई./हेक्टेयर के प्रयोग से घास वर्ग के खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण हुआ लेकिन फसल पर फाइटोटॉक्सिक प्रभाव पड़ा। खरपतवार के उपद्रव से पहले/बाद में इमेजेथापायर 100 ग्राम ऐ.आई. /हेक्टेयर या उद्भव के बाद इमेजेथापायर 100 ग्राम ऐ.आई./हेक्टेयर और क्विजालोफॉप-इथाइल 40 ग्राम ऐ.आई. /हेक्टेयर का अनुप्रयोग खरपतवारों के नियंत्रण और बरसीम की उच्च उपज प्राप्त करने के लिए शाकनाशी विकल्प हो सकता है।

रिसर्च कम इंस्ट्रक्शनल फार्म, आईजीकेवी, रायपुर की चिकनी मिट्टी में पाया गया कि पेन्डीमेथालीन 1000 ग्राम/हेक्टेयर या ऑक्सीफ्लोरफेन 250 ग्राम/हेक्टेयर को खरपतवार के उद्भव के पूर्व (प्रि-इमरजेन्स) या पेन्डीमेथालीन 1000 ग्राम/हेक्टेयर को खरपतवार के उद्भव के 10 दिन बाद (अर्ली पोस्ट इमरजन्स) अनुप्रयोग करने पर फसल की पूरी अवधि के दौरान कुस्कुटा का कोई संक्रमण नहीं हुआ।।

पहली और दूसरी कटाई के बाद ऑक्सीफ्लोरफेन 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर + इमेजेथापायर 15 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर के अनुप्रयोग से अधिकांश खरपतवारों का घनत्व कम हो गया, तदउपरांत ऑक्सीफ्लोरफेन 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर + इमेजेथापायर 15 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर पहली कटाई के बाद (बुवाई के 55 दिन बाद)या पायरोक्सासल्फोन 125 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर बुवाई के 14 दिन बाद (पोस्ट-इमरजेन्स)या पायरोक्सासल्फोन 125 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर बुवाई के 1-2 दिन बाद (प्रि-इमरजेन्स) खरपतवार नियंत्रण के लिए नियंत्रित मावजत (कंट्रोल) के मुकाबले बेहतर पाया गया गया।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन (आईडब्ल्यूएम) एक दृष्टिकोण है जिसमें खरपतवार की संख्या को फसल पर आर्थिक क्षति के स्तर से नीचे रखने के लिए एक से ज्यादा सभी खरपतवार नियंत्रण तकनीकों (क्षेत्रीय, भौतिक, जैविक और रासायनिक) का श्रृंखला में उपयोग करना शामिल है।

स्टेल सीड बेड (बुआई के 10 दिन पहले) के साथ प्रोपाक्विज़ाफोप 100 ग्राम ए.आई./हेक्टेयर अंकुरण के बाद (पोस्ट इमरजेन्स) प्रयोग करने से बरसीम के हरे चारे की अधिक उपज (3.61 टन/हेक्टेयर) होती है और बरसीम की प्रथम कटाई (29.81 ग्राम/वर्गमीटर) और दूसरी कटाई (66.3 ग्राम /वर्गमीटर) के दौरान खरपतवारो का न्यूनतम सुखा भार प्राप्त हुआ।

फसलों में परजीवी खरपतवारों का एकीकृत प्रबंधन

जे.एस. मिश्र
भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

परजीवी खरपतवार वे पौधे हैं जो अपना पूरा या आंशिक पोषण अन्य पौधों (मेजबान-होस्ट) से प्राप्त करते है, और मेजबान को अत्यधिक नुकसान पहुंचाते हैं। इनमे ब्रूमरेप्स (*ओरोबैंकी* प्रजाति), फील्ड डोडर (*कुस्कुटा* प्रजाति), विच वीड (*स्ट्रिगा* प्रजाति) और लोरेन्थस हमारे देश में पाए जाने वाले प्रमुख परजीवी खरपतवार हैं। *कुस्कुटा* और *ओरोबैंकी* होलो-पैरासिटिक (पूर्ण परजीवी) हैं और जीवित रहने के लिए पूरी तरह से अपने मेज़बान पर निर्भर हैं, जबकि *स्ट्रिगा* और लोरेन्थस हेमी-पैरासिटिक (अर्ध- परजीवी) हैं जिनके पत्ते प्रकाश संश्लेषक हैं।

परजीवी खरपतवारों से हानियाँ

भारत में *ओरोबैंकी* उत्तरी राजस्थान, हरियाणा, पंजाब और मध्य प्रदेश के उत्तर-पश्चिम भागों के वर्षा आधारित क्षेत्रों में रेपसीड-सरसों के उत्पादन के लिए एक बड़ा खतरा बनकर उभरी है। आंध्र प्रदेश में तम्बाकू की खेती के अंतर्गत लगभग 50% क्षेत्र *ओरोबैंकी* से प्रभावित है जिससे 50-60% उपज का नुकसान हुआ है। यह बैंगन, टमाटर, आलू आदि सब्जियों में भी एक उभरती हुई समस्या है। *कुस्कुटा* प्रजाति रामतिल (नाइजर), ल्यूसर्न, बरसीम, मसूर, चना, अलसी, मूंग, उड़द, अरहर, सोयाबीन, प्याज आदि में एक प्रमुख समस्या है। *स्ट्राइगा* खरपतवार शुष्क एवं अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में घासकुल की फसलों जैसे मक्का, ज्वार, बाजरा, गन्ना एवं धान में पाया जाता है। हमारे देश में यह खरपतवार महाराष्ट्र, कर्नाटक, आंध्र प्रदेश और तमिलनाडु में ज्वार और गन्ने में कुछ क्षेत्रों में पाया जाता है। लोरेन्थस का प्रकोप मुख्यतः फलदार पेड़ों एवम अन्य वृक्षों पर बहुतायत से देखा जा सकता है।

कुसकुटा के कारण मेजबान फसलों की बीज उपज में कमी 1 से 10 पौधे/मी^{2} तक घनत्व क्रमशः 27.7-88.3%, 39.3-98.4%, 49.1-84.0% और 54.7-98.7% तक था, (गर्मियों में मूंग , नाइजर , मसूर और चना में) *स्ट्राइगा* के कारण हल्दी, ज्वार और गन्ने की खेती में भारी फसल नुकसान (15-75%) होता है हल्दी महाराष्ट्र, कर्नाटक, आंध्र प्रदेश और तमिलनाडु में ज्वार और गन्ने की खेती में।

1. ब्रूमरेप (*ओरोबैंकी* प्रजाति)

परजीवी खरपतवार *ओरोबैंकी* एक होलोपैरासाइट है जो कई चौड़ी पत्ती वाली फसलों और खरपतवारों पर हमला करता है जिससे फसल उत्पादों की उपज और गुणवत्ता में गंभीर हानि होती है। अनुमान है कि *ओरोबैंकी जीनस* में लभग 150 से अधिक प्रजातियां शामिल हैं जिनमें से *ओरोबैंकी रमोसा, ओरोबैंकी एजिपियाका, ओरोबैंकी क्रेनटा, ओरोबैंकी सेर्नुआ* और *ओरोबैंकी* माइनर आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण हैं। *ओरोबैंकी* फैबेसी, सोलेनेसी, एस्टेरेसी आदि परिवार के द्विबीजपत्री पौधों पर परजीवी होते हैं।

ब्रूमरेप्स वार्षिक पौधे हैं जो गहरे भूरे रंग के अंडाकार और बहुत छोटे (0.35 x 0.25 मिमी) बीजों के माध्यम से पैदा होते हैं। परिपक्व बीज जमीन में तब तक अंकुरित नहीं होते जब तक वे किसी उपयुक्त होस्ट के आस-पास मौजूद न हों। इसके अंकुरण के लिए उपयुक्त तापमान और नमी के तहत 1-2 सप्ताह की अवधि के लिए प्रीकंडीशनिंग की आवश्यकता होती है। प्रीकंडीशन किए गए बीज होस्ट प्लांट के रूट एक्सयूडेट्स में मौजूद एक रसायन द्वारा उत्तेजना के बाद एक रेडिकल (जर्म ट्यूब या प्रोकॉलोम) का उत्पादन करते हैं। रेडिकल 2-3 मिमी की लंबाई तक बढ़ सकता है। उभरने के बाद रेडिकल मुख्य रूप से जड़ के विस्तार और अवशोषण के क्षेत्र में होस्ट जड़ों से जुड़ जाता है और हौस्टोरियम बनाता है जिसके माध्यम से यह मेज़बान से पोषक-तत्व और पानी खींचता है। ब्रूमरेप के अंकुर का वह हिस्सा जो जड़ ऊतक के बाहर रहता है, एक ट्यूबरकल को जन्म देता है जो एक अंकुर में विकसित होता है और मिट्टी की सतह से ऊपर निकलकर फूल देता है। इस प्रकार ब्रूमरेप मिट्टी की सतह के नीचे मेज़बान से लगभग 60 दिनों तक पोषक तत्व और पानी खींचता रहता है, जबकि परजीवी का भूमि के ऊपर निकलना, फूल आना और बीज बनना केवल 15-20 दिनों तक चल सकता है। ब्रूमरेप के एक परिपक्व पौधे द्वारा 40,000-

1,20,000 बीजों का उत्पादन होता है जो मिट्टी में लम्बे समय तक (संभवतः 20 वर्षों तक) जीवित रह सकते हैं।

उपज में हानि

ब्रूमरेप्स अनिवार्य परजीवी हैं जिनमें क्लोरोफिल की कमी होती है और इसलिए उनमें अपना भोजन संश्लेषित करने की क्षमता नहीं होती है। वे पोषक तत्वों और पानी को *हस्टोरिया* के माध्यम से खींचते हैं जो जड़ के ऊतकों में प्रवेश करते हैं और मेजबान पौधों की संवहनी प्रणाली के साथ संबंध स्थापित करते हैं। इससे उपज की मात्रा और गुणवत्ता में काफी नुकसान होता है और भारी संक्रमण के मामले में पूरी फसल बर्बाद हो जाती है। नुकसान की सीमा संक्रमण के स्तर, ब्रूमरेप हमले के समय मेजबान की उम्र और पर्यावरण की स्थितियों पर निर्भर करती है। ब्रूमरेप के कारण टमाटर में 30-75%, ब्रॉडबीन मे 50% और तंबाकू और सरसों में 30-70% तक उपज में कमी आंकी गई है।

नियंत्रण के उपाय

ब्रूमरेप के नियंत्रण में निम्नलिखित कठिनाइयों का सामना करना पड़ता है:

- किसान को समस्या के बारे में तभी पता चलता है जब परजीवी जमीं से बाहर निकलने लगता है। उस अवस्था में फसल को काफी नुकसान हो चुका होता है।
- बीज उत्पादन की क्षमता बहुत अधिक है जो बीज मिट्टी में लम्बे समय तक जीवित रह सकते हैं।
- बीज का अंकुरण मेज़बान और कुछ गैर मेज़बान पौधों की जड़ों से निकलने वाले स्रावों से शुरू होता है। वे स्राव संभवतः जड़ की सतह से थोड़ी दूरी तक ही सक्रिय होते हैं, और केवल राइज़ोस्फीयर के भीतर मौजूद ब्रूमरेप के बीज ही प्रभावित होंगे। इसलिए मिट्टी में अधिकांश बीज अप्रभावित और व्यवहार्य रहते हैं।
- चूंकि ब्रूमरेप मेजबान पौधे को 30 सेमी की गहराई से संक्रमित कर सकता है, इसलिए उपचार के लिए मिट्टी की बड़ी मात्रा पर विचार किया जाना चाहिए।
- यांत्रिक तरीकों से ब्रूमरेप को हटाना संभव नहीं है क्योंकि परजीवी फसल के बहुत करीब से निकलता है जिससे फसल को भी नुकसान होने की संभावना रहती है।
- भारी संक्रमण की स्थिति में खरपतवार को हाथ से उखाड़ना न तो प्रभावी है और न ही किफायती।

रोकथाम

ब्रूमरेप की समस्या को हल करने का यह सबसे प्रभावी और किफायती तरीका है। संक्रमित खेतों से बीज सामग्री के माध्यम से खरपतवार को दूसरे क्षेत्रों में फैलने से रोकें। अन्य क्षेत्रों में उगाई जाने वाली संबंधित मेजबान फसलों में खरपतवार के प्रसार को रोकने के लिए सख्त संगरोध आवश्यक हो सकता है। जहाँ तक संभव हो बीजों को असंदूषित स्रोत से प्राप्त किया जाना चाहिए। खेत की खाद जैसी जैविक खाद असंदूषित होनी चाहिए। सिंचाई के पानी, जानवरों और मशीनों को ब्रूमरेप के बीज ले जाने की अनुमति कभी न दें। ब्रूमरेप के पौधों को जानवरों को नहीं खिलाना चाहिए।

यांत्रिक विधियाँ

बीज बनने से पहले ब्रूमरेप की टहनियों को हाथ से उखाड़ना नियंत्रण का सबसे आम तरीका है। जब भी ब्रूमरेप का पौधा मिट्टी से बाहर निकलता है तो उसे फूल आने से पहले उखाड़कर हटा देना चाहिए और जला देना चाहिए। साप्ताहिक अंतराल पर हाथ से निराई करना इसके आगे फैलने को रोकने में कारगर है। हालाँकि यह तरीका श्रमसाध्य है और कभी-कभी फसल के पौधों के लिए हानिकारक भी होता है। यांत्रिक तरीके व्यवहार्य नहीं हैं क्योंकि परजीवी फसल के बहुत करीब से निकलता है। इसके अलावा ये अभ्यास परजीवी के उभरने के बाद ही अपनाए जाते हैं और तब तक यह फसल को नुकसान पहुँचा चुका होता है।

सस्य क्रियाएं

विभिन्न कृषि पद्धतियों जैसे गहरी जुताई, फसल चक्र, मृदा सौरीकरण, पोषक तत्व और जल प्रबंधन, फसल और किस्मों का चयन आदि को ब्रूमरेप नियंत्रण की एकीकृत खरपतवार प्रबंधन प्रौद्योगिकी विकसित करने के लिए अन्य विधियों के साथ जोड़ा जा सकता है।

जुताई : गर्मियों के दौरान गहरी जुताई करने से परजीवी के बीज सूख जाते हैं और बीज जड़ क्षेत्र के नीचे चले जाते हैं, जिससे परजीवी का अंकुरण रुक जाता है। हालाँकि ब्रूमरेप के बीज मिट्टी में 20 साल तक जीवित रहते हैं, इसलिए गहरी जुताई लंबे समय तक प्रभावी नही हो सकती है।

मृदा सौरीकरण: गर्मियों के दौरान (अप्रल-जून) 40 दिनों की अवधि के लिए 0.1 मिमी मोटी पारदर्शी पॉलीथीन शीट का उपयोग करके मृदा सौरीकरण इस खरपतवार को प्रभावी रूप से नियंत्रित करता है। पारदर्शी पॉलीथीन शीट के साथ पूर्व-सिंचित खेतों को कवर करके सौर ताप प्राप्त किया जाता है। इस तकनीक के परिणामस्वरूप ढकी हुई

मिट्टी को बिना ढकी मिट्टी की तुलना में 8-14 °डिग्री सेल्सियस अधिक गर्म किया जाता है। हालाँकि पॉलीथीन की उच्च लागत के कारण यह विधि महंगी है और इस प्रकार छोटे सब्जी खेतों और उच्च मूल्य वाली फसलों के लिए सबसे उपयुक्त हो सकती है।

ट्रैप फसलें: ट्रैप फसलें गैर-मेजबान पौधे हैं जो ब्रूमरेप के बीजों के अंकुरण को उत्तेजित कर सकते हैं लेकिन वे स्वयं परजीवी नहीं होते हैं। ब्रूमरेप के लिए कुछ ट्रैप फसलें हैं जैसे ज्वार, बाजरा, मक्का, मिर्च, अरंडी, तिल, सोयाबीन, अलसी, रामतिल, हल्दी, मूंग, कुल्थी, लोबिया, चना, ल्यूसर्न और सनई। ये ट्रैप फसलें जड़ों से स्राव उत्पन्न करती हैं और ब्रूमरेप के लिए आत्मघाती प्रभाव पैदा करती हैं। इससे परजीवी के मिट्टी के बीज बैंक में काफी कमी आती है। सरसों और तम्बाकू की पूर्ववर्ती फसल के रूप में ज्वार या बाजरा लेने से इसका संक्रमण काफी कम हो जाता है।

फसल चक्रण: ब्रूमरेप किसी भी घास परिवार की फसल पर परजीवी नहीं है । इसलिए उन्हें ब्रूमरेप से प्रभावित खेतों में सुरक्षित रूप से एक चक्रीय फसल के रूप में उगाया जा सकता है। ट्रैप फसलों को चक्रीय रूप में लेने से ब्रूमरेप के बीज अंकुरित होकर मर जाएंगे और मिट्टी में उनके बीज बैंक कम हो जाएंगे।

पोषक तत्व प्रबंधन: मिट्टी की पोषक तत्व स्थिति ब्रूमरेप के संक्रमण और मेज़बान पौधों पर इसके परजीवीपन को प्रभावित करती है। नाइट्रोजन का उच्च स्तर तम्बाकू और टमाटर में इसके संक्रमण को कम करने के लिए पाया गया है, लेकिन टमाटर की उपज को भी कम करता है। ब्रूमरेप के संक्रमण को कम करने और टमाटर की उपज बढ़ाने के लिए नाइट्रोजन के साथ-साथ पर्याप्त मात्रा में पोटेशियम और फास्फोरस का उपयोग करना आवश्यक है।

जल प्रबंधन: यह देखा गया है कि सिंचित परिस्थितियों की तुलना में वर्षा आधारित परिस्थितियों में ब्रूमरेप की समस्या अधिक गंभीर है । खेत में पानी भरने से ब्रूमरेप को रोका जा सकता है क्योंकि परजीवी के बीज लंबे समय तक जलमग्न रहने (एक महीने से अधिक) में जीवित नहीं रह पाते हैं।

रासायनिक विधियाँ

फसलों में शाकनाशियों के साथ ब्रूमरेप का चयनात्मक नियंत्रण बहुत मुश्किल है। ब्रूमरेप के नियंत्रण के लिए कई शाकनाशियों वृद्धि नियामकों और मृदा धूम्रकों का परीक्षण किया गया है, जिनकी प्रभावशीलता अलग-अलग है। रोपण से पहले मिथाइल ब्रोमाइड (350 किग्रा/हेक्टेयर) के साथ मिट्टी का धूम्रीकरण ब्रूमरेप पर प्रभावी नियंत्रण प्रदान करता है। सूरजमुखी, टमाटर और तम्बाकू में ब्रूमरेप के संक्रमण को कम करने के लिए 1.5-2.0 किग्रा/हेक्टेयर की दर से ट्राइफ्लुरालिन और फ्लूक्लोरालिन का रोपण-पूर्व समावेश *उपयोगी* पाया गया है। फाबाबीन में इमिडाजोलीनोंस शाकनाशी रसायन से बीज उपचार करना ब्रूमरेप नियंत्रण में प्रभावी पाया गया है। बैगन और टमाटर में ओरोबंकी के प्रबंधन के लिए नीम की खली 200 किलोग्राम/हेक्टेयर की देर से अंतिम जुताई के समय खेत में मिला देने के बाद इथाक्सीसल्फुरान 25 ग्राम/हेक्टेयर की दर से रोपाई के 50 दिन बाद छिडकाव करना प्रभावी पाया गया है। शाकनाशी प्रतिरोधी फसलों ने ब्रूमरेप को नियंत्रित करने के लिए एक और दृष्टिकोण पेश किया है, जो मेजबान पौधे से परजीवी तक शाकनाशी स्थानांतरण पर आधारित है।

2. विचवीड (*स्ट्राइगा* प्रजाति)

स्ट्राइगा (परिवार स्क्रोफुलरियोसी) जड़ परजीवी हैं। इसका पौधा प्रकाश संश्लेषण में सक्षम हैं लेकिन अपना अधिकांश पोषण मेजबान पौधों से प्राप्त करता है, जिनसे वे हौस्टोरिया नामक विशेष जड़ों द्वारा जुड़े होते हैं । मेजबान से परजीवी पोषक-तत्व और पानी खींचता है। हालाँकि विच वीड की 50 से अधिक प्रजातियाँ हो सकती हैं, लेकिन उनमें से कुछ ही आर्थिक महत्व की हैं। लगभग 36 प्रजातियाँ ज्यादातर अफ्रीकी सवाना में पाई जाती हैं और एशिया में *स्ट्राइगा* की 4 महत्वपूर्ण प्रजातियाँ हैं। *स्ट्राइगा हर्मोंथिका, स्ट्राइगा एशियाटिका* (*स्ट्राइगा ल्यूटिया*) , *स्ट्राइगा गेसनेरियोइड्स एवं स्ट्राइगा यूफ्रासोइड्स*

गन्ने की फसल पर स्ट्राइगा का प्रभाव

(*स्ट्राइगा सैंगुइस्टुफोलिया*)। ये सभी प्रजातियाँ घासकुल के पौधों की जड़ों पर परजीवी होती हैं। एक *स्ट्राइगा* पौधा कई हज़ार बीज पैदा करता है जो मिट्टी में 20 साल तक व्यवहार्य रहते हैं। हालाँकि *स्ट्राइगा* हरा होता है लेकिन प्रकाश संश्लेषण की कम दर, उच्च अंधेरे श्वसन दर के साथ मिलकर नगण्य कार्बन आत्मसात करता है, इसलिए यह अपने कार्बन का 1/3 भाग मेज़बान से प्राप्त करता है। *स्ट्राइगा का अपने मेज़बान पर* ऐलीलोपैथिक प्रभाव भी होता है । यह ज्वार और बाजरा में 20-100% और मक्का में 20-90% उपज हानि का कारण बनता है, जो इसके संक्रमण और प्रबंधन प्रथाओं पर निर्भर करता है।

नियंत्रण के उपाय

ज्वार, बाजरा एवं अन्य मेजबान फसलों की कटाई के बाद पौधों के ठूंठों की सफाई , गैर मेजबान एवं कैच फसलों के साथ फसल चक्रण, मेजबान फसलों के बिना मिश्रित फसल, टॉपड्रेसिंग के रूप में नाइट्रोजन की उच्च खुराक के साथ उर्वरक प्रबंधन, *और स्ट्राइगा* प्रतिरोधी या सहनशील किस्मों का उपयोग आदि प्रमुख सस्य क्रियायों द्वारा इसके कुप्रभाव को कम किया जा सकता है ।

ट्रैप फसलें *स्ट्राइगा के* अंकुरण को उत्तेजित करती हैं, लेकिन खुद पर हमला नहीं करती हैं। इसलिए इन फसलों को आत्मघाती अंकुरण को प्रेरित करने के लिए अतिसंवेदनशील अनाज की फसलों के साथ चक्रण संभव है। कपास की फसल को एक वर्ष तक ट्रैप फसल के रूप में लगाने से भूमि में स्ट्राइगा के बीजों की संख्या में 90 प्रतिशत तक की कमी पाई गयी है। अनाज (ज्वार), मक्का, गन्ना, की पंक्ति के भीतर सोयाबीन, लोबिया या मूंगफली जैसी फलियों वाली फसलों के साथ अंतर-फसल लगाने से *स्ट्राइगा के परिपक्व पौधों की संख्या में काफी कमी आ सकती है। उर्वरक, विशेष रूप से नाइट्रोजन, स्ट्राइगा* की संख्या को कम करता है या इसके *उभरने* में देरी करता है इसलिए हाथ से उखाड़ने में आसानी होती है। वैसे तो हाथ से उखाड़ना घने संक्रमण का समाधान नहीं है, लेकिन नए या हल्के संक्रमण को और खराब होने से रोकने के लिए और मध्यम संक्रमण के नियंत्रण के लिए एकीकृत तरीकों के एक भाग के रूप में इसे प्रोत्साहित किया जाना चाहिए। फूल आने के 2-3 सप्ताह के भीतर उखाड़े गए पौधों को खेत से बाहर निकालकर जला देना चाहिए ताकि सूखने वाले पौधों से बीज न बनें और न ही जमीन पर गिरें। मवेशियों को विच वीड के पौधे नहीं खिलाने चाहिए क्योंकि बीज मवेशियों के पेट से होकर गुजरते हैं और खाद में फैल जाते हैं। स्ट्राइगा प्रभावित घास कुल की फसलों में 2,4-डी शाकनाशी 0.50-0.75 किलोग्राम/हेक्टेर का उपयोग *स्ट्राइगा के* फूलने से पहले, हाथ से उखाड़ने के विकल्प के रूप में किया जा सकता है, लेकिन इसे दोहराया जाना आवश्यक हो सकता है। अट्राजिन + 2,4-डी या मेट्रेबुजिन + 2,4-डी का मिश्रण गन्ने की प्लांटिंग के 100 दिन बाद (जब *स्ट्राइगा* का उद्भव होने लगता है), और उसके 30-40 दिन बाद दुबारा छिडकाव काफी प्रभावी पाया गया है। अनाज+दलहनी फसल मिश्रण में इसका उपयोग सुरक्षित नहीं है। यु.ए.एस. धारवाड़ द्वारा विकसित U S A D - माइक्रोबियल कोन्सोर्टियम को 20 किलोग्राम/हेक्टेयर की दर से 500 किलोग्राम/हेक्टेयर कम्पोस्ट के साथ मिलाकर गन्ने की प्लांटिंग के पहले खेत में मिला देने से *स्ट्राइगा* के उद्भव में कमी पाई गई है । जो भी तरीके हों, सभी का आदर्श उद्देश्य *स्ट्राइगा* बीज उत्पादन को रोकना होना चाहिए और यदि आवश्यक हो तो कटाई के दौरान और उसके बाद भी नियंत्रण जारी रखना चाहिए।

3. डोडर (*कुस्कुटा* प्रजाति)

कस्कुटा (फील्ड डोडर) जिसे *अमरबल* या *आकाशबेल के नाम से भी जाना जाता है* एक आक्रामक, अप्रिय परजीवी खरपतवार है जो विभिन्न प्रकार की मेजबान पौधों की प्रजातियों के तने और पत्तियों से चिपक जाता है। यह एक पूर्ण तना परजीवी है जो कॉन्वोल्वुलेसी परिवार से संबंधित है। *कस्कुटा* वंश की दुनियाभर में लगभग 150 प्रजातियाँ हैं, उनमें से *कस्कुटा कॉम्पेस्ट्रिस और कस्कुटा रिफ्लेक्सा* अधिक आम हैं। हमारे देश में *कस्कुटा कैम्पेस्ट्रिस* आंध्र प्रदेश, छत्तीसगढ़, गुजरात, उड़ीसा, पश्चिम बंगाल और मध्य प्रदेश के कुछ हिस्सों में वर्षा आधारित और साथ ही सिंचित परिस्थितियों में खेत की

फसलों जैसे कि तिलहन (नाइजर, सोयाबीन और अलसी), दलहन (उड़द, मुंग, चना, मसूर और अरहर), प्याज, और चारा फसलों (ल्यूसर्न और बरसीम) के लिए एक गंभीर समस्या है। *कस्कुटा रिफ्लेक्सा* झाड़ियों और छोटे पेड़ों के लिए एक समस्या है। *अमरबेल के बीज* गोलाकार होते हैं, ज्यादातर 0.5 से 1.0 मिमी व्यास के होते हैं, और इनका बीज आवरण सख्त और खुरदुरा होता है। बीज प्रजातियों के आधार पर शुष्क भंडारण में 50 साल या उससे अधिक तक और खेत में कम से कम 10 साल तक जीवित रह सकते हैं। *अमरबेल के* नए परिपक्व बीजों में हार्ड सीड कोट सुषुप्तावस्था होती है। बीज आमतौर पर मिट्टी की सतह पर या उसके पास अंकुरित होते हैं। इसके अंकुरण के लिए किसी उत्तेजक की आवश्यकता नहीं होती है। पौधे जड़हीन, पत्ती रहित तना होते हैं। उद्भव के बाद मेजबान पौधे के संपर्क में आने पर उससे लिपटकर हौस्टोरिया विकसित करता है , जिसके माध्यम से यह मेज़बान पौधे में प्रवेश करता है और परजीवी संघ स्थापित करता है और मेज़बान से पोषक-तत्व और पानी खींचता रहता है। एक बार जब *कुसकुटा* मेज़बान पौधे से जुड़ जाता है तो यह कटाई तक परजीवी बना रहता है। यह मुख्य रूप से बीजों द्वारा और कुछ हद तक टहनियों के टुकड़ों द्वारा फैलता रहता है।

हानि

अमरबेल के संक्रमण से उपज की मात्रा और गुणवत्ता के मामले में भारी नुकसान होता है। कई बार यह फसलों की पूर्ण विफलता का कारण बन सकता है। लिपटी हुई बेलें न केवल मेजबान पौधों को पोषक तत्वों से वंचित करती हैं बल्कि मेजबान पौधों की वृद्धि और बीज अंकुरण को भी रोकती हैं। वे मेजबान पौधों में रोग भी फैलाते हैं। *अमरबेल* के कारण मिर्च में 60-65% , मूंग में 30-90%, उड़द में 25-34% , नाइजर में 60-80% , मसूर में 87% और चना में 85.7%, अलसी में 50%, सोयाबीन में 56%, तिल और टमाटर में 72%, अरहर में 17% , मूंगफली में 18%, और अल्फाल्फा में 60-70% तक उपज में कमी देखी गई है, जो संक्रमण की तीव्रता पर निर्भर करता है। *कस्कुटा* द्वारा होने वाली क्षति की तीव्रता मेजबान फसल पर तेजी से परजीवीकरण करने की इसकी क्षमता पर निर्भर करती है।

नियंत्रण के उपाय

- *कस्कुटा को* नियंत्रित करने का सबसे अच्छा तरीका है इसे खेत में आने से रोकना। *कुसकुटा के बीज से दूषित फसल के बीज बोना कुसकुटा के* फैलने का मुख्य साधन रहा है , खास तौर पर ल्यूसर्न में जिसके बीज आकार *कस्कुटा* के बीजों के बराबर होते हैं और आसानी से साफ नहीं होते।
- गोबर की खाद जैसी जैविक खादें *कस्कुटा* के बीजों से संदूषित नहीं होनी चाहिए।
- यदि किसी खेत में *अमरबेल की* उपस्थिति ज्ञात हो तो वहां संवेदनशील फसलें नहीं उगाई जानी चाहिए।
- *अमरबेल* घास कुल के किसी भी सदस्य पर परजीवी नहीं है , इसलिए मेजबान फसल का किसी भी अनाज जैसे गेहूं, चावल, मक्का आदि के साथ चक्रीकरण, या कपास जैसी चौड़ी पत्ती वाली फसल इसके प्रबंधन में सहायक होगी।
- मिश्रित फसल या ट्रैप फसल के रूप में फसलचक्र में ग्वारफली उगाने से भी इसका संक्रमण कम हो जाता है।
- *कस्कुटा संक्रमण* के प्रति सहनशील किस्मों (अलसी की गरिमा, स्वेता, पद्मिनी किस्में) का उपयोग *कुस्कुटा* समस्या के समाधान के लिए किया जा सकता है।
- शुष्क क्षेत्रों में कभी-कभी सिंचाई के समय में फेरबदल करके अमरबेल को नियंत्रित किया जा सकता है । चूँकि अमरबेल के बीज मिट्टी की सतह के पास नमी के बिना अंकुरित नहीं हो सकते, इसलिए कुछ फसलों में सिंचाई में देरी करके अमरबेल पर नियंत्रण की अवधि बढ़ाई जा सकती है।
- पंक्तियों में उगाई जाने वाली किसी भी फसल में कतारों के बीच समय-समय पर गुड़ाई करने से *कस्कुटा के* पौधे और उनके संभावित खरपतवार मेजबान नष्ट हो सकते हैं। एक बार जब *कस्कुटा* मेजबान पौधे से जुड़ जाता है, तो *कस्कुटा* वाले मेजबान के हिस्से को यांत्रिक रूप से हटाने से परजीवी को नियंत्रित किया जा सकता है।
- *कस्कुटा* मिट्टी में अपेक्षाकृत कम गहराई पर उगता है, इसे इसके उगने से पहले खरपतवारनाशी के छिड़काव द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। एक बार उगने के बाद, खरपतवारनाशी के माध्यम से इसका नियंत्रण बहुत मुश्किल है। दलहनी एवं तिलहनी फसलों में, पेन्डीमेथालिन 0.50-1.0 किग्रा/हेक्टेयर उगने से

पहले या ल्यूसर्न और बरसीम में उगने के बाद (बुवाई के 12- 14 दिन बाद) 0.50-0.75 किग्रा/हेक्टेयर का उपयोग संतोषजनक नियंत्रण के लिए किया जा सकता है। सोयाबीन में प्री-इमर्जेंस के रूप में इमाजाक्विन ने आशाजनक परिणाम दिए हैं। स्पॉट स्प्रे के लिए पैराक्वाट या ग्लाइफोसेट (1% घोल) का उपयोग किया जा सकता है। अमरबेल नाम का जैविक उत्पाद को 7 मिली /लीटर पानी की दर से 15 दिन के अंतराल में दो बार छिडकाव लाभकारी पाया गया हे।

4. *लोरैंथस / डेंड्रोफ्थो*

लोरैंथस (परिवार लोरैंथेसी) के अंतर्गत सबसे बड़ा वंश (600 प्रजातियां) है। *लोरैंथस लॉन्गिफ्लोरस, लोरैंथस एम्पुलैसस, लोरेंथस कोचीनचिनेंसिस, लोरैंथस इलास्टिकस, लोरैंथस पेंटैंड्रस* आदि कुछ सामान्य प्रजातियाँ हैं। *लोरैंथस लॉन्गिफ्लोरस उपोष्णकटिबंधीय पेड़ों पर* एक मुख्य परजीवी है। पौधे में घने, एक तरफा ऊपर की ओर घुमावदार अक्षीय गुच्छों में सुंदर नारंगी या लाल रंग के फूल लगते हैं *डेंड्रोफ्थो* बीजों का रंग लाल होता है जिनके ऊपर जिलेटिन जैसी कोटिंग रहती है। इनके बीज चिड़ियों के माध्यम से एक शाखा से दूसरी शाखा तक पहुंचते रहते हैं। *डेंड्रोफ्थो विस्कम* (लोरेन्थेसी परिवार) का एक और वंश है। *विस्कम आर्टिकुलैटम, विस्कम एल्बम* सबसे मुख्य प्रजातियाँ हैं जो हिमालय क्षेत्र में पाई जाती है। वे पानी के लिए अपने मेज़बानों पर निर्भर रहते हैं, और गीली परिस्थितियों में बहुत कम नुकसान पहुँचा सकते हैं। हालाँकि सूखे के तनाव में वे अक्सर संक्रमित शाखाओं की मृत्यु का कारण बनते हैं। भारत में कई तरह की प्रजातियाँ पाई जाती हैं, जिनमें से *डेंड्रोफ्थो फाल्काटा* सबसे प्रमुख है, जो कई फल वृक्षों (आम, अमरूद, काजू, जामुन, नीबू, सपोटा, अनार, आदि) , सजावटी और वन वृक्ष प्रजातियों (सागौन, नीम, यूकेलिप्टस, चन्दन, कैसुरिना, बरगद, आदि) को नुकसान पहुंचाता है।

हानि

यह खरपतवार शाखा के अग्र भाग पर विकसित होता है जिसके परिणामस्वरूप पेड़ की वृद्धि रुक जाती है, तथा शाखाओं में गांठें पद जाती हैं, जिससे पेड़ के विकाश एवं फलों की पैदावार में कमी के साथ साथ लकड़ी का मूल्य भी काफी प्रभावित होता है।

नियंत्रण के उपाय

प्रारंभिक अवस्था में ही पेड़ के प्रभावित हिस्से को काट कर अलग कर देने से इस पर नियंत्रण आसान हो जाता है। टहनियों में परजीवी के लगाव स्थल के छिलके को खुरच कर उसके स्थान पर 4 ग्राम कॉपर सल्फेट +0.5 ग्राम 2,4 डी सोडियम साल्ट के मिश्रण का लैप बनाकर कपड़े में लपेट कर बांध देना कारगर पाया गया है।

संरक्षित कृषि में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

व्ही.के. चौधरी, एम.पी. साहू एवं विकास सिंह
भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004 भारत

भारत में ज्यादातर फसलें परंपरागत कृषि पद्धति पर आधारित हैं, इस पद्धति में खेत को बीज बोने योग्य बनाने के लिए जुताई की आवश्यकता होती है ताकि पौधे के वृद्धि व विकास के लिए अनुकूल वातावरण मिल सके। लेकिन वर्तमान परिवेश में लाभ से ज्यादा इसके नुकसान हैं जैसे- मृदा क्षरण की दर में वृद्धि, क्लीन कल्टीवेसन के कारण खेत में फसल अवशेष की कमी से मृदा जीवांश की मात्रा में कमी, लागातार जुताई के कारण मृदा की निचली सतह पर कठोर परत का निर्माण, सतह पर सौर विकिरणों के सीधे प्रवेश के कारण वाष्पीकरण द्वारा जल हानि की दर में वृद्धि, आदि दुष्परिणामों के परिणामस्वरूप संरक्षित कृषि का प्रादुर्भाव हुआ। इस कृषि पद्धति में बिना जुताई के एक विशेष सीडड्रिल (हैप्पी सीडर) की सहायता से फसलों की सीधे बुआई की जाती है। जिससे कृषि लागत में कमी आती है साथ में फसल अवशेष की उपस्थिति के कारण मृदा क्षरण कम होता है, सौर प्रकाश का सीधा मृदा सतह से संपर्क नहीं होने के कारण वाष्पीकरण द्वारा जल हानि में कमी आती है। फसल अवशेष अपघटित होकर मृदा जीवांश की मात्रा में वृद्धि करते हैं जिससे मृदा स्वास्थ्य में सुधार के साथ-साथ, उसकी जल धारण क्षमता में वृद्धि होती है। फसल अवशेष जलाने की प्रथा में कमी के कारण वातावरण प्रदूषण में भी कमी आती है। संरक्षित कृषि आधारित फसल उत्पादन में खरपतवार प्रबंधन की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। विभिन्न अनुसंधानकर्ताओं के शोध के आधार पर यह पाया गया की यदि समय पर खरपतवार प्रबंधन न किया जाए तो विभिन्न फसलों में 25-89% तक उपज में नुकसान हो सकता है। खरपतवार एवं फसल के बीच प्रकाश, जल, पोषक तत्त्व एवं स्थान के लिए प्रतिस्पर्धा होती है। विभिन्न फसलों में खरपतवार-फसल के बीच प्रतिस्पर्धा के लिए क्रांतिक अवस्था 15-45 दिन होती है। इस दौरान उचित खरपतवार नियोजन के माध्यम से होने वाले नुकसान को कम किया जा सकता है। खरपतवार प्रबंधन में संरक्षित कृषि के सिद्धांतों जैसे- खेत की कम से कम जुताई, मृदा का फसल अवशेषों के द्वारा स्थायी आच्छादन तथा फसल चक्र को अपनाकर मृदा उर्वरता में वृद्धि के साथ खरपतवार आक्रामकता को 30-45% तक कम किया जा सकता है। इसके अलावा खरपतवार प्रबंधन के लिए सस्य, यांत्रिक, जैविक, रसायनिक तथा एकीकृत खरपतवार प्रबंधन आदि विधियों के माध्यम से खरपतवार आक्रामकता को कम किया जा सकता है। खरपतवार प्रबंधन हेतु संरक्षित कृषि के सिद्धांतों एवं खरपतवार प्रबंधन विधियों का विस्तार पूर्वक विवरण निम्नलिखित है-

संरक्षित कृषि

इसके अंतर्गत खेत में बीज को बोने हेतु भूपरिष्करण की आवश्यकता नहीं होती बल्कि एक विशेष प्रकार के सीडड्रिल (हैप्पी सीडर) के माध्यम से बीज को सीधे मृदा के संपर्क में लाया जाता है। इसमें पतले ब्लेड लगे होते हैं जो कि मृदा को चीरने का काम करते हैं ताकि बीज का संपर्क मृदा से हो सके तथा ऊपरी ब्लेड फसल अवशेष को काट कर बारीक करने का कम करता हैं जिससे बीज बोने में आसानी हो।

संरक्षित कृषि तीन सिद्धांतों पर आधारित है जो की निम्न लिखित है:-

1. खेत की कम से कम जुताई
2. फसल अवशेषों द्वारा मृदा का आच्छादन
3. फसल विविधीकरण को प्राथमिकता

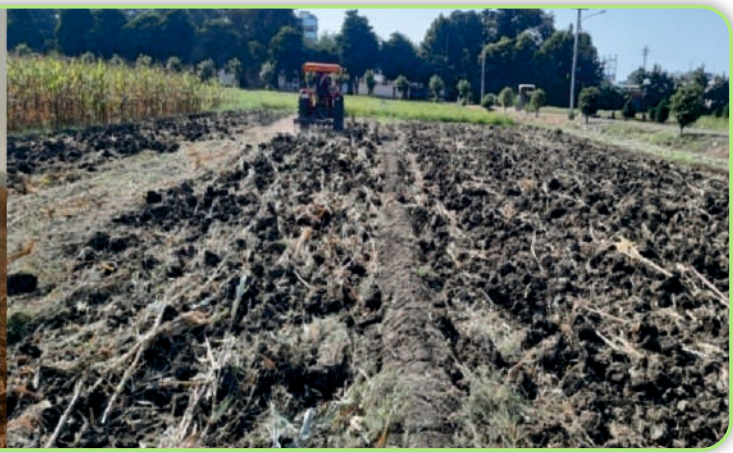
संरक्षित कृषि के सिद्धांतों का खरपतवारों पर प्रभाव

शून्य जुताई

बीज बैंक पर प्रभाव

पारंपरिक जुताई में बीज बैंकों का वितरण 30-50 सेमी. तक हो जाता है, जिससे इनके बीज मृदा में सुसुप्तावस्था में पड़े रहते हैं तथा

संरक्षित कृषि



परंपरागत कृषि

जुताई के दौरान ऊपरी सतह पर आ जाते हैं और कई वर्षों तक फसलों से प्रतिस्पर्धा करते हैं। जबकि शून्य जुताई में कर्षण क्रियाएं न होने से खरपतवार बीजों का वितरण केवल ऊपरी सतह तक सीमित रह जाता तथा अनुकूल वातावरण आते ही एक साथ अंकुरण होता है, इसे शाकनाशी द्वारा आसानी से नियंत्रित कर फसल खरपतवार प्रतिस्पर्धा कम कर सकते हैं।

खरपतवार के बीजों का शिकार (प्राकृतिक शत्रु)

शून्य जुताई आधारित फसल प्रणाली में कर्षण क्रियाएं न होने एवं सतह पर फसल अवशेष के कारण परंपरागत कृषि की तुलना में तापमान 2-3 डिग्री. सेल्सियस कम रहता है, जिसके कारण इसमें कई लाभदायक कीट जैसे- झींगुर एवं काली चींटी अपना आश्रय बना

शून्य जुताई वाली खेत में खरपतवार बीज बैंक

लेते हैं तथा इन्हें खरपतवार बीज मृदा सतह में पारंपरिक जुताई की तुलना में सतह पर पर्याप्त मात्रा में मिल जाते हैं, जिसे खाकर ये खरपतवार बीज बैंक को कम कर देते हैं। ये सवां, बथुआ तथा जंगली पालक के पुराने बीजों को खाना अधिक पसंद करते हैं।

बीज का सूखना

शून्य जुताई विधि में खरपतवार बीज मृदा सतह पर पड़े रहते हैं, जिसके कारण प्रकाश एवं ताप का प्रभाव सीधा खरपतवार बीजों पर पड़ता है, जिससे ये अपनी अंकुरण क्षमता खो देते हैं और अनुकूल वातावरण मिलने पर भी इनमे अंकुरण नहीं होता, जिससे फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा में कमी आती है।

वाश ऑफ (बहकर खेत के बाहर न जा पाना)

शून्य जुताई फसल प्रणाली में मृदा जीवांश की मात्रा अधिक होने एवं फसल अवशेष की उपस्थिति के कारण पानी का बहाव नहीं हो पाता जिससे खरपतवार बीज खेत के बाहर बहकर नहीं जा पाते परिणामस्वरूप एक खेत से दूसरे में बीज बैंक का विस्तार नही हो पाता।

फसल अवशेष का खरपतवारों पर प्रभाव

पूर्व फसल अवशेष की मृदा सतह पर उपस्थिति के कारण हवा व प्रकाश का सीधा संपर्क खरपतवार बीजों से नहीं होता तथा इसके अभाव में खरपतवारों का अंकुरण प्रभावित होता है जिससे खरपतवार आक्रामकता में 15-20% तक कमी आती है।

प्रकाश प्रवेश में रोकथाम

फसल अवशेष की मृदा सतह पर उपस्थिति के कारण हवा व प्रकाश का सीधा संपर्क खरपतवार बीजों से नहीं होता तथा इसके अभाव में खरपतवारों का अंकुरण प्रभावित होता है जिससे खरपतवार आक्रामकता में कमी आती है।

अंकुरण में कमी

मृदा सतह पर फसल अवशेष रहते हैं, जो की खरपतवारों के अंकुरण को प्रभावित करते हैं। ये खरपतवारों के बीज से प्रकाश तथा हवा का संपर्क रोंक देते हैं , तथा प्रकाश की अनुपस्थिति में प्रकाश संश्लेषण में कमी आती है परिणामस्वरूप खरपतवारों की वानस्पतिक वृद्धि प्रभावित होती है।

झींगुर

काली चींटी

उच्च मृदा वनस्पति एवं सूक्ष्म जीव

फसल अवशेष कुछ समय पश्चात अपघटित होकर मृदा में मिल जाते हैं जिससे मृदा में जीवांश की मात्रा में वृद्धि होती है। ये जीवांश पदार्थ सूक्ष्म जीवों का आहार होते हैं जिसके कारण शून्य जुताई आधारित फसल प्रणाली में इनकी संख्या बढ़ जाती है।

अधिक नमी स्तर

शून्य जुताई आधारित पद्धति में कर्षण क्रिया न होने तथा मृदा सतह पर फसल अवशेष होने के कारण वाष्पीकरण द्वारा जल हानि नहीं होती, इसमें पारंपरिक पद्धति की तुलना में 10-15% जल हानि कम होती है जिससे इसमें नमी का स्तर अधिक रहता है। परिणामस्वारूप 1-2 सिंचाई की बचत की जा सकती है।

एलीलोकेमिकल का स्राव

फसल अवशेष जैसे-गेहूँ का भूसा विशेष प्रकार के रसायन हाइड्रोक्सामिक एसिड का स्राव करते हैं जिससे सतह पर पड़े अन्य प्रजातियों के बीजों को उगने नहीं दिया जाता परिणामस्वरूप फसल आक्रामकता में कमी आती है। अन्य फसल अवशेष जैसे-धान, जौ आदि के फसल अवशेष सतह पर पड़े रहते हैं। जिससे प्रकाश का संपर्क खरपतवारों से नहीं हो पाता तथा खरपतवार अंकुरण एवं संख्या में 15-45% तक कमी पायी गई।

फसल विविधीकरण का प्रभाव

विविध प्रबंधन तकनीकी

फसल चक्र में कई प्रकार के फसलों के समावेश के कारण उनके प्रबंधन के तरीकों में बदलाव होता है। प्रत्येक फसल को उसके वानस्पतिक वृद्धि एवं विकास हेतु अलग- अलग जलवायु की आवश्यकता होती है एवं उनके संबंधित खरपतवार भी अलग-अलग होते हैं और विभिन्न प्रबंधन तरीकों के कारण ये नियंत्रित हो सकते हैं। जैसे- बथुआ एवं जई

विभिन्न प्रकार के शाकनाशियों का प्रयोग

अलग- अलग फसलों के खरपतवार अलग- अलग होते हैं तथा उनके प्रबंधन के लिए कई प्रकार के शाकनाशियों का इस्तेमाल किया जाता है जिससे खरपतवारों में शाकनाशियों के प्रति प्रतिरोधक क्षमता का विकास नहीं हो पाता तथा इन्हें शाकनाशियों के अनुसंशित मात्रा से नियंत्रित किया जा सकता है।

खरपतवार प्रबंधन की विधियाँ

खरपतवार प्रबंधन किसी भी फसल की कास्त योजना में एक बड़ी चुनौती है तथा इस पर एक सटीक, प्रभावी और कारगर प्रबंधकीय उपाय प्राप्त करने की जरूरत है। संरक्षित कृषि में खरपतवार प्रबंधन हेतु निवारक उपायों के साथ-साथ अन्य उपाय जैसे-जुताई विधि, मृदा आच्छादन, फसल चक्र, बुवाई का समय, पौधों की इष्टतम आबादी, प्रतिस्पर्धी फसल की किस्में और शाकनाशियों का प्रयोग किया जाना लाभप्रद है।

निवारक विधि

इस विधि में ऐसी क्रियाओं को सम्मिलित किया जाता है जो खेत में खरपतवारों प्रवेश को बाधित करे जैसे- खेत की तैयारी में प्रयोग किए जाने वाले यंत्रों की प्रयोग से पूर्व अच्छी तरह से सफाई, सिंचाई नालियों एवं उपकरणों की भली-भाति जांच परख एवं सफाई प्रमाणित बीजों का प्रयोग, अच्छी सड़ी कम्पोस्ट एवं गोबर की खाद का प्रयोग इत्यादि। ये समस्त उपाय किसी भी खरपतवार का फसल में प्रवेश को रोकने के लिए अपनाए जाते हैं।

फसल-चक्र की खरपतवार प्रबंधन में भूमिका

टिकाऊ खरपतवार प्रबंधन के लिए यह आवश्यक है कि एक ही फसल को बार-बार एक ही खेत में न बोकर इस क्रम में फसल चक्र को सम्मलित किया जैसे इससे मृदा सुधार के साथ-साथ खरपतवारों और कीटों के प्रकोप में कमी कमी आती है, परिणामस्वरूप फसल उत्पादन में वृद्धि होती है। फसल चक्र अपनाने से फसलों के सम्बंधित खरपतवारों की समस्या को कम किया जा सकता है क्योंकि इसके लिए विशिष्ट सूक्ष्म जलवायु की आवश्यकता होती है। अतः फसल चक्र अपनाने से इस समस्या से निजात पाया जा सकता है। यह पाया गया है कि शुन्य जुताई आधारित मक्का -चना-मूंग फसल चक्र की तुलाना में मक्का-गेंहूँ-मूंग फसल पद्धति मे खरपतवारों की प्रबलता कम रहती है।

बुवाई का समय

बुवाई का समय खरपतवार प्रबंधन हेतु एक महत्वपूर्ण कारक है, क्योंकि खरपतवारों के उगने का एक निश्चित समय होता है, यदि उस

समय को किसी भी प्रकार से प्रबंध करके फसल की बोनी की जाए तो खरपतवार सम्बंधित समस्या को कम किया जा सकता है । अनुसंधानकर्ताओं के अनुसार यदि बुआई के समय मे परिवर्तन कर दें तो खरपतवारों की समस्या को 20-25% तक कम किया जा सकता है।इसका मुख्य कारण यह है कि खरपतवार एक निश्चित समय व ताप पर ही उगते है यदि विभिन्न प्रकार के नियोजनों के माध्यम से इसे परिवर्तित कर दें को खरपतवार की तीव्रता को कम किया जा सकता है, जिससे मानव श्रम एवं खरपतवारनाशी की निर्भरता में कमी आएगी।

शुद्ध बीजों का प्रयोग

किसी भी फसल के उत्पादन हेतु बीज ही मुख्य आधार है अतः बुवाई के लिए उच्च गुणवत्ता वाले शुद्ध एवं साफ बीजों की आवश्यकता होती है।इसके लिए ऐसे बीज का चयन करना चाहिए जो आनुवांशिक रूप से शुद्ध हो एवं उच्च अंकुरण क्षमता वाला हो ।क्योंकि शुद्ध बीज ही स्वस्थ्य पौधे के विकास का कारण होता है जो कि खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा कर सकता है । बीज को खरीदने हेतु ऐसे स्थान का चयन करें जो कि शुद्ध बीज का विक्रय करता हो तथा उसके द्वारा बीज की पक्की रसीद दी जाये जिससे बीज में खराबी आने पर कृषक क्लेम कर भरपाई की मांग कर सकें ।

पौधों की इष्टतम आबादी

पौधों की इष्टतम आबादी खरपतवारों से बेहतर प्रतिस्पर्धा करने के लिए आवश्यक है। यदि पौधों की संख्या कम है तो फसल - खरपतवार प्रतिस्पर्धा में वृद्धि होगी। यदि उचित पौध घनत्व रखा जाये तो खरपतवारों को उगने व बढ़ने के लिए जगह शेष नहीं रहती है। इष्टतम फसल आबादी प्राप्त करने के लिए उचित बीज का चयन, सही विधि से बुआई, पर्याप्त बीजदर, मिट्टी जनित कीटों और बीमारियों से सुरक्षा आदि जैसी प्रथाएं बहुत महत्वपूर्ण हैं। यदि पौधों की आबादी अधिक रख दी जाये तो यह देखा गया है कि फसल में स्वयं से स्वयं के प्रति पोषक तत्वों प्रकाश नमी आदि के लिए प्रति प्रतिस्पर्धा प्रारम्भ हो जाती है जिससे पौधे की वृद्धि तीव्र हो जाती है। जिससे फसल मे अफलन की स्थिति बन जाती है तथा उत्पादन मे 20-25% तक गिरावट केवल अधिक आवादी के कारण हो जाती है। अतः खरपतवारों के रोकथाम एवं अधिक उपज प्राप्त करने के लिए पौधों की इष्टतम आबादी रखना चाहिए।

मृदा आच्छादन (मल्चिंग)

वातावरण एवं जलवायु अनुकूल खरपतवार प्रबंधन हेतु आच्छादन एक महत्वपूर्ण प्रक्रिया है। सामान्यतः आच्छादन के लिए सूखा चारा या फसल अवशेष को दो कतारों के बीच फसल बुआई के पश्चात फैला दिया जाता है जिससे प्रकाश एवं हवा का सीधा संपर्क खरपतवारों से नहीं हो पाता परिणामस्वरूप अकुंरण भी प्रभावित होता है।

खेतों में यदि आच्छादन के रूप में धान व गेंहूं के अवशेषों का प्रयोग करते हैं तो तुलनात्मकखंड की तुलना मे अवशेष वाले खेत में खरपतवारों की सघनता में 40 -50% कमी आती है साथ ही साथ मृदा नमी संचयन मे 10-15% की वृद्धि होती है । इसका प्रमुख कारण प्रकाश के मृदा से सीधे संपर्क मे आच्छादन द्वारा अवरोध उत्पन्न करना है ।

प्रतिस्पर्धी फसल की किस्में

इस प्रकार की फसलों की वानस्पतिक वृद्धि अति तीव्र होती है जिससे ये रिक्त स्थान को जल्दी ढककर खरपतवारों को उगने से रोक देते हैं, जिससे फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा में कमी आती है। फसल एवं खरपतवार के मध्य प्रतिस्पर्धा मुख्यतः नमी, प्रकाश , स्थान व पोषण के लिए होती है । विभिन्न अनुसंधान के आकड़ों के अनुसार प्रतिस्पर्धी किस्में आम किस्मों की तुलना में खरपतवार आक्रामकता को 25-30% तक कम कर देती है ।

यांत्रिक विधि

यांत्रिक विधि खरपतवार नियंत्रण की एक उत्तम विधि है। इस विधि से खरपतवारों को आसानी से नियंत्रित किया जा सकता है लेकिन इस विधि में प्रति इकाई श्रम, समय व पूँजी अधिक लगते हैं । इस विधि के द्वारा ऐसे फसलों में भी खरपतवार प्रबंधन किया जा सकता है, जहाँ रसायनों का इस्तेमाल पूर्णतया प्रतिबंधित होता है। उदाहरण के लिए - जैविक कृषि की दशा में यांत्रिक विधियों द्वारा खरपतवार प्रबंधन अति महत्वपूर्ण हो जाता है। यह विधि आज भी खरपतवार प्रबंधन की एक उत्तम व सर्वाधिक फसल उपज प्रदान करने वाली विधि है। विभिन्न फसलों में बुवाई के 20-45 दिन के मध्य का समय खरपतवारों से प्रतियोगिता की दृष्टि से क्रांतिक समय है। दो निराई गुड़ाई से खरपतवारों की आक्रामकता पर नियंत्रण पाया जा सकता है। पहली निराई-बुवाई के 20-25 दिन बाद तथा दूसरी 40-45 दिन बाद करनी चाहिए। निराई-गुड़ाई कार्य हेतु ट्विन व्हील हो का प्रयोग कारगर एवं आर्थिक दृष्टि से सस्ता पड़ता है । विभिन्न यांत्रिक विधियाँ जिनका प्रयोग विभिन्न प्रकार के खरपतवार नियंत्रण के लिए किया जाता है, वह निम्न लिखित हैं:-

हाथ से निराई-गुड़ाई

खुरपी की सहायता से हाथ से निराई-गुड़ाई खरपतवार प्रबंधन के लिए सबसे उपयुक्त यांत्रिक विधि है। इस विधि में सरल और प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के लिए खुरपी की सहायता से हाथ से खरपतवारों को फसल की प्रारंभिक अवस्था में बुआई के 15 से 45 दिन के बीच निकाल दिया जाता है। यह समय खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा की दृष्टि से उचित समय माना जाता है। प्रारंभिक अवस्था में खरपतवार प्रबंधन फसल वृद्धि व उत्पादन को बढ़ाता है। इस विधि से खरपतवार प्रबंधन

तालिका 1. विभिन्य फसलों में प्रयोग किए जाने वाले विभिन्न खरपतवारनाशी रसायन की मात्रा और विधि

फसल का नाम /खरपतवारनाशी रसायन का नाम	मात्रा (ग्रा/हे)	प्रयोग का समय	नियंत्रित खरपतवार
सोयाबीन			
डिक्लोसुलम	26	बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व।	चौड़ी व सकरी पत्ती वाले खरपतवारों का कारगर नियंत्रण होता है।
पेंडीमेंथलिन (स्टाम्प)	1000	बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व।	मुख्यतः सकरी पत्ती वाले खरपतवारों एवं कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
एलाक्लोर (लासो)	1000	तदैव	केवल सकरी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
मेट्रीब्यूजिन (सेन्कोर)	500	तदैव	चौड़ी व् सकरी पत्ती वाले खरपतवारों का कारगर नियंत्रण होता है।
क्लोरीम्यूरॉन (क्लोवेन) 25 डब्ल्यू. पी.	6-9	बुवाई के 15-20 दिन बाद	मुख्यतः चौड़ी पत्ती वाले एवं कुछ घासकुल और मोथाकुल के खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
फेनोक्साप्राप (व्हिपसुपर) 10 ई.सी	80-100	बुवाई से 20-25 दिन बाद	वार्षिक घासकुल के खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण, लेकिन अन्य खरपतवारों पर बहुत कम असर करता है।
इमेजेथापायर (परस्यूट)10% एस. एल.	80-100	बुवाई के 15-20 दिन बाद	चौड़ी पत्ती वाले एवं कुछ घासकुल के खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
क्यूजालोफाप इथाईल (टर्गासुपर) 10 ई.सी	40-60	बुवाई के 15-20 दिन बाद	घासकुल के खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
प्रोपाक्विजाफॉप इथाइल + इमेजेथापायर	120	बुवाई के 15-20 दिन बाद	चौड़ी पत्ती वाले एवं घासकुल के खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
इमाजेथापायऱ + इमेजेमॉक्स	70	बुवाई के 15-20 दिन बाद	चौड़ी पत्ती वाले एवं घासकुल के खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
क्लोडीनाफोप़ सोडियमएसीफ्लोर्फेन	245	बुवाई के 15-20 दिन बाद	चौड़ी पत्ती वाले एवं घासकुल के खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
धान			
प्रेटिलाक्लोऱ पायरेजो सल्फुरान	615	बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व।	चौड़ी पत्ती वाले एवं घासकुल के खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
पेंडीमेंथलिन 38.7% सी.एस.	678	बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व।	चौड़ी पत्ती वाले एवं घासकुल के खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
बिस्पायरीबैक सोडियम	25	बुवाई के 15-20 दिन बाद	चौड़ी पत्ती वाले एवं घासकुल के खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
सायहेलोफोप़ + पेनोक्ससुलम	135	बुवाई के 15-20 दिन बाद	चौड़ी पत्ती वाले एवं घासकुल के खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
मक्का			
एट्राजीन + पेंडीमेंथलिन	500+500	बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व।	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
एट्राजीन	1000	बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व।	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
एट्राजीन + टोप्रामेजोंन	500+25.2	बुवाई के 15-20 दिन बाद	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
एट्राजीन + टेम्बोट्रियोन	500+120	बुवाई के 15-20 दिन बाद	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
गेंहूं			
क्लोडीनाफोप + मेटसल्फुरोंन	60+4	बुवाई के 25-30 दिन बाद	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
मेटसल्फुरोंन	4	बुवाई के 25-30 दिन बाद	चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
मीजोसल्फुरोंऩ + आइडोसल्फुरोंन	12.2+2.4	बुवाई के 25-30 दिन बाद	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
चना			
पेंडीमेंथलिन + इमेजाथापायर	1000	बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व।	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
पेंडीमेंथलिन 38.7% सी.एस.	678	बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व।	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
मूंग/उड़द			
पेंडीमेंथलिन इमेजाथापायर	1000	बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व।	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
पेंडीमेंथलिन 38.7% सी.एस.	678	बुवाई के बाद परन्तु अंकुरण से पूर्व।	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
इमाजेथापायर	100	बुवाई के 15-20 दिन बाद	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
क्विजालोफॉप	60	बुवाई के 15-20 दिन बाद	केवल सकरी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
प्रोपाक्विजाफोप	75	बुवाई के 15-20 दिन बाद	केवल सकरी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण में प्रभावी है।
प्रोपक्विजाफॉप़ + इमाजेथापायर	125	बुवाई के 15-20 दिन बाद	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
इमाजेथापायर + इमेजेमॉक्स	70	बुवाई के 15-20 दिन बाद	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण
सोडियम-एसिफ्लुओरफेन +क्लोडिनाफॉप	245	बुवाई के 15-20 दिन बाद	सकरी एवं चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण

टिप्पणीः अंकुरण पूर्व प्रयुक्त होने वाले खरपतवारनाशी रसायनों की आवश्यक मात्रा को 500-600 लीटर, तथा अंकुरण पश्चात 375-400 लीटर पानी में घोल बनाकर प्रति हेक्टेयर की दर से समान रूप से छिड़काव करना चाहिए। छिड़काव हेतु नैपसैक स्प्रेयर एवं फ्लैट फेन नोजल का प्रयोग करें।

करने पर उपज सर्वाधिक प्राप्त होती है, परंतु इस विधि में प्रति एकड़ कम से कम 10 श्रमिक की जरूरत होती है तथा इसमें श्रम एवं पूंजी भी अधिक लगती है प्रति इकाई लागत में वृद्धि के परिणामस्वरूप लाभ-लागत अनुपात में कमी आती है।

हस्त चलित हो द्वारा निराई

इस विधि का प्रयोग पंक्ति में बोई गई फसलों के कतारों के मध्य उगे खरपतवारों के प्रबंधन के लिए आसानी से किया जाता है।यह कतारों के बीच उगे खरपतवारों को 1-2 सेमी गहराई से काट देता है ।इस विधि द्वारा हाथ से निदाई विधि की तुलना में कम समय व श्रम में अधिक क्षेत्र के खरपतवारों को आसानी से निकाल सकते हैं लेकिन इस विधि से खरपतवारों की समस्या से पूर्ण निजात नहीं मिल पाता क्योंकि इसके द्वारा केवल दो कतारों के मध्य उपस्थित खरपतवारों को ही निकाला जा सकता है और यह खरपतवारों को जड़ से न निकालकर केवल सतह से काटता है जिससे ये पुनः फसल को प्रभावित करते हैं। इसके अलावा पौधों के बीच उपस्थित खरपतवार शेष रह जाते हैं और वह फसलों से प्रतिस्पर्धा प्रारम्भ कर देते हैं।

खुदाई

बहुवर्षीय खरपतवारों जैसे- कांस, दूबघास, मोथा आदि के नियंत्रण के लिए किया जाता है ।इस विधि से भूमिगत कंद, प्रकंद, जड़, तना आदि से प्रसारित होने वाले खरपतवारों को जड़ से कोदकर खेत से बाहर कर दिया जाता है। इस विधि से बहुवर्षीय खरपतवारों में पूर्ण नियंत्रण प्राप्त कर सकते है। बहुवर्षीय खरपतवारों को कुदाली या गैती की सहायता से खोदकर जमीन से बाहर निकाला जाता है। इसके द्वारा किसी समस्या का स्थायी निदान प्राप्त होता है। लेकिन यह विधि अधिक समय लेने वाली एवं खर्चीली विधि है।

अन्तःसस्य क्रिया (इंटरकल्चर ओपरेसन)

कतारों में बोई जाने वाली फसलों में अन्तः सस्य क्रिया खरपतवार नियंत्रण की एक बहुत ही कारगर और सस्ती विधि है।इस विधि में खरपतवार नियंत्रण के लिए ब्लेड लगे उपकरणों का उपयोग किया जाता है ये खरपतवारों को मिट्टी की सतह से ठीक 1-2 सेमी नीचे से काटते हैं। जिससे खरपतवार सूख कर नष्ट हो जाते है। इस विधि में श्रम व पूंजी अन्य विधियों की तुलना में कम लगती है।

यह क्रिया खरपतवार नियंत्रण के साथ-साथ मृदा मे वायु संचार को भी बढ़ाती है। परिणामस्वरूप उपज वृद्धि कारकों की संख्या मे वृद्धि होती है जिससे प्रति इकाई पैदावार में बढ़ोत्तरी होती है।

रासायनिक विधि: इस विधि में खरपतवारों को नष्ट करने के लिए खरपतवारनाशी का प्रयोग किया जाता है, इसके द्वारा कम समय तथा कम लागत में खरपतवारों को नियंत्रित किया जा सकता है। रसायनिक विधि अपनाने से प्रति हेक्टेयर लागत में कमी आती है। साथ में समय एवं श्रम की भी बचत होती है। संरक्षित कृषि बिना रसायनों की उपलब्धता के संभव नहीं है। संरक्षित कृषि के तहत खरीफ रबी एवं जायद फसल में प्रयोग होने वाले खरपतवारनाशियों का विवरण तालिका 1 में दिया गया है।

टिप्पणी: अंकुरण पूर्व प्रयुक्त होने वाले खरपतवारनाशी रसायनों की आवश्यक मात्रा को 500-600 लीटर, तथा अंकुरण पश्चात 375-400 लीटर पानी में घोल बनाकर प्रति हेक्टेयर की दर से समान रूप से छिड़काव करना चाहिए। छिड़काव हेतु नैपसैक स्प्रेयर एवं फ्लैट फेन नोजल का प्रयोग करें।

एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

जब खरपतवार प्रबंधन के लिए दो या दो से अधिक विधियों का समन्वित प्रयोग किया जाता है तो उसे एकीकृत खरपतवार प्रबंधन कहते हैं। इसके द्वारा हर प्रकार के खरपतवारों को नियंत्रित किया जा सकता है। उदाहरण के लिए यदि खरपतवारनाशी रसायन के फसल में छिडकाव किया गया तो उसमें कुछ खरपतवार शेष रह गए तब उसे दूसरी विधि जैसे - हाथ से निदाई अथवा हो आदि के द्वारा हटा दिया गया इस प्रकार बहुआयामी नियंत्रण प्राप्त हुआ।

संरक्षित खेती के लाभः

1. खेत की तैयारी में आने वाले व्यय में कमी आती है क्योंकि जुताई खर्च जोकि 5-6 हजार होता है, उसकी बचत होती है अर्थात प्रति हेक्टेयर लगत में कमी आती है।
2. अगली फसल हेतु 8-10 दिन समय की बचत होती है जो की जुताई व पलेवा आदि में व्यय होता हैं।
3. ईंधन दहन में कमी के कारण वातावरण के स्वास्थ्य में सुधार होता है।
4. फसल अवशेष को खेत में छोड़ दिये जाने के कारण मृदा में कार्बनिक पदार्थ की मात्रा में बढ़ोत्तरी होती है। परिणाम स्वरूप सूक्ष्मजीवों की संख्या में बढ़ोत्तरी होती है।
5. फसल अवशेष की उपस्थिति के कारण जल का वाष्पीकरण द्वारा हानि में कमी आती है जिससे परंपरागत खेती कि तुलना में 1-2 पानी कम लगता है।
6. फसल अवशेष अपघटन पश्चात मृदा उर्वरता में वृद्धि होती है जिसके कारण उर्वरकों की मात्रा में कमी आती है।
7. फसल अवशेष खरपतवार को नियंत्रित करते हैं परिणामस्वरूप खरपतवार आक्रामकता में कमी आती है जिससे खरपतवारनाशी की मात्रा में भी कमी आती है।

समस्याएं

1. इस प्रकार की खेती के लिए शाकनाशी की अनिवार्यता होती है, इसके अभाव में बहुवर्षीय एवं घास कुल के खरपतवारों को नियंत्रित करना एक चुनौतीपूर्ण कार्य है।
2. खेत में फसल अवशेष की उपस्थिति दीमक के आक्रमण को बढ़ावा देती है क्योंकि फसल अवशेष में सेल्युलोज की पर्याप्त मात्रा होती है जो कि दीमक का प्रिय भोजन होता है जिसके कारण संरक्षित कृषि में दीमक का प्रकोप बढ़ जाता है।
3. खरपतवार बीज सतह पर रह जाने के कारण एक साथ उगते हैं जिससे प्रारंभिक समस्या बढ़ जाती है और इसको नियंत्रित करने के लिए खरपतवारनाशियों की मात्रा बढानी पड़ती है।
4. बुआई के समय एक व्यक्ति बीज देखने के लिए जरूरी होता है।
5. अवशेष की उपस्थिति के कारण चूहों का आक्रमण बढ़ जाता है।

फसलीय एवं गैर-फसलीय क्षेत्र में शाकनाशी अवशेषों का एकीकृत प्रबंधन

शोभा सोंधिया

[1] भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

आधुनिक कृषि प्रणाली में, उन्नत फसल प्राप्त करने और खरपतवारों के कारण होने वाले उपज के नुकसान को कम करने के लिए शाकनाशी का उपयोग अपरिहार्य हो गया है। सस्ते विकल्प के रूप में शाकनाशियों की उपलब्धता के कारण खरपतवारों के प्रभावी नियंत्रण के लिए कृषक समुदाय में शाकनाशी की मांग में अत्यधिक वृद्धि देखी गई है। शाकनाशियों का उपयोग वैश्विक स्तर पर कुल कृषि रसायनों का 44% और भारत में 30% है। शाकनाशियों का उचित उपयोग चयनात्मक और कम खर्चीला खरपतवार नियंत्रण प्रदान करता है; यद्यपि, शाकनाशी के बार-बार और गैर प्रासंगिक उपयोग से मिट्टी में शाकनाशी अवशेष के कारण, पादप विषाक्ता और बाद की फसलों, गैर-लक्ष्य जीवों और पर्यावरण पर प्रतिकूल परिणाम हो सकते हैं जो अंततः मानव एवं अन्य जैव-समुदाय के लिए संकट को जन्म देते हैं। शाकनाशियों के लगातार छिड़काव से मिट्टी में शाकनाशी अवशेषों की उपस्थिति की समस्या पैदा हो रही है, जिसका दूरगामी विपरीत परिणाम संभावित है। एक अनुमान के अनुसार, कीटनाशकों का उपयोग करने वाले शीर्ष 10 प्रमुख देश क्रमशः, चीन, संयुक्त राज्य अमेरिका, अर्जेंटीना, थाईलैंड, ब्राजील, इटली, फ्रांस, कनाडा, जापान और भारत हैं। कुल मिलाकर, 2020 में वैश्विक स्तर पर 2.66 मिलियन मीट्रिक टन कीटनाशक की खपत हुई जिसमे से आज दुनिया भर में उपयोग होने वाले कीटनाशकों का लगभग 60% हिस्सेदारी खरपतवारों को नियंत्रित करने वाले शाकनाशी है। कुछ शाकनाशी वाष्पीकरण, निक्षालन और अपवाह के प्रति संवेदनशील होते हैं, जिसके कारण वे मिट्टी, जल निकायों और ऊतकों में जमा हो जाते हैं। इसके अतिरिक्त, शाकनाशी अनापेक्षित जीवों को भी नुकसान पहुंचा सकते हैं। विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थिति में शाकनाशियों के स्थिर रहने की अवधि काफी भिन्न होती है, जिसमे कुछ त्वरितं प्रकिया से हानिरहित उप-उत्पादों में विघटित होने से लेकर पर्यावरण में लम्बी अवधि तक बने रहने वाले होते हैं (तालिका 1) इसके अलावा, शाकनाशियों के अत्यधिक उपयोग से खरपतवारों में उनके प्रति प्रतिरोध भी विकसित हो सकता है।

तालिका 1. मिट्टी में कुछ शाकनाशियों की अर्ध-आयु

शाकनाशी का नाम	अर्ध-आयु (दिन)	शाकनाशी का नाम	अर्ध-आयु (दिन)
एट्राज़िन	13-58	मेट्रिब्यूज़िन	23-49
ब्यूटाक्लोर	5-24	मेटोलाक्लोर	8-27
फ्लूज़िफ़ॉप-पी-एथिल	8-24	ऑक्सीफ़्लूरफ़ेन	19-29
फ़्लूक्लोरालिन	12-13	पेंडीमेथालिन	15-77
इमेज़ेथापायर	57-71	सल्फ़ोसल्फ़्यूरॉन	3-8
आइसोप्रोटुरॉन	13-21	2,4-डी	7-22

शाकनाशी को पत्तियों, मिट्टी और जलीय प्रणालियों पर छिड़काव करके उपयोग किया जाता है। यह अपवाह या निक्षालन के माध्यम से अप्रत्यक्ष रूप से सतही जल में प्रवेश कर सकते है, जिससे जल निकायों और पारिस्थितिकी तंत्रों में संदूषण और जैविक क्षति हो सकती है । शाकनाशी सामान्य परिस्थितियों में रासायनिक और प्रकाश रासायनिक रूप से स्थिर होते है, जिसके कारण कभी कभी अपशिष्ट जल उपचार की भौतिक और जैविक प्रक्रियाओं द्वारा इनका अपघटन कठिन हो जाता है। सामान्यता शाकनाशी अवशेष मिट्टी में जमा हो जाते हैं और कभी कभी दशकों तक मृदा में उपस्थित जीवन पर प्रतिकूल प्रभाव डालते है। मृदा में शाकनाशी का लंबे समय तक बने रहना बाद के भूमि उपयोग के लिए खतरा पैदा करता है जो की अगली फसल उत्पादन के लिए अवांछनीय है (तालिका 2)। अतः वर्तमान लेख में एक स्वस्थ्य स्थायी पर्यावरण के लिए शाकनाशी की स्थिरता एवं उससे होने वाले संभावित विपरीत प्रभाव को कम करने के लिए विभिन्न शमन रणनीतियों के साथ-साथ अन्य चुनौतियां को भी सम्मिलित किया गया है।

शाकनाशी अवशेष और शमन रणनीतियाँ

सामान्यता जब अनुशंसित दरों पर शाकनाशी प्रयोग किया जाता है तो अधिकांश शाकनाशी प्रयोग के कुछ दिनों या सप्ताहों के भीतर अपघटित हो जाते हैं जिसके कारण अगले वर्ष फसल विकल्पों पर प्रति कूल प्रभाव की संभावना कम होती हैं। यद्यपि कुछ शाकनाशी जल्दी विघटित नहीं होते हैं और प्रयोग के बाद सप्ताहों, महीनों या वर्षों तक मिट्टी में बने रह सकते हैं। यद्यपि कभी कभी शाकनाशियों के अवशेषों का उपयोग लाभकारी हो सकता है क्योंकि शाकनाशी अवशेष पूरे मौसम में संवेदनशील खरपतवार प्रजातियों के विकास को रोकते हैं। हालाँकि कभी कभी ये अवशेष उन फसलों को भी प्रतिबंधित कर सकते हैं जिन्हें बारी-बारी से उगाया जा सकता है। मृदा में अवशेष खतरों को कम करने के लिए विभिन्न प्रबंधन तकनीकें विकसित की गई हैं। इसके बावजूद, मृदा में शाकनाशी अवशेषों का प्रबंधन एक चुनौतीपूर्ण कार्य बना हुआ है। पारंपरिक और उन्नत प्रबंधन तकनीकें, जो मिट्टी में अवशेष खतरों को कम करने में मदद कर सकती हैं और प्रचलन में हैं, उनकी संक्षेप में जानकारी दी गई है।

मिट्टी में शाकनाशी अवशेषों के शमन के लिए पारंपरिक उपचार

मिट्टी में शाकनाशी अवशेषों के शमन के लिए कई सांस्कृतिक और यांत्रिक प्रकियाओ का सफलतापूर्वक उपयोग किया गया है। खरपतवारनाशी अवशेषों के शमन के लिए विभिन्न प्रकार की प्रबंधन पद्धतियों के अनुप्रयोग के माध्यम से एकीकृत खरपतवार प्रबंधन का उपयोग सफलतापूर्वक किया गया है। कई गैर-रासायनिक प्रभावी खरपतवार नियंत्रण विधियाँ प्रचलन में हैं जो मिट्टी में अवशेषों के खतरों को कम करने में मदद करती हैं, जो नीचे दी गई हैं:

खरपतवारनाशी की इष्टतम मात्रा का उपयोग: खरपतवारनाशी अवशेषों से अपेक्षित खतरों को उनकी सबसे कम प्रभावी मात्रा में अनुप्रयोग द्वारा कम किया जा सकता है जिससे वांछित खरपतवार नियंत्रण प्राप्त होता है। इससे मेढ़ो व मृदा में खरपतवारनाशी के अनुप्रयोग से कुल खरपतवारनाशी की मात्रा भी कम हो जाती है । इसे पंक्ति में बोई जाने वाली फसलों या मेड़ों पर उगाई जाने वाली फसलों जैसे कपास, गन्ना, ज्वार, मक्का आदि में अपनाया जा सकता है।

गोबर की खाद का अनुप्रयोग: गोबर की खाद के कोलाइडल अंशों में खरपतवारनाशी अणुओं का सोखना उन्हें फसलों और खरपतवार के लिए अनुपलब्ध बनाता है। गोबर खाद का प्रयोग खरपतवारनाशी की अवशिष्ट विषाक्तता को कम करने का एक प्रचलित प्रभावी तरीका भी है। गोबर खाद सूक्ष्मजीवी गतिविधि को बढ़ाता है, तथा शाकनाशी को तेजी से अपघटित करता है। कार्बनिक पदार्थ, जैव-प्रसंस्कृत सामग्री या खाद को मिलाने से मिट्टी में स्वाभाविक रूप से सूक्ष्मजीवी गतिविधि बढ़ जाती है अतः इसका उपयोग दूषित मिट्टी के उपचार के लिए किया जा सकता है। मिट्टी में 10 टन/हेक्टेयर की दर से गोबर खाद का प्रयोग या सेस्बानिया के साथ हरी खाद डालने से एट्राजीन, सल्फोसल्फ्यूरॉन के डाइनिट्रोएनिलिन, पेंडीमेथालिन, ट्राइफ्लुरालिन, फ्लूक्लोरालिन और रेतीली दोमट मिट्टी में अवशिष्ट विषाक्तता को कम करने में मदद मिलती है।

भूमि की जुताई: जुताई की क्रियाएँ मिट्टी की सतह पर मौजूद शाकनाशी अवशेषों को गहराई तक लाने में मदद करती हैं जो वाष्पीकरण द्वारा संदूषण को दूर करने में सहायता करती है। डिस्क हल या अंतर-कल्टीवेटर का उपयोग शाकनाशी विषाक्तता को कम करता है, क्योंकि इस विधि से शाकनाशी मृदा में प्रचुर मात्रा में मिल जाता है और कम हो जाता है। गहरी जुताई के मामले में, शाकनाशी की उपस्थिति मृदा की परत पर उलट जाती है और गहरी परतों में दब जाती है और इस तरह शाकनाशी अवशेष विषाक्तता हो जाती है।

फसल चक्र: फसल चक्रण एक अन्य शाकनाशी अवशेष प्रबंधन पद्धति है जो रोपण और शाकनाशी अनुप्रयोग के सामंजस्यता को बढ़ाती है, एवं व्यापक शाकनाशी प्रवाह का जोखिम कम करती है। सिंचित क्षेत्र की स्थितियों के तहत रागी-कपास-ज्वार फसल चक्रण सामान्य उदाहरण है। रागी + सूरजमुखी (सीमा फसल) के लिए 35

तालिका 2. चुनिंदा वर्गों के लिए शाकनाशी के द्वारा होने वाली क्षति के लक्षण

शाकनाशी वर्ग लक्षण	चोट के संभावित लक्षण	उदाहरण
विकास नियामक (सिंथेटिक ऑक्सिन)	प्रभावित चौड़ी पत्ती वाले पौधे पर एपिनेस्टी (पौधे के हिस्सों का नीचे और बाहर की ओर झुकना या मुड़ना), एवं ऊतक विकृति	2,4-डी, डिकैम्बा, ट्राइक्लोपायर, एमसीपीए, पिक्लोरम, क्विनक्लोरैक
वर्णक अवरोधक	क्लोरोसिस (पीलापन), सफेद, प्रक्षालित उपस्थिति	बिक्सलोजोन, मेसोट्रियोन
एएलएस अवरोधक	नई वृद्धि वाली पत्तियों पर क्लोरोसिस (पीला), लाल नसें, विकृत पत्तियों वाले लक्षण दिखाई देते हैं	इमाजापायर, पेनोक्सुलम, हेलोसल्फ्यूरॉन, इमाजाक्विन, इमाजापिक, इमाजेथापायर
पीपीओ अवरोधक	शाकनाशी से संपर्क में आने के कारण पत्तियों पर नेक्रोटिक (गहरे भूरे या काले, मृत पौधे के ऊतक) छति जो हैं, चौड़ी पत्तियां, घास की तुलना में अधिक संवेदनशील होती हैं	कार्फेंट्राजोन, सल्फेंट्राजोन
विकास नियामक (सिंथेटिक ऑक्सिन)	प्रभावित चौड़ी पत्ती वाले पौधे पर एपिनेस्टी (पौधे के हिस्सों का नीचे और बाहर की ओर झुकना या मुड़ना बाहर की ओर), एवं ऊतक विकृति	2,4-डी, डिकैम्बा, ट्राइक्लोपायर, एमसीपीए, पिक्लोरम, क्विनक्लोरैक
ईपीएसपीएस अवरोधक	क्लोरोसिस (पीलापन), विकृत पत्तियां वाले लक्षण पत्तियों पर दिखाई देते हैं जो एक्सपोज़र के बाद विकसित होते हैं	ग्लाइफोसेट
एसीसीज़ अवरोधक	घास के तने के भीतर नेक्रोटिक (मृत) बढ़ते बिंदु, क्लोरोसिस (पीलापन)	फेनोक्साप्रोप, फ्लूज़िफ़ॉप, क्लेथोडिम, सेथोक्सीडिम
प्रकाश संश्लेषण अवरोधक (फोटोसाइटम II अवरोधक)	पत्ती की नसों के बीच और किनारों पर क्लोरोसिस (पीलापन), नेक्रोसिस (मृत्यु), ये लक्षण नीचे से ऊपर की ओर विकसित होते हैं	एट्राजीन, बेंटाजोन
प्रकाश संश्लेषण अवरोधक (फोटोसाइटम I अवरोधक)	नेक्रोसिस (भूरापन), धब्बे, जो बाद में पीले या भूरे रंग के हो जाते हैं, ये लक्षण आवेदन के कुछ घंटों के भीतर दिखाई देते हैं	डिक्वाट, पैराक्वाट
सेल्यूलोज अवरोधक	धब्बेदार या सिकुड़ी हुई पत्तियां, क्लोरोसिस (पीलापन), तने का घेरा, असामान्य शूट टिप्स	आइसोक्साबेन, इंडेजिफ्लैम
माइटोसिस अवरोधक	अंकुरण में बाधा	पेंडिमेथालिन, बेनफ्लुरलिन, ओरिज़ालिन, ट्राइफ्लुरलिन

दिन पर फ्लूक्लोरालिन 0.9 किग्रा या ब्यूटाक्लोर 0.75 किग्रा/हेक्टेयर + हाथ से निराई, प्याज के साथ कपास की अंतर-फसल के लिए 35 दिन पर पेंडीमेथालिन 1.0 किग्रा/हेक्टेयर + हाथ से निराई और लोबिया के साथ ज्वार की अंतर-फसल के लिए 15 और 35 दिन पर दो बार हाथ से निराई एक अनुशंसित खरपतवार नियंत्रण पद्धति है। रेपसीड और चुकंदर, इमिडाज़ोलिन (इमाज़मॉक्स + इमेजेथापायर) शाकनाशी अवशेष के प्रति संवेदनशील होते हैं, इसलिए पिछली फसल में इन शाकनाशियों का छिड़काव किए जाने के बाद अगली फसल के रूप में फसल चक्र में इन्हें नहीं लगाना चाहिए, यद्यपि इसका प्रयोग मक्का, सर्दियों के गेहूं और जौ के फसल चक्र में किया जा सकता है। मक्का और बाजरा को ट्राइजीन अवशेषों वाली मिट्टी में फसल चक्र में लगाया जा सकता है, जबकि मेथी, शलजम, बरसीम और गोभी-सरसों जैसी फसलें सल्फोसल्फ्यूरॉन अवशेषों वाली मिट्टी में उगाई जा सकती हैं।

कवर फसलों का उपयोग: कवर फसलों द्वारा शाकनाशियों की स्थिरता को रोकने की संभावना एक महत्वपूर्ण विचारणीय तरीका है। कवर फसल का उपयोग शाकनाशियों के अर्ध-जीवन और मिट्टी में उपलब्धता, पूरे सक्रिय मौसम में कवर फसल प्रजातियों की संवेदनशीलता पर निर्भर करता है। देर से शाकनाशियों का उपयोग और उपयोग के बाद सीमित वर्षा से फसल को नुकसान पहुंचने की संभावना बढ़ जाती है। कवर फसल की रोपण तिथियों, ठंडे तापमान और पतझड़ की शुरुआत के बीच अपेक्षाकृत कम समय अवधि कवर फसलों के लिए शाकनाशियों द्वारा होने वाले सम्भावित प्रभाव के जोखिम को बढ़ाती है। यद्यपि मक्का/सोयाबीन फसल प्रणालियों में कवर फसलों को शामिल करने से कई लाभ जुड़े हैं। अनाज राई में मक्का और सोयाबीन में आमतौर पर उपयोग किए जाने वाले शाकनाशियों के प्रति अपेक्षाकृत उच्च सहनशीलता देखी गई है, और अधिकांश स्थितियों में इसका अंकुरण बढ़ते मौसम में पहले छिड़काव किए गए शाकनाशियों से प्रभावित नहीं होता है । अन्य कवर फसल प्रजातियाँ शाकनाशियों के प्रति अधिक संवेदनशील होती हैं, और उनके अंकुरण पर शाकनाशियों के संभावित प्रभावों पर विचार किया जाना चाहिए। जब कवर फसलों को चारे के लिए काटा या जानवरों को चराया जाता है, तो हमेशा शाकनाशी पैकेट में निर्देशित किसी भी उल्लेखित प्रतिबंध का पालन करना चाहिए। अतः कवर फसल का शाकनाशी अवशेष नियंत्रण में सही चयन अत्यंत आवश्यक है।

सक्रिय कार्बन द्वारा अवशोषण: सक्रिय कार्बन में अपने विशाल सतह क्षेत्र की वजह से उच्च अवशेष मात्रा अवशोषण की क्षमता होती है जो लगभग 600-1200 m2/g तक होती है। इन ठोस सतहों को अवशोषक कहा जाता है। प्रक्रिया की प्रभावशीलता परिचालन कारकों पर निर्भर करती है, जैसे अवशोषक की मात्रा, पीएच, संपर्क समय, तापमान और प्रारंभिक सोखना, एकाग्रता, आदि । 50 किग्रा/हेक्टेयर सक्रिय चारकोल के प्रयोग से क्लोरसल्फ्यूरॉन 1.25 और 2.50 किग्रा/हेक्टेयर की दर से छिडकाव के अवशेषों को निष्क्रिय करने के लिए प्रभावी पाया गया है और अनुपचारित नियंत्रण की तुलना में यह मक्का की उपज को भी प्रभावित नहीं करता है। शाकनाशियों के लिए कई पुन: प्रयोज्य सामग्री जैसे दानेदार सक्रिय कार्बन, पीट फाइबर, बॉटम ऐश, फ्लाई ऐश, ब्लास्ट स्लैग, फॉसलॉक, और जिओलाइट आदि है । इनमें से, दानेदार सक्रिय कार्बन में 95% से अधिक अवशेष हटाने की क्षमता होती है । सक्रिय कार्बन एक सस्ता उत्पादन लागत है। कृषि अपशिष्ट और प्राकृतिक जैवभार आधारित सामग्री जैसे नारियल का कचरा, संतरे का गूदा, चिटोसन और फॉक्सटेल पाम फल के उपयोग से दूषित पानी से 2,4-डी का अधिकतम निष्कासन 60 मिनट में पाया गया, जो अन्य प्रकार के अधिशोषकों के सापेक्ष अधिक है। सक्रिय चारकोल (या कार्बन) के उपयोग से विशिष्ट क्षेत्रों में शाकनाशी संदूषण को कम कर सकते है और इसका प्रयोग टमाटर, मिर्च, स्ट्रॉबेरी, सजावटी, आदि फसलों में ट्राइजीन या प्रतिस्थापित यूरिया शाकनाशियों से बचाने के लिए रूट डिप के रूप में भी किया जा सकता है। पॉलीएनिलिन, पॉलीपीरोल और सोडियम एल्गिनेट के साथ गन्ने की खोई के मिश्रण को पीएच, तापमान, संपर्क समय और समग्र मात्रा को अलग-अलग करके 2,4-डी को विमुक्त करने के लिए एक अधिशोषक के रूप में भी उपयोग किया जा सकता है।

उपयोग के बाद हल्की सिंचाई: यद्यपि, नियंत्रित सिंचाई निष्क्रियता के सभी तरीकों को बढ़ाती है, जबकि भारी सिंचाई फसल के जड़ क्षेत्र से शाकनाशियों को बाहर निकाल देती है। बार-बार सिंचाई द्वारा पानी में घुलनशील शाकनाशियों का रिसाव बढ़ जाता है। इस तरह, शाकनाशियों को निचली परतों में यानी फसल की जड़ों की पहुंच से परे बहा दिया जाता है। जिसके परिणामस्वरूप शाकनाशियों की मृदा में मात्रा एवं संबंधित प्रतिकूल प्रभाव कम हो जाता है।

मिट्टी के शाकनाशी अवशेषों के शमन के लिए आधुनिक उपचार

जैवउत्तेजक्ता (बायोस्टिम्यूलेशन): जैवउत्तेजक्ता में पर्यावरण को संशोधित करना शामिल है जैवउत्तेजना को मिट्टी में पर्याप्त मात्रा में पानी, पोषक तत्व और ऑक्सीजन डालकर प्राप्त किया जा सकता है, ताकि स्वदेशी सूक्ष्मजीवी विघटक की गतिविधि को या सह-चयापचय को बढ़ाया जा सके (तालिका 3)। यह सीमित पोषक तत्वों और इलेक्ट्रॉन स्वीकारकों के विभिन्न रूपों, जैसे कि फास्फोरस, नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, या कार्बन के उपयोग से किया जा सकता है। भले ही प्राकृतिक सूक्ष्मजीवी जनसँख्या की विविधता प्रदूषित स्थलों पर संदूषक उपचार की क्षमता को स्पष्ट रूप से प्रदर्शित करती है, लेकिन इलेक्ट्रॉन स्वीकारकर्ताओं या दाताओं की कमी, कम नाइट्रोजन या फास्फोरस की उपलब्धता, या विघटन के लिए उत्तरदायी चयापचय मार्गों की उत्तेजना की कमी इस कारक उपचार प्रक्रिया को बाधित या विलंबित कर सकते हैं।

मिट्टी में पर्याप्त मात्रा में कार्बनिक पदार्थ की कमी के कारण सामान्यतः सूक्ष्मजीवों की संख्या कम हो जाती है, जिसके कारण शाकनाशियों का अपघटन कम होता है, जिससे शाकनाशी वर्षों तक मिट्टी में बिना विघटित हुए बने रहते हैं। मिट्टी में एट्राजीन के विघटन को सुगम बनाने के लिए अकार्बनिक पोषक तत्वों के प्रयोग की संतुति की

तालिका 3. शाकनाशियों के बढ़े हुए क्षरण के लिए विभिन्न संशोधनों का उपयोग।

संशोधन	लक्ष्य शाकनाशी
सक्रिय कीचड़	एट्राजीन
डेयरी खाद	एट्राजीन
मक्का का आटा, राई घास और मुर्गी का कचरा	साइनाज़ीन और फ़्लूमेटुरोन
पौधे के अवशेष, पिसे हुए बीज या व्यावसायिक आटा	अलाक्लोर, मेटोलाक्लोर, एट्राजीन और ट्राइफ्लुरालिन
सेल्यूलोज़, भूसा और खाद	एट्राजीन
खाद, मक्का के डंठल, मकई किण्वन उपोत्पाद, पीट, खाद और चूरा	एट्राजीन, ट्राइफ्लुरालिन और मेटोलाक्लोर
कच्चे जैतून का केक	क्लोरसल्फ्यूरॉन, प्रोसल्फ्यूरॉन और बेन्सल्फ्यूरॉन
धान का भूसा, खेत की खाद, चूरा और लकड़ी का कोयला	एट्राजीन

गई है। अमोनियम नाइट्रेट, पोटेशियम नाइट्रेट और अमोनियम फॉस्फेट जैसे अकार्बनिक लवणों के प्रयोग से मिट्टी में शाकनाशियों के अर्ध जीवन में उल्लेखनीय कमी पाई गई है। अकार्बनिक नाइट्रोजन भी एट्राजीन और अन्य विषमचक्रीय यौगिकों के क्षरण को बढ़ावा देने में अधिक प्रभावी पाई गई है। नाइट्रोजन को सीमित करने के लिए अतिरिक्त कार्बन की आपूर्ति करके इसे संभावित रूप से पूरा किया जा सकता है।

प्रतिकारक या रक्षक पौधे: फसल को शाकनाशी की चोट से बचाने के लिए मिट्टी, फसल के बीज या रोपाई पर प्रतिकारक या रक्षक पौधे लगाए जाते हैं। प्रतिकारक की क्रिया का तरीका शाकनाशी को निष्क्रिय करने या अवशोषण के कारण हो सकता है, जिससे फसल द्वारा इसके अवशोषण और स्थानांतरण को रोका जा सके। उदाहरण के लिए, 1,3-नेफ्थैलिक एनहाइड्राइड और 2, 2-डाइक्लोरो-एन, एन-डायलिल एसिटामाइड का उपयोग ईपीटीसी से होने वाली क्षति को कम करने के लिए किया जा सकता है। नियंत्रित सिंचाई के माध्यम से या जुताई, फसल और मिट्टी संशोधन के उपयोग के संयोजन में शाकनाशी अवशेषों का परिशोधन अवशेषों को कम करने के लिए सफलतापूर्वक किया गया है।

जैवसंवर्धन (बायोऑग्मेंटेशन): जैवसम्वर्धन विशिष्ट सूक्ष्मजीवों को उपयोग करने की प्रक्रिया है जिसका उद्देश्य लक्ष्य शाकनाशी के जैव अपघटन को तेज करना या अपचय जीन के दाताओं के रूप में कार्य करना है। आमतौर पर यह जैवउत्तेजना (बायोस्टिम्यूलेशन) के साथ मिलाया जाता है। यदि मृदा में उपयुक्त जैव अपघटनकारी सूक्ष्मजीव मौजूद नहीं हैं, या यदि संदूषक विषाक्तता के कारण सूक्ष्मजीवों की आबादी कम हो गई है, तो उपस्थित जनसँख्या को बढ़ाने के लिए विशिष्ट सूक्ष्मजीवों को जैवसंबर्द्धक के रूप में मिलाया जा सकता है। सूक्ष्मजीव मृदा में मौजूद शाकनाशी को पोषक तत्वों और ऊर्जा की आपूर्ति के रूप में उपयोग करके उसके विघटन में मदद करते हैं। सूक्ष्मजीव आबादी की शुद्ध संस्कृतियों का मिश्रण एट्राजीन के बढ़े हुए चयापचय में प्रभावी पाया गया है, यहां तक कि उच्च सांद्रता पर भी मिश्रित सूक्ष्मजीवों के बार-बार उपयोग के साथ भी यह प्रभावी पाया गया है । *राइजोपस ओरइजी* एक संभावित कवक अलगाव है और इसका उपयोग मिट्टी से एलाक्लोर के जैव्-विघटन के लिए किया जा सकता है और *राइजोपस ओरइजी* के साथ इनक्यूबेट की गई ऊसर तथा उर्वरक मिट्टी में आधा जीवन मान क्रमशः 7.2 और 8.6 दिन पाया गया। एक अध्ययन में क्रोमोबैक्टर, एग्रोबैक्टीरियम और ओक्रोबैक्ट्रम द्वारा ग्लाइफोसेट का विघटन 41-56% तक 96 घंटे में पाया गया । इसके अलावा, *बैसिलस सबटिलिस*, पेंडिमेथालिन और निकोसल्फ्यूरॉन को विघटित करने की उच्च क्षमता प्रदर्शित करता है। कुल मिलाकर, सूक्ष्मजीव शाकनाशी के विघटन के स्तर को कम करने के लिए एक प्रभावपूर्ण घटक है, लेकिन यह प्रक्रिया बहुत धीमी है और इसे पूरा होने में कई सप्ताह या महीने लगते हैं और यह प्रकिया सीधे-सीधे पीएच तापमान, नमी की मात्रा और अन्य कारकों से प्रभावित होती है। अतः पर्यावरण में शाकनाशी अवशेषों की बढ़ी हुई मात्रा पर्यावरण के लिए हानिकारक हो सकते हैं।

बायोचार: बायोचार को तापविघटन (पायरोलिसिस) प्रक्रिया के माध्यम से संसाधित किया जाता है यह कार्बन सामग्री से भरपूर एक छिद्रपूर्ण संरचना होती है। बायोचार अपने अवशोषण के गुण के कारण मिट्टी में शाकनाशी अवशेषों को इकट्ठा होने से रोकता है और इसलिए फसल को विषाक्तता से बचाने में मदद करता है। प्रायोगिक साक्ष्यों से पता चलता है कि कृषि मिट्टी में संशोधन के रूप में बायोचार का प्रयोग करने से जैविक रूप से उपलब्ध जल की मात्रा बढ़ जाती है, मिट्टी में कार्बनिक पदार्थ बनते हैं, पोषक चक्रण तथा मृदा के स्थूल घनत्व में सुधार होता है और यह लाभदायक मिट्टी के सूक्ष्मजीवों, जैसे बैक्टीरिया और माइकोराइजल कवकों के लिए शरणस्थल प्रदान करता है। बायोचार उत्पादन के लिए उपयोग की जाने वाली सामग्री का स्रोत मिट्टी में शाकनाशी अवशेषों के अवशोषण को भी प्रभावित करता है। इस प्रकार, कार्बनयुक्त सामग्री की उपस्थिति, यहां तक कि कम मात्रा में प्रयोग भी, मिट्टी में कार्बनिक यौगिकों के सोखने पर प्रभावी हो सकती है। 1% और 2% बायोचार के प्रयोग से संशोधित मिट्टी में अवशोषण की क्षमता में वृद्धि तथा आइसोप्रोटूरॉन अवशेषों की कमी और जैवनिम्नीकरण कम पाया गया एवं अधिकतम अवशोषण क्षमता 323.76 mg/g दर्ज की गई, जो 2,4-D अवशोषण अध्ययनों के लिए दर्ज की गई अधिकतम में से एक है। स्विचग्रास (पैनिकम विरगेटम)

बायोचार के उपयोग से अपशिष्ट जल में 2,4-D और 2-मिथाइल-4-क्लोरोफेनोक्सी-एसिटिक एसिड (MCPA) अवशेषों में कमी पाई गई। बायोचार का प्रयोग पानी में शाकनाशी की सांद्रता को कम करके एट्राजीन अवशेषों के कारण होने वाली सोयाबीन की बुवाई के बाद अंकुरण छति को कम करने में भी होता है।

नैनोतकनीकी का प्रयोग: इसमें नैनोकण (nanoparticles) जो की लगभग 1 नैनोमीटर (आणविक पैमाने) से लेकर 100 नैनोमीटर तक के आकार की संरचनाओं का होता है नैनोतकनीकी में विभिन्य उपकरणों का उपयोग होता है। कार्बन-आधारित नैनोट्यूब (सीएनटी), ग्रेफीन, नैनोक्रिस्टलाइन धातु ऑक्साइड आदि जैसे कई नैनोतकनीकी का प्रयोग शाकनाशी अवशेषों के शमन में लोकप्रिय हो रहा हैं। इसके अलावा, विद्युतरसायानिक और उत्प्रेरक गुणों वाले नैनोपदार्थ भी शाकनाशियों के कारण पर्यावरण प्रदूषण को दूर करने में प्रभावी पाए जा रहे है।

कार्बन नैनोट्यूब आम तौर पर एक या कई संकेंद्रित नलिकाओं में व्यवस्थित ग्रेफाइट कार्बन से बने होते हैं। सीएनटी एकल दीवार वाले नैनोट्यूब के साथ-साथ बहु-दीवार वाले नैनोट्यूब भी हो सकते हैं और इनमें एक आयामी संरचना, तापीय स्थिरता और अद्वितीय रासायनिक गुण होते हैं और इसमें कई प्रकार के शाकनाशियों को अवशोषण की क्षमता होती है। सीएनटी द्वारा शाकनाशियों की अवशोषण की क्षमता मुख्य रूप से छिद्र संरचना और सतह कार्यात्मक समूहों के एक व्यापक स्पेक्ट्रम के अस्तित्व से निर्धारित होती है जिसे किसी विशेष उद्देश्य के लिए इष्टतम प्रदर्शन में सुधार करने के लिए रासायनिक या तापीय संशोधनों द्वारा प्राप्त किया जा सकता है। पॉलीसाइक्लिक एरोमैटिक हाइड्रोकार्बन और ध्रुवीय ऐरोमैटिक यौगिकों जैसे डबल बॉन्ड या बेंजीन रिंग वाले कार्बनिक अणु π-π अंतर्क्रिया (इंटरैक्शन) के माध्यम से सोख लेते हैं। अधिशोषण प्रक्रिया में कार्यात्मक समूहों जैसे -कार्बोक्सिल, हाइड्रॉक्सिल, अमीनो समूह और कार्बनिक अणुओं के बीच हाइड्रोजन बॉन्डिंग भी शामिल हो सकती है। क्रियात्मक समूह CNTs सतहों की जलस्नेही छमता (हाइड्रोफिलिसिटी) को बढ़ाते हैं और उन्हें अपेक्षाकृत कम आणविक भार और ध्रुवीय यौगिकों के अवशोषण के लिए उपयुक्त बनाते हैं। डायरॉन और डाइक्लोबेनिल के अधिशोषण के लिए मल्टीवॉल्ड नैनोट्यूब्यूल्स (MWNTs) द्वारा अवशोषण पाया गया है। SWCNTs में 4-क्लोरो-2-मिथाइलफेनोक्सीएसिटिक एसिड (MCPA), शाकनाशी के लिए उच्च अधिशोषण क्षमता होने का पता चला है।

ग्राफीन

ग्राफीन एक कार्बन नैनोमटेरियल है जिसने अपने अद्वितीय भौतिक-रासायनिक गुणों और जल शोधन में इसके महत्वपूर्ण उपयोग के कारण उल्लेखनीय ध्यान आकर्षित किया है। ग्राफीन और

तालिका 5. फोटोकैटेलिस्ट द्वारा शाकनाशी का अपघटन

फोटोकैटेलिस्ट	फोटोकैटेलिस्ट	लक्ष्य शाकनाशी	संदर्भ
ZnO	$Na_2S_2O_8$	प्रोपीज़ामाइड	नवारो एट अल.(2009)
TiO_2	Ag	ऑर्गेनोक्लोरीन हर्बिसाइड	गुओ एट अल. (2009)

तालिका 4. वर्तमान में उपलब्ध कुछ आधारित शाकनाशी निष्कासन प्रौद्योगिकियाँ

भौतिक-रासायनिक/जैविक/ रासायनिक उपचार	शाकनाशी	इष्टतम स्थितियाँ	q (mg/g or mmol/g) or R%
शोषक के प्रकार			
फॉक्सटेल पाम फल सक्रिय कार्बन	मेटामिफ़ॉप	10 पीपीएम मेटामिफ़ॉप	86.65%
द्विकार्यात्मिक झरझरा पॉलीइथाइलीनमाइन-ग्राफ्टेड लिग्निन माइक्रोस्फीयर	2,4-डी	पीएच 4-10 5 चक्रों के बाद निष्कासन दक्षता 8% कम हो गई) वू एच, एट अल. 2021	45 डिग्री सेल्सियस पर 909.09 mg/g
थायोल द्वारा चावल की भूसी की राख से निकाले गए सिलिका का उपयोग करके चुंबकीय मेसोपोरस सिलिका (मैगएमसीएम-41) नैनोकणों का संशोधन	2,4-डी ग्लाइफोसेट	शाकनाशी सांद्रता 20 mg/L शोषक मात्रा 0.2 g/L संपर्क समय 30 मिनट (2,4-D) और ग्लाइफोसेट के लिए 60 मिनट। 2,4-D के लिए pH 6 ग्लाइफोसेट के लिए pH 5	2,4-डी - 83.44% ग्लाइफोसेट - 79.38%
सूक्ष्मजीवों के प्रकार			
स्यूडोमोनास स्टुटजेरी, कोमामोनास ओडोन्टोटर्मिटिस और सिनोमोनास	ग्लाइफोसेट	ग्लाइफोसेट सांद्रता: 5 से 50 mgL-1No	53% to 79%
एट्रोसायनिया की कंसोर्टियम गतिविधि क्राइसोबैक्टीरियम प्रजाति Y16C	ग्लाइफोसेट	96 घंटे संपर्क समय 400 mg/L ग्लाइफोसेट सांद्रता	पूर्ण अवनति
यादृच्छिक रूप से मिथाइलेटेड साइक्लोडेक्सट्रिन + ए. ऑरिसेन्स सीटीएफएल 7	ट्राइफ्लुरलीन	19 दिन संपर्क समय 10 mg/L ट्राइफ्लुरालिन सांद्रता	88%

कीटनाशकों के बीच प्रभावी अंतःक्रिया पानी की ध्रुवीय प्रकृति द्वारा मध्यस्थ होती है । ग्राफीन में शाकनाशियो के लिए अवशोषण की क्षमता होती है 600 से 2000 मिलीग्राम/ग्राम तक होती है। ग्राफीन और संबंधित कार्बन-आधारित नैनोमटेरियल में π– π अंतःक्रियाओं के माध्यम से ऐरोमैटिक वलयों वाले संदूषकों को सोख सकते हैं। ग्राफीन शाकनाशियों सोखने की क्षमता को उच्चतर बनाने के लिए इसे अन्य सामग्रियों के साथ भी मिलाया जा सकता है। अत्यधिक कुशल शोषक के रूप में ग्राफीन-लेपित सिलिका (GCS का उपयोग पानी से अवशिष्ट ऑर्गनोफॉस्फोरस कीटनाशकों को हटाने के लिए भी किया गया है।

नैनोक्रिस्टलाइन धातु ऑक्साइड

नैनोक्रिस्टलाइन धातु ऑक्साइड कई तरह के शाकनाशियों के लिए अत्यधिक प्रभावी अधिशोषक हैं। फेरिक ऑक्साइड, मैंगनीज ऑक्साइड, एल्युमीनियम ऑक्साइड, टाइटेनियम ऑक्साइड, मैग्नीशियम ऑक्साइड और सेरियम ऑक्साइड जैसे धातु ऑक्साइड प्रभावी और कम लागत वाले अधिशोषक हैं। इन धातु ऑक्साइड का उपयोग उनकी उच्च अधिशोषण क्षमता, तेज़ गतिकी, कम अंतर-कण प्रसार दूरी और बड़ी संख्या में सतह प्रतिक्रिया स्थलों के कारण कई तरह के शाकनाशियों को हटाने के लिए किया जाता है। नैनोक्रिस्टलाइन धातु ऑक्साइड न केवल शाकनाशियो को अधिशोषित करते हैं बल्कि तापमान की एक विस्तृत श्रृंखला के तहत उन्हें अधिक सुरक्षित उप-उत्पादों में परिवर्तित करके रासायनिक खतरों को कम भी करते हैं। उनके बड़े सतह क्षेत्र और उच्च उपचारात्मक गतिविधियाँ आकार परिमाणीकरण प्रभाव के कारण होती हैं। चुंबकीय नैनोकणों का उपयोग उच्च सोखने की दक्षता और संदूषकों को हटाने की उच्च दर प्रदर्शित करते हैं। C_{18} निर्मित Fe_3O_4 कोर-शेल नैनोकण अपनी उपयुक्त पृथक्करण क्षमता, उत्कृष्ट स्थिरता और सुविधाजनक संचालन के कारण गैर-ध्रुवीय और मध्यम रूप से ध्रुवीय यौगिकों के निष्कर्षण के लिए उपयुक्त हैं। Fe_3O_4-C18 चुंबकीय कणों के C_{18}-सिलेन संशोधन के परिणामस्वरूप जलस्नेही और जलविरोधी (हाइड्रोफोबिक) दोनों यौगिकों के अवशोषण के कारण मैग्नेटाइट की सतह पर C_{18} समूहों का हाइड्रॉक्सिलेशन और अवशोषण पाया गया । नैनोक्रिस्टलाइन एल्यूमिना कणों का उपयोग ऑर्गनोफॉस्फेट अवशेषो को सोखने के लिए किया गया है। उच्चतर अवशोषण का श्रेय उच्च सतह क्षेत्र और नैनोक्रिस्टलाइन एल्यूमिना की सतह पर हाइड्रॉक्सिल समूहों की सांद्रता की कारण होता है।

नैनोनिस्पंदन: नैनोनिस्पंदन (NF) झिल्ली एक प्रकार का दबाव-संचालित झिल्ली है जिसमें विपरीत परासरण और अल्ट्राफ़िल्ट्रेशन झिल्ली के बीच के गुण होते हैं और इसे झिल्ली निस्पंदन की सबसे प्रभावी नवीन तकनीक माना जाता है। यह शाकनाशियो, रंगों और कई अन्य संश्लेषित उत्पादों जैसे हानिकारक कार्बनिक सूक्ष्म प्रदूषकों को हटाने के लिए भी किया जा सकता है। विशिष्ट छिद्र आकार की विशिष्ट नैनोफ़िल्ट्रेशन झिल्ली का उपयोग उनके आणविक भार के आधार पर विभिन्न अणुओं के लिए किया जा सकता है। चयनित झिल्ली के भौतिक और रासायनिक गुण शाकनाशियों को हटाने के लिए एक महत्वपूर्ण कारक हैं। झिल्ली की निस्पंदन क्षमता को प्रभावित करने वाले प्रमुख घटक आणविक भार कट-ऑफ, विलवणीकरण डिग्री, छिद्रण और झिल्ली सामग्री, आदि हैं। 90% की आणविक भार कट-ऑफ का उपयोग आमतौर पर अधिकांश झिल्ली निर्माताओं द्वारा नैनोफ़िल्ट्रेशन झिल्ली के प्रतिधारण गुणों के माप के रूप में किया जाता है। इसमें अनावेशित शाकनाशी अणुओं की अस्वीकृति को झिल्ली सरंध्रता मापदंडों के साथ सकारात्मक रूप से सहसंबद्ध किया जाता है।

शाकनाशी का प्रयोग खरपतवारो नियंत्रण का एक उपयोगी तरीका है, लेकिन इससे शाकनाशियों का एक बड़ा हिस्सा पर्यावरण में चला जाता है। कई जगहों पर किसान अभी भी उच्च शाकनाशी मात्रा, तथा कई प्रकार के शाकनाशी का एक साथ उपयोग करते हैं और पर्यावरण के अनुकूल शाकनाशी प्रबंधन को क्रियान्वित करने में विफल रहते हैं। शाकनाशी के व्यापक उपयोग से दूरगामी विपरीत परिणाम सामने आ रहे हैं। अतः शमन उपचार की प्रभावशीलता शाकनाशी के प्रकार, उपचारित स्रोत की शक्ति और उपचार प्रक्रिया में समिलित समग्र इकाई संचालन पर निर्भर हो सकती है। अतः अवशेषों के शमन के लिए कुशल प्रौद्योगिकियों की अनिवार्य आवश्यकता होती है। शाकनाशी का उपयोग करते समय, पर्यावरण को नुकसान पहुँचाए बिना बड़ी मात्रा में सफल फसल प्राप्त करने के साथ-साथ गुणवत्तापूर्ण खाद्य उत्पादन के लिए सभी रोकथाम और प्रबंधन पहलुओं को ध्यान में रखा जाना चाहिए। इसलिए, खरपतवारों के प्रबंधन के लिए शाकनाशी के साथ यांत्रिक और सांस्कृतिक प्रबंधन प्रथाओं का एकीकरण सबसे व्यवहारिक विकल्प है। पारंपरिक शमन उपायों के अलावा, जैविक पदार्थ के साथ जैव संवर्धन और जैव उत्तेजना का संयोजन मिट्टी में शाकनाशी के जैव अपघटन को बढ़ाने के लिए एक आशाजनक तकनीक हो सकती है। वर्तमान शोधों ने नैनो प्रौद्योगिकी की विभिन्न प्रक्रियाओं का उपयोग करके शाकनाशी अवशेषों को हटाने की महत्वपूर्ण क्षमता दिखाई है। शाकनाशी के अनियंत्रित उपयोग एवं अवशेषों के कारण खरपतवारो में प्रतिरोध से उत्पन्न होने वाली समस्याएं दुनिया भर के कई देशों में चिंता का विषय है। चूंकि शाकनाशी का अनुप्रयोग कृषि का एक मानक हिस्सा बना हुआ है, इसलिए भविष्य में शाकनाशी अवशेषों के प्रबंधन की समस्या बनी रहने की संभावना है। अतः फसलीये एवं गैर-फसलीये क्षेत्रों में शाकनाशियों का विवेकपूर्वक उपयोग एवं अवशेषों को कम करने के लिए विभिन्न उपलब्ध तरीके हैं जिनका समय- समय पर उचित उपयोग करने की नितांत आवश्यकता है।

जैविक एवं प्राकृतिक कृषि में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन

आर.पी. दुबे
भाकृअनुप-खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

जैविक कृषि एक समग्र उत्पादन प्रबंधन प्रणाली है जो जैव विविधता, जैविक चक्र और मिट्टी की जैविक गतिविधि सहित कृषि-पारिस्थितिकी तंत्र के स्वास्थ्य को बढ़ावा देती है और बढ़ाती है। यह गैर-कृषि इनपुट के उपयोग के बजाय प्रबंधन प्रथाओं के उपयोग पर जोर देता है, यह ध्यान में रखते हुए कि क्षेत्रीय परिस्थितियों के लिए स्थानीय रूप से अनुकूलित प्रणालियों की आवश्यकता होती है। इस प्रणाली के भीतर किसी भी विशिष्ट कार्य को पूरा करने के लिए सिंथेटिक सामग्रियों का उपयोग करने के बजाय, जहाँ संभव हो, कृषि संबंधी, जैविक और यांत्रिक तरीकों का उपयोग करके पूरा किया जाता है।

प्राकृतिक खेती एक रसायन मुक्त खेती पद्धति है। इसे कृषि पारिस्थितिकी आधारित विविध कृषि प्रणाली माना जाता है जो फसलों, पेड़ों और पशुधन को कार्यात्मक जैव विविधता के साथ एकीकृत करती है। प्राकृतिक खेती में बाहर से खरीदने के बजाय खेत और स्थानीय पारिस्थितिक तंत्र से तैयार जैव-इनपुट के उपयोग पर ध्यान केंद्रित किया जाता है।

जैविक खेत में खरपतवारों का प्रबंधन एक बड़ी चुनौती है। सिंथेटिक शाकनाशियों, पर्णहरित और शोषक का उपयोग निषिद्ध है। परिणामस्वरूप, जैविक प्रणालियों में खरपतवार नियंत्रण खरपतवारों को रोकने के लिए डिज़ाइन की गई प्रबंधन तकनीकों पर ध्यान केंद्रित करता है, साथ ही खरपतवारों को मात देने के लिए पर्याप्त रूप से शक्तिशाली फसल का उत्पादन करता है। जैविक खेती में खरपतवार प्रबंधन को बेहतर बनाने के लिए, सलाहकारों और किसानों को स्थान-विशिष्ट, खेत-अनुकूलित फसल चक्रों को डिज़ाइन करने के लिए व्यक्तिगत क्षेत्र और खेत विश्लेषण के महत्व को पहचानना चाहिए। जैविक प्रणाली के भीतर खरपतवार प्रबंधन के दृष्टिकोण में, केंद्रीय लक्ष्य को याद रखना महत्वपूर्ण है: खरपतवार प्रतिस्पर्धा और प्रजनन को उस स्तर तक कम करना जिसे किसान स्वीकार कर सकें। कई मामलों में, यह सभी खरपतवारों को पूरी तरह से खत्म नहीं करेगा। हालाँकि, खरपतवार प्रबंधन को खरपतवार के बीजों और बारहमासी प्रसारकों के उत्पादन को रोककर वर्तमान और भविष्य के खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा को कम करना चाहिए।

जैविक प्रणालियों के लिए प्राथमिक खरपतवार नियंत्रण रणनीतियाँ, रोकथाम, शस्य, यांत्रिक, जैव नियंत्रक एवं जैविक रसायन विधियाँ हैं, जो रोकथाम, फसल चक्रण, फसल प्रतिस्पर्धा और खेती पर ध्यान केंद्रित करती हैं। जैविक प्रणालियों में एक प्रभावी खरपतवार प्रबंधन कार्यक्रम की योजना बनाने के लिए, हमें ऐतिहासिक कीट समस्याओं, मिट्टी प्रबंधन, फसल चक्रण, मशीनरी, बाजार, मौसम और समय और श्रम पर विचार करना चाहिए। इन कारकों के आधार पर खरपतवार नियंत्रण रणनीतियों को समायोजित करना और संभावित खतरों का निरीक्षण करना और उनसे बचना हमें खरपतवार की समस्याओं से आगे रहने में मदद करेगा। एक स्वस्थ, सशक्त फसल खरपतवार नियंत्रण का सबसे प्रभावी उपाय है।

रोकथाम विधि

खेत में खरपतवार के बीजों को आने से रोकने के लिए अच्छी तरह से सड़ी गली फार्म खाद का उपयोग, खरपतवार बीज रहित फसल के बीज का चुनाव, सिंचाई के पानी से, पशुओं एवं यंत्रों /मशीनरी से खरपतवार के बीजों को मुख्य खेत में आने से रोकना आदि रोकथाम विधियाँ अपनाकर खरपतवार को कम किया जा सकता है।

- साफ बीज (खरपतवार रहित)
- अच्छी तरह से सड़ी हुई गोबर की खाद
- साफ जुताई के उपकरण
- खरपतवार प्रभावित क्षेत्र से मिट्टी के परिवहन को रोकें
- खरपतवार के वानस्पतिक प्रसारकों से मुक्त नर्सरी स्टॉक
- खरपतवारों के प्रजनन को रोकें
- संगरोध कानून

शस्य विधियों द्वारा खरपतवार नियंत्रण

शस्य विधियाँ किसी भी तकनीक को संदर्भित करती है जिसमें खेत की स्थितियों को बनाए रखना शामिल है जैसे कि रोटेशन में प्रतिस्पर्धी फसलें उगाना, समय पर बुआई करना, मल्चिंग करना, कृषि संबंधी प्रथाओं का उपयोग करना जो जोरदार फसल विकास को बढ़ावा देते हैं, और प्रतिस्पर्धी किस्म उगाना, ये सभी एक प्रभावी खरपतवार प्रबंधन में योगदान करते हैं। कोई भी रणनीति जो फसल को खरपतवारों के खिलाफ अधिक प्रतिस्पर्धी बनाती है उसे सांस्कृतिक प्रबंधन माना जाता है। कुछ सांस्कृतिक प्रथाएँ - विशेष रूप से, फसल रोटेशन और रोपण तिथियों को बदलना - जैविक उत्पादन प्रणालियों में खरपतवार प्रबंधन के महत्वपूर्ण घटक हो सकते हैं।

मृदा सौरीकरण

आम तौर पर मृदा सौरीकरण वर्ष के गर्म समय के दौरान 4 से 6 सप्ताह तक किया जाता है, जिसमें उच्च सौर विकिरण और न्यूनतम बादल और वर्षा होती है। सौरीकरण में कवक, बैक्टीरिया और खरपतवार के बीजों सहित कीट जीवों को मारने के लिए मिट्टी को गर्म करना शामिल है। यह विभिन्न रोगजनकों और नेमाटोड की आबादी को भी कम करता है। गर्मियों में मिट्टी को नम किया जाता है और स्पष्ट पतली प्लास्टिक से ढक दिया जाता है, जिसे चार से पांच सप्ताह या उससे अधिक समय तक छोड़ दिया जाता है। खरपतवार के बीज और युवा पौधे गर्मी और नमी से नष्ट हो जाते हैं।

आम तौर पर, सौरीकरण वार्षिक खरपतवार प्रजातियों के खिलाफ अधिक प्रभावी होता है और बारहमासी खरपतवारों के खिलाफ कम प्रभावी होता है। सौरीकरण के साथ प्राप्त खरपतवार दमन की डिग्री खरपतवार प्रजातियों, मिट्टी में बीज की गहराई और सौरीकरण की अवधि के साथ भिन्न होती है। सौरीकरण की कमियों में कृषि में प्लास्टिक का उपयोग और उनसे जुड़ी निपटान समस्याएं शामिल हैं, और यह तथ्य कि गर्मियों के दौरान भूमि को उत्पादन से बाहर कर दिया जाता है।

मिट्टी सौर्यकरण

स्टेलसीड बेड

स्टेलसीड बेड तकनीक में खरपतवारों को तैयार किए गए बढ़िया स्टेल सीड बेड (या तो वर्षा के बाद या हल्की सिंचाई के माध्यम से) से अंकुरित होने देना, फिर उथली जुताई या निराई द्वारा खरपतवार के अंकुरों को हटाना शामिल है। यह खरपतवारों के अगले प्रवाह से पहले फसल के अंकुरण और विकास का अवसर प्रदान करता है। खरपतवार नियंत्रण के लिए, पंतनगर और रांची में चावल-गेहूँ/मसूर/सरसों की फसल प्रणालियों में स्टेलसीड बेड तैयार करने के बाद 20 और 40 दिन पर दो बार हाथ से निराई की जाती है; कोयंबटूर में सूरजमुखी-कपास प्रणाली में दो बार हाथ से निराई की जाती है; और लुधियाना में गेहूं में बुवाई के 30 और 45 दिन बाद स्टेलसीड बेड पर रोपण + सोरघम अर्क का छिड़काव बहुत प्रभावी पाया गया। स्टेलसीड बेड तकनीक का उपयोग खरपतवार के उद्भव को 80 प्रतिशत से अधिक कम कर सकता है।

फसल चक्रण

फसल चक्रण सभी जैविक फसल प्रणालियों की एक महत्वपूर्ण विशेषता है क्योंकि यह स्वस्थ मिट्टी के निर्माण के लिए मुख्य तंत्र, कीटों को नियंत्रित करने का एक प्रमुख तरीका और कई अन्य लाभ प्रदान करता है। फसल चक्रण का अर्थ है साल दर साल किसी विशेष भूमि पर उगाई जाने वाली फसलों के प्रकार को बदलना। खरपतवार, बीमारी, कीट और उर्वरता प्रबंधन के लिए फसल चक्रण अत्यंत महत्वपूर्ण है। जुताई प्रथाओं की तुलना में चक्रण का खरपतवार प्रजातियों और घनत्व पर अधिक प्रभाव पड़ेगा। शोध साक्ष्यों से पता चला है कि 84% किसानों ने संकेत दिया कि चारा फसलों सहित चक्रण से खरपतवार की समस्याएँ काफी कम हो गईं। 50% ने वार्षिक घास में कमी देखी, जबकि 35% ने चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों में कमी की सूचना दी।

मॉडल रोटेशन यह सुझाव दे सकता है कि प्रत्येक फसल को प्रत्येक खेत में एक निश्चित समय पर उगाया जाता है, जिसमें प्रत्येक फसल पूरे खेत में एक खेत से दूसरे खेत में चक्रित होती है। एक अच्छी फसल रोटेशन प्रणाली की चुनौती यह है कि खेत की लाभप्रदता सुनिश्चित करने के लिए आवश्यक फसलों के प्रकार और मात्रा को उगाया जाए, साथ ही दीर्घकालिक उत्पादकता के लिए मिट्टी की गुणवत्ता का लगातार निर्माण किया जाए।

चक्रण का सिस्टम में खरपतवारों पर प्रभाव पड़ेगा। चक्रण की जटिलता बढ़ाने से खरपतवार कम हो सकते हैं क्योंकि अलग-अलग फसलों के साथ अलग-अलग शस्य विधियाँ का इस्तेमाल किया जाता है और जीवन चक्र या विकास में अंतर होता है। सोयाबीन और मक्का जैसे केवल गर्म मौसम के वार्षिक पौधे उगाना जोखिम भरा है। इन फसलों के लिए रोपण की तिथियां जैविक उत्पादक के लिए समान हैं। खेत की तैयारी और खरपतवार नियंत्रण संचालन एक ही समय पर किए जा सकते हैं। केवल उथली जड़ों वाली फसलों के बजाय ऐसी फसलें चुनें जिनकी जड़ें अलग-अलग प्रकार की हों (जैसे कि टैप-रूटेड, रेशेदार-रूटेड, डीप-रूटेड, उथली-रूटेड, आदि), फिर मिट्टी को बेहतर संरचना होने से लाभ होगा। अन्य उदाहरण फलियों को गैर-फलियों के साथ, घास को चौड़ी पत्तियों वाली या गर्म मौसम की फसलों को ठंडे मौसम की फसलों के साथ वैकल्पिक करना होगा।

अंतरवर्ती फसल

मुख्य फसल के साथ उपयुक्त अंतरवर्ती फसल उगाकर भी खरपतवार की बढवार को कम किया जा सकता है।

मक्का के साथ लोबिया की अंतरवर्ती फसल

मल्च और कवर फसलें

मल्च मिट्टी की सतह पर एक भौतिक अवरोध प्रदान करता है और सतह तक पहुँचने वाले लगभग सभी प्रकाश को अवरुद्ध करना चाहिए ताकि मल्च के नीचे उगने वाले खरपतवारों को जीवित रहने के लिए पर्याप्त प्रकाश न मिले। प्लास्टिक मल्च कुछ जैविक कार्यक्रमों

रागी में गेहूं के भूसे की मल्च | हल्दी में काली पोलिथीन मल्च | आम के बगीचे में ढैंचा और और सनई की कवर फसल

में स्वीकार्य हैं, लेकिन आम तौर पर कम मूल्य वाली, बड़े पैमाने पर खेत की फसलों के लिए व्यावहारिक नहीं हैं। जैविक सामग्री, जैसे कि पुआल, अखबार, या सतह पर छोड़े गए मृत कवर फसल अवशेष, के मल्च भी प्रभावी रूप से सूर्य के प्रकाश को अवरुद्ध कर सकते हैं और जैविक पंक्ति फसल उत्पादन प्रणालियों में अधिक सामान्यतः उपयोग किए जाते हैं। मल्च अलग-अलग प्रकृति के हो सकते हैं।

फसल की बुवाई और स्थानिक व्यवस्था

कुछ मामलों में, फसल की बुवाई की तिथि, घनत्व और पैटर्न में संशोधन से खरपतवारों का निकलना कम हो सकता है और/या फसल की प्रतिस्पर्धी क्षमता बढ़ सकती है, हालांकि यह प्रभाव फसल की प्रजातियों और पर्यावरण पर बहुत अधिक निर्भर करता है। फेनोटाइपिक प्लास्टिसिटी की संभावना है कि इस फसल की स्थानिक व्यवस्था को और भी बेहतर बनाया जा सकता है, उदाहरण के लिए, इसे जोड़ीदार पंक्तियों में बोकर और पंक्तियों के बीच की दूरी (40 से 50 सेमी) का उपयोग करके जो पंक्तियों के बीच गुड़ाई की अनुमति देता है, इस प्रकार संभवतः उच्च खरपतवार नियंत्रण प्राप्त किया जा सकता है। बीजों के बजाय प्रत्यारोपण का उपयोग (जैसे कि सब्जी की फसलों में) भी फसल की प्रतिस्पर्धी क्षमता को बढ़ाता है क्योंकि यह फसल और खरपतवारों के बीच विकास के अंतर को बढ़ाता है जो कि फसल के लिए फायदेमंद होता है।

कई पंक्ति और बागवानी फसलों के लिए, तेजी से विकास और जल्दी छत्र बंद होने से खरपतवारों का दमन हो सकता है। इस कारण से, बागवानी फसल उत्पादन के लिए जब संभव हो प्रत्यारोपण का उपयोग करना फायदेमंद होता है। प्रत्यारोपण के उपयोग से उत्पादन लागत में वृद्धि होगी, इसलिए प्रत्यारोपण के उपयोग के आर्थिक लाभ को लागत के विरुद्ध तौला जाना चाहिए।

रोपण तिथि

किसी फसल के लिए इष्टतम रोपण तिथि मौसम और मिट्टी की स्थितियों के आधार पर हर साल अलग-अलग हो सकती है। हालाँकि, जब किसान रोपण तिथि निर्धारित करता है, तो इन कारकों पर विचार किया जाना चाहिए, लेकिन संभावित रूप से परेशान करने वाले खरपतवारों की आबादी से प्रतिस्पर्धा को सीमित करने के लिए रोपण का समय निर्धारित किया जा सकता है। कुछ मामलों में, जितनी जल्दी हो सके छत्र बंद करने के लिए नकदी फसल को जल्दी बोना या रोपना बुद्धिमानी है।

फसल घनत्व

कई शोधकर्ताओं ने यह दर्शाया है कि फसल घनत्व बढ़ाने से खरपतवार प्रतिस्पर्धा कम हो जाती है, हालांकि इस रणनीति में कई जोखिम हैं। यह रणनीति बीज वाली फसलों (जैसे मक्का और गेहूं) के लिए सबसे उपयुक्त है और अधिकांश फल वाली फसलों के लिए उपयुक्त नहीं है, जिनके लिए पौधों का घनत्व बढ़ने से फलों का आकार कम हो जाता है। पंक्ति फसलों के लिए उच्च पौधों का घनत्व खेती से होने वाली यांत्रिक चोट के कारण होने वाले नुकसान से भी बचाता है।

फसल जीनोटाइप का चुनाव

एक ही फसल के अलग-अलग जीनोटाइप में ऐसे गुण होते हैं जो खरपतवारों के खिलाफ़ उच्च या निम्न प्रतिस्पर्धी क्षमता में बदल सकते हैं। ये गुण आम तौर पर तेजी से अंकुर निकलने, जल्दी छतरी स्थापित करने और शुरुआती चरणों में उच्च वृद्धि दर से संबंधित होते हैं। इसलिए इन जीनोटाइप का उपयोग प्रत्यक्ष खरपतवार नियंत्रण उपायों की आवश्यकता को कम कर सकता है।

खरपतवार प्रबंधन के रूप में एलेलोपैथी

शामिल पौधों के अवशेष एलेलोपैथी रसायनों के निकलने के कारण खरपतवारों के लिए विषाक्त हो सकते हैं। एलेलोपैथी और पौधों से एलेलोपैथी यौगिकों के पृथक्करण की कई रिपोर्टें हैं। शामिल कवर फसल अवशेषों के बाद फसल की पैदावार में वृद्धि के लिए अग्रणी सफल खरपतवार नियंत्रण के उदाहरणों में *ट्रिटिकम एस्टिवम* से पहले *सोरघम बाइकलर* के डंठलों को शामिल करना, *सोलनम ट्यूबरोसम* से पहले *ब्रैसिका नेपस* को लेना शामिल है।

जैविक रसायन विधियाँ

जैविक रूप से स्वीकृत कई रसायनों का उपयोग किया जा सकता है:

- सफ़ेद सिरका (एसिटिक एसिड)
- लौंग का तेल (लगभग 85% यूजेनॉल)

- यूजेनॉल (लौंग, दालचीनी, बेसल या तेज पत्ता से निकाला गया अर्क)
- साइट्रिक एसिड
- लैक्टिक एसिड
- मकई ग्लूटेन

जैव नियंत्रक

इनमे जैव नियंत्रण कीट जैसे गाजरघास के लिए मेक्सिकन भृंग, जल कुम्भी के लिए नेओकेतिना वीविल आदि हैं। माइकोहर्बिसाइड/ बायोहर्बिसाइड के अंतर्गत बायोमाल, डेवाइन, कोलेगो आदि हैं।

यांत्रिक विधियों द्वारा खरपतवार नियंत्रण

जुताई

जुताई, खरपतवार के पौधों के यांत्रिक विनाश और मिट्टी में खरपतवार के बीजों के ऊर्ध्वाधर वितरण को बदलने के संयुक्त प्रभावों से खरपतवार की आबादी को प्रभावित करती है। जुताई मिट्टी की स्थितियों में परिवर्तन के माध्यम से खरपतवार की आबादी पर अप्रत्यक्ष रूप से भी काम करती है, जिससे खरपतवार की निष्क्रियता, अंकुरण और वृद्धि प्रभावित होती है। पारंपरिक जुताई के साथ खरपतवार के बीज ऊपरी मिट्टी में अधिक समान रूप से वितरित होते हैं, लेकिन मुख्य रूप से संरक्षण जुताई के तहत मिट्टी के पहले कुछ सेंटीमीटर में स्थित होते हैं। पारंपरिक जुताई की तुलना में बारहमासी और वार्षिक घास संरक्षण जुताई में अधिक प्रतिनिधित्व करते हैं और घास के खरपतवारों का नियंत्रण कम जुताई की सफलता के लिए महत्वपूर्ण है। संरक्षण जुताई मिट्टी की सतह परत में सूक्ष्म स्थलाकृति, प्रकाश, पानी और तापमान की स्थिति को संशोधित करती है जो बदले में उनके प्रकार और जलवायु स्थितियों के अनुसार खरपतवार के बीजों के उभरने को प्रभावित करती है। अवशेष प्रतिधारण के साथ शून्य जुताई गेहूं और सतह मल्चिंग के साथ कम-जुताई धान ने पारंपरिक प्रणाली की तुलना में प्रतिस्पर्धी उपज दी।

यांत्रिक खरपतवार नियंत्रण में खेत की जुताई जैसे पूर्व-रोपण जुताई का उपयोग शामिल है। इस प्रकार की प्राथमिक और द्वितीयक जुताई कुछ बारहमासी खरपतवारों की दर और प्रसार को कम करने में मदद कर सकती है और उभरे हुए खरपतवार के अंकुरों को भी मार सकती है और खरपतवार के बीजों को अंकुरण क्षेत्र से नीचे दबा सकती है।

खरपतवार नियंत्रण यंत्र

परंपरागत छोटे यंत्रों जैसे खुरपी,पहिये वाले-हो, देसी हल आदि का उपयोग कर प्रभावी खरपतवार नियंत्रण किया जा सकता है।

प्राकृतिक खेती के तहत खरपतवार प्रबंधन

- खरपतवारों को दुश्मन नहीं बल्कि मिट्टी की सेहत का आईना माना जाता है, जिसका इस्तेमाल मिट्टी की उर्वरता बढ़ाने के लिए किया जाता है।
- रासायनिक खाद का इस्तेमाल नहीं किया जाता, इसलिए खरपतवार कम उगते हैं और धीमी गति से बढ़ते हैं।
- प्राकृतिक खेती में खरपतवारों को पूरी तरह हटाने की सलाह नहीं दी जाती बल्कि खरपतवारों का दबाव कम रखें।
- फलीदार खरपतवार 10-15 किलोग्राम नाइट्रोजन/एकड़/वर्ष का योगदान दे सकते हैं।
- खरपतवारों की कटाई, फसल के तैयार होने तक शुरुआती चरण में अंतर-संस्कृति।
- फलीदार फसलों के साथ अंतर-फसल।
- फसल अवशेषों से मल्चिंग, खरपतवार मल्चिंग।
- बैलों द्वारा हल्की जुताई, इससे खरपतवार कम आते हैं।
- सिर्फ़ 10% सिंचाई का इस्तेमाल, इसलिए कम खरपतवार उगते हैं।
- स्टेलसीड बेड तकनीक।

जैविक कृषि में खरपतवार प्रबंधन पर शोध योग्य मुद्दे

1. खरपतवार जीव विज्ञान को समझें।
2. खरपतवार जीवन चक्र को बाधित करने के लिए फसल चक्र अपनायें और रोपण तिथियों को बदलें।
3. अच्छी कृषि पद्धतियों के साथ प्रतिस्पर्धी फसल उत्पादन को प्रोत्साहित करें।
4. खरपतवारों को दबाने में मदद करने के लिए मल्च और कवर फसलों का उपयोग करें।
5. खरपतवार नियंत्रण के लिए समय पर जुताई और खेती महत्वपूर्ण है।
6. जैविक उत्पादन प्रणालियों में आम तौर पर रासायनिक खरपतवार नियंत्रण की अनुमति नहीं है।
7. सभी खरपतवारों को हटाना न केवल मुश्किल है, बल्कि यह हमेशा वांछनीय भी नहीं होता है, और यह आर्थिक रूप से भी ज़रूरी नहीं है।
8. जैविक कृषि प्रणालियों में दीर्घकालिक सोच महत्वपूर्ण है। खरपतवार प्रबंधन को पूरे रोटेशन और पूरे कृषि प्रणाली की संपत्ति के रूप में माना जाना चाहिए।

सेंसर आधारित खरपतवार प्रबंधन तकनीकी

सी.आर. चेतन, दीपक पवार, डी. श्रीकांत[1], के. मंजूनाथ, डी.जे. श्रीनिवास[2], पी.के. सिंह एवं आर.पी. दुबे

भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर मध्य प्रदेश, 482004, भारत

[1]भाकृअनुप - काजू अनुसंधान निदेशालय, पुत्तूर, कर्नाटक 574202, भारत

[2]बनारस हिंदू विश्वविद्यालय- कृषि विज्ञान संस्थान, वाराणसी, उत्तर प्रदेश 221005, भारत

खरपतवार कृषि में एक प्रमुख समस्या हैं और ये फसलों के साथ मिट्टी की नमी, पोषक तत्व और प्रकाश के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं। खरपतवारों के खराब प्रबंधन के परिणामस्वरूप फसल उत्पादन की गुणवत्ता और मात्रा में हानि होती है। विभिन्न कीटों द्वारा कुल उत्पादन हानि का लगभग 37% हिस्सा खरपतवारों के कारण होता है। कभी-कभी खरपतवार संक्रमण की तीव्रता के आधार पर यह हानि 90% तक भी पहुँच सकती है। खरपतवार प्रबंधन एक महंगा काम है, जो खरीफ और रबी सीजन में क्रमशः कुल खेती लागत का लगभग 33% और 22% हिस्सा बनाता है और इसमें कुल श्रम की आवश्यकता का 25% शामिल होता है।

खरपतवारों को रासायनिक, यांत्रिक, जैविक और सांस्कृतिक तरीकों से नियंत्रित किया जाता है। हालांकि, रासायनिक और यांत्रिक खरपतवार प्रबंधन विधियाँ कृषि समुदायों के बीच उनके त्वरित परिणाम और लागत प्रभावी संचालन के कारण लोकप्रिय हैं। कम दबाव वाले कृषि स्प्रेयर्स और यांत्रिक खरपतवार नियंत्रणक का उपयोग खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए किया जा रहा है। हालांकि, स्प्रेयर्स और खरपतवार नियंत्रणकों के पारंपरिक तरीकों का उपयोग सुधारने की आवश्यकता है ताकि कृषि इनपुट्स की बचत हो सके और खरपतवारों का बेहतर प्रबंधन हो सके। रिपोर्टों से पता चला है कि पारंपरिक खरपतवार नियंत्रण विधियों का उपयोग करने के बाद भी किसान लगभग 15-20% फसल उपज खो रहे हैं। इसलिए, खरपतवार प्रबंधन तकनीकों में सुधार करने और उन्नत खरपतवार प्रबंधन प्रथाओं को अपनाकर फसल उपज बढ़ाने के लिए अत्यधिक संभावना है।

परंपरागत तरीकों में, यांत्रिक खरपतवार नियंत्रणक का उपयोग केवल पंक्तियों के बीच के खरपतवारों को हटाने के लिए किया जाता है और पंक्तियों के भीतर के खरपतवारों को छोड़ दिया जाता है। जबकि, खरपतवारनाशकों को पूरे खेत में समान दर पर लगाया जाता है, बिना स्थानिक भिन्नता और खरपतवार जनसंख्या वितरण को ध्यान में रखे। खरपतवारों की उपस्थिति और उनकी जनसंख्या पूरे खेत में अलग-अलग होती है। खरपतवारों की अनुपस्थिति में समान दर पर आवेदन से रासायनिक हानि और पर्यावरण पर अत्यधिक प्रभाव हो सकता है। कभी-कभी खरपतवारनाशक के अधिक या कम मात्रा में उपयोग और एक ही खरपतवारनाशक के बार-बार उपयोग से रासायनिक अपव्यय, फसल और मानव पर हानिकारक प्रभाव, खेती की लागत में वृद्धि, खरपतवारों में प्रतिरोध और मिट्टी की सेहत खराब हो सकती है। इसलिए, खरपतवारनाशकों का अधिक सटीक आवेदन और सेंसर-निर्देशित यांत्रिक खरपतवार नियंत्रणकों द्वारा खरपतवारों को हटाना समय की आवश्यकता है। विश्वभर में विश्वसनीय, लागत-प्रभावी और कुशल खरपतवार प्रबंधन प्रथाओं को विकसित किया जा रहा है ताकि इस समस्या का समाधान किया जा सके। सूचना और स्वचालन तकनीकों के विकास ने खरपतवार प्रबंधन के लिए एक नया युग खोल दिया है ताकि कृषि क्षेत्रों में खरपतवार वितरण की स्थानिक और कालिक विषमता के अनुसार भौतिक और रासायनिक नियंत्रण उपचारों को फिट किया जा सके। स्थान विशेष खरपतवार प्रबंधन (एसएसडब्ल्यूएम) खरपतवारों की स्थानिक और कालिक भिन्नता को ध्यान में रखकर उन्हें प्रभावी ढंग से नियंत्रित करता है। एसएसडब्ल्यूएम को अपनाकर शोधकर्ताओं ने पाया है कि संचालन लागत का 30-90% बचाया जा सकता है और खेतों की भिन्नता के आधार पर 59-80% खरपतवारनाशक आवेदन को कम किया जा सकता है।

खरपतवार जनसंख्या की स्थानिक भिन्नता और उनकी गतिशीलता

फसल के खेत आमतौर पर विभिन्न प्रकार के खरपतवार प्रजातियों से अलग-अलग घनत्व में संक्रमित होते हैं। खेत में मौजूद कई खरपतवार प्रजातियों में से केवल तीन से चार प्रजातियाँ प्रमुख होती हैं, अर्थात् उनकी खरपतवार घनत्व और कवरेज क्षेत्र अधिक होता है। खरपतवार पैच और घनत्व की यह भिन्नता खरपतवार प्रजातियों के प्रकार, उभरने के समय, वृद्धि दर, मौसम के मानकों और खरपतवार प्रबंधन प्रथाओं के अनुसार भी भिन्न हो सकती है। उच्च खरपतवार घनत्व वाले पैच कम घनत्व वाले पैच की तुलना में नियंत्रण के प्रति कम संवेदनशील होते हैं। इसके अलावा, खरपतवारों का उच्च घनत्व उच्च बीज बैंक का संकेत देता है और अधिक बीज उत्पन्न करता है, जो अगले फसल चक्र को गंभीर रूप से प्रभावित करेगा। इसके अलावा, जुताई या खरपतवारनाशक का आवेदन जैसे नियंत्रण उपायों से उच्च घनत्व वाले पैच में सभी पौधों को नियंत्रित करना कम संभावना है, जबकि कम घनत्व वाले पैच में इसे अधिक प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया जा सकता है। साइट-विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन खेत में खरपतवारों के वितरण की अच्छी समझ पर निर्भर करता है। खरपतवारों का समेकन, उनका स्थानिक संरचना, फसल चक्र, खरपतवार प्रजातियों की प्रतिस्पर्धा और नियोजित खरपतवार नियंत्रण रणनीति सेंसर और खरपतवार

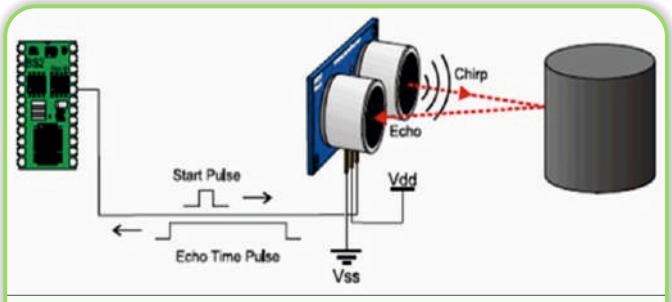
नियंत्रण उपकरणों के समाधान को निर्धारित करते हैं। अध्ययनों से पता चला है कि खरपतवारनाशक को केवल पैच पर लगाना और खरपतवार घनत्व के अनुसार अलग-अलग दर पर लगाना खरपतवारों को प्रभावी ढंग से नियंत्रित करता है और बीज बैंक को कम करता है। खरपतवार नियंत्रणकों के क्षेत्र संचालन के दौरान, उच्च घनत्व वाले खरपतवार पैच को एसएसडब्ल्यूएम तकनीकों के उपयोग से विशेष प्रकार के खरपतवार नियंत्रण उपकरणों का उपयोग करके बहुत आसानी से और प्रभावी ढंग से निपटाया जा सकता है।

सेंसर आधारित खरपतवार प्रबंधन की आवश्यकता

- वर्तमान स्थिति में कृषि इनपुट्स का स्थान-विशिष्ट प्रबंधन फसल उत्पादन की लाभप्रदता, उत्पाद गुणवत्ता और पर्यावरण संरक्षण को बढ़ाने के लिए आवश्यक है।
- फसल के खेत में खरपतवार घनत्व और खरपतवार वितरण साइट से साइट पर काफी भिन्न होते हैं।
- यदि हम स्थान-विशिष्ट खरपतवार नियंत्रण का प्रबंधन करते हैं तो हम 50-80% खरपतवारनाशक और 30-90% संचालन लागत बचा सकते हैं।
- स्वचालन की सहायता से, अर्थात्, सेंसर आधारित खरपतवार प्रबंधन तकनीक के माध्यम से, हम खरपतवारों का स्थान-विशिष्ट प्रबंधन प्राप्त कर सकते हैं।

सेंसर का कार्य

सेंसर एक उपकरण है जो एक भौतिक मात्रा को मापता है और इसे एक संकेत में परिवर्तित करता है जिसे एक पर्यवेक्षक या एक उपकरण द्वारा पढ़ा जा सकता है (**चित्र 1**)। कुछ मौजूदा सेंसर आधारित खरपतवार नियंत्रण प्रणालियाँ हैं: मशीन दृष्टि आधारित प्रणालियाँ, जीपीएस आधारित प्रणालियाँ, फोटोइलेक्ट्रिक सेंसर आधारित प्रणालियाँ, लेजर-थर्मल सेंसर आधारित प्रणालियाँ, विद्युतसंघात/माइक्रोवेव सेंसर आधारित प्रणालियाँ और रोबोटिक खरपतवार नियंत्रण प्रणालियाँ। इन सभी खरपतवार नियंत्रण प्रणालियों का उपयोग खरपतवारों के साइट-विशिष्ट प्रबंधन के लिए किया जाता है।



चित्र 1. एक सेंसर का कार्य सिद्धांत

स्थान-विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन (एसएसडब्ल्यूएम)

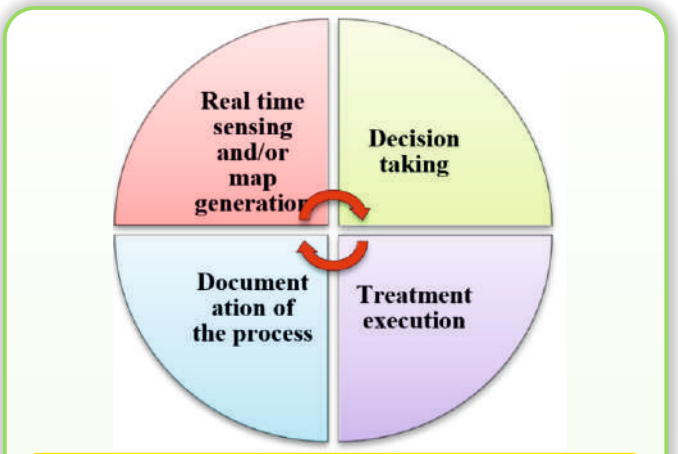
चित्र 2: स्थान-विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन (SSWM) का स्कीमैटिक चित्र

स्थान-विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन (एसएसडब्ल्यूएम)

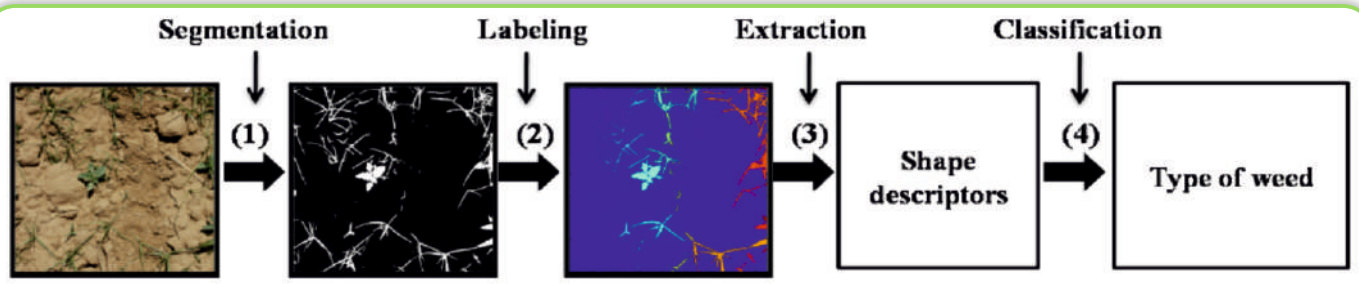
स्थान-विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन (एसएसडब्ल्यूएम) एक सेंसर आधारित मशीनरी में निहित सटीक खरपतवार प्रबंधन तकनीक है; यह आर्थिक, फसल के खेतों में खरपतवारों की विषम उपस्थिति और/या खरपतवार प्रजातियों जैसे पूर्व निर्धारित कारकों के अनुसार नियंत्रण संचालन का निरीक्षण, रिकॉर्ड और क्रियान्वयन करता है। एसएसडब्ल्यूएम का मुख्य उद्देश्य सही जगह और सही समय पर खरपतवारनाशी की सही मात्रा का उपयोग करना है, यदि यह रासायनिक नियंत्रण है और/या रोबोटिक भुजाओं के माध्यम से खरपतवारों को भौतिक रूप से हटाना है। सेंसर तकनीकों में मल्टीस्पेक्ट्रल इमेजिंग, 3 डी कैमरे, कंप्यूटर आधारित निर्णय एल्गोरिदम, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई) और खरपतवार पहचान, वर्गीकरण, भिन्नता और उन्मूलन के लिए सटीक स्प्रेइंग और होइंग एक्ट्यूएटर्स शामिल हैं (**चित्र 2**)। एसएसडब्ल्यूएम में मुख्य रूप से चार घटक होते हैं जिनके माध्यम से यह विभिन्न खरपतवार नियंत्रण रणनीतियों को क्रियान्वित करता है। स्थान-विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन की एक रूपरेखा **चित्र 3** में दिखाई गई है।

खरपतवार पहचान तकनीकें

स्वचालन के माध्यम से खरपतवारों की पहचान करने की क्षमता नमूना बिंदु घनत्व और प्रणाली की सटीकता को बढ़ा सकती है। स्वचालन के तहत खरपतवारों का पता लगाने के लिए मुख्य रूप से तीन दृष्टिकोणों का उपयोग किया जाता है, वे हैं:



चित्र 3. स्थान-विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन प्रथाओं के घटक



चित्र 4. छवियों से खरपतवार की पहचान (स्रोत: हेरेरा एवं अन्य 2014)

1. **जैविक आकृतिविज्ञान:** पौधों की प्रजातियों के आकार और संरचना की पहचान।
2. **स्पेक्ट्रल विशेषताएँ:** पौधों के परावर्तन के आधार पर पहचान। इसके लिए पिक्सेल आधारित रंग या हाइपर स्पेक्ट्रल वर्गीकरण का उपयोग किया जाता है।
3. **दृश्य बनावट:** छवियों के ग्रे स्केल गणना और रंग के आधार पर पहचान।

छवियों से मशीन दृष्टि आधारित खरपतवार पहचान

मशीन दृष्टि एक ऑप्टिकल सेंसर आधारित प्रणाली है, जो फसल से खरपतवारों को भेदभाव और विभेदित करती है (**चित्र 4**)। प्रणाली के मुख्य घटकों में शामिल हैं: छवि कैप्चरिंग उपकरण (कैमरा या ऑप्टिकल सेंसर द्वारा), माइक्रोप्रोसेसर (छवि प्रसंस्करण और प्रणाली नियंत्रण) और खरपतवार नियंत्रण एक्ट्यूएटर्स।

मशीन दृष्टि आधारित स्प्रेइंग प्रणाली

यह प्रणाली ऑप्टिकल सेंसर और स्प्रेइंग प्रणाली के साथ एकीकृत होती है, जो वास्तविक समय में खरपतवारों का पता लगाती है, उन्हें फसलों से अलग करती है और उसके अनुसार खरपतवारनाशी लगाती है (**चित्र 5**)।

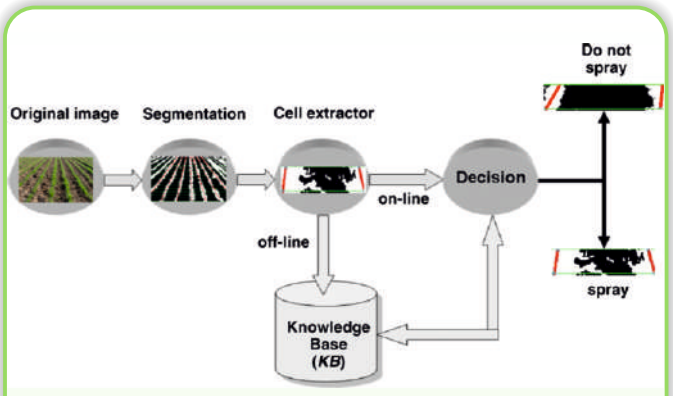
जीपीएस-नियंत्रित पैच स्प्रेइंग

जीपीएस-नियंत्रित पैच स्प्रेइंग में, खरपतवार वितरण और आर्थिक खरपतवार सीमा मूल्य के इंटरपोलेटेड मानचित्रों के आधार पर एक एप्लीकेशन मानचित्र विकसित किया जाता है। विकसित एप्लीकेशन मानचित्र को स्प्रेइंग प्रणाली में डाला जाता है, जहां यह पूर्वनिर्धारित खुराक के अनुसार खरपतवारनाशक का छिड़काव करता है। खरपतवारनाशी की खुराक खरपतवार घनत्व और कवरेज क्षेत्र के आधार पर तय की जाती है।

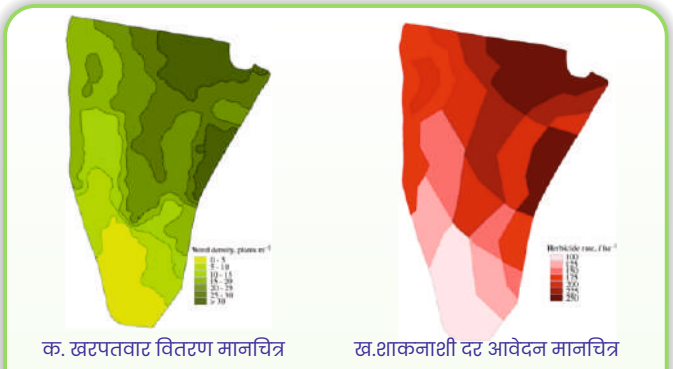
वैरिएबल रेट हर्बिसाइड एप्लिकेटर (वीआरए)

वीआरए क्षेत्र, स्थान, और मिट्टी की स्थितियों के आधार पर खरपतवारनाशकों का उपयोग है, अन्य विशेषताओं के साथ। इस विधि में, महत्वपूर्ण कारकों को ध्यान में रखा जाता है, जिसमें पोस्ट में खरपतवारनाशकों के उपयोग में संक्रमण और खरपतवार घनत्व में भिन्नता और प्री में खरपतवारनाशकों के उपयोग में मिट्टी की अवशोषण क्षमता शामिल है।

वैरिएबल रेट हर्बिसाइड एप्लिकेटर को वास्तविक समय (ऑप्टिकल सेंसर) और/या खरपतवार वितरण और आर्थिक खरपतवार सीमा के इंटरपोलेटेड मानचित्रों (ऑफ़लाइन) विधि के साथ संचालित किया जा सकता है। ऑप्टिकल सेंसर आधारित प्रणाली में, सेंसर खरपतवार, उनके घनत्व और कवरेज क्षेत्र का पता लगाते हैं और फिर खरपतवारनाशी की मात्रा तय करते हैं। मानचित्र आधारित दृष्टिकोण में, खरपतवार आर्थिक सीमा मूल्य के आधार पर खरपतवारनाशी आवेदन का वैरिएबल डोज मानचित्र विकसित किया जाएगा और फिर उसके अनुसार खरपतवारनाशी का छिड़काव किया जाएगा (**चित्र 6**)। मानचित्र आधारित वीआरए तकनीकों को अपनाने से लगभग **29%** खरपतवारनाशी समाधान की बचत होती है।



चित्र 5. मशीन विज़न आधारित छिड़काव प्रणाली (स्रोत: टेल्लेच एट अल., 2008)



क. खरपतवार वितरण मानचित्र ख.शाकनाशी दर आवेदन मानचित्र

चित्र 6. खरपतवार वितरण के आधार पर विकसित विविध दर हर्बिसाइड आवेदन मानचित्र (स्रोत: कैरारा एट अल., 2004)

चित्र 7. मक्का की फसल में RIPPA™ (स्रोत: सुक्कारीह, 2016)

इंटेलिजेंट परसेप्शन और प्रिसीजन एप्लिकेशन के लिए रोबोट (RIPPA)

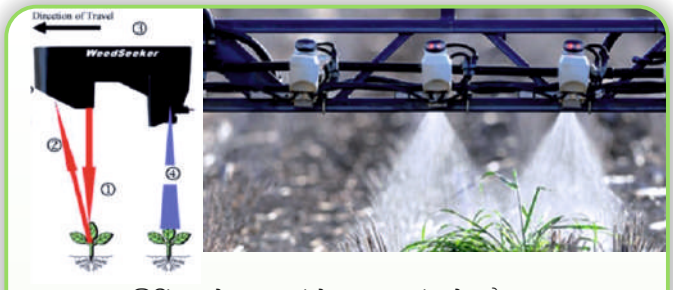
इंटेलिजेंट परसेप्शन और प्रिसीजन एप्लिकेशन के लिए रोबोट (RIPPA) सिडनी विश्वविद्यालय द्वारा विकसित एक स्वायत्त प्रणाली है, जो खरपतवार का पता लगाने और माइक्रो डोसेज में शाकनाशी लगाने के लिए बनाई गई है। इस प्रणाली में इंफ्रारेड और मोनोक्रोमेटिक सेंसर होते हैं जो न्यूरल नेटवर्क के साथ काम करते हैं, जिससे फसल और खरपतवार के बीच अंतर करना संभव हो पाता है। अपने छोटे आकार और उच्च प्रिसीजन के कारण, यह प्रणाली छोटे क्षेत्रों, जैसे बागवानी, के लिए उपयुक्त है। RIPPA सौर ऊर्जा द्वारा संचालित होती है, जो मशीन के शीर्ष पर लगे सोलर पैनल्स से प्राप्त होती है (**चित्र 7**)।

वीड-आईटी (WEED-IT)

वीड-आईटी एक उच्च-प्रदर्शन स्थानीयकृत छिड़काव प्रणाली है जिसमें क्लोरोफिल डिटेक्टिंग सेंसर और अल्ट्रा-फास्ट वाल्व शामिल हैं, जो यह सुनिश्चित करते हैं कि शाकनाशी केवल आवश्यक जगह पर ही लागू हो (**चित्र 8**)।

यह प्रणाली क्लोरोफिल फ्लोरेसेंस की अवधारणा पर आधारित है: प्रणाली में एक प्रकाश स्रोत निरंतर इंफ्रारेड प्रकाश की किरण उत्सर्जित करता है, जो पौधे के क्लोरोफिल द्वारा अवशोषित होता है और निकट इंफ्रारेड प्रकाश (NIR) के रूप में पुनः उत्सर्जित होता है। सेंसर इस उत्सर्जन का पता लगाते हैं और प्रति सेकंड 40,000 रीडिंग लेकर सबसे कम क्लोरोफिल फ्लोरेसेंस उत्सर्जन को भी पकड़ते हैं और केवल पहचाने गए खरपतवार पर नोजल को सक्रिय करते हैं, पौधे के आकार के आधार पर केवल आवश्यक शाकनाशी का छिड़काव करते हैं।

चित्र 8. वीड-आईटी द्वारा शाकनाशी का खरपतवार का पता लगाने वाले इंफ्रारेड सेंसर से छिड़काव (स्रोत: लीमा एट अल., 2020)



1. लाइट एमिटिंग डायोड्स एक संयोजन अदृश्य इंफ्रारेड और दृश्य लाल प्रकाश का उत्पादन करते हैं जो सेंसर से लगभग 750 मिमी नीचे लक्ष्य पर प्रक्षिप्त होते हैं।
2. लक्ष्य से परावर्तित प्रकाश को सेंसर के सामने स्थित एक डिटेक्टर द्वारा कैप्चर किया जाता है।
3. सेंसर के अंदर परिष्कृत इलेक्ट्रॉनिक सर्किट परावर्तित प्रकाश का विश्लेषण करते हैं और यह निर्धारित करते हैं कि यह हरे पौधों द्वारा परावर्तित प्रकाश से मेल खाता है या नहीं।
4. जब हरे पौधे की परावर्तकता की पहचान होती है, तो सेंसर तब तक प्रतीक्षा करता है जब तक कि पौधा स्प्रे नोजल के नीचे न आ जाए और फिर एक फास्ट-फायर सोलोनॉइड वाल्व को ट्रिगर करता है जो पौधे पर स्प्रे करता है।

चित्र 9. वीड-सीकर केवल खरपतवार पर शाकनाशी लागू करता है (स्रोत: लीमा एट अल., 2020)

वीड-सीकर (WeedSeeker)

वीड-सीकर भी वीड-आईटी के समान सिद्धांतों पर काम करता है, जहां सेंसर लाल और निकट इंफ्रारेड प्रकाश का उत्सर्जन करता है और एक फोटोडायोड परावर्तित प्रकाश की तीव्रता का पता लगाता है। बाद में, रीडिंग को शाकनाशी लगाने या न लगाने के लिए एक कमांड में परिवर्तित किया जाता है (**चित्र 9**)।

रोलर संपर्क प्रकार वास्तविक समय VRA शाकनाशी एप्लीकेटर

आईआईटी खड़गपुर में एक रोलर संपर्क प्रकार VRA शाकनाशी एप्लीकेटर विकसित किया गया, जिसमें शाकनाशी भंडारण टैंक, माइक्रोकंट्रोलर, कैमरा, सोलोनॉइड वाल्व, शाकनाशी एप्लीकेशन रोलर और विक्षेपण मैनिफोल्ड शामिल हैं। प्रणाली वास्तविक समय में

चित्र 10. रोलर संपर्क प्रकार VRA शाकनाशी एप्लीकेटर

चित्र 11. ड्रोन के माध्यम से शाकनाशी का अनुप्रयोग (स्रोत: अनोन, 2020)

चित्र 12. पंक्ति-केंद्रित RTK-GPS आधारित कल्टीवेटर कुम बैंड स्प्रेयर

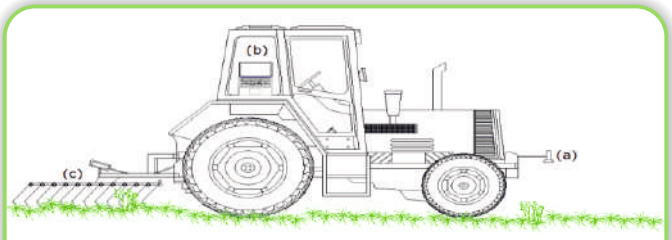
छवियों को कैप्चर करती है, विश्लेषण करती है और खरपतवार की घनत्व का अनुमान लगाती है और तदानुसार शाकनाशी के अनुप्रयोग की मात्रा तय करती है (**चित्र 10**)। इस तकनीक को अपनाने से शाकनाशी के अनुप्रयोग में लगभग 50% की बचत हुई है।

ड्रोन (UAVs) के माध्यम से शाकनाशी का अनुप्रयोग

ड्रोन मानव रहित हवाई वाहन (**UAV**) होते हैं जो सटीक खरपतवार प्रबंधन अभ्यास के हिस्से के रूप में खरपतवार मानचित्र विकसित करने और शाकनाशी लगाने के लिए उपयोग किए जाते हैं। ड्रोन के माध्यम से, लक्ष्य उन्मुख और परिवर्तनीय दर अनुप्रयोग दोनों को उच्च दक्षता के साथ किया जा सकता है (**चित्र 11**)। इसके अलावा, ड्रोन आधारित स्प्रेइंग सिस्टम में लगभग **96%** पानी की बचत की जा सकती है।

पंक्ति-केंद्रित RTK-GPS आधारित कल्टीवेटर कुम बैंड स्प्रेयर

एक पंक्ति-केंद्रित RTK-GPS आधारित कल्टीवेटर सह बैंड स्प्रेयर विकसित किया गया है ताकि अंतर-पंक्ति और पंक्ति क्षेत्रों में खरपतवार को प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया जा सके। इस प्रणाली में छह पंक्तियों के लिए अंतर-पंक्ति कल्टीवेशन उपकरण और पंक्ति स्प्रेइंग का अद्वितीय संयोजन शामिल है जिसमें GPS नियंत्रित इलेक्ट्रो-हाइड्रॉलिक साइड-शिफ्ट फ्रेम है (**चित्र 12**)। पारंपरिक प्रथाओं की तुलना में इस प्रणाली में शाकनाशी उपयोग और संचालन लागत में 50% की कमी देखी गई है।



a) ट्रैक्टर के सामने अल्ट्रासोनिक सेंसर; (b) सेंसर डेटा एकत्रित करने, उनका विश्लेषण करने, निर्णय लेने वाले एल्गोरिदम को चलाने और एक्ट्यूएटर को नियंत्रित करने वाली कंप्यूटेशनल इकाई; और (c) हैरो एक्ट्यूएटर

चित्र 13. अल्ट्रासोनिक सेंसर आधारित ऑनलाइन निराई (स्रोत: रुएडा-आयला एट अल., 2015)

चित्र 14. मशीन विज़न आधारित ऑनलाइन खरपतवार निकासी (स्रोत: अनोन, 2018)

चित्र 15. स्वायत्त RTK-GPS आधारित खरपतवार निकासी रोबोट (स्रोत: बक्कर एट अल., 2010)

मशीन विजन आधारित/ सेंसर आधारित निराई मशीनें और रोबोट

RTK-GPS, ऑप्टिकल और स्थिति संवेदक जैसे कैमरा, लेजर, अल्ट्रासोनिक सेंसर और रोबोटिक आर्म्स/ निराई उपकरण आदि का उपयोग करके निराई ऑपरेशन का स्वचालित नियंत्रण संभव है। इस प्रणाली के तहत दोनों ऑनलाइन (वास्तविक समय) और ऑफलाइन निराई विधि संभव है। ऑनलाइन विधि में, एक मशीन विजन आधारित प्रणाली या एक ऑब्जेक्ट डिटेक्शन आधारित प्रणाली का उपयोग करके खरपतवार और फसल को अलग-अलग पहचाना जाता है। बाद में, प्रणाली द्वारा निराई ऑपरेशन करने का निर्णय लिया जाएगा (**चित्र 13** और **14**)। ऑफलाइन विधि में, **GPS** आधारित स्थिति पहचान प्रणाली का उपयोग करके निराई ऑपरेशन किया जाता है (**चित्र 15**)।

एल्गोरिदम आधारित ऑटो-एडजस्टिंग हैरोइंग इंटेंसिटी

गेहूं और जौ में साइट-विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन के लिए एक एल्गोरिदम आधारित प्रणाली विकसित की गई है, जो हैरोइंग इंटेंसिटी को स्वचालित रूप से समायोजित करती है। हैरोइंग इंटेंसिटी को टाइन एंगल और पास की संख्या को बदलकर स्वचालित रूप से समायोजित किया गया। फसल की पत्ती कवर, खरपतवार घनत्व और मिट्टी की घनत्व का क्षेत्रीय परिवर्तनीयता का आकलन जियो-रेफरेंस सेंसरों का उपयोग करके किया गया था ताकि हैरोइंग चयनात्मकता और फसल रिकवरी की जांच की जा सके। फसल की पत्ती कवर और खरपतवार घनत्व का मूल्यांकन द्विस्पेक्ट्रल कैमरों का उपयोग करके किया गया था। हारो के सामने लगे रिगिड टाइन से जुड़े इलेक्ट्रॉनिक लोड सेल सेंसर के साथ मिट्टी का ड्राफ्ट फोर्स मापा गया (**चित्र 16**)।

(a) मिट्टी सेंसर; (b) कंप्यूटिंग इकाई; (c) मोटर; (c1) हल्की इंटेंसिटी; (c2) मजबूत इंटेंसिटी; (c3) सबसे मजबूत इंटेंसिटी; (d) RTK-DGPS।

चित्र 16. ऑटो-एडजस्टिंग फ्लेक्सिबल-टाइन हैरो (स्रोत: रूएडा-आयला एट अल., 2010)

चित्र 17. माइक्रोवेव निराई उपकरण (स्रोत: कोर्टनी, 2021)

खरपतवार नियंत्रण क्षमता और उपज लाभ पर आधारित पूर्व-परिभाषित मानकों के आधार पर इष्टतम हैरोइंग इंटेंसिटी स्तर प्राप्त किए गए थे। पूरे क्षेत्र में हारोइंग हैरोइंग को बदलने से उच्च खरपतवार घनत्व को कम किया जा सकता है और फसल की उपज को थोड़ी मात्रा में बढ़ाया जा सकता है।

माइक्रोवेव निराई

माइक्रोवेव निराई में उपयुक्त उपकरणों के माध्यम से खरपतवार और मिट्टी पर माइक्रोवेव ऊर्जा का प्रक्षेपण शामिल है, ताकि पौधों और उनके बीजों को नष्ट किया जा सके। माइक्रोवेव ऊर्जा का लाभ यह है कि यह मौसम की स्थिति से प्रभावित नहीं होती है। निराई प्रणाली में पौधे और खरपतवार बीज बैंक को मारने के लिए **2450** मेगाहट्र्ज की आवृत्ति और **12.25** सेमी की तरंग दैर्ध्य वाली अल्ट्रा हाई फ्रीक्वेंसी

चित्र 18. लेजर बीम आधारित स्वायत्त निराई रोबोट (स्रोत: लावर्स, 2021)

(UHF) इलेक्ट्रोमैग्नेटिक ऊर्जा का उपयोग किया गया था। एक पोर्टेबल माइक्रोवेव निराई उपकरण विकसित किया गया है और यह वाणिज्यिक रूप से उपलब्ध है (**चित्र 17**)।

लेजर थर्मल बीम आधारित निराई उपकरण

इस प्रणाली में खरपतवार को मारने के लिए लेजर थर्मल बीम का उपयोग किया गया था। प्रणाली में पौधों पर लेजर विकिरण का उपयोग किया गया, जो पौधे की थर्मल संतुलन को प्रभावित करता है और थर्मोडायनामिक गर्मी हस्तांतरण तंत्रों के माध्यम से पौधे के ऊतकों को आंशिक रूप से नष्ट करता है। लेजर बीम संवेदनशील विकास केंद्रों (मेरिस्टेम्स) को नष्ट करके पौधों की वृद्धि को प्रभावी ढंग से रोक सकते हैं, इस प्रकार खरपतवार को प्रभावी ढंग से नियंत्रित किया जा सकता है। हालांकि, अधिक सटीकता के लिए प्रणाली को उच्च स्थानिक रिज़ॉल्यूशन की आवश्यकता होती है। वाणिज्यिक रूप से उपलब्ध लेजर थर्मल बीम आधारित निराई उपकरण प्रति घंटे 1,00,000 पौधों को नष्ट कर सकते हैं (**चित्र 18**)।

स्थान-विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन प्रौद्योगिकियों की आवश्यकता है ताकि इनपुट उपयोग दक्षता बढ़ाई जा सके, पर्यावरणीय अनुकूल संचालन किए जा सकें और बढ़ती खाद्य मांग को पूरा किया जा सके। सेंसर आधारित स्थान-विशिष्ट खरपतवार प्रबंधन के माध्यम से, पारंपरिक प्रथाओं की तुलना में संचालन लागत को 30 से 90% तक और शाकनाशी उपयोग को 50 से 80% तक कम किया जा सकता है। विभिन्न एकीकृत सेंसर आधारित दृष्टिकोणों के माध्यम से खरपतवार गतिशीलता को प्रभावी ढंग से बदला और नियंत्रित किया जा सकता है।

आक्रामक खरपतवारों का जैविक नियंत्रण

सुशील कुमार[1] एवं नीलू सिंह[2]
[1]भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत
[2]उष्णकटिबंधीय वन अनुसंधान संस्थान, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482008, भारत

खरपतवार वो पौधे है, जो वहॉ स्वतः उग जाते है, जहॉ-जहॉ उनको उगाया नहीं जाता। उदाहरण के लिए यदि गन्ने के खेत में गेहू उग आये तो वहॉ उनका स्थान खरपतवार का हो जाएगा। यह सर्वविदित है कि भारत में खरपतवार के कारण कृषि, वन सम्पत्ति एवं जलीय निकायों को काफी क्षति होती है। खरपतवार के कारण वन पौघशालाओं में पौध तैयार करने में आशा से अधिक खर्चा करना पड़ता है। प्राकृतिक वन क्षेत्रों में खरपतवार के कारण पुर्नजनन में कठिनाईयॉ पैदा हो जाती है। कुछ खरपतवार जैसे गाजर घास, लैंटाना, आदि मनुष्यों और जानवरों में कई प्रकार के रोगों को जन्म देती है। हालॉकि कुछ संदर्भों के अलावा यह ज्ञात नहीं है कि भारत में विभिन्न प्रकार के खरपतवार कृषि एवं वन संपत्ति को कितना नुकसान पहुँचाते है। फिर भी यह अनुमान लगाया गया है कि इनसे होने वाला नुकसान आशा से कहीं अधिक है। हमारे देश में, कृषि में खरपतवार से होने वाले नुकसान को 33 से 37 प्रतिशत तक ऑका गया है। सुशीलकुमार और वार्ष्णेय (2010) के अनुसार पार्थेनियम के प्रबंधन के लिए पूर्ण राहत पाने के लिए दो बार हाथ से निराई या दो रासायनिक छिड़काव की आवश्यकता होती है। यह अनुमान लगाया गया था कि मैनुअल श्रम से समस्या को कम करने के लिए प्रति वर्ष 18200 करोड़ रुपये और रासायनिक विधि से खरपतवार का प्रबंधन करने के लिए 11900 करोड़ रुपये की आवश्यकता होगी

संयुक्त राष्ट्र के खाद्य एवं कृषि संगठन (एफएओ) द्वारा प्रकाशित एक रिपोर्ट में कहा गया है कि सामान्य व्यवसाय परिदृश्य में प्राथमिक प्रसंस्कृत लकड़ी उत्पादों की कुल खपत 2050 तक 37 प्रतिशत बढ़ने की उम्मीद है (एफएओ 2022)। इस समय विश्व में प्रतिवर्ष 6.4 करोड़ घन मीटर लकड़ी की मॉग है। जिस अनुपात में विश्व की वन संपदा कम हो रही है, उसी अनुपात में लकड़ी की मॉग और उसका मूल्य बढ़ता जा रहा है। अतः वन भूमि से अधिक से अधिक लकड़ी और अन्य बहुपयोगी पदार्थ प्राप्त करने के लिए, खरपतवारों से होने वाली क्षति को रोकना आवश्यक हो गया है।

आज के परिवेश में मनुष्य रासायनिक उर्वरकों और जीवनाशियों से होने वाले दूरगामी खतरनाक परिणामों से अवगत हो गया है हालांकि रासायनिक खरपतवारनाशी का प्रयोग आसान, तुरन्त लाभ देने वाला और आर्थिक दृष्टि से लाभदायक है। शाकनाशियों के भारी उपयोग और उनके दुष्प्रभावों ने दुनियाभर में खरपतवारों के जैविक नियंत्रण की आवश्यकता को बल दिया है। खरपतवार और अन्य नाशीजीवों को कुछ दूसरी सुरक्षित व वातावरण को दूषित न करने वाली विधियों से नियंत्रण करना आवश्यक हो गया है। इस दिशा में जैविक खरपतवार नियंत्रण खरपतवारनाशी रासायनिकों का एक प्रमुख विकल्प होता जा रहा है। जैविक नियंत्रण को आरम्भ करते समय ही कुछ अधिक खर्च और जीवशत्रुओं के बहुल संवर्धन के लिए प्रयोगशालाओं की आवश्यकता पड़ती है। एक बार जीवशत्रुओं वातावरण में स्थापित हो जाने के बाद, यह साधन बहुत ही सस्ता, सुगम और स्वचलित हो जाता है। जैव खरपतवार नियंत्रण विधि के अंतर्गत मुख्यतः खरपतवार के मूल उत्पत्ती स्थानों में पाये जाने वाले कीटों को ही आगे के अध्ययन के लिये दूसरे देशों में जहां इसी प्रकार के खरपतवार को नष्ट करना होता है आयात किया जाता है। यह एक उत्तम सस्ती वातावरण को दूषित न करने वाली स्वःचालित विधि है।

जैविक नियंत्रण क्या है?

प्राकृतिक शत्रुओं का खरपतवार नियंत्रण के लिए उपयोग जैविक खरपतवार नियंत्रण कहलाता है। प्रकृति में यह प्रक्रिया स्वतः ही चलती रहती है। परन्तु प्रकृति में प्राकृतिक शत्रुओं द्वारा आक्रामक खरपतवारों का जैविक नियंत्रण बहुत ही धीमी गति से होता है जिससे वो इनके उन्मूलन में अपर्याप्त रहते है। कीट, चिचड़ी, पादप सूतकृमि, पादपभक्षी, पादप रोगाणु, मछली, पक्षी, जानवर और इनके द्वारा उत्पन्न पदार्थ प्रमुख जैविक कारक है। प्रकृति में अपने आप चल रहे जैविक नियंत्रण में प्रयुक्त प्राकृतिक शत्रुओं में मनुष्य क्रियात्मक रूप से हेरफेर नहीं कर सकता है लेकिन व्यावहारिक जैविक नियंत्रण (एप्लाइड बायोलोजिकल कण्ट्रोल) के अंतर्गत मनुष्य क्रियात्मक रूप से हेरफेर कर सकता है। अतः आज के संदर्भ में, खरपतवार नियंत्रण के लिए प्राकृतिक शत्रुओं जैसे कीट, रोगाणु, आदि का उपयोग जैविक खरपतवार नियंत्रण कहलाता है आदर्श प्राकृतिक शत्रु वह है जो खरपतवार को एक बार निम्नस्तर तक कम करने के पश्चात् किसी भी अवस्था में अधिक न बढ़ने दें। ऐसा शत्रु स्वभाव से अधिक जनन क्षमता वाला और अत्यन्त खोजी होता है।

जब किसी देश की खरपतवार के प्राकृतिक दुश्मन को किसी नए देश में लक्षित खरपतवार को नष्ट करने के लिए लाया जाता है तो उसे क्लासिकल जैविक नियंत्रण कहा जाता है। यह विधि उस स्थिति में बेहद कारगर साबित होती है जब एक प्रकार की ही खरपतवार बड़े स्तर पर फैल जाती है। यह फैलाव आमतौर पर बंजर भूमि, रेंज भूमि या जल निकायों में होता है। ध्यान रहे कि जैविक खरपतवार नियंत्रण फसल के साथ उगने वाली खरपतवार के मामले में बहुत कामयाब नहीं रहा है। हालांकि कुछ विशिष्ट स्थितियों में मानवीय प्रयासों से इसमें सफलता जरूर मिली है जैसे दलहनी फसलों में बरसात के मौसम में पार्थेनियम के जैविक नियंत्रण के लिए *जाइगोग्रामा बाइकोलोराटा* का उपयोग।

जैविक खरपतवार नियंत्रण के आधारभूत सिंद्धांत

सफल जैविक खरपतवार नियंत्रण के लिए निम्नलिखित सिद्धांतों का प्रयोग किया जाता है:-

1. खरपतवार को नष्ट करने वाला शत्रु वांछित खरपतवार को ही नष्ट करें। वह किसी भी हालत में किसी भी लादायक पौधे को नष्ट न करने पायें।
2. विदेशों से किसी दूसरे देश में पहुचकर स्थापित हो जाने वाले खरपतवारों के लिए विदेशों से उसके उत्पत्ति के स्थान से प्राकृतिक शत्रुओं को आयात करके उनके प्रयोग करना।
3. किसी दूसरे देश से आयातित विदेशी शत्रु या एक ही देश के एक क्षेत्र से दूसरे क्षेत्र में आयातित शत्रु का परीक्षण संगरोध (क्वारनटाइन) प्रयोगशाला में करना जरूरी है।
4. प्राकृतिक शत्रुओं को ऐसे प्राकृतिक क्षेत्रों से एकत्रित करना जहाँ वो अधिक अधिक संख्या में उपलब्ध हों तथा उन्हें ऐसे स्थानों पर छोड़ना जहाँ कम मात्रा में है और ज्यादा लाभदायक हो सके।

यह ऐसा देखा गया है कि जब कभी कोई कीटशत्रु खरपतवार नियंत्रण के लिए बाहर से आयात किया जाता है तो उसकी संख्या में उतार चढ़ाव तब तक होता रहता है जब तक कि वो खरपतवार का निम्नस्तर तक नियंत्रण न कर लें। शत्रु और परपोषी की अनेकों उतार-चढ़ाव वाली स्थिति के पश्चात् एक अवस्था आ जाती है, जब खरपतवार एक निम्न स्तर से ऊपर नहीं उठ पाता।

जैविक खरपतवार नियंत्रण का संक्षिप्त इतिहास

प्राकृतिक शत्रुओं को दूसरे शत्रुओं के नियंत्रण के लिए उपयोग में लाने का बोध बहुत प्राचीन है। इस प्रकार के प्रयोगों की उत्पत्ति चीन में मानी जाती है। चीनियों ने सबसे पहले चीटियों को नीबू जाति के फल के नाशक कीटों के परभक्षियों के रूप में प्रयोग किया।

भारत में सवर्प्रथम नागफनी (प्रिक्ली पियर) खरपतवार का जैविक नियंत्रण अनजाने में हुआ। अंग्रेजी शासन के दौरान वर्ष 1795 में भारत में *ओपुनसिया वल्गेरिस* नाम की नागफनी से एक प्रकार की लाल डाई बनाने के लिए *डेक्टीलोपियस केक्टस* नाम के एक कीट को ब्राज़ील से भारत में लाया गया पर उक्त कीट से अच्छे प्रकार की डाई तो प्राप्त न हो सकी पर उसके द्वारा नागफनी को ही पूर्ण रूप से नष्ट कर दिया गया। बाद में पता चला कि यह *डेक्टीलोपियस केक्टस* नाम का कीट न होकर *डेक्टीलोपियस सिलोनिकस* नाम की जाती का कीट था। इस घटना ने दुनिया में खरपतवारों और कृषि के हानिकारक कीटों और व्याधियों के जैविक नियंत्रण का मार्ग प्रशस्त किया। इससे यह चेतावनी भी मिलती है कि जैविक नियंत्रण कार्यक्रम के तहत बायोएजेंट की सही प्रजाति की पहचान कितनी आवश्यक है। 1863 से 1868 के बीच इस कीट को दक्षिण भारत में नागफनी को नष्ट करने के लिए लाया गया जिसे खरपतवार को नियंत्रित करने के लिए कीट का पहला सोचा- समझा सफल उपयोग माना जाता है। इसलिए, यह दावा किया जा सकता है कि खरपतवारों का जैविक नियंत्रण दुनिया में भारत से ही आया है। इसके बाद आस्ट्रेलिया और भारत में सन् 1926 से 1933 के बीच, आयातित कीटशत्रुओं द्वारा नागफनी का लगभग सफाया कर दिया गया।

बड़े स्तर पर जैविक नियंत्रण विधि का सर्व प्रथम प्रयोग अमेरिका के कैलिफोर्निया में सन् 1888 में अलवर्ट कोईवेले नामक वैज्ञानिक ने नीबू पर किया। उसने आस्ट्रेलिया से वीडेलिया भृंग (लेडी वर्ड बीटल) *रोडोलिया कार्डिनेलिस* नामक परभक्षी कीट को नीबू के नाशक कीट कोटनी कुशन स्केल के नियंत्रण के लिए किया था। भृंग की जैविक नियंत्रण की दिशा में मिली सफलता ने खरपतवार को शत्रुओं विशेषतः कीटशत्रु द्वारा नष्ट करने के मार्ग को प्रशस्त किया।

खरपतवार के संदर्भ में सर्वप्रथम मनुष्य ने जैविक नियंत्रण विधि का प्रयोग हुवाई द्वीप में लेन्टाना पर किया। लेन्टाना इस द्वीप पर उष्णकटिबन्धीय अमेरिका से सन् 1860 में आया था। इसने शीघ्र ही वहाँ घास के मैदानों पर कब्जा कर लिया। सन् 1902 में वहाँ की कृषि परिषद् ने कोएवेल नामक वैज्ञानिक को, लेन्टाना के प्राकृतिक शत्रुओं की खोज के लिए मेक्सिको भेजा। उन्होंने सघन खोजों के पश्चात् 23 कीट शत्रु जातियों को हवाई द्वीप भेजा परंतु वहां तक सिर्फ आठ जातियाँ ही जीवित पहुँची। जिसमें फूलों को नष्ट करने वाले कीट *क्रोसाडोसेमा लेन्टेनि*, बीजों को नष्ट करने वाली एक मक्खी *ओपियोमाइया लेन्टेनि* तथा एक चूषक कीट (बग) *टिलियोनेमिया स्क्रूपुलोसा*, आदि प्रमुख थे। 1903 में जहाज से आने पर, कोबेले द्वारा एकत्रित कीटों को, बिना किसी मेज़बान विशिष्टता परीक्षण के, सीधे ही खेत में लैंटाना पौधों पर छोड़ दिया गया। सन् 1905 तक इन कीटों ने लेन्टाना का इस द्वीप से काफी हद तक सफाया कर दिया इस सफलता से प्रभावित होकर, बीज नाशक मक्खी का आयात सन् 1909 व 1910 में फिजी में और 1917 में आस्ट्रेलिया में किया गया। जहाँ इसने लेन्टाना का सफाया करने में महत्वपूर्ण भूमिका अदा की। इन सफलताओं क बाद विश्व के लगभग सभी देशों में प्राकृतिक शत्रुओं द्वारा खरपतवारों को नियंत्रण करने का सिलसिला चल पड़ा।

जैविक नियंत्रण का कार्य व्यवस्थित रूप से 1927 में इंग्लैण्ड के "इम्पोरियल ब्यूरों ऑफ एन्टोमोलॉजी" के अन्तर्गत "फार्नहैम हाऊस प्रयोगशाला" की स्थापना से प्रारम्भ हुआ। सन् 1940 में इसका कार्यक्षेत्र कनाडा हो गया और 1947 में यह सेवा "कॉमन वेल्थ ब्यूरो ऑफ बायोलाफजिकल कण्ट्रोल" में बदल गयी और इसका मुख्यालय ट्रेनीडाड (वेस्टइण्डीज) में हो गया। इसके उपकेन्द्र भारत, पाकिस्तान, मलेशिया, युगांडा, अर्जेनटाइना, स्विटजरलैण्ड तथा पश्चिमी अफ्रीका में थे। परन्तु अब इसका विघटन हो चुका है। शुरू-शुरू में भारत में यह सेवा खरपतवारों के जैव नियंत्रण लिए भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद् के बेंगलुरू स्थित जैविक नियंत्रण अनुसंधान केन्द्र जो कि बाद में प्रोजेक्ट डायरेक्टरेट ऑफ़ बायोलॉजिकल कंट्रोल (PDBC) के नाम से जाना गया और जिसका अब नाम राष्ट्रीय कृषि कीट संसाधन ब्यूरो (NBAIR) है, से की जाती थी। अब इस संस्थान का कार्य क्षेत्र मुख्य रूप से कृषि के हानिकारक कीटों के जैविक नियंत्रण और संरक्षण का है। खरपतवारों के जैव नियंत्रण नियंत्रण के लिए अनुसंधान का काम अब जबलपुर में

स्थित भारतीय अनुसंधान परिषद के संस्थान खरपतवार अनुसंधान निदेशालय के द्वारा किया जाता है।

जैविक नियंत्रण खरपतवारनाशी शत्रुओं का आयात और उनका उपनिवेशन (कोलनाइजेशन)-

आयात तथा प्रवेश-

(i) नाशक खरपतवार की सही पहचान, जिसमें उसके उत्पत्ति के स्थान पर इसके शत्रुओं को ढूंढा जा सके।

(ii) खरपतवार के प्राकृतिक शत्रुओं को ढूढंना और उसकी सही पहचान।

(iii) प्राकृतिक शत्रु का जीवन इतिहास और पारिस्थितिकी का अध्ययन, उसे प्रवेशित किया जाए अथवा नहीं का निर्धारण।

एकत्रण- इसमें खरपतवार भक्षी कीटों की विभिन्न अवस्थाएं एकत्र करते है।

प्राकृतिक शत्रुओं को भेजना- प्रायः प्राकृतिक शत्रुओं को अक्रियाशील अवस्था में अथवा निम्नतम क्रियाशील अवस्था में जैसे-प्यूपे, सुसुप्तावस्था में लार्वे, भेजे जाते है। कभी-कभी वयस्क को भी भेजना आवश्यक हो जाता है इनके डिब्बों में प्रायः नमी तथा पोषक पदार्थ रखे जाते है।

प्राकृतिक शत्रुओं का बहुल संवर्धन (मास कल्चर)- संगरोध प्रयोगशाला में यह सिद्ध हो जाने पर कि आयातित शत्रु सिर्फ खरपतवार भक्षी है तो उसका प्रयोगशाला स्तर पर संवर्धन किया जाता है। जिससे पर्याप्त संख्या में प्राकृतिक शत्रुओं का मोचन (छोड़ना) विशेष उपनिवेशन स्थानों पर किया जा सके।

उपनिवेशन- आयातित प्राकृतिक शत्रुओं जैविक परिक्षणों के बाद नये क्षेत्रों में उपनिवेशन किया जाता है।

मोचन (छोड़ना)- प्रयोगशाला में आयातित शत्रुओं का "संवर्धन" जब पर्याप्त मात्रा में हो जाता है तो उनकी खरपतवार के अधिक घनत्व वाले क्षेत्रों में छोड़ा जाता है। आप्लावित (इन अनडेटिव) प्रकार के मोचन का उद्देश्य खरपतवार को पूर्ण रूप से समाप्त कर देना है। यह ऐसे खरपतवारों के विरुद्ध किया जाता है जो एक विशेष समय में बढ़ जाते है। निवेशित (इनआक्यूलेटिव) प्रकार के मोचन में प्राकृतिक शत्रुओं को प्रायः वर्ष में एक बार मोचित किया जाता है। इसका उद्देश्य उन प्राकृतिक शत्रुओं को पुनर्स्थापित करना है जो वर्ष के एक विशेष भाग में विपरीत परिस्थितियों के कारण मर जाते हैं पर वर्ष के शेष समय बहुत प्रभावी रूप से अपना कार्य कर सकते है।

स्थलीय खरपतवार (कृषि, वन, परती भूमि) के समस्याकारक आक्रामक खरपतवारों का जैविक नियंत्रण

नागफनी (केक्टस)- नागफनी खरपतवार का भारत में जैविक नियंत्रण एक सफल उदाहरण है। भारत में यह सफलता सर्वप्रथम मनुष्य के बिना किसी प्रयास के स्वतः ही हो गयी। उस समय नागफनी पर कीट छोड़कर एक प्रकार का रंग प्राप्त किया जाता था। सन् 1795 में ब्राजील से रंग पैदा करने के हेतु एक चूसक कीट *डेक्टाइलोपियस कैक्टस* को कलकत्ता में आयात किया गया। बाद में यह देखा गया कि भारत में यह कीट पर्याप्त मात्रा में रंग उत्पन्न नहीं कर पा रहा है। वास्तव में यह जाति उत्तम रंग उत्पन्न करने में तो असफल रही पर इसने उस समय गम्भीर रूप से पनप रहे नागफनी को भारत से लगभग साफ ही कर दिया, परन्तु सन् 1850 से 1870 के दशक में दक्षिण भारत में नागफनी फिर एक भीषण खरपतवार के रूप में पनपने लगी। एक बार डे. इण्डिकस कीट को आयात किया गया। किन्तु प्रयोग सही कीट के न होने के कारण असफल रहा क्योंकि ओ. मोनोकान्था की प्रजाति ओपुनीसा डाइलेनी ने पूर्ण रूप से विस्थापित कर दिया था। डे. *इण्डिकस* कीट सिर्फ पहली ही जाति को खाता था। यह खरपतवार जैविक नियंत्रण इतिहास में, सही जाति की पहचान न होने के कारण, स्वतः सफलता और मनुष्य के प्रयासों की असफलता के ये सबसे अच्छे उदाहरण है।

फिर एक बार सन् 1926 में एक दूसरे कीट *डेक्टाइलीपियस टोमेन्टोसा* की श्रीलंका से भारत में आयात किया गया, जहाँ यह सन् 1924 में उत्तरी अमेरिका से लाया गया था। इस बार सफलता आश्चर्यजनक थी। देखते ही देखते सन् 1933 तक इस कीट ने भारत से नागफनी का लगभग सफाया कर दिया। आज भारत में नागफनी खरपतवार एक समस्या के रूप में नहीं माना जाता है।

लेन्टाना: आज यह खरपतवार भारतीय वनों एवं परती भूमि में में एक भीषण समस्या बन चुकी है। वनों में प्राकृतिक पुनरुदभवन को रोकने के अलावा भी यह रोप वनों के सफल रोपण में एक खतरा होता जाता रहा है। इसने बाहरी हिमालय के साल वनों और घास के मैदानों के एक बड़े क्षेत्र को लगभग बेकार सा ही बना दिया है। विभिन्न क्षेत्रों से प्राप्त तथ्य बताते है कि दक्षिण भारत और उत्तर-पूर्व भारत में लेन्टाना एक भीषण समस्या बनता जा रहा है।

सन् 1902 से 1917 के दौरान हवाई द्वीप, फिजी और आस्ट्रेलिया में कीट-शत्रु द्वारा इसकी नष्ट करने के सफल प्रयोगों ने, दूसरे देशों में भी जैविक नियंत्रण का मार्ग खोल दिया। सन् 1916 में भारत सरकार ने डॉ. राव को इसके स्वदेशी शत्रु ढूंढने का काम सौंपा। उन्होंने इसके 150 शत्रु कीट खोज निकाले। इनमें से *प्लेटिटिला पुसिलिडेक्टाइला* नामक कीट को जैविक नियंत्रण के लिए उपयुक्त माना गया। सर्वप्रथम लेन्टाना के विरुद्ध एक गाँठ बनाने वाला कीट *ओफियोमाइया लेन्टिनि* को 1921 में मेक्सिको से आयात किया गया। पर यह कीट लेन्टाना को नष्ट करने में असफल रहा। दूसरे देशों में एक चूषक कीट *टिलियोनेमिया स्क्रूपुलोसा* की सफलता से प्रभावित होकर भारत में इसका आयात लेन्टाना को नियन्त्रित करने के लिए सन् 1941 में वन अनुसंधान संस्थान, देहरादून द्वारा किया गया पर प्रयोगशाला स्तर पर प्रारम्भिक परिक्षणों में जब यह पाया गया कि यह कीट एक बहुमूल्य लकड़ी उत्पादन करने वाले वृक्ष "सागौन" पर अपना जीवन-चक्र पूरा करता है तो इस कीट की सभी अवस्थाओं को इस डर से नष्ट कर दिया गया कि कहीं यह सागौन का ही नाशी कीट न हो जाए। फिर भी कुछ

कीट पिंजड़ों से निकलकर बाहर पहुँच गये और वो स्वतः ही लेन्टाना पर स्थापित हो गये। आज यह कीट भारत में लेन्टाना पर लगभग सभी स्थानों पर पाया जाता है। और आंशिक रूप से इस खरपतवार का नियंत्रण भी करता है पर यह कीट लेन्टाना को पूर्ण रूप से नष्ट करने में सफल नहीं है। अतः एक अन्य छेदने वाले कीट *प्लेजियोहेमस स्पीनीपेनमिस* को आयात करने की अनुशंसा की गयी है व इस खरपतवार के स्वदेशी शत्रुओं पर अधिक अनुसंधान करने को बल दिया गया है।

सन् 1972 में एक अन्य चूषक कीट *लेप्टोबाइरसा डेकोरा* का विदेशों से आयात किया गया पर यह कीट भी प्रारम्भिक परिक्षणों में सागौन को खाता हुआ पाया गया। अतः प्रयोगशाला में ही इसके संवर्धन को नष्ट कर दिया गया। अब तक लेन्टाना के जैविक नियंत्रण के लिए 10 विदेशी शत्रुओं का आयात हो चुका है पर यह दुर्भाग्य ही रहा कि कोई भी कीट लेन्टाना का उन्मूलन करने में सफल न हो सका।

गाजर घास: एक विदेशी खरपतवार नये स्थान पर किस तेजी से अपना प्रसार करता है इसका उदाहरण है गाजर घास। भारत में सर्वप्रथम गाजर घास या कांग्रेस घास या *पारथेनियम हिस्टेरोफोरस* को पूना में सन् 1956 में देखा गया था परन्तु आज यह खरपतवार भारत के कोने-कोने में दिखाई देने लगा। पहले इसको परती भूमि की ही समस्या माना जाता था पर तथ्य बताते है कि इसका प्रादुर्भाव कृषि फसलों एवं वनों पर भी होने लगा है। वन और खेतों की उत्पादकता को कम करने के अलावा यह मनुष्यों और जानवरों में अनेकों रोग उत्पन्न कर देती है। विशेषतः वन पौघशालाओं में इनका प्रभाव अधिक होता है। स्थलीय खरपतवार *पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस* ने भारत में लगभग 3.5 करोड़ हेक्टेयर भूमि पर अपनी जड़ें जमा रखी हैं। इसे फसल उत्पादकता, जैव विविधता और मानव में कई स्वास्थ्य संबंधी समस्याओं की वजह माना जाता है। भारत मे सन् 1971 तक इसका कोई भी शत्रु ज्ञात नहीं था पर अब इस घास को खाते हूए अनेकों कीट, चिंचड़ी और रोगाणुओं को खोज लिया गया है पर ये स्वदेशी शत्रु इसको नष्ट करने में सफल नहीं है। इस खरपतवार के बढ़ते प्रकोप से निबटने के लिए सन् 1883 में दो भृंग कीट और सन् 1985 में एक तने पर गांठ बनाने वाले शलभ (मोथ) कीट को आयात किया गया पर उनमें से सिर्फ एक भृंग कीट *जाइगोग्रावा बाइकोलोराटा* ही इस खरपतवार को नष्ट करने में सफल हो सका है। भारत से यह स्वतः ही नेपाल में प्रवेश कर गया जहाँ यह इस खरपतवार का आंशिक रूप से नियंत्रण कर रहा है।

1980 के दशक के दौरान मैक्सिको से लाए गए बायोएजेंट *जायगोग्रामा बाइकोलोराटा* द्वारा इसके जैविक नियंत्रण से खरपतवार में भारी कमी आई और जैव विविधता की बहाली में मदद मिली है। हालांकि, जैव नियंत्रण पर विश्वास न करने वालों द्वारा दावा किया जाता है कि बायोएजेंट ने पार्थेनियम के फैलाव को कम करने के लिए कुछ नहीं किया है। लेखक द्वारा 2022 में किए गए एक अनुमान में यह पाया गया कि *जायगोग्रामा बाइकोलोराटा* भारत के 3.5 करोड़ हेक्टेयर संक्रमित क्षेत्र में से लगभग 2.5 करोड़ हेक्टेयर (71 प्रतिशत) में फैल गया है और अच्छी तरह से स्थापित हो गया है। यह बायोएजेंट केवल बरसात के मौसम के दौरान पार्थेनियम को शून्य से 100 प्रतिशत तक विभिन्न स्तरों पर नियंत्रित करता है। पार्थेनियम को केवल 10 प्रतिशत पूर्णत: नियंत्रित कर लेने से ही हर साल लगभग 600 करोड़ रुपए की बचत (हर्बिसाइड पर होने वाले खर्च के संदर्भ में) होती है। वर्षा ऋतु में बीटल के द्वारा अरहर, उड़द या इस प्रकार की फैसले जहां पानी न भरता हो, गाजर घास का नियंत्रण किया जा सकता है. ऐसे क्षेत्रों में बीटल

अंडे, लार्वा, वयस्क और पूरी तरह से खाया हुआ गाजरघास का पौधा

परती भूमि और ज्वार की फसल के बीच ज़ाइगोग्रामा बाइकोलोराटा द्वारा पार्थेनियम का शानदार नियंत्रण

एक ही स्थान पर छोड़े जाने के बाद जैव विविधता की बहाली में ज़ाइगोग्रामा बाइकोलोराटा का प्रभाव

छोड़ने पर वे वहां अपनी संख्या बढ़ाकर गाजर घास को नियंत्रण नियंत्रित करते हैं।

प्राथमिकीय प्रयोगां से ज्ञात होता है कि बढ़ी हुई कार्बन डाईऑक्साइड और तापमान में जैव कारक *जाइगोग्रामा बाइकोलोराटा* अधिक समय तक जिन्दा रहता है तथा काफी संख्या में अपनी वृद्धि करता है, अतः यह कहा जा सकता है कि कार्बन डाईऑक्साइड और तापमान बढ़ने पर अगर गाजरघास की आधिक वृद्धि होती है, तो मैक्सिकन बीटल भी अधिक मात्रा में इसे खाना शुरू करेगी। अतः ऐसा अनुमान है कि अधिक कार्बन डाई-ऑक्साइड और अधिक तापमान होने पर भी जैवकारक के गाजरघास को खाने की क्षमता कम नही होगी। इसका कारण यह है कि अधिक कार्बन डाईऑक्साइड और तापमान की उपस्थिति में अधिक प्रकाश-संश्लेषण के कारण पत्तियों में कम प्रोटीन का निर्माण होता है, प्रोटीन की कमी के कारण *जायगोग्रामा बाइकोलोराटा* बीटल अधिक मात्रा में भोजन करती है, जिससे पर्याप्त प्रोटीन की पूर्ति हो सके। अधिक भोजन भक्षण करने के कारण उसमें वृद्धि भी अधिक होती है। जिससे वो अधिक गाजरघास खा सकेंगे।

देश में इस खरपतवार की समस्या इतनी विकट हो गयी है कि इसके उन्मूलन के लिए कई स्वयं सेवी संस्थाएं बन चुकी है। इस खरपतवार को एक दूसरे प्रकार के पौधे *कैसिया सेरेसिया* जिसे अब *सन्ना सेरेसिआ* कहते है से विस्थापित करने के प्रयास भी किये जा रहे है।

आसाम-लता: सियाम खरपतवार" (*क्रोमोलेइना ओडोराटा*): एक बहुवर्षीय खरपतवार है। उत्तर-पूर्वी भारत में यह आसाम-लता के नाम से जानी जाती है। ऐसा माना जाता है कि प्रथम विश्व युद्ध के समय यह

भारत में आई थी। यह खरपतवार भारत के वनों की उत्पादन क्षमता को एक बड़ा खतरा होती जा रही है। इस खरपतवार को कीट शत्रुओं द्वारा नष्ट करने के प्रयास 1975 से आरम्भ हो गये थे पर अभी तक कोई खास सफलता प्राप्त नहीं हो पायी है। अभी तक चार कीट शत्रु आयात किये जा चुके है। तमिलनाडु और केरल के वन क्षेत्रों में सन् 1991 में एक शलभ कीट *पारेयूचेट्स सूडोइनसूलाटा* को स्थापित करने का पुनः प्रयास किया गया पर सफलता आंशिक ही प्राप्त हुई। कई स्वदेशी कीट भी इस खरपतवार का भक्षण करते है पर कोई भी कीट खरपतवार को नष्ट करने के लिए प्रभावी नहीं है। छत्तीसगढ में *क्रोमोलिना ओडोरेटा* एक समस्यात्मक खरपवार है जो उत्तर-पूर्वी क्षेत्र, पष्चिमी घाट, कर्नाटिका और तमिलनाडु से होकर छत्तीसगढ के बस्तर क्षेत्र तक फैले गयी है। पहले यहाँ यह समस्यात्मक नही थी परन्तु लगभग 15 सालों से भी कम समय में ही इसका संक्रमण बड़े समुदायिक क्षेत्र, मरुभूमि, जंगलभूमि और बस्तर क्षेत्र के चारों और हो चुका है। 2014 के सर्वेक्षणों से ज्ञात होता है कि पिछले सालों के दौरान इसका संक्रमण बढा है। छत्तीसगढ, महाराष्ट्र और मध्यप्रदेष में इसकी शीघ्र संक्रमणकारी क्षमता को देखते हुये वर्तमान समय में इसे गम्भीरता से लिया गया है।

छत्तीसगढ क्षेत्र में सर्वप्रथम जैविक नियंत्रण के प्रयास सन 2012 में किए गए जब लगभग 3000 पित मक्खी द्वारा संक्रमित गॉठों को *क्रोमोलिना* द्वारा संक्रमित क्षेत्र में छोड़ा गया। 2013 में बायोंकारकों के इस क्षेत्र में स्थापित होने के कोई लक्षण दिखाई नही दिये। इसलिये पुनः सितम्बर 2013 में 1500 पित्त मक्खी द्वारा संक्रमित गॉठों को फिर से जगदलपुर क्षेत्र के तीन स्थानों पर छोड़ा गया। पुनः 2014 में फिर से 500 संक्रमित गॉठों को सागौन के पौधारोपण क्षेत्र में छोड़ा गया। 2014 के सर्वेक्षणों से ज्ञात हुआ कि *क्रोमोलिना ओडोरेटा* पर पित्त मक्खी गॉठ बनना प्रारंभ हो गई है। 9 विभिन्न भूखण्डों से स्थापित गॉल या पित्त गॉठ के सैम्पल लिये गये जिनमें विभिन्न पित्त गॉठों का औसत 1.67 से 7.08 पर 25 मीटर वर्ग रहा।

क्रोफटन खरपतवार (एगेरेटिना एडेनोफोरा = *इयूपेटोरियम एडिनोफोरम*): यह खरपतवार भारत में इस शताब्दी के शुरू में आयी इसका प्रकोप उत्तरी-पूर्वी और उत्तर भारत के पहाड़ी हिस्सों में बहुत अधिक है। यह ऐसे वनों में जा निंवृक्षीकरण विधि द्वारा काटे जाते हैं,

शलभ कीट पारेयूचेट्स सूडोइनसूलाटा (ऊपर) एवं क्रोमोलेइना ओडोराटा के तनों पर पित मक्खी द्वारा निर्मित गांठे (नीचे)

काफी तेजी से पनपती है। दो-तीन दशक पूर्व इस खरपतवार न नागालैण्ड में बहुत क्षति पहुँचाई थी। जैविक नियत्रंण के लिए सर्वप्रथम सन् 1963 में एक मक्खी *प्रोसेसीडोचारस युटिलिस* को न्यूजीलैण्ड से आयात किया गया और नीलगिरी की पहाड़ियों में छोड़ा गया। बाद में इसको पुनः आयात किया गया। दार्जीलिंग की पहाड़ियों में छोड़ा गया। हालांकि इस कीट ने अपना प्रसार भारत में काफी तेजी से किया पर यह क्रोफ्टन को नष्ट करने में आंशिक रूप से ही सफल हो सका है। भारत से यह स्वतः ही नेपाल में प्रवेश कर गया जहॉ यह इस खरपतवार का आंशिक रूप से नियंत्रण कर रहा है।

नेफा या शर्णार्थी लता (*मीकेनिया मैक्रान्था*): यह एक बहुवर्षीय लता है। सर्वप्रथम यह सन् 1948 में आसाम और बंगाल के चाय बगीचों में देखी गयी। ऐसा विश्वास किया जाता है कि यह लता उत्तर-पूर्व भारत में द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान अमेरिकी सैनिकों द्वारा लाई गयी। जो इसका उपयोग अपने आप को शत्रुओं की नजर से बचाने के लिए करते थे। इस खरपतवार को वहॉ अमेरिकन लता भी कहा जाता है। पश्चिमी बंगाल के क्रमशः 11 व 38 प्रतिशत स्थापित व रोपवनों को इस खरपतवार ने बुरी तरह प्रभावित किया है। पहले यह खरपतवार कभी भी मध्य प्रदेश में नहीं देखी गयी थी लेकिन अभी पिछले वर्षों में इसे मध्य प्रदेश के सारणी और छत्तीसगढ़ के दुर्ग जिलों में देखा गया है जो यह इंगित करता है कि भविष्य में मध्य भारत एवं उत्तर भारत में इसके फैलने के प्रबल अवसर है। इस खरपतवार के जैविक नियंत्रण का एकमात्र प्रयास सन् 1963 में जोरहाट (आसाम) के चाय के बगीचों में इस खरपतवार को नष्ट करने के लिए एक परजीवी पौधे आकाश बेल (कसकुटा) द्वारा किया गया। किन्तु यह बेल अन्य कई प्रकार के वृक्षों को नष्ट करने लगी। सन् 2003-04 में इसके जैविक नियंत्रण के लिए केरल और असम के कुछ हिस्सों में *पुक्सिनिआ स्पेगाज़िनी* कवक छोड़ा गया पर, स्थापित नहीं हुआ.

जलीय क्षेत्रों के समस्याकारक आक्रामक खरपतवारों का जैविक नियंत्रण

भारत में *आईकॉर्निया कैरासिपेस* (जलकुंभी), *साल्विनिया मोलेस्टा* (वाटर फर्न), *हाइड्रिला वर्टिसिलेट* (पानी में डूबी रहने वाली खरपतवार), *पिस्टिया स्ट्रेटियोट्स*, *आइपोमोइया कार्निया*, एलीगेटर वीड (*अल्टरनेनथेरा फिलोक्सेरोइड्स*) आदि समस्याग्रस्त जलीय खरपतवार हैं।

जलकुंभी का जैव नियंत्रण: जलकुंभी गरम देशो के ताजे पानी में पाया जाने वाला एक जलीय खरपतवार है। ब्राजील देश इस खरपतवार का मूल स्थान है पर अब यह विश्व के लगभग हर गरम जलवायु वाले देशों में फैल गया है। भारतवर्ष में यह पौधा वर्ष 1890 में कोलकत्ता शहर में एक सजावटी पौधे के रूप मे लाया गया था परन्तु अब यह एक जलीय खरपतवार के रूप में भरत के प्रायः हर प्रदेश में तालाबों, नहरों, झीलों आदि में फैल गया है। यह पौधा अपनी संख्या वर्धी प्रजनन और बीजों द्वारा काफी तेजी से बढ़ाने की क्षमता रखता है। प्रयोगों द्वारा पाया गया है कि इसके बीजों में 20 वर्ष पश्चात भी उगने की क्षमता होती है। यह नदियो और सिंचाई की नहरों के पानी के बहाव को 40 से 70 प्रतिशत तक कम

कर देती है। जहां पानी से बिजली बनती है वहां इसके व्यवधान के कारण बिजली बनने की छमता को प्रभावित होती है। तालाबों,झीलो और जलाशयों में इसकी अपस्थिति के कारण वाष्पोत्सर्जन की गति काफी बढ़ जाती है जिससे पानी का काफी अधिक नुकसान होता है। जलकुंभी मछली पालन उघोग के लिए एक बहुत बड़ा खतरा बनता जा रहा है। जलकुंभी से ग्रसित तालाब,नदी नाले मच्छरों के प्रजनन के लिए स्वर्ग है। जलकुंभी पूरे भारत में सबसे खराब जलीय खरपतवार बन गई हैऔर इसने उत्तर-पूर्व और केरल में एक गंभीर समस्या का रूप ले लिया है।

जलकुंभी का कीटो द्वारा नियंत्रण: जलकुंभी को कीटों द्वारा नियत्रित करने प्रयास विदेशों में सत्तर के दशक मे ही शुरू हो गये थे। अध्यनों में कीटो की 60 से 70 प्रजातियां जलकुंभी का भक्षण करते हुए पायी गयी पर इनमें से 5-6 प्रजातियों को ही इस लायक माना गया कि जैव नियत्रंण के लिए प्रयोग में लाई जा सकें। इनमें से सुरसरी और शलभ प्रजातियों को व्यापक पैमाने पर अमेरिका, आस्ट्रेलिया ,सूडान आदि देशो में जलकुंभी के जैव नियत्रंण के लिए उपयोग में लाया गया जहां इन्हे जलकुंभी को नियंत्रित करने में अपार सफलता मिली। बंगलौर स्थित भारतीय बागबानी अनुसंधान संस्थान के वैज्ञानिको के अथक प्रयासों से सन् 1982 में फ्लोरिडा और आस्ट्रेलिया से तीन कीटों और एक माइट की प्रजाति को भारत में आयात किया गया। विशेष क्वारनटीन प्रयोगशालाओं में सघन वर्णात्सिक परिक्षणों के पश्चायत सरकार न सुरसरी की दो प्रजाती क्रमशः *नियोकेटिना आइकारनी* एवं *नि. बुर्की* को 1983 में एवं माइट की प्रजाती को 1985 में वातावरण में छोड़ने की अनुमति दे दी। सर्वप्रथम बंगलौर फिर देश के अन्य प्रदेशों में इन कीटों ने जलकुंभी को नियत्रंण करने में अपार सफलता पाई है। वैज्ञानिकों, जागरूक नागरिकों और प्रशासनिक अधिकारियों के सहयोग से नियोकोटिना सुरसरी की दोनों प्रजातिया आज लगभग देश के सभी प्रदेशो में फैल गयी है।

नियोकोटिना की दोनो प्रजातियां उपर से देखने पर लगभग समान प्रकार की दिखती है पर वास्तव में इन्हें बहुत ही सूक्ष्म लक्षणों के आधार पर पहचाना जा सकता है। दोनों प्रजातियां एक ही समय में जलकुंभी पर रहकर उन्हें नष्ट करती है। व्यस्क सुरसरी जलकुंभी की पत्तियों को खुरच-खुरच कर खाती है। मादा व्यस्क अपने अण्डे वृंत (पिटियोल) और पटल (लोमिना) की उपरी त्वचा को काटकर उसके नीचे देती है। अण्ड सफेद रंग के लगभग 3/4 मि.मी. लम्बे होते है। नियोकोटिना आइकार्नी के अण्डों से ग्रब्स 7-14 दिनों में निकल आते है। 65-90 दिन तक ये ग्रब्स की शक्ल में रहते है। बड़ी अवस्था के ग्रब्स जलकुंभी की जड़ों के रेशो को अपने चारो तरफ लपेटकर एक खोल के अन्दर प्यूपेशन में जले जाते है।14-20 दिन में कायान्तरण के पश्चायत ये वयस्क सुरसरी बन निकलते है। *नि. बुर्की* प्रजाति में अण्डे से ग्रब्स निकलने, लार्वा और प्यूपा से व्यस्क बनने में क्रमशः 7-8,30-35,14-20 दिन लग जाते है। मादा सुरसरी 30 से 200 दिन तक जिन्दा रहकर अपने जीवन काल में 150 से 800 तक अण्डे दे सकती है। अण्डो से निकलने के बाद सुरसरी के ग्रब्स वृत और पटल के उत्तकों को खाकर उनमें छेद कर देते है। धीरे-धीरे यह पटल में उपर की तरफ बढ़ने लगते है। जिससे पौधा उपर से नीचे की और सूखना शुरू हो जाता है। व्यस्क भी पत्ती को खुरच-खुरच कर खाते है। जिससे पत्ती का हरितलवक कम हो जाता है और प्रकाश संश्लेषण की क्रिया धीमी पड जाती है। धीरे-धीरे पौधा पूरा सूख जाता हैं। वृत और पटल के खोखला होने के कारण उनमें पानी भर जाता है और सम्पूर्ण पौधा पानी में ही डूबकर मर जाता है। इसी कारण पानी की सतह साफ हो जाती है।

कीटों द्वारा जैव विधि में जलकुंभी का नियंत्रण समुद्र या जलाषयों में उत्पन्न होने वाली लहरों के समान होता हैं। एक बार कीटों द्वारा जलकुंभी नष्ट करने के बाद कीटों की संख्या भी कम हो जाती हैं। जलकुंभी का घनत्व फिर बढ़ने लगता हैं। जिसके अनुपात में ही कीटों की संख्या भी धीरे-धीरे बढ़ने लगती हैं और इतनी अधिक हो जाती हैं कि

एक तालाब में नियोचेटीना प्रजाति द्वारा जलकुंभी का जैविक नियंत्रण

जलकुंभी को फिर नष्ट कर देती हैं। सामान्य तौर पर जलकुंभी को पहली बार नष्ट करने में कीटों द्वारा 2 से 4 साल तक लग जाते हैं। यह इस बात पर भी निर्भर करता हैं कि कीट उस जलाशय में कितनी मात्रा में छोड़े गये हैं। अधिक कीट छोड़ने पर नियंत्रण षीघ्र होता हैं। दूसरी बार जलकुंभी का नियंत्रण होने में सामान्यतः कम समय लगता हैं। एक बड़े तालाब या झील में इस प्रकार साल दर साल, जलकुंभी का कीटों द्वारा नियंत्रण किया जाता है, जिससे धीरे-धीरे वहाँ कई वर्षों से जमा होने वाले बीजों का भी घनत्व कम होने लगता हैं और 7-8 लहरों के बाद वहाँ से जलकुंभी पूरी तरह से नष्ट हो जाती हैं।

जैव नियंत्रण की जल्दी और अच्छी सफलता के लिए जितने अधिक कीट छोड़े जायेगें, उतना ही अधिक लाभ होगा। एक हैक्टर क्षेत्रफल के जलाशय में कम से कम 20000 से 25000 वयस्क कीट छोड़ना चाहिए। जलाशय को कई भागों में बाँट कर एक भाग में कम से कम 100 कीट छोड़ने से पूरे जलाशय में कीट समान रूप से वृद्धि कर जलकुंभी का जैव नियंत्रण करते हैं।

कुछ लोगो का मानना है कि *इसके बायोएजेन्ट नियोचेटीना बुरुची* एवं *नियोचेटीना आईकोरनी* जलकुंभी को नियंत्रित करने में प्रभावी नहीं हैं। हालांकि, कर्नाटक, मध्य प्रदेश, मणिपुर, उत्तर प्रदेश, बिहार, आंध्र प्रदेश, तमिलनाडु आदि राज्यों में इसकी सफलता की अनेक कहानियां हैं। अनुसंधान ने साबित कर दिया है कि जलकुंभी के सफल जैविक नियंत्रण के लिए जल निकायों की बारहमासी प्रकृति आवश्यक है। नदियों और बहते पानी में जलकुंभी के जैविक नियंत्रण की उम्मीद नहीं की जा सकती। बरसात के मौसम में खरपतवार के साथ बायोएजेंट की आबादी बह जाने के कारण उसका उपयोग असंभव है। यही कारण है कि बहते पानी में जलकुंभी के खिलाफ बायोएजेंट प्रभावी नहीं है। उपयुक्त जल निकायों में उचित संख्या में बायोएजेंट को व्यवस्थित रूप से छोड़ने से शानदार सफलता मिल सकती है।

***सालविनिया मोलेस्टा* का जैविक नियंत्रण:** दक्षिण-पूर्वी ब्राज़ील के उत्पती छेत्र के *साल्विनिया मोलेस्टा* को सबसे पहले 1955 में केरल के वोल झील में दर्ज किया गया था, जो बाद में 1964 में एक कुख्यात खरपतवार बन गया, जिसने लाखों लोगों के जीवन को प्रभावित किया। केरल के कुट्टानाड क्षेत्र में, लगभग 75,000 एकड़ नहरें और लगभग 75,000 एकड़ धान के खेत प्रभावित हुए थे और यहाँ तक कि इस खरपतवार ने किसानों को धान की खेती छोड़ने के लिए भी मजबूर कर दिया था। पहले, इसे सामान्य रूप से दक्षिण भारत और विशेष रूप से केरल में एक समस्याग्रस्त जलीय खरपतवार के रूप में रिपोर्ट किया गया था और मध्य भारत के जलीय निकायों में दर्ज नहीं किया गया था, लेकिन हाल ही में, इसे मध्य भारत में तालाबों, झीलों और नहरों में फैलता हुआ पाया गया है. आशंका है कि यह भविष्य में मध्य एवं उत्तर भारत के जलीय निकायों में भी एक खतरा बन जाएगा।

मध्य प्रदेश के कटनी जिले के पडुआ गांव के एक तालाब में बायोएजेंट साइरटोबैगस साल्विनिया को दिसंबर 2019 में छोड़ने के बाद साल्विनिया मोलेस्टा का क्रमिक नियंत्रण

1982 में बायोएजेंट *साइरटोबैगस साल्विनिया* को बेंगलुरु में ऑस्ट्रेलिया से आयात करने और उसकी मेज़बान विशिष्टता परीक्षण करने के प्रयास किए गए। मेज़बान विशिष्टता परीक्षणों की मंजूरी के बाद, बायोएजेंट को 1983 के शुरू में बेंगलुरु के एक जल निकाय में छोड़ा गया। बायोएजेंट ने एक साल के भीतर संक्रमित जल निकाय को नियंत्रित कर लिया। इसने *साल्विनिया मोलेस्टा* को नियंत्रित करने के लिए केरल में इस बायोएजेंट को छोड़ने का रास्ता साफ कर दिया। दो से तीन साल के भीतर, केरल में *साल्विनिया मोलेस्टा* को नियंत्रित करने में असाधारण सफलता हासिल की गई।

जैविक नियंत्रण की *सालविनिया मोलेस्टा* पर केरल राज्य के बाद सबसे महत्वपूर्ण सफलता मध्य भारत में बायोएजेंट *सिर्टोबैगस सालविनी* के जरिए प्राप्त हुई है। इस बायोएजेंट को केरल से जबलपुर स्थित खरपतवार अनुसंधान निदेशालय लाया गया था। यहां गहन अनुसंधान के बाद इसे मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र और छत्तीसगढ़ के *सालविनिया मोलेस्टा* से ग्रसित जल निकायों पर छोड़ा गया। इस बायोएजेंट ने मध्य प्रदेश के बैतूल जिले के सारनी क्षेत्र में लगभग 1000 हेक्टेयर प्रभावित जल निकाय में *साल्विनिया मोलेस्टा* को नियंत्रित करने में असाधारण सफलता प्राप्त की। इस जल निकाय को 5 वर्षों में साफ करने के लिए 15 से 18 करोड़ रुपये खर्च होने का अनुमान था, लेकिन इस बायोएजेंट की मदद से 15 महीनों के भीतर केवल 50 लाख रुपये में पूरे क्षेत्र को पूरी तरह से नियंत्रित किया गया। इसकी मदद से मध्य भारत में दो से तीन वर्ष में ही करीब 5,000 हेक्टेयर में फैले जल निकायों को *सालविनिया मोलेस्टा* से मुक्त कराया जा चुका है।

विश्व एवं भारत में खरपतवारों के जैव नियंत्रण की वर्तमान स्थिति

विश्व में, अब तक खरपतवार जैविक नियंत्रण के अंतर्गत 48 पादप परिवारों में लक्षित खरपतवारों की 175 प्रजातियों के विरुद्ध 1555 बार में 468 एजेंट का जानबूझकर विमोचन किया गया है। अब तक किए गए सभी विमोचनों में से, 982 (63.2%) बायोएजेन्ट स्थापित हो गए है। सबसे अधिक संख्या में बायोएजेन्ट प्रजातियाँ (44) *लैंटाना कैमरा* (वर्बेनेसी) के जैविक नियंत्रण के लिए छोड़ी गईं है। छोड़ी गईं सभी जैव नियंत्रण एजेंट प्रजातियों में 80% कोलियोप्टेरा, लेपिडोप्टेरा और डिप्टेरा गण के थे। छोड़ी गईं 468 जैव नियंत्रण एजेंट प्रजातियों में से, 332 (70.9%) कम से कम एक उदाहरण में स्थापित हुए हैं। सफलता बहुत सफल से लेकर पूरी तरह से विफलता तक रही है।

अभी तक भारत में खरपतवारों के विरुद्ध जैविक नियंत्रण के लिए लगभग 32 विदेशी बायोएजेंट लाए गए हैं। इनमें से छह को भारत में नहीं छोड़ा जा सका, 3 को छोड़ने के बाद पुनः वापिस नहीं पाया (रिकवर) जा सका जबकि 23 को रिकवर और स्थापित पाया गया। जैविक नियंत्रण एजेंटों के स्थापित परिणाम और सफलता के आधार पर 7 को उत्कृष्ट नियंत्रण वाला, 4 को पर्याप्त नियंत्रण वाला, 10 को आंशिक नियंत्रण वाला और 11 को नगण्य नियंत्रण प्रदान करने वाला माना गया है। भारत में सभी प्रकार के जैविक नियंत्रण एजेंटों द्वारा सर्वाधिक सफलता जलीय खरपतवारों (55.5 प्रतिशत) को नियंत्रण करने में दर्ज की गई है। इसके बाद होमोप्टेरौस कीटों (पौधों से रस चूसने वाले कीटों का वर्ग) (46.7 प्रतिशत) और पुनः स्थलीय खरपतवारों (23.8 प्रतिशत) का स्थान है।

भारत में जैवएजेंटों, मुख्य रूप से कीटों ने नागफनी, *ओपंटिया एलाटियर* और *ओपंटिया वल्गेरिस* को *डेक्टीलोपियस सीलोनिकस* और *डी. ओपंटिया* द्वारा; *साल्विनिया मोलेस्टा* को *सिर्टोबैगस साल्विनि* द्वारा; जल जलकुंभी को *नियोचेटिना ब्रूची* और एन. *आईकोरनिआ* और माइट *ऑर्थोगैलम्ना टेरेब्रांटिस* द्वारा; और *पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस* को पत्ती खाने वाले कीट *जाइगोग्रामा बाइकोलोराटा* द्वारा उत्कृष्ट जैविक नियंत्रण प्रदान किया है। कुछ जैव-कारकों ने सफलता सिद्ध नहीं की, लेकिन आंशिक नियंत्रण जरूर प्रदान किया। मसलन दुनिया की सबसे खतरनाक खरपतवार प्रजातियों में शामिल *लैंटाना कैमारा* को, छोड़े गए 9 बायोएजेन्ट में से दो *ओफियोमिया लैंटाने*, *टेलोनेमिया स्क्रूपुलोसा* द्वारा ही आंशिक रूप से नियंत्रित करने में सफलता हासिल हुई है। इसी तरह क्रोमोलेना ओडोराटा पर *पारियोचैट्स स्यूडोइनसुलेटा* और *सेसिडाचेरेस कोनेक्सा* के जरिए, *अजरटीना एडेनोफोरा* पर *प्रोसेसीडोचेरेस यूटिलिस* के जरिए, पानी में डूबी रहने वाली खरपतवार *वेलिसनेरिया* और *हाइड्रिला वर्टीसेलाटा* पर ग्रासकार्प की मदद से आंशिक सफलता मिली है।

त्रिनिदाद से एकत्रित एक उष्णकटिबंधीय अमेरिकी रस्ट फंगस (*पुक्सिनिआ स्पेगैजिनी*) को भारत में असम और केरल में 2005 में छोड़ा था। अब तक इस जैवएजेंट ने प्रभावी होने के कोई सबूत नहीं दिए हैं। भले ही यह रस्ट भारत और चीन के खेतों में प्रभावी नहीं रहा लेकिन इस जैवएजेंट ने ताइवान, फिजी में खुद को स्थापित कर लिया और *मिकैनिया माइक्रांथा* को भारी नुकसान पहुंचा रहा है।

खरपतवार के जैविक नियंत्रण के असफल होने के कारणों की विवेचना

यह सही है कि कीट द्वारा जैविक नियंत्रण के प्रयास भारत में 1921 से ही प्रारम्भ हो गये। पर इस विधि से नागफनी के उन्मूलन के अलावा और दूसरे खरपतवारों को नष्ट करने में कोई सफलता नहीं मिल पाई। अगर सफलताओं के बारे में गम्भीरता से पुनर्विचार किया जाए तो कई कारण सामने आते है। ऐसा प्रतीत होता है कि खरपतवार परपोषी और शत्रुकीट की आपसी क्रियाओं के अलावा वातावरण में उपस्थित विपरीत परिस्थितियाँ भी जैविक नियंत्रण की असफलताओं के कारण हैं शत्रुकीट और खरपतवार के जीवन-चक्र और इनके आपस के घनत्व की जटिल क्रियाओं का अपूर्ण अध्ययन भी इन कार्यक्रमों की असफलता का कारण है।

कभी-कभी यह भी देखा गया है कि एक विशेष खरपतवार भक्षी कीट हालांकि किसी दूसरे लाभदायक पौधे पर अपना जीवन-चक्र पूर्ण कर सकता है पर प्राकृतिक वातावरण में रहते हुए यह कीट उस लाभदायक पौधे का शत्रु नहीं बन पाता वरन् खरपतवार को ही नष्ट करता रहता है। उदाहरणार्थ लेन्टाना का चूषक कीट। लेन्टाना के दूसरे आयातित कीट शत्रु *ले. डेकोरा* को सिर्फ इस बात के लिए ही नष्ट कर

तालिका 1. खरपतवार के जैविक नियंत्रण के लिए विदेशों से भारत में आयातित कीट शत्रुओं का संक्षिप्त विवरण

भारत में आयातित विदेशी प्राकृतिक शत्रु (क्रम: परिवार)	स्रोत देश/प्रवेश का वर्ष और खरपतवार पौधा	वर्तमान स्थिति/संदर्भ
डेक्रीलोपियस सीलोनिकस (हेमिपटेरा: डेक्रीलोपिडि)	ब्राजील, 1795, कांटेदार नागफनी ओपंटिया वल्गेरिस	इसे गलती से अच्छी गुणवत्ता वाली कारमाइन डाई बनाने वाली प्रजाति डेक्रीलोपियस कैक्टस समझ कर आयात किया गया था, लेकिन यह थी डेक्रीलोपियस सीलोनिकस। यह उत्तर और मध्य भारत में नाशपाती, ओपंटिया वल्गेरिस (इसका प्राकृतिक मेजबान) पर आसानी से स्थापित हो गया और इस प्रजाति की नागफनी का सफाया कर दिया। बाद में, इसे 1863-1868 के दौरान दक्षिण भारत में भेजा गया, जहाँ इसने कांटेदार नाशपाती का उत्कृष्ट नियंत्रण किया। 2023 में, यह पहला उदाहरण है जब ओपंटिया एलाटियर को डी. सीलोनिकस द्वारा नियंत्रित पाया गया था।
डेक्रीलोपियस कन्फुसुस (हेमिपटेरा: डेक्रीलोपिडि)	दक्षिण अमेरिका से दक्षिण अफ्रीका,	ओपंटिया वल्गेरिस के लिए आयात किया गया लेकिन पुनः प्राप्त नहीं हुआ। 1836; कांटेदार नागफनी के विरुद्ध
डेक्रीलोपियस ओपुनसी; (हेमिपटेरा: डेक्रीलोपिडि)	ओ. इलेटियर; कोलम्बिया व पनामा लगभग सन् 1840 से 1850 के मध्य	हवाई द्वीप से, सफल नहीं रहा।
ज़ाइगोग्रामा बाइकोलोराटा (कोलियोप्टेरा; क्राइसोमेलिडि)	मेक्सिको से, 1983; पार्थेनियम हिस्टेरोफ़ोरस के विरुद्ध	पार्थेनियम के नियंत्रण के लिए छोड़ा गया; प्राकृतिक प्रसार द्वारा स्थापित और खरपतवार अनुसंधान निदेशालय (जबलपुर) द्वारा केंद्रित प्रयासों से, भारत के कई राज्यों में अच्छी तरह से स्थापित; भारत से नेपाल और पाकिस्तान में स्वाभाविक रूप से प्रवेश किया; सफल जैव-एजेंट।
एपिब्लेमा स्ट्रेनुआना (लेपिडोप्टेरा: टॉरट्रिसीडि)	मेक्सिको, 1983; पी. हिस्टेरोफोरस के विरुद्ध	प्रयोगशाला में प्रजनन नहीं किया गया।
स्मिक्रोनिक्स ल्यूटुलेंटस (कोलियोप्टेरा: कर्कुलियोनिडि)	मेक्सिको, 1983; पी. हिस्टेरोफोरस के विरुद्ध	होस्ट विशिष्टता परीक्षण में विफल रहा, इसलिए इसको संगरोध प्रयोगशाला में ही नस्ट कर दिया गया।
एपिनोटिया लैंटाना (लेपिडोप्टेरा: टॉरट्रिसीडेडि)	मेक्सिको, अनजाने में 1919 में लैंटाना पर आकस्मिक परिचय	कई स्थानों पर लैंटाना कैमरा पर स्थापित, आंशिक रूप से प्रभावी।
लैंटानोफेगा पुसिलिडैक्टाइला (लेपिडोप्टेरा: टेरोफोरिडि)	मेक्सिको, अनजाने में आकस्मिक परिचय, 1919 लैंटाना के विरुद्ध	लैंटाना पर स्थापित लेकिन प्रभावी नहीं।
ऑक्रोटोमा स्कैब्रिपेनिस (कोलॉप्टेरा: क्राइसोमेलिडि)	मेक्सिको से हवाई होते हुए ऑस्ट्रेलिया, 197; लैंटाना के विरुद्ध	लैंटाना पर स्थापित लेकिन प्रभावी नहीं।
ओफियोमिया लैंटाने (डिप्टेरा: एग्रोमाइसिडि)	मेक्सिको से हवाई होते हुए, 1921; लैंटाना के विरुद्ध	कई स्थानों पर लैंटाना पर स्थापित, लेकिन प्रभावी नहीं।
ओर्थोज़िया इन्सिग्निस (हेमिपटेरा: ओर्थोज़िडि)	मेक्सिको, अनजाने में आकस्मिक परिचय, 1915 लैंटाना के विरुद्ध	कई स्थानों पर लैंटाना पर स्थापित, आंशिक रूप से प्रभावी।
टेलोनेमिया स्क्रुपुलोसा (हेमिप्टेरा: टिंगिडि)	मेक्सिको से हवाई होते हुए ऑस्ट्रेलिया, 1941; लैंटाना के विरुद्ध	देहरादून में सागौन के फूलों को खाने की सूचना मिली, इसलिए संवर्धन को संगरोध में नष्ट कर दिया गया। लेकिन कीट 'संगरोध से बच निकला' और वर्तमान में भारत में सभी लैंटाना ग्रषित छेत्रों में पर पाया जाता है; आंशिक रूप से प्रभावी
यूरोपलाटा गिरार्डी (कोलियोप्टेरा: क्राइसोमेलिडि)	ब्राजील से हवाई होते हुए ऑस्ट्रेलिया, 1969 से 1971;	लैंटाना के विरुद्धलैंटाना पर स्थापित, प्रभावी नहीं।
साल्विया हेमोराहाइडेलिस(लेपिडोप्टेरा: पाइरालिडि)	त्रिनिदाद, वेस्ट इंडीज, 1972-1983; लनाटाना के विरुद्ध	लैंटाना कैमारा पर लाया गया लेकिन पुनः प्राप्त नहीं हुआ।
लेप्टोबिर्सा डेकोरा (हेमिप्टेरा: टिंगिडि)	पेरू और कोलंबिया ऑस्ट्रेलिया के माध्यम से, 1971;	लैंटाना के खिलाफ मेजबान विशिष्टता परीक्षण में विफल, संस्कृति नष्ट हो गई।
डायस्टेमा टाइग्रिस लेपिडोप्टेरा: नोक्टुइडि	वर्ष 1969 स्रोत मेक्सिको वाया त्रिनिदाद	स्थापित नहीं हुआ
पैरेउचैटस स्यूडोइन्सुलेटा (लेपिडोप्टेरा: आर्कटिडि)	त्रिनिदाद, वेस्ट इंडीज वाया श्रीलंका, 1973, 1984; खरपतवार प्रजाति क्रोमोलेना ओडोरेटा के विरुद्ध	पहले दो प्रयास असफल रहे; तीसरा प्रयास सफल हुआ और केरल और कर्नाटक में स्थापित हुआ दक्षिण कन्नड़ जिले (कर्नाटक) में 1988 में स्थापित। 1990 तक अच्छा दमन दर्ज किया गया। केरल और तमिलनाडु से भी बरामद; आंशिक रूप से सफल।
सेसिडोचेरस कनेक्सा (डिप्टेरा: टेफ्रिटिडि)	दक्षिण अमेरिका इंडोनेशिया के रास्ते, 2003 क्रोमोलेना ओडोरटा के विरुद्ध	बेंगलुरु (कर्नाटक), त्रिशूर (केरल) में स्थापित; जगदलपुर (छत्तीसगढ़) में भी छोड़ा गया; आंशिक रूप से सफल
एपियन ब्रूनेओनिग्रम (कोलियोप्टेरा: एपिओनिडि)	त्रिनिदाद, वेस्ट इंडीज, 1972-1983;क्रोमोलेना ओडोरटा के विरुद्ध	क्रोमोलेना ओडोरटा पर लाया गया लेकिन पुनः प्राप्त नहीं हुआ।
मेस्सिनिया पार्वुला (लेपिडोप्टेरा: पाइरालिडि)	त्रिनिदाद, वेस्ट इंडीज, 1986 मेक्सिको ऑस्ट्रेलिया के माध्यम से, 1985; क्रोमोलेना ओडोरेटा	आयातित लेकिन मेजबान विशिष्टता परीक्षण में विफल रहा, इसलिए इसको संगरोध प्रयोगशाला में ही नस्ट कर दिया गया।
प्रोसीडोकारेस यूटिलिस (डिप्टेरा: टेफ्रिटिडि)	मेक्सिको से हवाई, यूएसए ऑस्ट्रेलिया से न्यूजीलैंड, 1963; क्रॉफ्टन खरपतवार के विरुद्ध एगेरेटिना एडेनोफोरा	नीलगिरी (तमिलनाडु), दार्जिलिंग और कालिम्पोंग क्षेत्रों (पश्चिम बंगाल) में क्रॉफ्टन खरपतवार के विरुद्ध छोड़ा गया; स्थापित और स्वाभाविक रूप से फैल रहा है, लेकिन स्वदेशी परजीवियों द्वारा प्रभावकारिता में बाधा उत्पन्न हुई; नेपाल में फैल गया है, जहाँ यह अच्छी तरह से वितरित हो गया है; आंशिक रूप से सफल।
नियोचेटीना ब्रूची (कोलियोप्टेरा: कर्कुलियोनिडि)	अर्जेंटीना वाया यू.एस.ए., 1982/1983; जलकुंभी के विरुद्ध	जलकुंभी पर अच्छी तरह से वितरित और स्थापित, देश के विभिन्न भागों में फैल गया; एन. इचोर्निया के साथ खरपतवार पर अच्छा नियंत्रण कर रहा है।
नियोचेटीना इचोर्निया (कोलियोप्टेरा: कर्कुलियोनिडि)	अर्जेंटीना वाया यू.एस.ए., 1983 जलकुंभी के विरुद्ध	पूरे भारत में विभिन्न जल निकायों में अच्छी तरह से वितरित और स्थापित है। यह स्थिर तालाबों और झीलों में सफल है, लेकिन नदी जैसे बहते पानी में प्रभावी नहीं है।
ऑर्थोगैलम्ना टेरेब्रेंटिस (अकारी: ऑर्थोगैलम्निडि डे)	अर्जेंटीना वाया यू.एस.ए., 1986; जल हाइसिएंट के विरुद्ध	सभी रिलीज़ की गई जगहों पर अच्छी तरह से स्थापित है और अपने आप फैल रहा है; नियोचेटिना एसपीपी के साथ खरपतवार पर अच्छा नियंत्रण कर रहा है।
साइरटोबैगस साल्विनिया (कोलियोप्टेरा: कर्कुलियोनिडे)	ब्राजील वाया ऑस्ट्रेलिया, 1982/1983; साल्विनिया मोलेस्टा के विरुद्ध	शुरू में बेंगलुरु में छोड़ा गया; बाद में कुट्टानाड (केरल) में छोड़ा गया, अच्छी तरह से स्थापित, उत्कृष्ट नियंत्रण।
पॉलिनिया एक्यूमिनटा (ऑर्थोप्टेरा: एक्रिडि)	त्रिनिदाद वे(स्ट इंडीज), 1983	साल्विनिया मोलेस्टा के विरुद्ध तिरुवनंतपुरम (केरल) में वाटर फर्न, साल्विनिया मोलेस्टा से मुक्त और पुनर्प्राप्ति; प्रभावी नहीं।
फाइटोमीज़ा ओरोबैंचिया (डिप्टेरा: एग्रोमाइज़िडि)	यूगोस्लाविया, 1982; ब्रूमरेप के विरुद्ध रिलीज़ नहीं हुआ	अपने आप एस्टब्लिश हुआ, आंशिक रूप से स्थापित।
सीटेनोफेरीगोडोन इडेला(पाइसेज: साइप्रिनिडि)	चीन वाया हांगकांग और जापान के माध्यम से, 1959/1962; जलमग्न जलीय खरपतवारों के विरुद्ध	मछली तालाबों में वैलिसनेरिया प्रजाति और हाइड्रिला वर्टिसिलाटा जैसे जलमग्न जलीय खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए शुरू किया गया; देश के विभिन्न भागों में स्थापित; बहुत प्रभावी।
हाइपोफ्थाल्मिचथिस मोलिट्रिक्स (पाइसेज: साइप्रिनिडि)	चीन वाया हांगकांग और जापान के माध्यम से, 1959/1962	विभिन्न जल निकायों में छोड़ा और स्थापित किया गया और विभिन्न जलीय खरपतवारों और शैवाल पर फ़ीड करता है।
ओरियोक्रोमिसमॉस एम्बिकस (पाइसेज: सिक्लिडि)	अफ्रीका, 1953; जलमग्न जलीय खरपतवारों के विरुद्ध	विभिन्न जल निकायों में स्थापित और विभिन्न जलीय खरपतवारों और शैवालों पर फ़ीड करता है; आंशिक रूप से प्रभावी।
ऑस्फ्रोनेमस गोरमी सामान्य नाम विशाल गौरामी, गौरामी मीन: पर्सिफोर्मेस:	1800 के दशक की शुरुआत, 1865, 1916 स्रोत इंडोनेशिया (जावा), मॉरीशस (1865) लक्ष्य कीट	विभिन्न जलीय खरपतवार और शैवाल वर्तमान स्थिति पहले दो परिचय स्थापित नहीं हुए, तीसरा स्थापित हुआ
पुक्सिनिआ स्पेगाज़िनी कवक: बेसिडियोमाइकोटा: यूरेडिनल्स: पुकिनियासी	2003-04 स्रोत: सीएबीआई, यूनाइटेड किंगडम लक्ष्य कीट मील-ए-मिनट खरपतवार, मिकानिया माइक्रांथा	केरल और असम के कुछ हिस्सों में मूल्यांकन के लिए क्षेत्र में छोड़ा गया, स्थापित नहीं हुआ

दिया गया क्योंकि इसने अपना जीवन-चक्र सागौन वृक्ष पर पूरा कर लिया था। पर क्या *टिलिमोनेमिया* के उदाहरण से ऐसी शिक्षा नहीं मिलती कि हो सकता था कि यह कीट भी सिर्फ लेन्टाना का ही भक्षण करता हो ? हो सकता था कि इन दो कीटों के अधिक घनत्व के कारण लेन्टाना का उन्मूलन हो जाता।

आज असफल कीटों पर गम्भीर अनुसंधान की आवश्यकता है। उदाहरण के लिए कई प्रयासों के बावजूद भी आसाम-लता को *पा. सूडोइनसूलाटा* से नियंन्त्रित करने में सफलता न मिल सकी या जब इस खरपतवार भक्षी कीट को श्रीलंका से आयात (जहाँ यह ट्रिनिडाड से आयात हुआ था) केरल प्रदेश के रबर वन वाले इलाको में छोड़ा गया तो अच्छे परिणाम मिले। इसी प्रकार यह कीट जब तमिलनाडू वन क्षेत्रों में ऐसे स्थानों पर छोड़ा गया जहाँ अधिक नमी थी, वहाँ पर यह अधिक नियंत्रण करने में सफल रहा। इसी प्रकार क्रोफटन खरपतवार पर आयातित कीटशत्रु प्रो. *यूटिलिस* पूर्ण रूप से स्थापित न हो सका क्योंकि नीगिरी पहाड़ियों पर अधिक वर्षा और इसके परजीवी शत्रुओं का अधिक होना इसके असफल होने वाले कारणों में से थे। अतः यदि हम इन असफल या आंशिक सफल आयातित कीट शत्रुओं का गम्भीर पूनर्निरीक्षण कर, फिर से स्थापित करने की चेष्टा करें तो निश्चित ही सफलता का प्रतिशत आशा से कहीं अधिक होगा।

भारत में जैविक खरपतवार नियंत्रण का भविष्य:

हालॉकि भारत में इस दिशा में किये गये प्रयासों में सफलता का प्रतिशत बहुत कम है। फिर भी कुछ बातों पर पुनः विचार कर ध्यान दें तो इस विधि से पर्यावरण सुरक्षा व और अधिक सुखद परिणामों की आशा की जा सकती है। इस दिशा में निम्नलिखित क्षेत्रों की पहचान की गयी है।

1. कई जैवएजेंटों की विफलता के बावजूद, हमें दूसरे देशो में ज्ञात प्रभावी जैवएजेंटों को छोड़ने के प्रति आशावादी रुख अपनाना चाहिए। अभी भारत में बहुत से जैवएजेंट लाए नहीं गए हैं। इस तरफ तुरंत ध्यान देने की आवश्यकता है। इनमें से कुछ जैसे *लिस्ट्रोनोटस सेटोसिपेन्निस, स्टोबेरो कॉन्सिम्मा, बुक्कालाट्रिक्स पार्थेनिका, एपिब्लेमा स्ट्रेनुआना* और *पुक्सिनिआ एब्रप्ट* ने पार्थेनियम पर अच्छा असर दिखाया है। इसी तरह पानी में तैरने वाली जलीय खरपतवार एलीगेटर वीड *एलटरनैंथेरा फिलोसीरॉयड्स* पर कीट प्रजाति *अगासीक्लस हाइग्रोफिला* कीट, *सेमोडेस एल्बिगुट्टालिस वारेन* जलकुंभी पर, *नियोहाइड्रोनोमस एफिनिस पिस्टिया स्ट्रेटिओट्स* पर, *हेटेरोप्सिला स्पिनुलोसा मिमोसा डिप्लोट्रिचा* पर असरदार साबित हुए हैं। इन्हें ऑस्ट्रेलिया और अमेरिका में अच्छी तरह परखा जा चुका है।
2. इन कीटों के आयात से पहले कीट और खरपतवार के सभी पहलुओं का पूर्ण ज्ञान आवश्यक होगा ताकि आयातित कीट शत्रुओं से दूसरे लाभदायक पौधों के नष्ट करने के खतरों को कम किया जा सके।
3. वनों के कुछ खरपतवार जैसे आसाम-लता और नेफा-लता पर काम नगण्य है। अतः इन पर अनुसंधान की अविलम्ब आवश्यकता है।
4. कई देशों में खरपतवार के रोगाणु शत्रुओं का उपयोग किया जा रहा है पर भारत में यह काम अभी भी नहीं हो पाया है। अतः नये पहलुओं पर अनुसंधान के लिए ध्यान देने की आवश्यकता है।
5. परजीवी खरपतवार जैसे आकाशबेल, लोरेन्थस व ओरोवकी की अनेकों जातियॉ व कई अन्य प्रकार की परजीवी लताएँ और खरपतवार वनों में बहुतायत में मिलते ह जिन पर अभी तक कोई काम नहीं हुआ है।
6. यह देखा गया है कि लेन्टाना, आसाम-लता और नेफा-लता आदि खरपतवार ऐसे वनों में अपना प्रसार अधिक शीघ्रता से करती है जो निर्वृक्षीकरण विधि अपनाते हुए काटे जाते हैं। अतः इन वन संवर्धन विधियों का उपयोग करना जो इन खरपतवारों के प्रसार को कम करने में सहायक हो सके एक महत्वपूर्ण अनुसंधान का विषय है।

जलवायु परिवर्तन का खरपतवारों पर प्रभाव

दीपक पवार, डी. श्रीकांत, एस.आई. कुवरदादरा, सी.आर. चेतन, शोभा सोंधिया एवं पी.के. सिंह
भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर, मध्य प्रदेश 482004, भारत

खरपतवारों में फसलों की तुलना में अधिक विविध जीन पूल और अधिक शरीर-क्रियात्मक लचीलापन होने के कारण, वे कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) सांद्रता और बढ़ते तापमान में बदलावों के प्रति अधिक सहनशीलता और बेहतर अनुकूलन क्षमता दिखाने की संभावना रखते हैं। C_3 और C_4 प्रकाश-संश्लेषी पथ वाले खरपतवार उच्च CO_2 स्तरों और तापमान के प्रति विभिन्न प्रतिक्रियाएं दिखा सकते हैं, जो फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा की गतिशीलता को प्रभावित कर सकते हैं। खरपतवारों की वृद्धि पर जलवायु परिवर्तन का सकारात्मक प्रभाव होने के साथ-साथ, यह कई शाकनाशियों की प्रभावशीलता को भी प्रभावित कर सकता है, जिससे फसल उत्पादन के लिए खरपतवार प्रबंधन एक प्रमुख चुनौती बन सकता है। अधिकांश पौधे वातावरणीय CO_2 वृद्धि की सकारात्मक प्रतिक्रिया देकर अपनी प्रकाश-संश्लेषी दर और जैविक उत्पादन को बढ़ाते हैं। हालांकि, खरपतवार फसलों की तुलना में वातावरणीय CO_2 में हो रही वृद्धि के प्रति अधिक प्रतिक्रिया-शील हो सकते हैं, और इसलिए वे कृषि-परिस्थितियों में अपना प्रभुत्व बढ़ा सकते हैं। इस स्थिति में, खरपतवार फसलों के लिए पोषक तत्वों, पानी और प्रकाश के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं और फसलों की उपज और गुणवत्ता को काफी हद तक कम कर सकते हैं। कुछ मामलों में, खरपतवार मानव स्वास्थ्य के लिए समस्या पैदा कर सकते हैं या कटाई को बाधित कर सकते हैं। इसलिए, जलवायु परिवर्तन कारकों और खरपतवारों पर उनके पारस्परिक प्रभावों के प्रभाव को समझने के लिए व्यापक शोध की आवश्यकता है ताकि भविष्य की जलवायु स्थितियों में खरपतवार प्रबंधन के निहितार्थों को समझा जा सके।

जलवायु परिवर्तन फसल और खरपतवार की वृद्धि में भिन्नता ला सकते हैं, जिससे फसल उत्पादन और खरपतवार प्रबंधन पर अधिक प्रभाव पड़ सकता है। फसल-खरपतवार पारस्परिक अंतःक्रियाओं पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव क्षेत्र और फसल प्रणाली के अनुसार भिन्न हो सकते हैं। तापमान और CO_2 में बदलाव का खरपतवारों पर प्रत्यक्ष (CO_2 प्रेरित वृद्धि) और अप्रत्यक्ष (जलवायु परिवर्तनशीलता) प्रभाव पड़ने की संभावना है, जो फसल-खरपतवार संतुलन को प्रभावित कर सकता है या खरपतवार आक्रमण में योगदान कर सकता है। विश्व के विभिन्न क्षेत्रों में फसल उत्पादन की संवेदनशीलता का आकलन करने के लिए, फसल और खरपतवारों के बीच संभावित पारस्परिक प्रभावों की व्यापक समझ होना अत्यंत आवश्यक है।

पिछली शताब्दी सें वैज्ञानिकों के लिए जलवायु परिवर्तन (उच्च CO_2 सांद्रता और तापमान, और पानी की कमी) एक प्रमुख चिंता का विषय बन गया है। पूर्व-औद्योगिक समय से दीर्घकालिक गर्मी के पैटर्न के अनुसार, तापमान विश्व स्तर पर प्रति दशक 0.1 से 0.3°C तक बढ़ने की भविष्यवाणी की गई है। अंतर-राष्ट्रीय पैनल ऑन क्लाइमेट चेंज ने 21वीं सदी के अंत तक तापमान में 1.1 से 6.4°C तक वृद्धि की भविष्यवाणी की है। 2021 में वातावरण में CO_2 की सांद्रता रिकॉर्ड तोड़ गति से 419.05 भाग प्रति मिलियन (पीपीएम) बढ़ी है। यह वृद्धि निकट भविष्य में जारी रहेगी और रिपोर्टों के अनुसार यह 600 पीपीएम से अधिक हो सकती है, जबकि अंतर-राष्ट्रीय पैनल ऑन क्लाइमेट चेंज ने 21वीं सदी के अंत तक 700 पीपीएम की भविष्यवाणी की है।

खरपतवार, फसलों की तुलना में अधिक आनुवंशिक विविधता और शरीर-क्रियात्मक लचीलापन रखते हैं। परिणामस्वरूप, खरपतवार संसाधनों की उपलब्धता में परिवर्तन के लिए तेजी से अनुकूलित होते हैं और विभिन्न वातावरणों में जीवित रहने और फलने-फूलने की मजबूत क्षमता रखते हैं। जलवायु परिवर्तन खरपतवार प्रतिस्पर्धा को बढ़ा सकता है, जिससे यदि खरपतवार नियंत्रण सही ढंग से लागू नहीं किया गया तो उत्पादन हानि अधिक हो सकती है। जलवायु परिवर्तन फसल-खरपतवार-कीट पारस्परिक प्रभावों और पशुधन कृषि प्रणालियों को भी बदल सकता है, इसके अलावा यह फसल की वृद्धि और उत्पादकता को सीधे प्रभावित करता है। सूखे, बाढ़, गर्मी, और ठंड के घटनाओं की आवृत्ति जलवायु परिवर्तन के तहत बढ़ेगी, जिससे कृषि-परिस्थितियों की उत्पादकता पर हानिकारक प्रभाव पड़ेंगे। दूसरी ओर, जलवायु परिवर्तन, विशेष रूप से CO_2 के उच्च स्तर, कई फसलों (जैसे गेहूं, चावल, जौ और सोयाबीन) की उपज और गुणवत्ता पर अनुकूल प्रभाव डाल सकते हैं। उच्च CO_2 के स्तर के कारण 2050 तक, खाद्य उपज में 13% तक वृद्धि होने का अनुमान है। हालांकि, CO_2 का उच्च स्तर स्टोमैटा बंद होने का कारण बनता है, जिससे पौधों के ऊतकों का तापमान बढ़ता है, जो पौधों की वृद्धि और उत्पादन पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है इसी के साथ संबंधित अन्य घटनाएं, जैसे असामान्य वर्षा पैटर्न और बढ़ते मौसम के दौरान उच्च तापमान, कृषि उत्पादन और गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं। अधिकांश खाद्य फसलों के लिए CO_2 के बढ़े हुए स्तर का सकारात्मक प्रभाव तापमान में समान वृद्धि के नकारात्मक प्रभावों द्वारा कम या समाप्त कर दिया जाता है।

सामान्यतः, C_3 और C_4 पौधे CO_2 और तापमान के प्रति अलग-अलग प्रतिक्रिया देते हैं। उच्च CO_2 स्तरों पर, C_3 पौधों में रिबुलोज बाइफॉस्फेट (RuBP; CO_2 का प्रारंभिक स्वीकारक) का कार्बोक्सिलेशन बढ़ जाता है। जब तापमान 25°C से ऊपर बढ़ता है, तो RuBP ऑक्सीजनशन पसंद किया जाता है, जिससे फोटोरेस्पिरेशन बढ़ता है और CO_2 आत्मसात में बाधा उत्पन्न होती है। उच्च तापमान का C_4 पौधों पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता क्योंकि CO_2 पंपों के कारण सभी समयों पर कम फोटोरेस्पिरेशन दर बनी रहती है। इन कार्बन स्थिरीकरण पथों में इन विविधताओं के कारण, C_3 पौधों में उच्च CO_2 के प्रति सकारात्मक प्रतिक्रिया देने की क्षमता होती है, जबकि C_4 पौधों को उच्च तापमान और सूखे के प्रति बेहतर अनुकूलता होती है। उच्च

तापमान और सीमित जल उपलब्धता के तहत, खरपतवारों (मुख्य रूप से C_4 पौधों) के पास फसलों (मुख्य रूप से C_3 पौधों) पर एक लाभ होगा क्योंकि अधिकांश कृषि खरपतवारों में C_4 प्रकाश-संश्लेषी पथ होता है। इसके अलावा, जलवायु परिवर्तन के कारक, जैसे नमी की व्यवस्था, उच्च CO_2 के स्तर, और तापमान में बदलाव, खरपतवारों और फसलों पर संभावित प्रभाव डालते हैं। ये कारक खरपतवारों को फसलों के साथ सफलतापूर्वक प्रतिस्पर्धा करने और अप्रत्याशित रूप से बदलते वातावरण में भी फलने-फूलने मे सहयक होते हैं। परिणामस्वरूप उच्च CO_2 और तापमान का फसल-खरपतवार पारस्परिक प्रभावों पर बड़ा प्रभाव हो सकता है, जिसके लिए और ध्यान देने की आवश्यकता है।

जलवायु परिवर्तन वैश्विक स्तर पर खरपतवारों के नए क्षेत्रों में फैलने (सीमा विस्तार) का कारण बन सकता है, जिससे उनकी वनस्पति में जीवन चक्र और जनसंख्या की गतिशीलता में परिवर्तन हो सकता है। इस प्रवास के परिणामस्वरूप, प्राकृतिक और प्रबंधित पारिस्थितिक तंत्रों में खरपतवार जनसंख्या की संरचना और रचना में भिन्नताएँ उत्पन्न होंगी। जलवायु परिवर्तन के खरपतवार वनस्पति में तीन विशिष्ट प्रकार के शिफ्ट (सीमा, निच और लक्षण शिफ्ट) का वर्णन किया गया है। सीमा शिफ्ट: जलवायु परिवर्तन के कारण खरपतवार प्रजातियाँ अपने भूगोल में सीमाएँ बदल सकती हैं। जैसे, वे गर्म और आर्द्र क्षेत्रों में फैल सकती हैं, निच शिफ्ट: खरपतवार प्रजातियाँ अपने निवास स्थान (निच) में बदलाव कर सकती हैं, जैसे कि सूखे क्षेत्रों में नई प्रजातियाँ विकसित होना, और लक्षण शिफ्ट: जलवायु परिवर्तन से खरपतवार के लक्षणों, जैसे पत्तियों का आकार और फूलने का समय में परिवर्तन हो सकता है। ये शिफ्ट विभिन्न स्तरों पर होते हैं: भू-दृश्य पैमाना: जलवायु परिवर्तन से बड़े भूगोल में खरपतवारों के वितरण में बदलाव, समुदाय पैमाना: विशेष समुदायों में खरपतवारों की प्रजातियों के बीच प्रतिस्पर्धा और संतुलन में परिवर्तन, और जनसंख्या पैमाना: खरपतवार की आबादी के लक्षणों में बदलाव (पीटर्स एट अल. 2014) । जलवायु परिवर्तन के कारण खरपतवार जीव विज्ञान और पारिस्थितिकी में महत्वपूर्ण बदलाव होते हैं। यह जटिल फसल-खरपतवार पारस्परिक प्रभावों का निर्माण करता है, जिसमें खरपतवारों और फसलों के बीच की प्रतिस्पर्धा बढ़ जाती है। इन परिवर्तनों के लिए विभिन्न अनुकूलन विधियों की आवश्यकता होती है। जैसे, फसल परिवर्तन, चयनात्मक खरपतवार नियंत्रण, और पर्यावरणीय अनुकूलन, ताकि फसलों की उत्पादकता को बनाए रखा जा सके और खरपतवारों के प्रभाव को कम किया जा सके।

शाकनाशियों का उपयोग खरपतवारों को नियंत्रित करने और कृषि उत्पादन हानियों को कम करने के लिए किया जाता है। यह कृषि में सबसे सामान्य उपकरणों में से एक है। चीन, भारत, और अफ्रीका के कुछ क्षेत्रों में, जहां श्रम की उपलब्धता कम है और महंगी है, वहाँ पारंपरिक रूप से कम शाकनाशियों का उपयोग किया गया है। लेकिन अब वहाँ शाकनाशियों का उपयोग और अनुप्रयोग धीरे-धीरे बढ़ रहा है। उच्च CO_2 और तापमान शाकनाशियों की प्रभावशीलता को बदल सकते हैं। उच्च CO_2 के कारण खरपतवारों की वृद्धि तेजी से होती है, जिससे शाकनाशियों की प्रभावशीलता कम हो सकती है। इसके अलवा उच्च CO_2 से प्रेरित स्टोमैटल चालकता के कारण शाकनाशियों का अवशोषण भी घट सकता है। उच्च तापमान शाकनाशियों की प्रभावशीलता को बढ़ा सकता है क्योंकि यह अवशोषण और फोलियर शाकनाशियों के स्थानांतरण को तेज करता है। हालाँकि, यह तेजी से मेटाबॉलिज्म का कारण भी बन सकता है, जिससे खरपतवारों पर शाकनाशी की प्रभावशीलता कम हो जाती है। उच्च CO_2 और तापमान पत्तियों की संरचना और रूपरेखा को बढ़ा सकते हैं, जिसके परिणामस्वरूप पत्तियों की मोटाई बढ़ सकती है या क्यूटिकल मोम की चिपचिपाहट बदल सकती है। यह शाकनाशी के अवशोषण में कमी का कारण बनता है, जिससे भी शाकनाशियों की प्रभावशीलता कम हो सकती है।

खरपतवार प्रबंधन के लिए बहुत कम चयनात्मक शाकनाशी या अन्य नियंत्रण विधियाँ उपलब्ध हैं। इसका प्रमुख कारण है कि इस संबंध में अध्ययन और कार्य अभी तक अधिक नहीं हुए हैं। उदाहरण के लिए, परजीवी खरपतवार स्ट्रिगा को नियंत्रित करने के लिए इमिडाजोलिनोन-प्रतिरोधी मकई का उपयोग एकमात्र ज्ञात शाकनाशी तंत्र है, जो शाकनाशी बीज कोटिंग के साथ उत्परिवर्ती है। जलवायु परिवर्तन की पृष्ठभूमि में खरपतवार जैव विज्ञान को समझने के दीर्घकालिक प्रयोग प्रयासों में गति धीमी रही है। दुर्भाग्य से, खरपतवार प्रबंधन के लिए बहुत कम चयनात्मक शाकनाशी या अन्य नियंत्रण विधियाँ उपलब्ध हैं, जो बहुत कठिन हैं और यही एक स्पष्ट कारण है कि इस संबंध में कार्य शुरू नहीं किया गया है। उदाहरण के लिए, परजीवी खरपतवार स्ट्राईगा को नियंत्रित करने के लिए वर्तमान में इमिडाजोलिनोन-प्रतिरोधी मकई (शाकनाशी बीज कोटिंग के साथ उत्परिवर्ती) का उपयोग एकमात्र ज्ञात शाकनाशी तंत्र है। कुछ अल्पकालिक जैव-परीक्षण अध्ययनों को छोड़कर, जलवायु परिवर्तन के संदर्भ में खरपतवार जीव विज्ञान को समझने के प्रयासों का गति धीमी बनी हुई है। इसलिये जलवायु परिवर्तन की पृष्ठभूमि में खरपतवार जैव विज्ञान को समझने के दीर्घकालिक प्रयोग प्रयासों की बहुत अवश्यकता है। जलवायु परिवर्तन की वजह से आक्रामक पौधों की प्रजातियों की संख्या और भूगोलिक सीमा बढ़ती जा रही है और नियंत्रित और प्राकृतिक आवासों के लिए एक बढ़ती चुनौती पेश कर रही है। इसके अलावा, विदेशी पौधों का आक्रमण जलवायु परिवर्तन के प्रभाव के कारण पारिस्थितिकी तंत्र की कार्यक्षमता और स्थिरता को प्रभावित करने वाले प्रमुख खतरों में से एक बन गया है।

यदि जलवायु परिवर्तन के दावे सही होते हैं, तो प्रमुख कृषि प्रणालियों के हानिकारक स्थानिक खरपतवार प्रजातियों की सीमा में महत्वपूर्ण बदलाव देखे जा सकते हैं, साथ ही विदेशी आक्रामक खरपतवार प्रजातियों द्वारा आक्रमण के खतरे में वृद्धि हो सकती है। कृषि खरपतवारों के अलावा, कई गैर-स्थानीय खरपतवार हैं जो नए स्थानों में स्थापित होने पर पारिस्थितिक और पर्यावरणीय समस्याओं का कारण बन सकते हैं। जलवायु परिवर्तन के कारण भौगोलिक वितरण के अलावा, उनके जनसंख्या जीव विज्ञान पर भी प्रभाव पड़ सकता है और उन्हें उच्च ऊंचाई और अक्षांश पर नए स्थानों पर पुनर्स्थापित करने में सक्षम बना सकता है। फसल-खरपतवार पारस्परिक प्रभावों के रूप में, जलवायु परिवर्तन के प्रति प्रतिक्रियास्वरूप आक्रामक खरपतवारों की सीमा विस्तार की जांच की जानी जरूरी है। इसलिए, बदलते

जलवायु परिदृश्य में, उभरती प्रजातियों के लिए सफल खरपतवार प्रबंधन तकनिकियो की स्थापना के लिए फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा को मामले-दर-मामले आधार पर अध्ययन करना महत्वपूर्ण है। जलवायु में बदलाव खरपतवार जनसंख्या और उनकी फेनोलॉजी में बदलाव लाएगा। कई खरपतवार प्रजातियाँ अपने सीमा का विस्तार कर नए क्षेत्रों में फैल सकती हैं। कृषि खरपतवारों पर इसके प्रभाव के कारण, आक्रामक प्रजातियाँ जलवायु परिवर्तन के प्रति अन्य स्थानीय प्रजातियों की तुलना में अधिक मजबूत प्रतिक्रिया देकर अधिक खतरा बन सकती हैं। इसके अलावा, कुछ खरपतवार प्रजातियाँ, जो एलर्जी प्रतिक्रियाएँ, त्वचा में जलन, या आंतरिक विषाक्तता के माध्यम से सीधे मानव स्वास्थ्य को प्रभावित करती हैं, ने जलवायु परिवर्तन के प्रति सकारात्मक प्रतिक्रिया दी है। विशेष रूप से, ये प्रजातियाँ उच्च पौध जैविक उत्पादन, अधिक पराग, या विषैले यौगिकों के उत्पादन में वृद्धि के रूप में प्रतिक्रिया दिखा रही हैं।

जलवायु परिवर्तन का रासायनिक, यांत्रिक, और जैविक नियंत्रण विधियों पर प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष प्रभाव हो सकता है, जिससे इन विधियों की खरपतवार नियंत्रण क्षमता में कमी आ सकती है। हालांकि, जलवायु परिवर्तन का खरपतवारों पर प्रभावों की जांच करने वाले बहुत कम अध्ययन हैं। इस कमी को ध्यान में रखते हुए, इस समीक्षा में निम्नलिखित बिंदुओं को शामिल किया गया है: (1) फसल-खरपतवार पारस्परिक प्रभाव पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव, (2) खरपतवार वनस्पति में शिफ्ट पर जलवायु परिवर्तन का प्रभाव, और (3) जलवायु परिवर्तन के तहत शाकनाशी की प्रभावशीलता। तालिका 1 एवं चित्र 1 जलवायु परिवर्तन के कारण फसल-खरपतवार परस्पर क्रिया, खरपतवार बदलाव, और शाकनाशी प्रभावशीलता पर पड़ने वाले प्रभावों की स्पष्ट रूपरेखा दर्शायी गई है।

जलवायु परिवर्तन का खरपतवार वृद्धि और बायोमास पर प्रभाव

उच्च CO_2 का C_3 और C_4 खरपतवारों की वृद्धि और बायोमास पर प्रभाव

वातावरणीय CO_2 के बढ़ने से C_3 पौधों में प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया को बढ़ावा मिलता है। इसका कारण यह है कि CO_2 की बढ़ी हुई मात्रा से फोटोरेस्पिरेशन के दौरान CO_2 का नुकसान कम होता है और पत्तियों के अंदरूनी हिस्से में CO_2 का सांद्रता ग्रेडिएंट बढ़ जाता है। इसके विपरीत, C_4 प्रकाश संश्लेषण पथ वाले पौधे, जैसे कि मक्का और गन्ना, उच्च CO_2 स्तर पर बहुत कम प्रतिक्रिया दिखाते हैं। इसका कारण यह है कि उनके पास पहले से ही CO_2 को कार्बोक्सीलेशन की जगह पर संकेंद्रित करने के लिए एक आंतरिक तंत्र होता है, जिससे उन्हें CO_2 की वृद्धि से उतना लाभ नहीं मिलता।

कई अध्ययनों से यह पता चला है कि उच्च CO_2 आमतौर पर C_3 पौधों की प्रजातियों की वनस्पति वृद्धि को C_4 पौधों की तुलना में अधिक बढ़ावा देता है। इसका मतलब है कि अगर C_4 खरपतवार प्रजातियाँ उच्च CO_2 स्तरों पर प्रतिक्रिया नहीं करतीं, तो C_3 खरपतवार प्रजातियों के प्रतिक्रिया करने की संभावना अधिक होती है। उच्च CO_2 के तहत, कई महत्वपूर्ण C_3 खरपतवार जैसे जंगली जई (*एवेना लुडोविसियाना*), दिघड़ी (*अमेनिआ बेकिफेरा*), बथुआ (*चिनोपोडिअम अल्बम*), और गुल्ली डंडा (*फालारिस माइनर*) अपने स्टोमेटल छिद्रों को कम कर देते हैं और पानी के उपयोग की क्षमता को सुधारते हैं। कई अध्ययनों ने यह रिपोर्ट किया है कि जंगली जई (*एवेना फातुआ*), बड़ी दुधी (*युफोर्बिआ जेनिकुलाटा*), जंगली धान (*ओराईझा सातिवा* एफ. स्पोंटेनिया), बथुआ (*चिनोपोडिअम अल्बम*), *कोमेलिना डिफुजा*, गाजरघास (*पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस*), *अल्टेरनेंथरा पैरोनिकोइड्स*, गुल्ली डंडा (*फालारिस माइनर*), *मेडिकैगो डेंटिकुलाटा*, *लैथारस सटाएवा*, *सिसियम अर्वेन्सिस*, *अबूटिलोन*

तालिका 1. जलवायु परिवर्तन का फसल-खरपतवार परस्पर क्रिया, खरपतवार वनस्पति शिफ्ट और शाकनाशी प्रभावशीलता पर प्रभाव

श्रेणी	विवरण
जलवायु परिवर्तन	वायुमंडलीय तापमान में वृद्धि, CO_2 के स्तर में वृद्धि, वर्षा पैटर्न में बदलाव, और मौसम की अधिक चरम घटनाओं जैसे सूखा और बाढ़।
फसल-खरपतवार परस्पर क्रिया	जलवायु परिवर्तन के कारण खरपतवारों की प्रतिस्पर्धात्मक क्षमता में वृद्धि, जो फसलों की उपज और गुणवत्ता को प्रभावित करती है। बढ़ा हुआ तापमान और CO_2 खरपतवारों की तेजी से वृद्धि को प्रोत्साहित करते हैं, जिससे फसलों के साथ पोषक तत्वों और जल के लिए प्रतिस्पर्धा बढ़ जाती है।
खरपतवार वनस्पति शिफ्ट	जलवायु परिवर्तन के कारण खरपतवारों की प्रजातियों में स्थानांतरण देखा गया है। कुछ खरपतवार अधिक तापमान और शुष्क परिस्थितियों में बेहतर वृद्धि करते हैं, जबकि कुछ प्रजातियाँ नम और ठंडी परिस्थितियों में वृद्धि करती हैं। इससे क्षेत्रीय खरपतवार वनस्पति में बदलाव होता है।
शाकनाशी प्रभावशीलता पर प्रभाव	जलवायु परिवर्तन के साथ, शाकनाशी का प्रभाव भी बदल सकता है। उच्च तापमान और CO_2 स्तर शाकनाशी अवशोषण, अवक्रमण और इसके कार्य को प्रभावित करते हैं। इसके अलावा, बढ़ते तापमान से खरपतवारों में शाकनाशी के प्रति सहिष्णुता बढ़ सकती है, जिससे उनकी प्रभावशीलता में कमी आती है।
जलवायु परिवर्तन के कारण प्रकट खरपतवार प्रबंधन चुनौतियाँ	नई खरपतवार प्रजातियों का उभरना, कुछ प्रजातियों की बढ़ती सहनशक्ति और शाकनाशी प्रतिरोधी खरपतवारों का होना। इसके अलावा, मौसम की अत्यधिक घटनाएँ शाकनाशी के समय और विधि को जटिल बना सकती हैं।
फसलों पर प्रभाव	खरपतवारों की बढ़ती प्रतिस्पर्धात्मकता के कारण फसलों की उपज में कमी। खरपतवार प्रबंधन की लागत में वृद्धि। जलवायु परिवर्तन के कारण फसलों की विकास अवधि में बदलाव, जिससे खरपतवार प्रबंधन रणनीतियों में बदलाव की आवश्यकता।
भविष्य की रणनीतियाँ	खरपतवार प्रबंधन के लिए एकीकृत दृष्टिकोण अपनाने की आवश्यकता। विभिन्न शाकनाशियों का चक्रीय उपयोग, जैविक नियंत्रण विधियों का प्रयोग और शाकनाशी प्रतिरोधी खरपतवारों के प्रबंधन के लिए नवीन तकनीकों का विकास। जलवायु अनुकूल प्रबंधन रणनीतियों का विकास।

थिओफ्रास्टि, *लोलीयम मल्टीफ्लोरम*, *पॉलीगोनम कॉन्वोल्वुलस*, हिरनखुरी (*कॉन्वोल्वुलस आर्वेन्सिस*) , छोटा गोखरू (*ज़ैंथियम स्ट्रुमेरियम*), *एलीमस रेपेंस*, और जंगली जौ (*ब्रोमस टेक्टोरम*) में उच्च CO_2 के तहत प्रकाश संश्लेषण और बायोमास संचय में वृद्धि देखि गयी।

हालांकि, C_4 खरपतवार जैसे कोचिया (*कोचिया स्कोपारिआ*), जंगली ज्वार (*सोर्गम हालेपेंस*) , *एल्युसिन इंडिका*, संवा घास (*इकानोक्लोआ क्रस-गली*), *डिजिटेरिया सैंग्विनालिस*, *ऐमारैंथस रेट्रोफ्लेक्सस*, और दूबघास (*साइनोडॉन डेक्टिलोन*) में उच्च CO_2 स्तरों पर प्रकाश संश्लेषण की दर और वृद्धि में महत्वपूर्ण रूप से कमी देखि गयी। वहीं, कुछ C_4 खरपतवार जैसे हरी पतला ऐमारैंथ (*अमरैंथस विरिडिस*) में उच्च CO_2 की स्थितियों में प्रकाश संश्लेषण और बायोमास संचय में वृद्धि देखि गयी।

उच्च तापमान का C_3 और C_4 खरपतवारों की वृद्धि और बायोमास पर प्रभाव

उच्च तापमान पर, C_4 पथ वाले पौधे (जिनमें अधिकांश खरपतवार शामिल होते हैं) C_3 पथ वाली फसलों की तुलना में प्रतिस्पर्धात्मक लाभ प्राप्त करते हैं। ये पौधे उच्च तापमान के तनाव का सामना कर सकते हैं, जो उनके विभिन्न विकासात्मक चरणों के दौरान वृद्धि दर को प्रभावित कर सकता है। C_4 पौधों की प्रजातियाँ गर्मी के तनाव के प्रति बेहतर अनुकूलित होती हैं। ऐसे उच्च तापमान पर, जो अक्सर C_3 प्रजातियों की वृद्धि को बाधित करता है, C_4 पौधे मेरिस्टीमैटिक क्षेत्रों की सक्रियता, कैनोपी की तेजी से वृद्धि, और जड़ प्रसार को प्रेरित कर सकते हैं।

यह देखा गया है कि उच्च तापमान पर विभिन्न C_4 खरपतवारों जैसे कोचिया (*कोचिया स्कोपारिआ*), जंगली ज्वार (*सोर्गम हालेपेंस*), जंगली मरवा (*एलेउसाइन इंडिका*), सँवा घास (*इकानोक्लोआ क्रस-गली*), *डिजिटेरिया सैंग्विनालिस*, *ऐमारैंथस रेट्रोफ्लेक्सस* और दूबघास (*साइनोडॉन डेक्टिलोन*) में उच्च तापमान पर प्रकाश संश्लेषण और वृद्धि की दर में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है। इसके विपरीत, उच्च तापमान पर कई C_3 खरपतवारों जैसे जंगली जई (*एवेना फातुआ*), बथुआ (*चिनोपोडिअम अल्बम*), *सिसिंयम आर्वेंसिस*, *अबुटिलोन थिओफ्रैस्टि*, *लोलियम मल्टीफ्लोरम*, *पॉलीगोनम कॉन्वोलवुलस*, हिरन खुरी (*कॉवोलवुलस आर्वेंसिस*), *ज़ैंथियम स्ट्रुमेरियम*, *एलीमस रेपेंस*, *ब्रॉमस टेक्टरम* की वृद्धि और प्रकाश संश्लेषण में बहुत कमी पाई गई है।

उच्च CO_2 और उच्च तापमान का C_3 और C_4 खरपतवारों की वृद्धि और बायोमास पर एकत्रित प्रभाव

उच्च CO_2 और उच्च तापमान के संयुक्त प्रभावों पर पौधों की प्रतिक्रिया जटिल होती है। कुछ अध्ययनों ने दिखाया है कि अत्यधिक निम्न या उच्च तापमान, CO_2 द्वारा प्रेरित वृद्धि को कम कर सकते हैं, जबकि यह भी पाया गया है कि उच्च CO_2 पौधों की गंभीर तापमानों के प्रति सहनशीलता को बढ़ा सकता है। उच्च CO_2 स्तरों को पौधों की वृद्धि पर उप-इष्टतम तापमानों और अन्य तनावों के प्रभाव को कम करते हुए दिखाया गया है। उदाहरण के लिए, उच्च तापमान के प्रभाव को *एलीट्रिजिया रेपेंस* पर उच्च CO_2 द्वारा और भी बढ़ा दिया गया था। चावल (C_3 फसल) की उत्पादकता को अकेले उच्च CO_2 के साथ बेहतर किया जा सकता है, लेकिन जब CO_2 और तापमान दोनों में वृद्धि होती है, तो यह C_4 प्रजातियों के पक्ष में होता है। जब फसल की परिपक्वता दर तेज होती है, तो मिट्टी के बीज बैंक में अधिक बीज संग्रहीत होते हैं, जिससे जंगली जई (*एवेना फातुआ*) जैसे खरपतवारों की संख्या में वृद्धि हो सकती है। उदाहरण के लिए, 480 ppm CO_2 के स्तर पर जंगली जई पौधों ने 357 ppm पर पौधों की तुलना में 44 प्रतिशत अधिक बीज उत्पन्न किए। यह देखा गया है कि बारहमासी घास (*लेप्टोक्लोआ चायनेंसिस*) (C_4) की पत्ती का क्षेत्रफल, पौधे की ऊंचाई, और बायोमास संचय उच्च CO_2 और उच्च तापमान के तहत काफी बढ़ गए। इसी प्रकार, उच्च CO_2 के तहत *अल्टरनेन्थेरा पैरॉनीकियोइड्स* का पत्ती क्षेत्रफल भी काफी बढ़ गया। इसके अलावा, C_3 खरपतवार प्रजातियों जैसे बड़ी दुधी (*यूफोर्बिया जेनीकुलाटा*), बथुआ (*चिनोपोडिअम अल्बम*), गुल्ली डंडा (*फालारिस माइनर*) और साँवा (*इकानोक्लोआ कोलोना*) आदि उच्च CO_2 और तापमान के प्रति सबसे अधिक संवेदनशील है।

सूखे का C_3 और C_4 खरपतवारों की वृद्धि और बायोमास पर प्रभाव

मिट्टी में कम नमी की स्थितियों में पौधों के प्रकाश संश्लेषण, ट्रांसपिरेशन, और स्टोमाटल चालकता में महत्वपूर्ण कमी आती है। वर्षा के पैटर्न और शुष्कता में भिन्नता खरपतवार वितरण और फसल उत्पादकता पर गहरा प्रभाव डालती है। अनुमानित CO_2 स्तरों के प्रत्येक दोगुने होने पर तापमान में 1-5°C की वृद्धि के कारण निकट भविष्य में कई कृषि महत्व के क्षेत्रों में शुष्कता बढ़ने की संभावना है। बढ़ते तापमान के साथ अधिक वाष्पीकरण होता है, और वर्षा की अस्थिरता यह संकेत देती है कि मानसून क्षेत्र अधिक सूखे हो जाएंगे, जिससे सूखा-प्रवण क्षेत्रों में 5-8% की वृद्धि होगी।

भविष्य में वर्षा के रुझानों की भविष्यवाणी करना कठिन है, सिवाय इसके कि अप्रत्याशित वर्षा बढ़ेगी, जो सूखे और बाढ़ को अधिक नियमित घटनाओं में बदल देगी। ऐसी स्थिति में, खरपतवार वितरण और प्रसार कृषि पारिस्थितिकी तंत्र के लिए एक चुनौती बन जाएगा, और ग्रीष्मकालीन सूखे वसंत में बोई गई फसलों में खरपतवार प्रबंधन को प्रभावित करेगा। C_4 और परजीवी खरपतवार, जैसे *स्ट्राइगा हर्मोन्थिका*, लंबी सूखा अवधि में बेहतर जीवित रहेंगे। खरपतवार-फसल अंतःक्रिया पर सूखे के प्रभाव के बारे में जानकारी बहुत सीमित है, और इस क्षेत्र का निकट भविष्य में अन्वेषण आवश्यक है।

फसल-खरपतवार अंतःक्रिया

उच्च CO_2 का फसल-खरपतवार अंतःक्रिया पर प्रभाव

पौधों की उच्च CO_2 पर प्रतिक्रिया विभिन्न प्रकाश संश्लेषण पथों (C_3/C_4) के कारण भिन्न होती है। विभिन्न वातावरण में फसल-खरपतवार अंतःक्रिया पर उच्च CO_2 के प्रभाव की भविष्यवाणी करना कठिन है, क्योंकि एक खेत में अकेले खरपतवार पौधे का मिलना अत्यंत दुर्लभ है। प्रतिस्पर्धात्मक वातावरण में फसलों और खरपतवारों की उच्च CO_2 पर प्रतिक्रिया को कुछ ही अध्ययनों में मात्रात्मक रूप से दर्शाया गया है। इस विषय पर खरपतवार और फसलों के मिश्रणों के साथ और अधिक अध्ययन की आवश्यकता है। C_3 फसलों (जैसे चावल, गेहूं, सोयाबीन) की उच्च प्रकाश संश्लेषण दरें संकेत देती हैं कि वे CO_2 के उच्च स्तरों पर C_4 खरपतवारों [जैसे पालमेर अमरंथ (*अमरांथस पाल्मेरी*), काँटेदार चौलाई (*अमरांथस विरिडिस*) और कोचिया (*कोचिया स्कोपारिआ*)] की तुलना में अधिक अनुकूल प्रतिक्रिया देंगे। C_3 फसलों, जैसे चावल और गेहूं के लिए, C_4 खरपतवारों के साथ उच्च CO_2 का फसल प्रतिस्पर्धात्मकता पर सकारात्मक प्रभाव हो सकता है। हालाँकि, यह देखा गया है कि *फ़ैलारिस माइनर* उच्च CO_2 के साथ सूखे के दौरान गेहूं के मुकाबले अधिक प्रतिस्पर्धी है।

यह देखा गया है कि उच्च CO_2 के तहत, C_3 पौधों, सोयाबीन और लैंब्सक्वार्टर की सापेक्ष उपज और उत्पादकता C_4 पौधों, जैसे बाजरा और पिगवीड्स की तुलना में अधिक है। हालाँकि, एक अध्ययन में यह देखा गया है कि उच्च CO_2 के तहत जंगली धान के बायोमास संचय और बीज उपज में वृद्धि हुई थी, जो C_3 खरपतवारों की उपस्थिति में भविष्य की उच्च CO_2 सांद्रता में खेती किए गए चावल की उपज में अधिक कमी को दर्शाती है। यह अनुमानित किया गया हैं कि उच्च CO_2 स्तरों पर C_3 खरपतवार, जैसे बथुआ (*चिनोपोडिअम अल्बम*), *अबुटिलोन थियोफ्रास्टि*, और *अंब्रोसिया आर्टेमिसीफोलिया* जैसे खरपतवार अधिक अनुकूल प्रतिक्रिया देंगे और C_4 फसलों (जैसे मक्का, ज्वार, और गन्ना) के लिए अधिक प्रतिस्पर्धा करेंगे। हालाँकि, उच्च CO_2 की स्तरों पर *अमरैंथस रेट्रोफ्लेक्सस* (C_4 खरपतवार) के बायोमास संचय में कोई बढ़ोतरी नहीं हुई, और इसकी उपस्थिति मे सोयाबीन की उपज हानि 45% से घटकर 30% हो गई। यह देखा गया है कि उच्च CO_2 का चना और उसके प्रमुख खरपतवार *लाथिरस सैटिवा* और *मेडिकैगो डेंटिक्यूलाटा*, की कुल वृद्धि पर सकारात्मक प्रभाव पड़ा। इसी प्रकार,जंगली धान में उच्च CO_2 का कुल पत्ती क्षेत्रफल, प्रति पौधा टिलर की संख्या, प्रकाश संश्लेषण और ट्रांसपिरेशन दर पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ा। उच्च CO_2 का दोनों चावल की प्रजातियों (जंगली धान और धान) पर सकारात्मक प्रभाव देखा गया, जिसमें पत्ती क्षेत्रफल, प्रति पौधा टिलर की संख्या की संख्या, प्रकाश संश्लेषण दर, और ट्रांसपिरेशन दर आदि मे बढ़ोतरी देखि गई।

उच्च तापमान का फसल-खरपतवार अंतर्क्रियाओं पर प्रभाव

उच्च तापमान पर, C_4 फोटोसिंथेसिस पथ (मुख्यतः खरपतवार) वाले पौधों को सामान्य C_3 पथ वाले फसल पौधों पर प्रतिस्पर्धात्मक लाभ मिलता है। रिपोर्ट के अनुसार, 3°C तक तापमान में वृद्धि *रॉटबोएलिया कोचिनचायनेंसिस* खरपतवार की वृद्धि में महत्वपूर्ण बढ़ोतरी लाती है। यह घास गन्ना, मकई, कपास, सोयाबीन, अनाज की बाजरा, और चावल जैसी महत्वपूर्ण फसल प्रणालियों में एक प्रमुख प्रतिस्पर्धात्मक C_4 खरपतवार है और इसे केंद्रीय मध्य-पश्चिम और कैलिफोर्निया की ओर फैलने की भविष्यवाणी की गई है।

C_4 खरपतवार प्रजातियाँ, जैसे *अमरैंथस रेट्रोफ्लेक्सस* और जंगली ज्वार (*सोर्गम हालेपेंस*) दोपहर के समय जब प्रकाश की तीव्रता और तापमान चरम स्तर तक पहुँचते हैं, CO_2 को C_3 फसलों जैसे सोयाबीन और कपास की तुलना में अधिक दर पर निर्धारण करते है। उच्च तापमान वाष्पीकरण की मांग को बढ़ाते हैं, और C_4 फोटोसिंथेसिस उच्च वाष्पीकरण की मांग के लिए बेहतर अनुकूलित होती है, क्योंकि इसमें उच्च जल उपयोग क्षमता और CO_2 कंपनसेशन बिंदु होता है। यह देखा गया है कि CO_2 की मात्रा के दोगुना होने C_4 खरपतवार प्रजातियाँ C_4 फसल प्रजातियों की तुलना में प्रकाश संस्लेशन और बायोमास संचय में अधिक उत्तेजना प्राप्त करते हैं। जब तक C_4 पौधों की 'क्रांज एनाटॉमी' पूरी तरह से विकसित नहीं हो जाती, वे C_3 प्रकाश संस्लेशन पथ का उपयोग करते हैं। इस प्रारंभिक वृद्धि के चरण में इन पौधों के पत्तों का एक प्रमुख भाग C_3 कार्बन फिक्सेशन पथ का प्रदर्शन करता है और, इस प्रकार, उच्च CO_2 के तहत C_4 पौधे लाभान्वित होते है।

यह देखा गया है कि गर्म परिस्थितियों में, हरी *सेटेरिया विरिडिस* खरपतवार में देखा गया कि अगस्त महीने में अंकुरण हुआ। यह एक लाभकारी असंक्रमणीयता थी, जिसने मक्का फसल की स्थापना के साथ फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा को रोका। इसके विपरीत, एक हालिया अध्ययन ने पाया कि यह प्रजाति मक्का आधारित फसल प्रणालियों में समस्या बन जाएगी, क्योंकि यह मक्का की उगाई के साथ सहसंगत है, जो उच्च तापमान उत्तेजना के कारण हो रहा है। इसके परिणामस्वरूप, हरी बिच्छू घास उगाई के समय उच्च तापमान के तहत मक्का का प्रतिस्पर्धी बन जाएगा।

उच्च CO_2 और तापमान का फसल-खरपतवार अंतर्क्रियाओं पर अंतःक्रियात्मक प्रभाव

उच्च CO_2 स्तर और बढ़ती तापमान के बीच की अंतर्क्रिया फसल-खरपतवार गतिशीलता के लिए महत्वपूर्ण प्रभाव डालती है। दोनों कारक पौधों की वृद्धि, प्रकाश संश्लेषण, और प्रतिस्पर्धात्मक क्षमताओं को प्रभावित करते हैं, जो कृषि पारिस्थितिक तंत्र में फसलों और खरपतवारों के बीच संतुलन को बदल सकते हैं। उच्च CO_2 और बढ़ते तापमान का संयोजन एक संयुक्त प्रभाव पैदा करता है जो फसल-खरपतवार अंतर्क्रियाओं को महत्वपूर्ण रूप से बदल सकता है। फसलें और खरपतवार दोनों ही वृद्धि दर में वृद्धि का अनुभव कर सकते हैं, लेकिन इसका विस्तार प्रजातियों के अनुसार भिन्न हो सकता है। इससे प्रतिस्पर्धात्मक गतिशीलता में परिवर्तन हो सकता है, जिससे उन खरपतवारों को बढ़ावा मिलेगा जो इन परिस्थितियों का लाभ उठा सकते हैं। उच्च CO_2 पौधों में पोषक तत्वों के अवशोषण को बदल सकता है, जिससे पोषक तत्वों में असंतुलन पैदा हो सकता है जो खरपतवारों को फसलों पर लाभ पहुंचाता है। उदाहरण के लिए, बढ़ा हुआ CO_2 उन खरपतवारों की वृद्धि को बढ़ा सकता है जो फसलों की तुलना में कम

पोषक तत्वों की मांग करते हैं। उच्च तापमान आमतौर पर वाष्पीकरण दरों को बढ़ाता है, जिससे फसलों में जल तनाव पैदा होता है। खरपतवार, विशेष रूप से सूखा-प्रतिरोधी प्रजातियाँ, इन परिस्थितियों में जीवित रहने और प्रतिस्पर्धा करने के लिए बेहतर तैयार हो सकती हैं, जिससे फसल की वृद्धि को और चुनौती मिलती है। उच्च CO_2 और उच्च तापमान दोनों फसलों और खरपतवारों की फेनोलॉजी (विकास चरणों का समय) को बदल सकते हैं, जिससे फसल बुवाई और खरपतवारों के उभरने के समय में असंगति हो सकती है। यह असंगति खरपतवारों के लिए फसलों से प्रभावी रूप से प्रतिस्पर्धा करने से पहले स्थापित होने के अवसर पैदा कर सकती है।

गुल्ली डंडा (*फालारिस माइनर*), को अकेले उच्च तापमान या उच्च CO_2 के संयोजन के तहत गेहूं पर प्रतिस्पर्धात्मक लाभ प्राप्त होता है। इसी प्रकार, अन्य अध्ययनों ने यह खुलासा किया है कि उच्च तापमान और CO_2 के संयोजन ने धान और जंगली धान में पैनिकल परिपक्वता में देरी देखी गई। उच्च CO_2 और उच्च तापमान का संयोजन बड़ी दुधी *(युफोर्बिआ जेनिकुलाटा)*, (C_3) को मूंग के साथ-साथ C_4 खरपतवार जैसे चौलाई (*अमारैंथस विरिडिस*) पर प्रतिस्पर्धात्मक लाभ प्रदान किया। हालांकि उच्च तापमान अकेले या उच्च CO_2 के संयोजन में गेहूं पर नकारात्मक प्रभाव देखा गया, इसके विपरीत गुल्ली डंडा (*फालारिस माइनर*) पर ऐसा कोई नकारात्मक प्रभाव नहीं देखा गया। यह देखा गया है कि, उच्च CO_2 और उच्च तापमान के संयोजन ने मक्का, बथुआ (*चिनोपोडिअम अल्बम*) और गुल्ली डंडा (*फालारिस माइनर*) की समग्र वृद्धि और विकास पर सकारात्मक प्रभाव डाला। इसी तरह, उच्च CO_2 और तापमान ने सोयाबीन और इसके प्रमुख खरपतवार साँवा (*इकानोक्लोआ कोलोना*), और *इस्केमम रुगोसुम* पर मौजूदा स्थितियों की तुलना में सकारात्मक प्रभाव डाला।

सूखे का फसल- खरपतवार अंतर्क्रियाओं पर प्रभाव

सूखे की परिस्थितियाँ फसल-खरपतवार अंतःक्रियाओं के गतिशीलता पर गहरा प्रभाव डालती हैं, जो फसलों की वृद्धि और खरपतवारों की प्रतिस्पर्धात्मक क्षमताओं दोनों को प्रभावित करती हैं। जैसे-जैसे जल उपलब्धता कम होती है, फसलों और खरपतवारों में कई शारीरिक और पारिस्थितिक परिवर्तन होते हैं, जो उनकी अंतःक्रियाओं को महत्वपूर्ण रूप से बदल सकते हैं। सूखे के तनाव के कारण अक्सर फसलों में वृद्धि दर और उपज में कमी आती है। जब मिट्टी की नमी घटती है, तो फसलें अविकसित वृद्धि, पत्तियों का मुरझाना, और समय से पहले बुढ़ापे का प्रदर्शन कर सकती हैं। इस शक्ति में कमी फसलों को खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा के लिए अधिक संवेदनशील बना देती है, क्योंकि तनावग्रस्त पौधे प्रकाश, पोषक तत्वों और शेष जल के लिए प्रभावी रूप से प्रतिस्पर्धा नहीं कर पाते।

खरपतवार, विशेष रूप से सूखा-प्रतिरोधी प्रजातियाँ, अक्सर उन अनुकूलनों का प्रदर्शन करती हैं जो उन्हें जल-सीमित परिस्थितियों में पनपने की अनुमति देती हैं। इनमें गहरे जड़ प्रणाली, जल उपयोग के लिए अधिक कुशल रणनीतियाँ, और फसलों की तुलना में तेजी से वृद्धि की दर शामिल हो सकती हैं। इसलिए, सूखे की परिस्थितियों में, प्रतिस्पर्धात्मक गतिशीलता खरपतवारों के पक्ष में बदल सकती है, जिससे खरपतवारों की संख्या में वृद्धि और फसलों की उपज में कमी हो सकती है। सूखा फसलों और खरपतवारों द्वारा संसाधनों के आवंटन को भी प्रभावित करता है। फसलें गहरी मिट्टी की नमी तक पहुँचने के प्रयास में उपर्युक्त वृद्धि से ऊर्जा को जड़ विकास की ओर मोड़ सकती हैं। दूसरी ओर, खरपतवार संसाधनों को अलग तरीके से आवंटित कर सकते हैं, जिससे प्रकाश और स्थान के लिए प्रतिस्पर्धा करने की क्षमता बढ़ सकती है। इस परिवर्तित संसाधन आवंटन के परिणामस्वरूप समुदाय की संरचना में बदलाव आ सकता है, जिसमें सूखा-प्रतिरोधी खरपतवार कम लचीले फसल प्रजातियों पर लाभ प्राप्त कर सकते हैं।

सूखे की परिस्थितियाँ फसलों और खरपतवारों में महत्वपूर्ण जीवन चक्र के घटनाओं के समय को भी प्रभावित कर सकती हैं, जैसे कि बीज अंकुरण, फूलना, और परिपक्वता। खरपतवार फसलों की तुलना में पहले या बाद में अंकुरित हो सकते हैं, जिससे वृद्धि के चरणों में असंगति उत्पन्न होती है। यह खरपतवारों को अपने आप को स्थापित करने के लिए अवसर प्रदान कर सकता है, इससे पहले कि फसलें प्रभावी रूप से प्रतिस्पर्धा करने का मौका पाएं, जिससे प्रबंधन के प्रयासों में और जटिलता आती है। सूखा मिट्टी के पोषक तत्वों की उपलब्धता में भी परिवर्तन ला सकता है, जो फसलों और खरपतवारों के बीच अंतःक्रियाओं को प्रभावित करता है। जब मिट्टी की नमी घटती है, तो पोषक तत्वों का अवशोषण बाधित हो सकता है, जो फसलों में पोषक तत्वों की कमी का कारण बन सकता है। कम पोषक तत्व मांगने वाले खरपतवार इन परिस्थितियों का लाभ उठा सकते हैं, जिससे प्रतिस्पर्धा बढ़ती है और फसल प्रदर्शन में बाधा उत्पन्न होती है। सूखे और फसल-खरपतवार गतिशीलता के बीच का अंतःक्रिया कृषि प्रबंधन के लिए महत्वपूर्ण चुनौतियाँ प्रस्तुत करता है। किसानों को सूखे की परिस्थितियों के तहत बढ़ी हुई खरपतवार प्रतिस्पर्धा को ध्यान में रखते हुए अधिक एकीकृत खरपतवार प्रबंधन रणनीतियाँ अपनाने की आवश्यकता हो सकती है। मल्चिंग, कवर क्रॉपिंग, और सूखा-प्रतिरोधी फसल किस्मों का उपयोग जैसे उपाय सूखे की अवधि के दौरान खरपतवारों के प्रभाव को कम करने में मदद कर सकते हैं।

सूखा और शुष्क परिस्थितियाँ C_4 खरपतवारों की वृद्धि को प्रोत्साहित करती हैं क्योंकि उनके पास मजबूत आंतरिक शारीरिक तंत्र होते हैं। यह देखा गया है कि सूखे की परिस्थितियों में कपास की प्रतिस्पर्धा *अबुटिलोन थिओफ्रैस्टि* और *अनोडा क्रिस्टाटा* के साथ बढ़ जाती है।

शाकनाशियों की प्रभावशीलता

शाकनाशियों की प्रभावशीलता पर्यावरणीय कारकों जैसे कि तापमान, वर्षा, हवा और सापेक्ष आर्द्रता से प्रभावित होती है। अधिकांश शाकनाशियों को उनके गतिविधि के लिए आदर्श तापमान की आवश्यकता होती है। लेकिन उच्च तापमान के लंबे समय तक संपर्क के बाद उनकी क्षमता और चयनात्मकता प्रभावित हो सकती है। इसका मतलब है कि चयनात्मक शाकनाशि उच्च तापमान पर गैर-चयनात्मक हो सकते हैं। पूर्ववर्ती अध्ययनों मे यह देखा गया हाई कि उच्च CO_2 के तहत शाकनाशियों की प्रभावशीलता में कमी आती है। लेकिन कुछ अध्ययनों मे यह देखा गया है कि उच्च CO_2 की मात्रा कुछ C_3 खरपतवारों की वृद्धि और विकास को बढ़ाता है, जिसकी वजह से

शाकनाशियों की प्रभावशीलता कम हो जाती है। हालांकि, शाकनाशियों की विशिष्टता, सांद्रता और अनुप्रयोग के स्तर को अनुकूलन के संभावित साधनों के रूप में स्थापित करने के लिए अधिक अनुसंधान की आवश्यकता है।

उच्च CO_2 का शाकनाशियों की प्रभावशीलता पर प्रभाव

अध्ययन में पाया गया कि उच्च CO2 की दर ने सामान्य रूप से प्रयुक्त ग्लाइफोसेट की प्रभावशीलता को कम कर दिया। यदि ये प्रभाव सामान्य और व्यापक हैं, तो इसका कृषि पर गंभीर प्रभाव पड़ेगा। एक अन्य अध्ययन ने यह खुलासा किया कि CO_2 के साथ शुष्क परिस्थितियों में साँवा (*इकानोक्लोआ कोलोना*) पर हर्बिसाइड की प्रभावशीलता में कमी आई। इसके अलावा, यह भी देखा गया है कि उच्च CO_2 की स्थिति में हर्बिसाइड के छिड़काव के दौरान समय और सटीकता की आवश्यकता होती है।

उच्च तापमान का शाकनाशियों की प्रभावशीलता पर प्रभाव

मौसमी उच्च तापमान और शुष्क स्थितियों में शाकनाशियों की प्रभावशीलता प्रभावित होती है क्योंकि शाकनाशियों की प्रभावशीलता तापमान, मिट्टी की नमी और उपस्थिति पर निर्भर करती है। उच्च तापमान और शुष्क स्थितियों के तहत शाकनाशि की प्रभावशीलता को कम हो जाती है, जैसे कि 30°C तापमान की तुलना में 40°C पर ग्लाइफोसेट के क्रियात्मक प्रभाव में कमी देखी गई है। उच्च तापमान के तहत शाकनाशियों की क्षमता में कमी का मतलब है कि उच्च तापमान के साथ सटीक शाकनाशि के अनुप्रयोग और गणना की आवश्यकता होती है।

जलवायु परिवर्तन के कारण खरपतवारों की विविधता में परिवर्तन

जलवायु परिवर्तन के कारण खरपतवारों की प्रजातियों का वितरण, साथ ही पारिस्थितिक तंत्रों का सामान्य कार्य और उत्पादन प्रभावित होगा। विश्व भर के जंगलों में, बढ़ती हुई CO_2 स्तरों के परिणामस्वरूप लकड़ी के बेलों की बढ़ती हुई प्रचुरता को उच्च पेड़ मृत्यु दर और पेड़ पुनर्जनन में बाधा के साथ जुड़ा हुआ पाया गया है। प्रारंभिक निष्कर्षों ने दर्शाया कि कई खरपतवार उच्च CO_2 के तहत ठंडे तापमान के प्रति अधिक सहनशील हो जाते हैं, यह संकेत देता है कि कई खरपतवार ध्रुवीय क्षेत्रों की ओर फैल सकते हैं। आक्रामक खरपतवार गाजरघास के फैलाव को जलवायु परिवर्तन, विशेष रूप से उच्च CO_2 स्तरों के प्रति इसकी सहनशीलता के साथ जोड़ा गया है।

इसी तरह, वर्षा पर निर्भर कृषि में, परजीवी खरपतवारों की वृद्धि धान और ज्वार फसलों की पैदावार के लिए एक महत्वपूर्ण चुनौती प्रस्तुत कर रहे है। उच्च अक्षांशों पर ठंडे तापमान के कारण, कृषि योग्य भूमि के अधिकांश हानिकारक C_3 और C_4 खरपतवार उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों तक ही सीमित हैं। इसलिये पौध प्रजातियों को नई जलवायु परिस्थितियों के अनुकूलन करना होगा या अपनी सीमा को अधिक उपयुक्त क्षेत्रों में स्थानांतरित करना होगा। कई अध्ययनों ने बताया कि ऐसे खरपतवार अक्सर CO_2 समृद्ध वातावरण में लाभान्वित होते हैं। *लोनिसेरा सेम्परविरेंस* और *प्यूरेरिया लोबाटा* जैसे खरपतवारों ने अपने भौगोलिक दायरे को अतीत में विस्तारित किया है, और यह अब एक वास्तविकता है।

जलवायु परिवर्तन ने जंगली पौधों के वितरण में परिवर्तन लाया है, जैसे कि भारत में धान की अधिक आर्द्र परिस्थितियों में *मार्सिलिया* स्पेसीस का उभरना। गंभीर सूखा सीधे बुवाई किए गए धान की खेती की ओर संक्रमण को मजबूर करता है, जिससे बबुल घास (*डैक्टाइलोक्टेनियम एजिप्टियम*), *एल्युसिन इंडिका* और *लेप्टोक्लोआ चायनेंसिस*, जैसे खरपतवारों को बढ़ावा मिलता है। तापमान परिवर्तन ने जलवायु परिवर्तन के मद्देनजर खरपतवारों की विविधता में भी बदलाव लाया है। उदाहरण के लिए, *इश्केमम रुगोसम* को भारत के उष्णकटिबंधीय भागों में अधिकांशतः देखा गया, लेकिन अब यह उत्तरी भारत में बहुत तेजी से फैल रहा है। परजीवी स्ट्राइगा (*स्ट्राइगा डेन्सीफ्लोरा*), *ओरोबैंकी* जैसे परजीवी खरपतवारों की बढ़ती समस्याएँ मेज़बान फसलों (जैसे, मक्का, ज्वार, धान, सूरजमुखी, फलियाँ, और सब्जियाँ) की निरंतर खेती के तहत देखी जाती हैं, जो विशेष रूप से उष्णकटिबंधीय देशों में निम्न मिट्टी की उर्वरता के साथ मिलकर होती हैं। पूर्वानुमानित जलवायु परिवर्तन के तहत, इन जंगली पौधों के भौगोलिक दायरे का विस्तार होने की उम्मीद है, जिससे वर्षा पर निर्भर मक्का, ज्वार, और धान फसलों की उत्पादकता पर प्रभाव पड़ेगा। वर्षा की कमी और लंबे सूखे के कारण, कृषि योग्य फसलें और चरागाह धीरे-धीरे विकसित होंगे, जिससे बंजर भूमि रह जाएगी और अधिक मजबूत सूखे-सहिष्णु खरपतवारों को प्रवेश करने की छूट मिलेगी। इसके अलावा, प्रबंधित पारिस्थितिक तंत्र में खरपतवारों के भौगोलिक वितरण पर बढ़े हुए CO_2 के प्रभाव पर भी ध्यान देने की आवश्यकता है।

जलवायु परिवर्तन के कारण बढ़ते CO_2 और तापमान फसल-खरपतवार अंतर्क्रियाओं और शाकनाशियों की प्रभावशीलता को प्रभावित कर रहे हैं। उच्च तापमान और Co_2, C4 खरपतवारों के लाभ के लिए एक सकारात्मक संकेत हैं और फसलों के लिए नकारात्मक प्रभाव डाल सकते हैं। उच्च CO_2 और तापमान फसलों की वृद्धि को कम कर सकते हैं और शाकनाशियों की प्रभावशीलता को भी प्रभावित कर सकते हैं। सूखे की परिस्थितियों में C_4 खरपतवारों की वृद्धि को प्रोत्साहित किया जाता है और इसलिए, फसलों की प्रतिस्पर्धा और उपज पर इसका प्रभाव होता है। आगामी जलवायु परिवर्तन चुनौतियों का सामना करने के लिए फसल-खरपतवार अंतर्क्रियाओं और शाकनाशियों की प्रभावशीलता पर अधिक अनुसंधान की आवश्यकता है।

इन बदलती परिस्थितियों में, भविष्य में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन रणनीतियों को अपनाने की आवश्यकता होगी, जिसमें शाकनाशी के चक्रीय उपयोग, जैविक नियंत्रण विधियों, और जलवायु-अनुकूल प्रबंधन तकनीकों का समावेश हो। इसके साथ ही, शाकनाशी प्रतिरोधी प्रजातियों के प्रबंधन के लिए नवीन तकनीकों का विकास आवश्यक है। जलवायु परिवर्तन के साथ खरपतवारों के बदलते व्यवहार को समझना और उसके अनुसार फसल प्रबंधन रणनीतियों में बदलाव करना आज की प्राथमिकता होनी चाहिए, ताकि खाद्य सुरक्षा और कृषि उत्पादकता को बनाए रखा जा सके।

शाकनाशियों का प्रयोग एवं सावधानियाँ

अनिल दीक्षित एवं राजन शुक्ला

भाकृअनुप - राष्ट्रीय जैविक स्ट्रैस प्रबंधन संस्थान, रायपुर, छत्तीसगढ़ 493225, भारत
कृषि विज्ञान केंद्र, हैलाकांडी, असम (पूर्वोत्तर क्षेत्र के लिए आईसीएआर अनुसंधान परिसर), उमियम, मेघालय 793103, भारत

विभिन्न फसलों में हानिकारक कीटों, रोगों, खरपतवार इत्यादि से बचाव के लिए विभिन्न रसायनों का प्रयोग किया जाता है। ये विषैले रसायन अपने लक्ष्य पर प्रभाव करने के अतिरिक्त वायु, जल तथा मिट्टी को भी प्रभावित करते हैं, इसके फलस्वरूप ये हमारे वातावरण तथा मनुष्य एवं मवेशियों को भी हानि पहुँचाते हैं। इसलिए कृषि रसायनों का उपयोग पूरी जानकारी के साथ करना चाहिए। परन्तु अधिकतर कृषक कृषि रसायनों का प्रयोग केवल अपने अनुभव के आधार पर या कम प्रशिक्षण प्राप्त कर या कम अनुभवी सलाहकार या कृषि रसायनों को बेचने वाले विक्रेता के द्वारा दिये गये निर्देश के आधार पर करते हैं।

कृषि रसायनों का फसलों पर लगातार प्रयोग जो कि छिड़काव बीजोपचार एवं मृदा उपचार द्वारा किया जाता है। ये मिट्टी में पाये जाने वाले लाभकारी सूक्ष्मजीवों को मार देते हैं जिससे मृदा का उपजाऊपन प्रभावित होता हैं। कृषि रसायनों के अधिक मात्रा में उपयोग करने से परजीवी तथा परोपजीवी तथा परसेचन करने वाले लाभकारी कीट नष्ट हो जाते हैं। यदि कृषि रसायनों का उपयोग सुरक्षित, न्यायोचित एवं सावधानी पूर्वक न किया जाये तो ये न केवल वातावरण को प्रभावित करते हैं अपितु मनुष्य एवं मवेशियों के लिए भी हानिकारक होते हैं। कृषि रसायनों का अवशेष जो कृषि उत्पादों में शेष रह जाता है, जो न केवल मानव एवं मवेशियों के स्वास्थ्य को प्रभावित करता है, अपितु इनकी वृद्धि और कार्य करने की क्षमता को भी प्रभावित करते हैं। ये रसायन हमारे लिए हानिकारक है ही एवं हमारी आने वाली पीढ़ी के लिए भी हानिकारक होते हैं।

आजकल बाजार में बहुत सारे कृषि रसायन उपलब्ध हैं, जो कि कृषि रसायन बनाने वाली कंपनियां विभिन्न नामों से बाजार में बेचती है। इसलिए किसानों के लिए यह जानना आवशयक हो जाता है किन कृषि रसायनों का किस मात्रा में किस बीमारी/कीटों के लिए उपयोग किया जाए। कृषि रसायनों को इस्तेमाल करते समय उसमें दिये गये निर्देशों को सावधानी पूर्वक पढ़ लेना चाहिए, क्योंकि उसमें दी गई चेतावनी, अनुभवी वैज्ञानिकों द्वारा बहुत वर्षों तक फसल में किये गये परीक्षणों पर आधारित होती है। कुछ कृषि रसायन ज्यादा जहरीले होते हैं एवं कुछ कम, परन्तु सभी कृषि रसायन मानव एवं जानवरों के स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होते हैं।

कीटनाशी जहरीले रसायन हैं जिनका असावधानी पूर्वक इस्तेमाल होने से प्रयोग करने वाला व्यक्ति, पौधा एवं उनके उत्पाद खाने वाले सभी प्रभावित होते हैं। अत्यधिक सान्द्रण में कीटनाशकों का प्रयोग करने पर कभी-कभी यह पौधों को मार भी देते है। इसके अतिरिक्त पर्यावरण एवं प्राकृतिक संसाधनों में जहर के अवशेष चिंताजनक स्थिति की ओर ध्यान आकर्षिक करते हैं। अतः इन हानिकारक प्रभावों को दूर करने के लिये यह जरूरी हैं। कि कीटनाशकों का चयन एवं मात्रा आवशयकतानुसार हो एवं उनका प्रयोग भी सही समय पर किया जाये। साथ ही कीटनाशकों के भण्डारण, छिड़काव व मिश्रण बनाने में पूर्ण सावधानी बरती जाए। कृषि कीटनाशी रसायन मानव या अन्य जन्तुओं के शरीर में मुख, त्वचा तथा श्वांस द्वारा प्रवेश करते हैं। शरीर में प्रवेश करने के बाद यह पूरे तंत्र को प्रभावित करता है। इनके प्रवेश करने के बहुत से तरीके हो सकते है जो कि निम्न हैं।

मुख द्वारा प्रवेश

मुख द्वारा कीटनाशी का प्रवेश निम्न तरीके से होता है:

1. कीटनाशकों के प्रयोग के बाद खाली बोतल या डिब्बों से पानी पीने पर।
2. छिड़काव या घोल बनाने वाले पात्र से पानी पीने पर।
3. कीटनाशी युक्त भोजन या पानी लेने पर।
4. छिड़काव या भुरकाव के समय कीटनाशकों का मुख द्वारा सीधे प्रवेश।
5. कीटनाशकों के बड़े डिब्बे से मुख द्वारा सायफन विधि से कीटनाशी निकालने से।
6. छिड़काव यंत्र के बाद नोजल को मुख से खोलने पर।
7. कीटनाशकों के प्रयोग के बाद प्रतीक्षा अवधि में पौध उत्पाद का प्रयोग करने पर।

त्वचा द्वारा प्रवेश

त्वचा द्वारा कृषि कीटनाशी रसायनों का प्रवेश निम्न प्रकार से होता है :

1. कीटनाशकों के बड़े डिब्बे से छोटे डिब्बे में डालने पर त्वचा के संपर्क में आना।
2. छिड़काव व भुरकाव के समय इन रसायनों का त्वचा पर जमाव।
3. हवा के विपरीत छिड़काव या भुरकाव।
4. कीटनाशी युक्त यंत्र की मरम्मत करने पर।

श्वसन द्वारा प्रवेश

स्वांस द्वारा कीटनाशकों का प्रवेश निम्न तरीके से होता है:

1. कीटनाशी युक्त वातावरण में सांस लेने पर।
2. कीटनाशकों का सीधे श्वांस द्वारा पहुंचने पर।
3. मुंह को सुरक्षा (गैस मास्क) के बिना कीटनाशकों के प्रयोग करने पर।
4. छिड़काव या भुरकाव के समय खाना या धूम्रपान करने पर।

कृषि कीटनाशी रसायनों से प्रभावित होने पर मानव शरीर में तीन प्रकार के लक्षण पाये जाते हैं जो कि निम्न हैं:

1. मृदु विषाक्तता के लक्षण:- इस प्रकार के लक्षणों में सिरदर्द, बीमारी का अहसास, त्वचा में सरसराहट, सिर चकराने के साथ आंख, नाक तथा गले में सरसराहट होती है। इसके अतिरिक्त भूख भी कम लगती है।
2. विषाक्तता:- इस तरह की विषाक्तता होने पर आंख की रोशनी पर प्रतिकूल प्रभाव, पेट में ऐंठन, नाड़ी का तीव्र होना, श्वांस लेने में कष्ट, आंख की पुतली का सिकुड़ना, अधिक पसीना आना, पैर लड़खड़ाना, पेशियों का सिकुड़ना तथा थकाना आदि हैं।
3. अत्यधिक विषाक्तता के लक्षण:- इसमें व्याक्षोभ, श्वास न आना, नाड़ी टूटना एवं मुत्यु आदि है।

अतः कृषि कीटनाशी रसायनों के प्रयोग में बहुत अधिक सावधानी अपनाये जाने की आवश्यकता है जो कि निम्न है:

प्रयोग पूर्व सावधानियां

1. कीटों के प्रकार एवं उनके द्वारा होने वाली हानि की मात्रा का ज्ञान होना।
2. आवशयकतानुसार ही प्रयोग करना।
3. कृषि कीटनाशी रसायन के लेवल एवं लीफलेट का सावधानीपूर्वक अध्ययन।
4. छिड़काव पूर्व पानी व साबुन की व्यवस्था होना।
5. छिड़काव व भुरकाव यंत्रों का निरीक्षण ताकि रिसाव करने वाले यंत्र इत्यादि की मरम्मत हो सके।
6. छिड़काव करने वाले व्यक्ति के रक्त समूह की जांच द्वारा जानकारी रखना।
7. उचित नियंत्रण तकनीक की जानकारी होना।
8. सुरक्षित कीटनाशीकों के चयन को प्रमुखता देना।

इन सावधानियों को प्रयोग में लेने के बाद कृषि श्रमिक या किसान स्वयं कृषि कीटनाशी रसायनों के दुष्प्रभाव से होने वाली समस्याओं से बच सकते है।

नींदा नियंत्रण के लिये कुछ रसायनिक पदार्थ उपयोग में लाये जाते है। जो नींदा या खरपतवारों की वृद्धि को कम करने या उनको मारने में सक्षम होते है। इन रसायनिक पदार्थों को नींदा नाशक कहते है।

पूरे विश्व में कुल जीवनाशी का 60 प्रतिशत नींदानाशक रसायनों का प्रयोग होता है। हालांकि भारत में अभी सिर्फ 21 प्रतिशत नींदानाशक दवाओं का प्रयोग हो रहा है। भारत में रसायनिक खरपतवार नियंत्रण पंजाब, हरियाणा, पश्चिम उत्तर प्रदेश, तमिलनाडु,आंध्रप्रदेश में प्रचलित है, इसमें से सब से ज्यादा पंजाब व हरियाणा प्रांतों में गेहूं व धान की फसलों पर इन रसायनों का प्रयोग बहुतायत से होता है।

रसायनिक नींदा नियंत्रण अन्य नींदा नियंत्रण की तुलना में सस्ता है। उदाहरण के तौर पर हाथ से खरपतवार निकालने में लगभग 1200-1500 रुपये खर्चा प्रति हेक्टेयर लगते है, जबकि नींदा नाशक दवाओं के प्रयोग से यही 800-1000 रुपये प्रति हैक्टेयर आता है।

क्या नींदानाशक दवाओं का प्रयोग सुरक्षित है ?

यह प्रश्न आजकल पर्यावरण से जुड़े लोग उठा रहे है कि अधिक कीटनाशक दवाओं के प्रयोग से पर्यावरण व वायुमंडल दूषित हो रहा है एवं सब्जी व फलों में दवाओं के अवशेष बचे रहते है। अंतर्राष्ट्रीय अनुसंधान विकास केन्द्र के अनुसार कीटनाशकके विषैले प्रभाव से प्रतिवर्ष करीब 10,000 लोगों की मौत हो जाती है, और 4 लाख के करीब इसके बुरे असर से पीड़ित है। भारत में लगभग 96 प्रतिशत नींदानाशक दवाईयां कम जहरीली है जो हरे व नीले रंग की कोडिंग में आती है। इसकी तुलना में लगभग 70 प्रतिशत कीटनाशी दवाईयां, जो पीले व लाल रंग की कोंडिग में आती है अधिक जहरीली होती है। आधुनिक शाकनाशी रसायनों में ग्लायफोसेट व सल्फोनिल यूरिया प्रयोग में आ रहे है, जो बहुत कम मात्रा में डाले जाते है और कुछ ही दिन में इनका विघटन हो जाता है। इसके अलावा शाकनाशी रसायन कभी भी सीधे फल व अनाज पर नहीं डाले जाते है जिसका कि उपभोग लोग सीधे खाने में करते है। कुल मिलाकर कीटनाशक दवाओं में से नींदानाशक दवायें सबसे कम जहरीली व नहीं के बराबर खाद्य पदार्थों पर अवशेष छोड़ने वाली होती है।

अंत में नींदानाशक, खरपतवार नियंत्रण की सबसे प्रभावशील, अत्यंत असर कारक विधि है, जिसका कि प्रयोग अत्यंत सरल, कम खर्चीला व फसलों को कम से कम नुकसान पहुंचाने वाला होता है। यदि इनका प्रयोग सावधानीपूर्वक, सही समय पर व सही मात्रा व विधि से किया जाये तो नींदानाशक दवाईयां पर्यावरण व वायुमंडल के मित्र है। इनका पंजीकरण इन तमाम बातों को ध्यान में रखकर ही किया जाता है। और जब भी इन दवाईयों की किसी भी प्रकार का विषेला प्रभाव फसल या वायुमंडल पर होता है तुरंत ऐसी दवाओं पर प्रतिबंध लगा दिया जाता है।

खरपतवारनाशकों का प्रयोग

भारत में पिछले कुछ दशकों से खरपतवारनाशक दवाई का प्रयोग काफी तेजी से बढ़ रहा है। कई बार निराई गुडाई के लिए मजदूर नही मिल पाते तथा वैसे भी उनकी मजदूरी काफी बढ़ रही है अतः खरपतवारनाशक का सही प्रयोग करने से कम खर्चे में अच्छा खरपतवार नियंत्रण मिल जाता है। प्रान्त में धान की फसल के अधीन 90 प्रतिशत क्षेत्रफल में खरपतवारनाशकों का प्रयोग किया जा रहा है व गेहूँ के अधीन 70-80 प्रतिशत क्षेत्रफल में कनकी, जई, बाथुआ अन्य चौडी पत्ती वाले खरपतवारों को मारने वाली दवाई का प्रयोग किया जाता है।

खरपतवारनाशकों से पूरा लाभ लेने के लिए उनका सही प्रयोग बहुत जरूरी है। अगर इनके प्रयोग में थोड़ी बहुत लापरवाही की जाये तो खरपतवार नहीं मरते और फसल का झाड़ काफी घट जाता है। कई बार फायदा होने की बजाए फसल को नुकसान भी हो जाता है। अतः इन बातों को मध्यनजर रखते हुए जरूरी है कि खरपतवारनाशी का प्रयोग करते समय निम्नलिखित बातों का ध्यान जरूर रखें।

1. छिड़काव वाले यंत्र तथा उनका प्रयोग

आमतौर पर खरपतवारनाशक दवाई के छिड़काव के लिए तीन किस्म के पंप प्रयोग में लाये जाते हैं जैसे कि ट्रैक्टर वाला पंप, पावर स्प्रेयर (इंजन चालित पीठ वाला पंप) व हाथ से चलने वाला ढ़ोलकी पंप जो कि नैपसैक स्प्रै पंप के नाम से जाना जाता है। ट्रैक्टर चालित स्प्रे पंम्प कुछ ही बड़े किसान प्रयोग करते है। बिजाई से पहले खरपतवारनाशी का स्प्रे करने के लिए यह बहुत अच्छा यंत्र है। इस पंप द्वारा छिड़काव एकसार होता है तथा पानी भी ज्यादा मात्रा में डलता है। इस पंप का प्रयोग उगी हुई फसल में पानी लगाने के बाद नही करना चाहिए क्योंकि गीली जमीन में ट्रैक्टर बार-बार स्लिप हो जाने के कारण एक सार छिड़काव नहीं हो पाता व फसल का काफी नुकसान हो जाता है। पावर स्प्रेयर (पीठ वाला) कें पंप को इस्तेमाल कीटनाशक दवाई के स्प्रे के लिए अच्छा है। इसका प्रयोग खरपतवारनाशी के प्रयोग के लिए नहीं करना चाहिंए क्योंकि इसके इस्तेमाल से पानी की मात्रा कम डलती है व छिड़काव एकसार नही होता। अगर इस पंप का इस्तेमाल करना पड़े तो पानी की कम से कम 150 लीटर मात्रा प्रति एकड़ जरूर करें।

सबसे अधिक प्रयोग नैपसैक स्प्रेयर (ढ़ोली वाला पंप) का होता है। यह पंप सभी पम्पों से सस्ता व कम खर्चीला है। इस द्वारा एक मजदूर एक दिन में 3-4 एकड़ स्प्रे कर सकता है। इस पंप का प्रयोग करते समय निम्नखिखित बातों को ध्यान में रखना चाहिए:-

(क) पानी की मात्रा का अनुमान

खरपतवारनाशी के एकसार छिड़काव के लिए प्रति एकड़ पानी की सही मात्रा का प्रयोग बहुत जरूरी है। कई बार एक एकड़ की दवाई एक एकड़ से ज्यादा या कम रकबे में प्रयोग की जाती है जिसके परिणाम ठीक नहीं होते। इसलिए खरपतवारनाशी के प्रयोग में सबसे पहला काम पानी की मात्रा का सही अनुमान लगाना है। इसके लिए पम्प की ढ़ोली में कुछ पानी नाप कर डाल लें व उसका छिड़काव कुछ नापी हुई जगह (1-2 मरले) में करें। स्प्रे के बाद ढ़ोली में बचे हुए पानी की मात्रा माप लें। इस प्रकार प्रति एकड़ खरपतवारनाशी व पानी की मात्रा का सही अनुमान लगा लें। उदाहरणतया अगर दो मरले में 2.5 लीटर पानी खर्च हुआ तो प्रति एकड़ 200 लीटर पानी की जरूरत पड़ेगी। ध्यान रहे कि जिस आदमी ने पानी की मात्रा का अनुमान लगाया है वही आदमी ही दवाई का छिड़काव करें क्योंकि पानी की मात्रा कम या ज्यादा आदमी की स्पीड पर निर्भर करती है।

(ख) नोजल का चुनाव

खरपतवारनाशी के प्रयोग के लिए दो प्रकार की नोजल का प्रयोग होता है जैसे कि फ्लैट फैन या फ्लड जैट। फ्लैट फैन तकरीबन 1-1/2 इंच लंबी तथा काफी मोटी होती है। इसके प्रयोग से फब्वारा एकसार पड़ता है तथा 1-1/2-2 इंच फुट चौडी पट्टी में एकसार छिड़काव हो जाता है। एक स्प्रै पंप पर एक से ज्यादा दो या तीन नोजल एक साथ लग सकती है। इसके लिए एक बूम के ऊपर दो या तीन नोजल (नोजल के कोण व बूम की ऊँचाई के अनुसार) एक उचित दूरी पर फिट हो जाती है। ऐसा करने से स्प्रै का क्षेत्रफल बढ़ जाता है और प्रति एकड़ स्प्रै जल्दी हो जाता है।

फ्लट जैट को कट या टक वाली नोजल कहते हैं। यह तकरीबन एक इंच लंबी होती है। इसका फब्वारा भी लगभग एक सार पड़ता है व तकरीबन दो से अढ़ाई फुट चौड़ी पट्टी में छिड़काव करती है। इस नोजल द्वारा पानी की मात्रा काफी लगती है। बीजाई से पहले खरपतवार नियंत्रण या सड़क व खाली जगह पर प्रयोग होने वाले खरपतवारनाशी के लिए इस नोजल का प्रयोग बहुत उपयुक्त है। आमतौर पर देखा गया है कि किसान इन दोनों नोजल की बजाए कोन वाली नोजल का इस्तेमाल ज्यादा करते हैं। कोन वाली नोजल से खरपतवारनाशी का स्प्रे एकसार नहीं पड़ता क्योंकि इसका फब्वारा तेल वाली कीप की तरह बीच से काफी खाली रहता है। इस नोजल द्वारा प्रति एकड़ अधिक से अधिक 50-60 लीटर पानी लगता है जो कि खरपतवारनाशी छिड़काव के लिए बहुत कम है। इस नोजल का प्रयोग केवल कीटनाशी व फफूंदनाशी के लिए की उपयुक्त है।

(ग) छिड़काव के समय दबाव

खरपतवारनाशी दवाई छिड़कते समय पंप में दबाव एक सार होना चाहिए जिससे नोजल से बाहर आने वाली दवाई हर जगह पर एक सार पड़े। कम दबाव से दवाई की मात्रा घट जाती है जबकि ज्यादा दबाव से पौधे पर पड़ने वाली दवाई की मात्रा बढ़ जाती है। इसलिए स्प्रे पंप का दबाव एकसार रखना चाहिए जो कि एकसार हैंडल मार कर किया जा सकता है परन्तु कुछ देर स्प्रे करने के बाद आदमी थक जाता है इसलिए एक सार दबाव रखना बहुत मुश्किल है। अब कई स्प्रे पंप कंम्पनियों द्वारा बूम लाईन नोजल से पहले ही ऑटोमैटिक प्रेशर रेग्युलेटर लगाए जाने लगे हैं जिनमें अपने आप ही प्रेशर रेग्युलेट हो जाता है। ज्यादा प्रैशर होने की दशा में वाल्व बंद हो जाता है व कम प्रैशर होने पर वाल्व खुलता ही नहीं। रेग्युलेटर के प्रयोग से फसल को कम या ज्यादा स्प्रे से होने वाले नुकसान से बचाया जा सकता है।

(घ) चलने की गति

जिस गति से पानी की मात्रा का अन्दाजा लगाया गया हो उसी रफ्तार से ही खेत में दवाई का प्रयोग करना चाहिए। अगर स्प्रे करने की गति पानी के अनुमान समय की अपेक्षा कम होगी तो दवाई की मात्रा ज्यादा लगेगी जबकि गति बढ़ने पर दवाई की मात्रा कम लगती है।

(ड़) छिड़काव के समय मौसम

जिस दिन मौसम साफ हो व हवा न चलती हो अथवा कम चलती हो उस समय ही खरपतवारनाशी का स्प्रे करना चाहिए। अगर खरपतवारनाशी के स्प्रे करते समय हवा चल रही हो तो वह खेत या फसल पर एकसार नहीं पड़ती परन्तु साथ के खेत में खड़ी फसल पर उड़ के पड़ जाती है जिस कारण स्वस्थ फसल को भी नुकसान हो जाता है। स्प्रे करते समय नोजल की ऊँचाई जमीन से 1-1/2-2 फुट रखनी चाहिए। जिस दिशा से हवा चलती हो उस दिशा के विपरीत छिड़काव नहीं करना चाहिए।

(च) दवाई का हिलाना

खेत में खरपतवारनाशी के एक सार असर के लिए उनकी एकसार ताकत बनाए रखना बहुत जरूरी है। दवाई वाले घोल को पंप की ढ़ोली में भरने से पहले अच्छी तरह घोल ले जिससे कि दवाई ड्रम के नीचे ना बैठ जाये। यह समस्या आमतौर पर पाऊडर रूप में मिलने वाले खरपतवारनाशी जैसे कि सल्फोसल्फ्यूरॉन, एट्राजीन, आइसोप्रोट्रान, 2,4-डी सोडियम साल्ट, मेटसल्फ्यूरन आदि में ज्यादा आती है। प्रति एकड़ पानी की मात्रा का अनुमान लगाने के बाद एक एकड़ का घोल तैयार कर लो। उदाहरणतया यदि एक एकड़ में 150 लीटर पानी की मात्रा का प्रयोग करना है तो एक एकड़ की दवाई 10 गिलास या 10 डिब्बे पानी में घोल कर दवाई का घोल तैयार कर लें। एक डिब्बा दवाई का घोल टंकी में डालकर शेष पानी से भर दें व अच्छी तरह हिला कर स्प्रे कर दें। इस तरह ही सारी दवाई का स्प्रे करें।

छिड़काव वाले यंत्र का प्रयोग करते समय निम्नलिखित बातों का ध्यान रखें:

- पम्प की ढ़ोली लीक ना करें।
- पम्प की लीवर आवश्यकतानुसार दबाव बनाए।
- हवा वाली नाली लीक नहीं होनी चाहिए।
- पम्प की ढ़ोली में लगा हुआ यंत्र (ऐजीटेटर) सही काम करें।
- छिड़काव से पहले पम्प को ग्रीस करना चाहिए जिससे हैंडल आसानी से काम करें।
- फ्लैट फैन या फ्लट जैट नाली नोजल द्वारा ही खरपतवारनाशी का छिड़काव करें।
- छिड़काव से पहले व बाद में पम्प को सर्फ या साबुन के घोल से अच्छी तरह साफ कर लें।
- अगर एक से ज्यादा नोजल प्रयोग में लाएं तो देख लें कि सभी नोजल एक सार काम कर रही हैं।

2. खरपतवारनाशी का सही चुनाव

अलग-अलग खरपतवारों के नियंत्रण हेतु अलग-अलग शाकनाशी की सिफारिश की जाती है। इसलिए शाकनाशी का प्रयोग करने से पहले खरपतवार की पहचान करनी अति आवश्यक है। खड़ी फसल में खरपतवार की पहचान करने के बाद ही उसकी मारने वाली दवाई का चुनाव किया जा सकता है। उदाहरणतः अगर गेहूं की फसल में गुल्ली डण्डा (कनकी) की समस्या है तो गुल्ली डण्डा वाली दवाई का प्रयोग करो अगर गेहूं में चौडी पत्ती वाले खरपतवार की समस्या है तो उसके लिए गुल्ली डण्डे (कनकी) वाले खरपतवारनाशी की जगह 2, 4-डी या मेटसल्फ्यूरन दवाई का इस्तेमाल करना चाहिए। हर साल एक ही ग्रुप की दवाई का प्रयोग न करें अपितु इनका प्रयोग हर साल अदल-बदल कर करें।

3. खरपतवारनाशी की मात्रा

खरपतवारनाशी की सही कामयाबी के लिए इनकी सिफारिश की गई मात्रा का प्रयोग करना बहुत जरूरी है। सिफारिश की गई मात्रा से कम दवाई प्रयोग करने पर खरपतवार पर नियंत्रण कम होता है जबकि सिफारिश मात्रा से ज्यादा दवाई का प्रयोग भी मौजूदा फसल को तो हानि पहुंचाता ही है इसके साथ-साथ आगे बोई जाने वाली फसल का भी जमाव कम होकर काफी नुकसान हो सकता है।

4. प्रयोग का तरीका

खरपतवारनाशक दवाइयों का प्रयोग निम्नलिखित तरीके से करना चाहिए:

(क) फसल की बीजाई से पहले

जो खरपतवारनाशी धूप मे उड़ जाते है जैसे कि एवाडैक्स, ट्रैफलान, बासालिन इत्यादि का छिड़काव फसल की बिजाई से पहले होता हैं आखिरी जुताई से पहले खेत में उपयुक्त दवाई की सिफारिश की गई मात्रा का स्प्रे करें व तुरन्त सुहागा लगा दें जिससे दवाई अच्छी प्रकार मिट्टी में मिल जायें। अच्छा होगा कि ऐसी दवाई का छिड़काव सुबह या शाम को ही किया जाये। छिड़काव के तुरन्त बाद या अगले दिन फसल की बिजाई कर देनी चाहिए।

(ख) फसल की बीजाई के बाद

बहुत सारे खरपतवारनाशक फसल की बिजाई के बाद परन्तु खरपतवार उगने से पहले ही छिड़के जाते हैं। जैसे कि मक्का व गन्ने में प्रयोग की जाने वाली एट्राजीन व सीमाजिन, सरसों, मूंगफली, कपास, तिल में छिड़के जानी वाली दवाई स्टाम्प। इस किस्म के खरपतवारनाशकों का फसल की बीजाई के तुरन्त बाद (2-3 दिन के अन्दर) तर-बतर जमीन में छिड़काव करना चाहिए।

(ग) फसल उगने के बाद

यह खरपतवारनाशी पौधे के पत्ते व जड़ों द्वारा पौधे के अन्दर जाकर खरपतवार को मारती है जैसे कि 2, 4-डी, आइसोप्रोटूरॉन, क्लोडीनोफॉप व फेनोक्साप्रॉप सुपर इत्यादि। इस तरीके से इस्तेमाल में यही फायदा है कि खरपतवार की किस्म अनुसार ही दवाई का चुनाव किया जा सकता है।

खरपतवारनाशी का छिड़काव जमीन या पौधों के ऊपर एक सार होना चाहिए जिससे पौधों पर दवाई एक सार पड़े। इन दवाइयों का छिड़काव सीधी पट्टी में ही करें। जब खेत का दूसरा सिरा आ जायें तो पहली पट्टी के साथ ही दूसरी पट्टी मे छिड़काव शुरू कर दें। याद रहे कि

इन खरपतवारनाशकों का इस्तेमाल करते वक्त नोजल इधर-उधर नहीं घुमाई जानी चाहिये तथा इसकी ऊँचाई ज्यादा ऊँची न हो। देखने में आया है कि जमींदार भाई खरपतवारनाशक के छिड़काव से हिचकिचाते है और खरपतवारनाशक को खाद या मिट्टी मे मिलाकर खेत मेंछिड़क दे देते हैं। ऐसे करने से खेत में खरपतवारनाशक की मात्रा एक समान नहीं डलती जिसके फलस्वरूप कहीं-कहीं फसल मर जाती है व कहीं-कहीं खरपतवार मरते भी नहीं। इसलिए खरपतवारनाशी का हमेशा छिड़काव की करें।

5. छिड़काव का समय

उचित खरपतवार नियंत्रण हेतु सिफारिश की गई मात्रा ही सही समय पर ही करनी चाहिए। अगर इनका छिड़काव निश्चित किये गए समय से पहले किया जावें तो फसल को नुकसान हो सकता है व अगर बाद में किया जाए तो या तो खरपतवार मरते ही नहीं या बहुत कम मरते हैं।

6. खरपतवारनाशी के सही प्रयोग बारे सुझाव

- अपनी फसल में उगे हुए खरपतवारों के आधार पर ही दवाई का चुनाव करें।
- दवाई की सिफारिश मात्रा सिफारिश किये गए समय पर ही करें।
- दवाई के छिड़काव के पहले प्रति एकड़ लगने वाले पानी का अन्दाजा लगा लें। आमतौर पर खरपतवारनाशी दवाई के लिए 150-250 लीटर पानी प्रति एकड़ इस्तेमाल होता है।
- खरपतवारनाशक दवाई के छिड़काव हेतु फ्लैट फैन या फ्लड जैट नोजल का ही इस्तेमाल करें।
- दवाई का घोल पहले थोड़े पानी में तैयार करके उसे पम्प की ढ़ोली में डालने से पहले अच्छी तरह हिला लें।
- छिड़काव हमेषा सीधी पट्टी में ही करें, दवाई के छिड़काव के समय पम्प की नाली को इधर-उधर न हिलायें।
- जिस दिन हवा की गति तेज हो, उस दिन स्प्रे ना करें।
- स्प्रे वाली ढ़ोली किसी जगह से लीक ना करें।
- खरपतवारनाशक दवाई का छिड़काव तर-बतर जमीन में ही करें।
- धान वाले खरपतवारनाशकों को छोड़कर शेष सभी खरपतवारनाशकों का छिड़काव करें। धान वाली सभी खरपतवारनाशी रेत में मिलाकर खड़े पानी में भी डाले जा सकते है।
- दवाई के बचे हुए घोल को फसल पर दोबारा न छिड़कें परन्तु खेत से बाहर खाली जगह पर फेंक दें।
- खरपतवारनाशक दवाई का छिड़काव खाली पेट न करें तथा दवाई वाले खाली डिब्बे जमीन में गड्ढा खोद कर दबा देने चाहिए।
- जिस व्यक्ति के शरीर पर कोई जख्म वगैरह हो तो उसे दवाई का छिड़काव न करनें दें।
- धान वाली दवाई के इस्तेमाल के समय हाथों में दस्ताने जरूर पहन लें।
- दवाई के छिड़काव के समय नोजल की ऊंचाई जमीन से 1-2 फुट रखें। ज्यादा ऊँचाई रखने से दवाई हवा के साथ उड़ जाती है।
- कोशिश करें कि दवाई का घोल खेत से बाहर ही तैयार किया जाये तथा छिड़काव करते समय घोल को हिलाते रहें।
- खरपतवारनाशक दवाई के प्रयोग से पहले व बाद में स्प्रे पम्प को कपड़े धोने वाले साबुन या सर्फ से अच्छी तरह साफ कर लें।
- खरपतवारनाशकों को भोजन सामग्री से दूर रखें।

शाकनाशियों के प्रयोग में सावधानियाँ

1. शाकनाशियों की मात्रा क्षेत्रफल के हिसाब से निश्चित की जाती है। इनके प्रयोग की मात्रा कृषि वैज्ञानिकों द्वारा निर्धारित की जाती है। ज्यादा मात्रा में प्रयोग करने से फसल को नुकसान हो सकता है तथा शाकनाशी के अवशेष रह सकते हैं जबकि कम मात्रा में ड़ालने से खरपतवारों का सही नियंत्रण नहीं हो पाता।
2. ज्यादातर कीटनाशक व फफूँदनाशक दवाओं के प्रयोग करने से फसल पर कोई दुष्प्रभाव नहीं होता, लेकिन शाकनाशियों के संदर्भ में ऐसा सही नहीं है।

पीठ पर लटकाये जाने वाले स्प्रे पंप

पीठ पर लटकाये जाने वाले स्प्रे पंप बेहद जरूरी कृषि उपकरण हैं। कृषि रसायनों के सफल प्रयोग के लिए खासतौर पर कुछ नए शाकनाशियों के मामले में, इन उपकरणों की कार्यप्रणाली को समझना अति आवश्यक है। शाकनाशियों के सफल प्रयोग के लिए उनका उपयोग बिल्कुल सही और एक समान होना चाहिए। कतारों वाली फसलों एवं बागवानी में कीट-फफूँदनाशक एवं शाकनाशक दवाओं का प्रयोग पीठ पर लटकाने वाले स्प्रे पंप के द्वारा किया जाता है।

शाकनाशी रसायनों का प्रयोग करते समय निम्नलिखित सावधानियाँ रखनी चाहिए

- शाकनाशियों को तेज धूप तथा वर्षा से बचाना चाहिए जहाँ तक सम्भव हो सदैव वातानुकूलित गाड़ी अथवा सुबह या शाम को ही ले जाना चाहिए।
- इन शाकनाशियों को भंडारण में रखने अथवा गाड़ी से उतारते समय सिर अथवा पीठ पर लाद कर नहीं ले जाना चाहिए।
- शाकनाशी ले जाने के पूर्व यह सुनिश्चित कर लें कि डिब्बा अच्छी तरह से बंद होना चाहिए।
- शाकनाशियों को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाते समय सदैव बन्द गाड़ियों में ही ले जाया जाए ताकि झटके आदि से डिब्बे न टूटने पाये।
- शाकनाशियों को वातानुकूलित गाड़ियों से ही ढ़ोना चाहिए।

शाकनाशीयों के भंडारण करते समय निम्न सावधानियाँ अपनानी चाहिए

- जहाँ तक संभव हो शाकनाशीयों का भन्डारण नहीं करना चाहिए। इनको बाजार से खरीद कर तत्काल ही प्रयोग कर लेना चाहिए।
- भन्डारण के पूर्व इन शाकनाशीयों को रखने का स्थान पूर्ण रूप से सुरक्षित होना चाहिए तथा बच्चों, जानवरों, अन्न, बीज, खाद आदि से दूर रखना चाहिए।
- प्रयोग करने के बाद बचे हुए शाकनाशी के डिब्बे को अच्छी तरह से बन्द करके सुरक्षित स्थान पर रखना चाहिए।

- प्रयोग करने के बाद डिब्बों को भूमि के अन्दर गाड़ देना चाहिए। इन डिब्बों को इधर, उधर तालाब, पानी आदि स्थानों पर कभी भी नहीं फेंकना चाहिए। इन शाकनाशीयों के डिब्बों को जलस्त्रोत के पास कभी भी नहीं फेंकना चाहिए।
- शाकनाशीयों का प्रयोग करने की समय सीमा समाप्त हो जाने के बाद कभी भी प्रयोग नहीं करने चाहिए।
- जिन शाकनाशीयों के डिब्बों पर लगे लेबल पठनीय योग्य न हो अथवा लेबल निकल गया हो उनको कभी भी प्रयोग नहीं करना चाहिए।
- भन्डारण के समय इन शाकनाशीयों का समय-समय पर निरीक्षण करते रहना चाहिए कि डिब्बों में रिसाव तो नहीं हो रहा है। यदि रिसाव हो तो ढक्कन कसकर बन्द कर देना चाहिए।

शाकनाशी रसायनों का मिश्रण बनाते समय निम्न बाते ध्यान में रखनी चाहिए

- शाकनाशी का मिश्रण बनाते समय किसी अनुभवी अथवा जानकार व्यक्ति से सलाह लेने के उपरान्त बनाना चाहिए। पूर्णरूप से जानकारी, करने के उपरान्त ही सावधानी पूर्वक मिश्रण बनाना चाहिए।
- शाकनाशी का मिश्रण शीशें अथवा प्लास्टिक के बर्तन में बनाना उत्तम होता है।
- घोल बनाते समय स्प्रेयर के प्रकार, कार्यक्षमता, शाकनाशी की किस्म तथा जल की मात्रा पर विशेष ध्यान रखना चाहिए। सम्पर्कनाशी रसायन का घोल बनाने में अधिक पानी तथा स्थानान्तरित रसायन को कम पानी की आवशयकता होती है। इसी तरह कम आयतन स्प्रेयर द्वारा छिड़काव हेतु कम घोल तथा उच्च आयतन स्प्रेयर द्वारा छिड़काव करने पर अधिक पानी की आवशयकता होती है। शाकनाशी रसायनों का घोल आवशयकतानुसार ही बनाना चाहिए।
- पर्णीय छिड़काव करने के समय घोल की चिपचिपाहट बढ़ाने हेतु घोल में 0.01 प्रतिशत की दर से साबुन का झाग, टिपोल अथवा अन्य चिपचिपाहट वाले पदार्थ मिला देना चाहिए।
- घोल बनाते समय किसी दुर्घटना से बचने के लिए सदैव ताजा तथा साफ पानी एवं साबुन रखना चाहिए।
- घोल बनाते समय शाकनाशी रसायनों का मनुष्य के शरीर का कोई भी भाग सम्पर्क में न आने पाये। घोल बनाते समय चश्मा, हाथों में रबर के दस्ताने, नाक पर कपड़ा बाँधकर आदि सुरक्षात्मक उपाय करने चाहिए।

शाकनाशी रसायनों का खेत में प्रयोग करते समय निम्न लिखित सावधानियाँ रखनी चाहिए

- शाकनाशी रसायनों पर अंकित सूचनाओं को ध्यानपूर्वक पढ़कर उसी के अनुसार ही प्रयोग करना चाहिए।
- शाकनाशी रसायनों को कभी भी सूंघकर पहचान नहीं करनी चाहिए क्योंकि ये रसायन हानिकारक होते हैं।
- चारे के लिए प्रयोग की जाने वाली फसलों को शाकनाशी छिड़काव के 20-25 दिन बाद ही खिलानी चाहिए।
- छिड़काव तेज हवा तथा धूप में कभी भी नहीं करना चाहिए।
- शाकनाशी रसायनों का छिड़काव सदैव शाम के समय 3-4 बजे के मध्य ही करना चाहिए। दोपहर के समय छिड़काव नहीं करना चाहिए क्योंकि धूप से इनके रासायनिक तत्व विघटित हो जाते हैं। सुबह के समय पत्तियों पर ओस रहने से छिड़काव करते समय घोल नीचे बह जाता है।
- छिड़काव करने वाले स्प्रेयर की कार्यक्षमता को सही ढ़ंग से निरीक्षण कर लेना चाहिए। स्प्रेयर को तथा नोजल के छिद्रों को साफ करके ही प्रयोग करना चाहिए।
- वर्षा होने की संभावना होने पर छिड़काव नहीं करना चाहिए अथवा समाप्त हो जाने के बाद ही छिड़काव करना चाहिए। छिड़काव के बाद कम से कम 1 घंटे तक वर्षा नहीं होनी चाहिए अन्यथा
- शाकनाशी पत्तियों से घुल कर जमीन पर चले जाते हैं।
- छिड़काव करते समय यह ध्यान रखना चाहिए कि आसपास उगे अन्य सहनशील पौधों पर छिड़काव का प्रभाव न पहुँचने पाये।
- शाकनाशी रसायनों का प्रयोग संस्तुति मात्रा में ही करना चाहिए। संस्तुति से कम मात्रा में प्रयोग करने पर इच्छित खरपतवार नियंत्रण नहीं होता है तथा संस्तुति मात्रा से अधिक मात्रा में प्रयोग करने पर पौधो पर हानिकारक प्रभाव पड़कर उपज में कमी होने की संभावना हो जाती है।
- बुआई के पूर्व तथा बुआई के बाद परन्तु अंकुरण के पूर्व प्रयोग किये जाने वाले शाकनाशीयों का छिड़काव करते समय खेत में पर्याप्त मात्रा में नमी रहना आवशयक होती है। भूमि में नमी की कमी होने पर इन शाकनाशी रसायनों का प्रभाव ठीक ढंग से नहीं होने पाता है।
- छिड़काव के समय यह ध्यान रखना चाहिए कि इन रसायनों का घोल एक समान मात्रा में छिड़कना चाहिए। जिससे खरपतवारों का नियंत्रण एक समान हो। सम्पर्कनाशी रसायनों का छिड़काव करते समय खरपतवारों के पौधों पूर्ण रूप से घोल में भीग जायें।
- फसलों में संस्तुति किये गये वरणात्मक शाकनाशी ही प्रयोग करने चाहिए। संस्तुति किये गये शाकनाशी के अतिरिक्त प्रयोग किये गये शाकनाशी से खरपतवार नियंत्रण के बजाय फसल में हानि होने की संभावना रहती है।

शाकनाशियों के प्रयोग के पश्चात निम्न सावधानियाँ रखनी चाहिए

- शाकनाशी के छिड़काव के पश्चात स्प्रेयर के सभी भागों को साफ पानी से अच्छी तरह से धो कर रखना चाहिए।
- शाकनाशी के प्रयोग के पश्चात प्रयोग किये गये बर्तनों, हाथों तथा कपड़ों को अच्छी तरह से साबुन से धोना चाहिए।
- शाकनाशी के प्रयोग के समय डिब्बे पर किसी सूचना के अनुसार तुरन्त प्राथमिक उपचार करना चाहिए इसके पश्चात तुरन्त डाक्टर से भी सम्पर्क करना चाहिए।

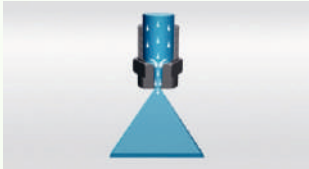
शाकनाशी रसायन के छिड़काव के दौरान उपयोग किए जाने वाली सुरक्षा कीट।

चिन्ह	कोडिंग	विशाक्तता का स्तर
	लाल लेबल	बेहद जहरीला
	पीला लेबल	अत्यधिक जहरीला
	नीला लेबल	मध्यम जहरीला
	हरा लेबल	कम जहरीला

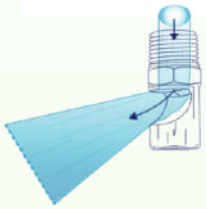
कृषि रसायनों की विषाक्तता की पहचान

शाकनाशी रसायन के मिश्रण एवं घोल बनाते समय सावधानी।

स्प्रेयर



फ्लैट फैन नोजल



फ्लड जैट नोजल

छिड़काव यंत्र (स्प्रेयर) एवं नोजल

बाज़ार में उपलब्ध शाकनाशियों की सूची

संग्रहकर्ता:
ज्ञानेंद्र प्रताप सिंह
भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति, जबलपुर

शाकनाशी उत्पाद बनाने वाली कंपनियों के उत्पादों की जानकारी एक सूची के माध्यम से प्रदान की जा रही है, जो सभी किसानों के लिए बहुत लाभकारी होगी। इस जानकारी में बाज़ार में किस नाम से शाकनाशी उपलब्ध है और शाकनाशी में कौन सा रासायनिक घटक है, वह उत्पाद किस फसल के लिए है, कब, कितनी मात्रा और किन खरपतवार के नियंत्रण के लिए उपयोग किया जाना चाहिए, की जानकारी प्रदान की गई है।

बायर क्रॉप साइंस (Bayer crop science)

शाकनाशी पैकेट की छवि	शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का रासायनिक घटक	फसलों का नाम	इन खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण	प्रयोग की मात्रा एवं समय
	अडोरा®	बिस्पाइरीबेक-सोडियम 10 एससी (9.5% डब्लू /डब्लू)	**धान (नर्सरी)**	जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), साँवा (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*), कनकी (*इस्केमुम रुगोसुम*), मोथा (*साइपरस डिफफॉर्मिस*), मोथा (*साइप्रस इरिया*), जोरिया/मर्क (*फ़िम्ब्रिस्टाइलिस मिलियासिया*), भृंगराज/भंगरा (*एक्लिप्टा अल्बा*), महानली (*लुडविगिया परवीफ्लोरा*), पान पत्ता (*मोनोकोरिया वेजिनेलिस*), मगरमच्छ खरपतवार (*अल्टरनैन्थेरा फिलोक्सेरॉइड्स*), स्माख (*स्फेनोक्लिया ज़ेलानिका*)	80-100 मिली / एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	एलियन® प्लस	इंदाजिफ्लाम 20 + ग्लाइफोसेट आईपीए 540 एससी (1.65% डब्लू / डब्लू + 44.63% डब्लू /डब्लू)	**चाय, अंगूर**	जंगली पुदीना/महकोआ (*एग्रेटम* एसपी), बागरा कोट/पान घास (*बोरेरिया* एसपी), कोदो (*एल्यूसिन इंडिका*) गाजर घास (*पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस*), दूब घास (*साइनोडॉन डेक्टिलॉन*), मोथा (*साइप्रस रोटंडस*), दुग्धिका (*यूफोरबिया* एसपी), जंगली चौलाई (*अमरांथस* एसपी)	750 से 850 मिली/ एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	एटलांटिस®	मेसोसल्फरॉन-मिथाइल 3% + आयोडोसलफुरॉन-मिथाइल सोडियम 0.6% डब्ल्यूजी	**गेहूँ**	कृष्ण नील (*एनागेलीस आरवेंसिस*), बथुआ (*चेनोपोडियम एल्बम*), जंगली गाजर (*कोरोनोपस डिडिमस*), पित्तपापड़ा (*फुमारिया परवीफ्लोरा*), जंगली मटर/मटारी (*लैथिरस एफाका*), दांडी (*मेडिकेगो डेंटिकुलेंटा*), जंगली सेन्जी/सेन्जीमेथा (*मेलिलोटस* एसपी), गेहूँ के मामा (*फ़ैलारिस माइनर*), जंगली पालक (*रुमेक्स* एसपी)	160 ग्राम/ एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	काउंसिल® एक्टिव	ट्राइफामोन 20% + एथॉक्सीसलफुरॉन 10 % डब्ल्यूजी	**धान**	जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोना*), मोथा (*साइप्रस डिफफॉर्मिस*), मोथा (*साइप्रस रोटंडस*), साँवा (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*), जोरिया/मर्क (*फ़िम्ब्रिस्टाइलिसमिलियासिया*), सुषनि (*मार्सेलिया क्वाड्रिफोलिया*), मोर बाटी/कनकोआ (*कॉमेलिना बेंघालेंसिस*), कुना/लहसुआ (*डाइजेरा आर्वेंसिस*)	90 ग्राम / एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	घासा®	पाइरिथियोबैक सोडियम 6% + क्विजेलोफ़ॉप एथिल 4% एमईसी	**कपास**	गैड्रिया/बटेर घास(*सेलोसिया अर्जेंटिआ*), पत्थरचट्टा (*ट्रायंथेमा* एसपीपी), कुना/लहसुआ (*डाइजेरा* एसपीपी), सरपोट/बारा (*डाइनेब्रा रेट्रोफ्लेक्सा*), क्रैब ग्रास/ केकड़ा घास (*डिजिटरिया मार्जिनटा*)	400- 500 मिली/ एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	गुलेटा®	कारफेंट्राज़ोन एथिल 40 डीएफ (40% डब्ल्यू/डब्ल्यू)	**गेहूं, धान**	बथुआ (*चेनोपोडियम एल्बम*), जंगली सेन्जी/सेन्जीमेथा (*मेलिलोटस इंडिका*), जंगली सेन्जी/सेन्जीमेथा (*मेलिलोटस अल्बा*),दांडी (*मेडिकेगो डेंटिकुलेंटा*), जंगली मटर/मटारी (*लैथिरस अल्फाका*), कृष्ण नील (*एनागेलीस आरवेंसिस*), अकरी (*विसिया सैटिवा*), रेंगने वाले थीस्ल (*सिरसियम आर्वेन्से*), जंगली पालक (*रुमेक्स* एसपी), मालवा एसपी महानली (*लुडविगिया परवीफ्लोरा*), कुना/लहसुआ (*डाइजेरा आर्वेंसिस*), हजारदाना (*फिलैंथस निरुरी*), स्पिलैंथ्स एसपी, भृंगराज/भंगरा (*एक्लिप्टा अल्बा*), मोथा (*साइपरस* एसपी)	20-25 ग्राम/एकड़ **खरपतवार की 2-4 पत्ती अवस्था पर**
	लॉडिस®	टेम्बोट्रियोन 420 एससी (34.4% डब्लू /डब्लू)	**मक्का**	पैरा घास (*ब्राचरिया* एसपी), जंगली धान (*इकेनोक्लो* आएसपी), पत्थरचट्टा (*ट्रायंथेमा पोर्टुलाकास्ट्रम*)	115 मिली / एकड़ **खरपतवार की 2-4 पत्ती अवस्था पर**

शाकनाशी पैकेट की छवि	शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का रासायनिक घटक	फसलों का नाम	इन खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण	प्रयोग की मात्रा एवं समय
	मोमीजी®	पायरोक्सासल्फोन 85% डब्लू/डब्लू	**गेहूं, मक्का सोयाबीन**	गेहूँ के मामा (*फ़ैलारिस माइनर*), साँवा घास (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*), कोदो (*एल्यूसिन इंडिका*), हजारदाना (*फिलैंथस निरुरी*), साँवा (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*), जंगली चौलाई (*अमरंथस विरिडिस*), गैड़िया/बटेर घास (*सेलोसिया अर्जेंटिआ*), कुना/लहसुआ (*डाइजेरा आर्वेंसिस*), जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), पत्थरचट्टा (*ट्रायंथेमा पोर्टुलाकास्ट्रम*)	60 ग्राम / एकड़ **बुआई 0-3 दिन के भीतर**
	राउंडअप®	ग्लाइफोसेट आईपीए नमक 41% एसएलचाय	**गैर-फसली क्षेत्रों में सामान्य खरपतवार नियंत्रण**	चावलबाघ घास (*अरुंडिनेला बेंगलेंसिस*), कारपेट घास (*एक्सोनोपस कंप्रेसस*), दूब घास (*साइनोडॉन डेक्टिलॉन*), पीली घास (*इम्पेरटा सिलिन्ड्रिका*), मिवा भिवा (*पस्पालम स्क्रोबिकुलटम*), लांगली (*पॉलीगोनम परफोलिएटम*), काल्म घास जंगली ज्वार (*सोरघम हैल्पेंस*) और सामान्य रूप से अन्य द्विबीजपत्री या डायकोट और एकबीजपत्री या मोनोकॉट खरपतवार मोथा (*साइप्रस इरिया*), जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), साँवा (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*), भृंगराज/भंगरा (*एक्लिप्टा अल्बा*), सुषनि (*मार्सेलिया क्वाड्रिफोलिया*)	800 से 1200 मिली/एकड़ **खरपतवार की 2-4 पत्ती अवस्था पर**
	राउंडअप® स्पीड	ग्लाइफोसेट आईपीए साल्ट 54% एसएल	**गैर फसली क्षेत्रों में सामान्य खरपतवार नियंत्रण**	जंगली पुदीना/महकोआ/गोट खरपतवार (*एजरेटम कोनिज़ोइड्स*), गरुंडी (*अल्टरनैन्थेरा सेसिल*), कनकोआ (*कोमेलिना* एसपीपी), मोथा (*साइप्रस* एसपीपी), जंगली धान (*इकेनोक्लोआ* एसपीपी), भृंगराज/भंगरा (*एक्लिप्टा अल्बा*), मारोंडा (*इस्केमुम रुगोसुम*), लोमड़ी की पूंछ/ब्रिस्टल घास (*सेटारिया* एसपीपी) धतूरा (*धतूरा मेटल*), गाजर घास (*पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस*)	1330 मिली/एकड़ **खरपतवार की 2-4 पत्ती अवस्था पर**
	राइसस्टार®	फेनोक्साप्रॉप-पी-एथिल 69 ईसी (6.7% डब्लू /डब्लू)	**धान**	जंगली धान (*इकेनोक्लोआ* एसपी), खलिहान की घास (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*)	325-350 मिली/एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	सेन्कॉर®	मेट्रिबुज़िन 70% डब्ल्यू पी	**गेहूं, टमाटर सोयाबीन आलू, गन्ना**	बथुआ (*चेनोपोडियम एल्बम*), जंगली सेन्जी/सेन्जीमेथा (*मेलिलोटस* एसपी), गेहूँ के मामा (*फ़ैलारिस माइनर*), जंगली पुदीना/महकोआ/गोट खरपतवार (*एजरेटम कोनिज़ोइड्स*), जंगली चौलाई (*अमरंथस विरिडिस*), मोर बाटी/कनकोआ (*कॉमेलिना बेंघालेंसिस*), मकरा घास (*डैक्टिलोस्टेनियम एजिप्टिकम*), कुना/लहसुआ (*डाइजेरा आर्वेंसिस*), जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), कोदो (*एल्यूसिन इंडिका*), दुधी (*यूफोर्बिया प्रोस्ट्रेटा*), चुरोटा/हुलहुल (*गायनांद्रोप्स पेंटाफिला*), कुल्फा/नोनिया/लूनिया(*पोर्टुलाका ओलेरेसिया*), बांद्रा बांदरी (*सेटारिया गलौका*), पत्थरचट्टा (*ट्रायंथेमा पोर्टुलाकास्ट्रम*), बागरा कोट/पान घास (*बोरेरिया* एसपी), नागरमोथा (*साइपरस कैम्पेस्ट्रिस*), मोथा (*साइपरस एस्कुलेंटस*), क्रैब ग्रास/ केकड़ा घास (*डिजिटारिया सपा*), रामघना (*एराग्रोस्टिस* एसपी), बथुआ (*चेनोपोडियम एल्बम*), पित्तपापड़ा (*फुमारिया परवीफ्लोरा*), जंगली सेन्जी/सेन्जीमेथा (*मेलिलोटस* एसपी), गाजर घास (*पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस*), गेहूँ के मामा (*फ़ैलारिस माइनर*), सांठी (*ट्राइन्थिमा मोनोगाइना*) कृष्ण नील (*एनागेलिस आरवेंसिस*), प्याज घास (*एस्फोडेलस फिस्टुलोसस*), बथुआ (*चेनोपोडियम एल्बम*), कासनी (*सिकोरियम इंटिबस*), हिरनखुरी (*कंवोल्चुलस आरवेन्सिस*), दूब घास (*साइनोडॉन डेक्टिलॉन*), मोथा (*साइप्रस रोटंडस*), मकरा घास (*डैक्टिलोस्टेनियम एजिप्टिकम*), जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), गाजर घास (*पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस*), कुल्फा/नोनिया/लूनिया (*पोर्टुलाकाओलेरेसिया*)	600- 1200 ग्राम/ एकड़ **बुआई 0-3 दिन के भीतर**
	सनराइस®	एथॉक्सीसल्फरॉन 15% डब्लूजी	**गन्ना धान**	अग्नि बूटी/बन मिरिच (*अम्मनिया बैसिफेरा*), भृंगराज/भंगरा (*एक्लिप्टा अल्बा*), जोरिया/मर्क (*फ़िम्ब्रिस्टाइलिस मिलियासिया*), सुषनि (*मार्सेलिया क्वाड्रिफोलिया*), पान पत्ता (*मोनोकोरिया वेजिनेलिस*), मोथा (*साइपरस डिफफॉर्मिस*) और मोथा (*साइप्रस इरिया*), क्लब रश (*स्किरपस* एसपी), मोथा (*साइप्रस रोटंडस*)	35 से 40 ग्राम /एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	व्हिप सुपर®	फेनॉक्सप्रॉप-पि-एथिल (9.3% डब्लू /डब्लू ईसी)	**सोयाबीन कपास मूंगफली उड़द प्याज, धान**	पैरा घास (*ब्राचारिया* एसपी), क्रैब ग्रास/ केकड़ा घास (*डिजिटारिया सपा*), जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), साँवा (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*), कोदो (*एल्यूसिन इंडिका*),लोमड़ी की पूंछ/ब्रिस्टल घास (*सेटारिया* एसपी) मकरा घास (*डैक्टिलोस्टेनियम एजिप्टिकम*), जंगली धान (*इकेनोक्लोआ* एसपी),कोदो (*एल्यूसिन इंडिका*), रामघना (*एराग्रोस्टिस माइनर*), जंगली धान (*इकेनोक्लोआएसपी*) जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), मकरा घास (*डैक्टिलोस्टेनियम एजिप्टिकम*), क्रैब ग्रास/ केकड़ा घास (*डिजिटारिया* आएसपी), साँवा (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*) जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), मकरा घास (*डैक्टिलोस्टेनियम एजिप्टिकम*) जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), साँवा घास (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*)	250-445 मिली /एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**

यूपीएल लिमिटेड (UPL Limited)

शाकनाशी पैकेट की छवि	शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का रासायनिक घटक	फसलों का नाम	इन खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण	प्रयोग की मात्रा एवं समय
	आइरिस	सोडियम एसिफ्लोरफेन 16.5% + क्लोडिनाफॉप-प्रोपार्गिल 8% Ec	**सोयाबीन**	*अकलिफा इंडिका, अल्टरनेथेरा फिलोक्सेरोइड्स, ऐमारैंथस, सेलोसिया अर्जेन्टिया, सिलोम विस्कोस, कोमेलिना बेंघालिन्सिस, डैक्टाइलोक्टेनियम एजिपटियम, डाइजेरा अर्वेन्सिस, डिजिटेरिया सेंगुइनालिस, इकाईनोक्लोआ, एलुसिन इंडिका, यूफोरबिया, पार्थेनियम, फिलैन्थस निरुरि, फिसैलिस मिनिमा, स्टेलारिया मीडिया, ट्राईनथेमा मोनोगाइना*	400 मि. ली/ एकड़. 200 लीटर पानी/ एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	सेंचुरियन	क्लेथोडिम 25% w/w (240g/L) Ec	**सोयाबीन**	घास (*इकाईनोक्लोआ, डिजिटेरिया और साइनाडॉन डेक्टीलॉन*)	200-300 मिली/ एकड़ 200 लीटर पानी / एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	साथी	पाईराज़ोसल्फुरान ईथाईल 10% WP	**रोपित धान**	*साइपरस इरिया, साइपरस डिफोर्मिस, फिम्ब्रिस्टिलिस मिलियासिया, लुडविगिया परवीफ्लोरा, मोनोकोरिया वेजिनेलिस*	40 – 60 ग्रा/ एकड़ 200 लीटर पानी / एकड़ **रोपाई के 0-3 दिन के भीतर**
	स्वीप पावर	ग्लूफ़ोसिनेट अमोनियम 13.5% W/W Sl	**कपास** **चाय**	*साइनोडोन डैक्टिलॉन, साइप्रस रोटंडस, डैक्टाइलोटिनम एजिपटियम, डिजिटेरिया मार्जिनेटा, इकिनोक्लोव* *बोरेरिया हिस्पिडा, इम्पेराटा सिलिंड्रिका, एग्रेटम कोनीजाइड्स, कॉमेलिना बेंघालेंसिस, एलुसीन इंडिका, पैनिकम रिपेंस, पास्पलम कंजुगेटम, डिजिटेरिया सेंगुइनलिस*	1000-1200 मिली/एकड़ 1000-1320 मिली/एकड़ **खरपतवार की 2-4 पत्ती अवस्था पर**
	इरोस गोल्ड	प्रीटिलाक्लोर 30% + पायराजोसल्फ्यूरॉन एथिल 0.75% WG	**धान (सीधी बुआई)**	*अल्टरनेथेरा सेसिलिस, साइपरस डिफोर्मिस, साइप्रस इरिया, इकाईनोक्लोआ कोलोनम, एक्लिप्टा अल्बा, एलुसीन इंडिका, फिम्ब्रिस्टिलिस मिलियासी, लेप्टोकोला चिनेंसिस, लुडविगिया पैविफ्लोरा, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस*	800 ग्राम/ एकड़ 150 लीटर पानी / एकड़ **बुआई 0-3 दिन के भीतर**
	दोस्त सुपर	पेंडीमेथालिन 38.7% Cs	**मिर्च** **कपास** **प्याज** **सोयाबीन**	*डाइनबरा अरेबिका, ऐमारैंथस, ब्रैचियारिया म्यूटिका, डिजिटेरिया सेंगुइनालिस, इकाईनोक्लोआ कोलोनम, पोर्टुलाका ओलेरासिया, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस, फिसैलिस मिनिमा* *ऐमारैंथस, ब्रैचियारिया म्यूटिका, कोमेलिना कम्यूनिस, पोर्टुलाका ओलेरासिया, डिजिटेरिया सेंगुइनलिस, डाइनब्रा अरेबिका, इकाईनोक्लोआ कोलोनम, एराग्रोस्टिस माइनर, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस* *डैक्टाइलोक्टिनम एजिपटियम, डिजिटेरिया सेंगुइनालिस, इकाईनोक्लोआ, डाइनब्रा अरेबिक, पोर्टुलाका ओलेरासिया, यूफोरबिया जेनेकुलटा, कॉमेलिना, डाईजेरा अर्वेन्सी, ऐमारैंथस विरिडिस, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस* *इकाईनोक्लोआ कोलोनम, डाइनेबरा अराबुइका, डिजिटेरिया सेंगुइनालिस, ब्रैचरिया म्यूटिका, डैक्टाइलोक्टिनम एजिपटियम, पोर्टुलाका ओलेरासिया, ऐमारैंथस विरिडिस, यूफोरबिया जेनिकुलाटा, क्लियोम विस्कोस*	600 - 700 मिली/ एकड़ 20 लीटर पानी / एकड़ **बुआई 0-3 दिन के भीतर** 600 - 700 मिली/ एकड़ 200 लीटर पानी / एकड़ **बुआई 0-3 दिन के भीतर** 600 - 700 मिली/ एकड़ 200 लीटर पानी / एकड़ **बुआई 0-3 दिन के भीतर** 600 - 700 मिली/ एकड़ 200 लीटर पानी / एकड़ **बुआई 0-3 दिन के भीतर**
	शगुन	मेट्रिब्यूज़िन 42% + क्लोडिनाफॉप प्रोपार्गिल 12% Wg	**गेहूँ**	*एनागैलिस अर्वेन्सिस, एवेना एसपीपी., चिनोपोडियम एल्बम, मेडिकैगो डेंटिकुलता, मेलिलोटस एसपीपी., फालारिस माइनर, रुमेक्स.*	200 ग्राम/ एकड़ 150 लीटर पानी / एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	त्रिस्केले	2,4-डी सोडियम साल्ट 44% + मेट्रिब्यूज़िन 35%+ पाइरेनोसल्फुरान ईथाईल 1% WDG	**गन्ना**	*इकाईनोक्लोआ, एलुसीन इंडिका, ब्राचियारिया, डिजिटेरिया, डेक्टीलोक्टेनियम एजिपीटियम एक्लिप्टा अल्बा, चिनोपोडियम एल्बम, फिजलिस मिनिमा, पोर्टुलाका ओलेरेशिया, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस, साइपरस*	1200 ग्राम/ एकड़ 200 लीटर पानी/ एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	अज्ज्या	क्लोडिनाफॉप-प्रोपार्गिल 12.25 % + ऑक्सीफ्लोरोफेन 14.7% Ec	**प्याज**	*ऐमारैंथस विरिडिस, चिनोपोडियम एल्बम, डिजिटेरिया सेंगुइनलिस, इकाईनोक्लोआ कोलोनम, डाइनब्रा अरेबिका, साइप्रस रोटंडस*	400 मिली/ एकड़ 200 लीटर पानी/ एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	वेस्टा	क्लोडिनाफॉप प्रोपार्गिल 15%+ मेटसल्फ्यूरॉन मिथाइल 1% Wp	**गेहूँ**	*फ़ेलेरिस माइनर, एवेना फतुआ, चेनोपोडियम एल्बम, मेलिलोटस, फ्यूमरिया परविफ्लोरा, विसिया सैटिवा, रुमेक्स, एनागैलिस अर्वेन्सिस, कोरोनोपस डिडिमस, लैथिरस, कन्वोल्वुलस अर्वेन्सिस*	60 ग्राम/ एकड़ 150 लीटर पानी/ एकड़ (छिड़काव के समय 500 मिली सर्फेक्टेंट मिलाएं) **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**

अदामा इंडिया लिमिटेड (ADAMA India Limited)

शाकनाशी पैकेट की छवि	शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का रासायनिक घटक	फसलों का नाम	इन खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण	प्रयोग की मात्रा एवं समय
	एजिल	प्रोपाक्विजाफॉप 10% ई.सी. 50-75 स.तत्व ग्राम / हेक्टेयर प्रोपाक्विजाफॉप 10% ई.सी. 75-100 स.तत्व ग्राम /हेक्टेयर प्रोपाक्विजाफॉप 10% ई.सी., 62.5 स.तत्व ग्राम / हेक्टेयर	**सोयाबीन** **उड़द** **प्याज, सन कपास, मूंगफली, ग्वार-फली, चना, मिर्च, तिल्ली, टमाटर**	*इकाइनोक्लोवा कोलोनम, एचिनॉक्लोवा क्रुसगेली,* *डिजिटेरिया सांगिनालिस, डेक्टीलोक्टेनियम एजिप्टियम, एल्यूसीन इंडिका* *इकाइनोक्लोवा कोलोनम, डिजिटेरिया सांगिनालिस,* *डेक्टीलोक्टेनियम एजिप्टियम, एल्यूसीन इंडिका* *डिजिटेरिया सांगिनालिस, डेक्टीलोक्टेनियम एजिप्टियम,* *इकाइनोक्लोवा कोलोनम, फलारिस माइनर, एल्यूसीन इंडिका*	200-300 मिली/एकड़ 200 - 300 लीटर पानी 300-400 मिली/एकड़ 200 - 300 लीटर पानी 250 मिली/एकड़ 200 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	नरकिस	बिसपाइरीबैक सोडियम 10% एस.सी. 20-25 ग्राम / हेक्टेयर	**धान-पौध, रोपित, बुवाई**	*इकाइनोक्लोवा कोलोनम, एचिनॉक्लोवा क्रुसगेली, इस्केमम रुगोसुम,* *साइप्रस डिफॉर्मिस सी.इरिया, फिम्ब्रिस्टाइलिस मिलियासिया,* *एक्लिप्टा अल्बा, लुडविगिया पल्चिफ्लोरा, मोनोकोरिया, अल्टरनेंथेरा* *फिलोक्सेरोइड्स*	80-100 मिली/एकड़ 120 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	तमर	अमेट्रिन 80% डब्लू.जी, 2.0 किलो / हेक्टेयर	**गन्ना**	*डिजिटेरिया सांगिनालिस, डेक्टीलोक्टेनियम एजिप्टियम,* *सायनोडोन डैक्टिलॉन, ट्रायन्थेमा मोनोगाइना, एगेरेटम कोनीज़ोइड्स*	1 कि.लो./एकड़ 200 लीटर पानी **बुआई 0-3 दिन के भीतर**
	विरेजर	मेटसल्फयूरॉन मिथाइल 10% + क्लोरीमयूरन इथैल 10% डब्लू.पी. 4.0 किलो / हेक्टेयर	**धान-रोपित, बुवाई (बाद का खरपतवार नाशक)**	*साइप्रस हैस्पैन, फिम्ब्रिस्टाइलिस मिलियासिया, मोनोकोरिया वेजिनेलिस,* *साइप्रस डिफॉर्मिस सी.इरिया, मार्सिलिया क्वाड्रिफोलियाटा,* *बर्गिया कार्पेन्सिस, कोमेलिना बैंगालेंसिस, एक्लिप्टा अल्बा*	8 ग्राम/एकड़ 120 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	ड्यूरेक्स	डाइयूरान 80% डब्लू.पी. 1.6 - 3.2 किलो /हेक्टर	**गन्ना**	*साइप्रस ईरिया, पोर्टुलाका रसिया, एचिनॉक्लोवा क्रुसगेली, साइपरस,* *ऐमारैंथस एसपी, कनवोन्वलुस*	0.8-1.6 कि.लो./एकड़ 240 लीटर पानी **रोपाई के 0-3 दिन के भीतर**
	हस्तर	टेम्बोट्रियोन 34.4% SC, 120 ग्राम/हेक्टर	**मक्का**	*इकाइनोक्लोवा, ट्रायन्थेमा पोर्टुलाकास्ट्रम, बर्चेरिया*	114.4 मिली/एकड़ 200 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	अपटर्न	फोमेसेफेन 16.8% + प्रोपेक्विज़ाफ़ॉप 5.2% ME; 210 + 65 ग्राम/हेक्टर	**उड़द, मूंग**	*यूफोरबिया हिर्टा, पिल्लन्थिस निरुरी, अमरेन्थस विरिडिस,* *कोमेलिना बैंगालेंसिस, कार्डान्थेरा ट्राइफ्लोरा,* *दिनबरा रेट्रोफ्लेक्सा , इकाइनोक्लोवा कोलोना*	500 मिली/एकड़ 200 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	शकेद	प्रोपेक्विज़ाफ़ॉप 2.5% + इमाज़ेथापायर 3.75% ME 50 + 75 ग्राम/हेक्टर	**सोयाबीन** **मूंगफली** **उड़द** **ग्वार फली**	*डेक्टीलोक्टेनियम एजिप्टियम, इकाइनोक्लोवा कोलोना, एल्यूसीन इंडिका,* *डिजिटारिया सेंगुइनलिस, यूफोरबिया हिर्टा, कोमेलिना बैंगालेंसिस,* *डिगेरा अर्वेन्सिस, अमरेन्थस विरिडिस, साइपरस डिफॉर्मिस, कोमेलिना* *बैंगालेंसिस, सायनोडोन डैक्टिलॉन, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस, साइप्रस रोटैंडस*	800 मिली/एकड़ 200 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	डेकल	प्रोपेक्विज़ाफ़ॉप 5% + ऑक्सीफ्लुरोफेन 12% EC 43.75 + 105 ग्राम/हेक्टर	**प्याज**	*डिजिटेरिया सेंगुनेलिस, डेक्टीलोक्टेनियम एजिप्टियम,इकाइनोक्लोवा कोलोना,* *एल्यूसीन इंडिका, चेनोपोडियम एल्बम, डिगेरा अर्वेन्सिस, अमरेन्थस विरिडिस*	350 मिली/एकड़ 200 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	वीडिगो	पाइरिथियोबैक सोडियम 10% EC 62.5 - 75 ग्राम/हेक्टर	**कपास**	*ट्रायन्थेमा, चेनोपोडियम, डाइजेरा, ऐमारैंथस एसपी, सेलोरिया अरेनेंरिया*	250-300 मिली/एकड़ 200 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	प्रेटिगाँन	प्रीटिलाक्लोर 50% EC 500 - 750 ग्राम/हेक्टर	**रोपित धान**	*इकाइनोक्लोवा क्रुसगेली, इकाइनोक्लोवा कोलोना, साइप्रस डिफॉर्मिस* *सी.इरिया, फिम्ब्रिस्टाइलिस मिलियासिया, एक्लिप्टा अल्बा, लुडविगिया* *पल्चिफ्लोरा, लेप्टोचलोआ चीनेंसिस, मोनोचोरी वागिनालिस, पैनिकम रेपेन्स*	400-600 मिली/एकड़ 200 - 300 लीटर पानी **रोपाई के 0-3 दिन के भीतर**

शाकनाशी पैकेट की छवि	शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का रासायनिक घटक	फसलों का नाम	इन खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण	प्रयोग की मात्रा एवं समय
	पडिविक्स	प्रीटिलाक्लोर 37% EW 600 - 750 ग्राम/हेक्टर	**रोपित धान**	*इकाइनोक्लोवा कोलोनम, साइप्रस डिफॉर्मिस सी.इरिया, डिजिटेरिया सांगिनालिस, फिम्ब्रिस्टाइलिस मिलियासिया, एक्लिप्टा अल्बा, लुडविगिया परविफ्लोरा*	600-750 मिली/एकड़ 200 लीटर पानी **रोपाई के 0-3 दिन के भीतर**
	पेंडिगान सुपर	पेंडीमेथलीन 38.7% CS, 580.5 - 677.25 ग्राम/हेक्टर	**कपास, प्याज मिर्च सोयाबीन**	*डिजिटेरिया सांगिनालिस, इकाइनोक्लोवा कोलोनम, डाइनेब्रा अरेबिका, एराग्रास्टिस माइनर, लैंटाना कैमरा, ब्राचेरिआ मुटिका, पोर्टुलाका ओलेरासिया, ऐमारैंथस एसपी, कोमेलिना, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस, कोम्मेलिना कम्युनिस, डैक्टिलोक्टिनम एजिप्टियम, डिगेरा अर्वेन्सिस, अमरेन्थस विरिडिस, ट्रायन्थेमा पोर्टुलाकास्ट्रम डिगेरा अर्वेन्सिस, फिसलिस मिनिमा, पोर्टुलाका ओलेरासिया, यूफोर्बिआ जेनिकलता, क्लिओमे विस्कोस*	600-700 मिली/एकड़ 200 लीटर पानी **बुआई 0-3 दिन के भीतर**
	लिव्यातन	बिसपाइरीबेक सोडियम 2% + 2,4-डी सोडियम साल्ट 54.3% SP 25.0 + 678.75 ग्राम/हेक्टर	**धान रोपित, सीधी बुवाई**	*इकाइनोक्लोवा कोलोनम, डिजिटेरिया सांगिनालिस, साइपरस ईरिया, अम्मानिया बेसीफेरा, अल्टरनेंथेरा फिलोक्सेरोइड्स, लुडविगिया परविफ्लोरा, मर्सिलेअ क्वाड्रिफेलिए*	500+250 मिली/एकड़ सर्फेक्टेंट 200 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	होर्च	मेसोट्रियोन 2.27% + एट्राजीन 22.7% SC 875 ग्राम/हेक्टर	**मक्का** **गन्ना**	*ट्रिएन्थमा एसपी, सिपरस एसपी, डिजिटारिया सेंगुइनलिस, डिजिटारिया सेंगुइनलिस, डेक्टीलोटेनियम एजिप्टियम* *ट्रिएन्थमा एसपी, अमरेन्थस विरिडिस, इकाइनोक्लोवा कोलोना, डिजिटेरिया सांगिनालिस, साइपरस रोटेंडस, दस्तिलोनियम एगिप्टियम*	1.4 लीटर/एकड़ 200 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	वीडब्लॉक	इमाज़ेथापायर 10% SL 75 - 100 ग्राम/हेक्टर + MSO @ 2 मिली/ लीटर पानी इमाज़ेथापायर 10% SL 100 - 150 ग्राम/हेक्टर + MSO @ 2 मिली/ लीटर पानी	**सोयाबीन** **मूंगफली**	*इकाइनोक्लोवा कोलोनम, ब्राचेरिआ मुटिका, यूफोरबिया हिर्टा, कोमेलिना बैंगालेंसिस, डाइनेब्रा अरेबिका, डिजिटरीअ एसपी.* *इकाइनोक्लोवा कोलोनम, यूफोरबिया हिर्टा, कोमेलिना बैंगालेंसिस, डिगेरा अर्वेन्सिस, अमरेन्थस विरिडिस, फिसलिस मिनिमा*	300-400 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर** 400-600 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	वजीर	इमाज़ेथापायर 10% SL 100 ग्राम/हेक्टर	**धान (खरपतवार सहिष्णु)**	*इकाइनोक्लोवा कोलोना, साइप्रस ईरिया*	400 मिली/एकड़ 150 - 200 लीटर पानी **बुआई के 12-14 एवं 28-30 दिन पर**
	उष्माल	ग्लूफ़ोसिनेट अमोनियम 13.5% SL 375 - 450 ग्राम/हेक्टर ग्लूफ़ोसिनेट अमोनियम 13.5% SL 375 - 500 ग्राम/हेक्टर	**कपास** **चाय**	*इकाइनोक्लोवा एसपी, सायनोडोन डैक्टिलॉन, साइप्रस रोटेंडस, डिजिटेरिया मेरीनाटा, डेक्टीलोटेनियम एजिप्टियम* *इम्पेराटा सिलिंड्रिका, पैनिकम रेपेन्स, बोरेरिअ हिस्पिडा, डिजिटेरिया सांगिनालिस, कोमेलिना बैंगालेंसिस, अजेरेटम कौनजायडस, एल्यूसीन इंडिका, पेसपेलम कन्जुगाटम*	1.0-1.2 लीटर/एकड़ 200 लीटर पानी **खरपतवार की 2-4 पत्ती अवस्था पर** 1.0-1.32 लीटर/एकड़ 150 - 200 लीटर पानी **खरपतवार की 2-4 पत्ती अवस्था पर**
	2,4 डी आगान	2,4-डी सोडियम साल्ट 80% WP 0.50 - 0.84 कि.लो./हेक्टर 2,4-डी अमीन साल्ट 80% WP 1.0 - 2.5 कि.लो./हेक्टर 2,4-डी अमीन साल्ट 80% WP 2.0 कि.लो./हेक्टर 2,4-डी अमीन साल्ट80% WP 1.0 Kकि.लो./हेक्टर	**गेहूं** **खट्टे फल** **अंगूर** **मक्का**	*ल्यूकस एस्पेरा, चेनोपोडियम एल्बम, अरेगेमोन मेक्सिकाना, फिम्ब्रिस्टाइलिस मिलियासिया, एनागैलिस अर्वेन्सिस, विसिया सैटिवा, ऐमारैंथस स्पिनोसस* *यूफोरबिया, कनवल्वुलस, ऑक्सालिस कॉर्निकुलाटा, फ्यूमरिया परविफ्लोरा* *कॉन्वोल्वुलस, ट्राइडैक्स प्रोकम्बेंस* *अमरेन्थस विरिडिस, ट्रिएन्थमा एसपी, फिलॉन्थुस निरुरी*	250-400 ग्राम/एकड़ 200 लीटर पानी 500-1280 ग्राम/एकड़ 240 लीटर पानी 1 कि.लो./एकड़ 200 लीटर पानी 0.5 कि.लो./एकड़ 200 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	2,4 डी मैन	2,4-डी अमीन साल्ट 58% SL 2 कि.लो./हेक्टर 2,4-डी अमीन साल्ट 58% SL 0.5 - 0.75 कि.लो./हेक्टर 2,4-डी अमीन साल्ट 58% SL 1.8 कि.लो./हेक्टर 2,4-डी अमीन साल्ट 58% SL 0.5 कि.लो./हेक्टर	**आलू** **गेहूं** **ज्वार** **मक्का**	*कोनवोल्वुलस आर्वेन्सिस, पोर्टुलाका ओलेरासिया, ट्राइडैक्स प्रोकम्बेंस, चेनोपोडियम एल्बम, एनागैलिस आर्वेन्सिस, साइप्रस ईरिया, पो.ओलेरासिया* *कोनवोल्वुलस आर्वेन्सिस, मेलिलोटस अल्बा, फ्यूमरिया एसपी, एस्फोडेलस टेनुइफोलियस, चेनोपोडियम एल्बम, विसिया सैटिवा* *कोनवोल्वुलस आर्वेन्सिस, यूफोरबिया हिर्टा, ट्राइडैक्स प्रोकम्बेंस, डिगेरा अर्वेन्सिस, ट्रिएन्थमा एसपी, स्ट्रीगा एसपी, सिपरस ईरिया* *ऐमारैंथस एसपी, ट्रिबुलस टेरेस्ट्रिस, बोअरहाविया डिफ्यूसा, पो.ओलेरासिया, यूफोरबिया हिर्टा, सिपरस एसपी, ट्रायन्थेमा मोनोगाइना*	1.4 लीटर /एकड़ 160 लीटर पानी 0.34 लीटर - 0.5 लीटर 200 - 240 लीटर पानी 1.2 लीटर/एकड़ 200 - 240 लीटर पानी 0.34 लीटर/एकड़ 160 - 200 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**

कोर्टेवा एग्रीसाइंस (Corteva Agriscience)

शाकनाशी पैकेट की छवि	शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का रासायनिक घटक	फसलों का नाम	इन खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण	प्रयोग की मात्रा एवं समय
	ग्रेनाइट	पेनाक्ससुलम 21.7% SC 22.5-25 ग्रा/हे. GAH	**धान**	मोथा (*साइपरस डिफफॉर्मिस*), जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), साँवा (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*), मोथा (*साइप्रस इरिया*), जोरिया/मर्क (*फ़िम्ब्रिस्टाइलिस मिलियासिया*), पान पत्ता (*मोनोकोरिया वेजिनेलिस*), स्माख (*स्फेनोक्लिया ज़ेलानिका*)	37.5-42 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	विवाया	पेनाक्ससुलम 1.02 % + साइहलोफोप-ब्यूटाइल 5.1% OD 120-135 ग्रा/हे. GAH	**धान**	जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), साँवा (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*), *लेप्टोकोला चिनेंसिस*. कोदो (*एल्यूसिन इंडिका*), *अल्टरनेथेरा सेसिलिस*, *कैसुलिया एक्सिलारिस*, *साइप्रस*	800-900 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	अस्सेर्ट	पेनाक्ससुलम 2.67% OD 22.5 to 25 ग्रा/हे. जीएएच	**धान**	जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), साँवा (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*), *साइप्रस डिफोर्मिस*	360-400 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	क्लिनचेर	साइहलोफोप-ब्यूटाइल 10% ईसी 75-80 ग्रा/हे. जीएएच	**धान**	जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*),	300-320 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	नोविक्सिड	फ्लोरपैरॉक्सीफेन-बेंजाइल 1.31% w/w + पेनोक्सस्कूलम 2.1% w/w OD15.63+25= 40.63 ग्रा/हे. जीएएच	**धान**	जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), साँवा (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*), मोथा (*साइपरस डिफफॉर्मिस*), *साइपरस इरिया*, भृंगराज/भंगरा (*एक्लिप्टा अल्बा*), महानली (*लुडविगिया परवीफ्लोरा*), मगरमच्छ खरपतवार (*अल्टरनैन्थेरा फिलोक्सेरॉइड्स*)	500 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	लॉयंट	फ्लोरपैरॉक्सीफेन-बेंज़िल 2.7% w/w EC 25-31.25 ग्रा/हे. जीएएच	**धान**	साँवा (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*), मोथा (*साइपरस डिफफॉर्मिस*), मोथा (*साइप्रस इरिया*), मगरमच्छ खरपतवार (*अल्टरनैन्थेरा फिलोक्सेरॉइड्स*)	400-500 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	नोव्लेक्ट	फ्लोरपैरॉक्सीफेन-बेंजाइल 2.13% w/w + साइहलोफ़ॉप-ब्यूटाइल 10.64% w/w EC 150 ग्रा/हे. जीएएच	**धान**	जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), साँवा (*इकेनोक्लोआ कृसगाली*), *लेप्टोकोला चिनेंसिस*, *साइपरस डिफोर्मिस*, मोथा (*साइप्रस इरिया*), भृंगराज/भंगरा (*एक्लिप्टा अल्बा*), महानली (*लुडविगिया परवीफ्लोरा*), पान पत्ता (*मोनोकोरिया वेजिनेलिस*)	500 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	गैलन्ट	हालोक्सीफाप-आर-मिथाइल 10.5% ईसी 108-135 ग्रा/हे. जीएएच	**सोयाबीन**	पैरा घास (*ब्राचरिया एसपी*), केकड़ा घास (*डिजिटारियासपा*), *डाइनब्रा*, जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), कोदो (*एल्यूसिन इंडिका*), रामघना (*एराग्रोस्टिस एसपी*)	400-500 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	स्ट्राँगआर्म	डिक्लोसुलम 84 डब्ल्यूडीजी 22-26 ग्रा/हे. जीएएच	**सोयाबीन मूंगफली**	*साइप्रस*, मोर बाटी/कनकोआ (*कॉमेलिना बेंघालेंसिस*), *यूफोरबिया जेनिकुलता*, लहसुआ (*डाइजेरा आर्वेंसिस*, *अकलिफा विल्केसियाना*) जंगली चौलाई (*अमरंथस विरिडिस*),गाजर घास (*पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस*), पत्थरचट्टा (*ट्रायंथेमा पोर्टुलाकास्ट्रम*)	11-12.4 ग्राम/एकड़ 150 लीटर पानी **बुआई 0-3 दिन के भीतर**

धानुका एग्रीटेक लिमिटेड (Dhanuka Agritech Ltd)

शाकनाशी पैकेट की छवि	शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का रासायनिक घटक	फसलों का नाम	इन खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण	प्रयोग की मात्रा एवं समय
	टर्गा सुपर	क्विज़ालोफॉप एथिल 5% ईसी	**सोयाबीन, कपास मूंगफली, उड़द, प्याज**	*इचिनोक्लोआ क्रस-गैली, ई. कोलोना, एराग्रोस्टिस* एसपी., *डाइनबरा रेट्रोफ्लेक्सा, डिजिटेरिया मार्जिनेटा, डैक्टाइलोक्टेनियम एजिप्टियम, एलुसीन इंडिका, डिजिटेरिया सेंगुइनलिस, पास्पलिडियम* एसपी	300-400 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	सकूरा	क्विज़ेलोफॉप एथिल 10% EC	**सोयाबीन**	लव घास (*एराग्रोस्टिस पिलोसा*), केकड़ा घास (*डिजिटेरिया सेंग्विनेलिस*) जंगली उंगली / मकर घास, वाइपर घास, बार्नयार्ड घास, सानवा / समेल, ब्राउन टॉप बाजरा	150-180 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	सेम्प्रा	हेलोसुल्फुरोन मिथाइल 75% WG	**गन्ना मक्का**	*साइपरस रोटंडस*	36 ग्राम/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	केम्पा	पाइराज़ोसल्फ्यूरॉन-एथिल 70% WDG	**धान**	जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), महानली (*लुडविगिया परवीफ्लोरा*) *साइपरस रोटंडस*	12 ग्राम/एकड़ 150 लीटर पानी **रोपाई के 0-3 दिन के भीतर**
	दबोच	डीक्लोसुलम 84% WDG	**सोयाबीन मूंगफली**	साइप्रस एसपीपी, *कोमेलिना बेंघालेंसिस, यूफोरबिया जेनिकुलटा, डिगेरा अर्वेन्सिस, एकाइलिफा* एसपीपी, *इचिनोक्लोआ कोलोना, अमरान्लहस विरिडिस, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस, ट्राइएंथेमा* एसपी, *ओक्लोआ कोलोना*	12.4 ग्राम/एकड़ 150 लीटर पानी **रोपाई के 0-3 दिन के भीतर**
	डोजो मैक्स	पाइरिथियोबैक सोडियम 6% + क्विज़ेलोफॉप एथिल 4% MEC	**कपास**	*ट्राइएंथेमा* एसपीपी, *डिगेरा* एसपीपी, *सेलोसिया अर्जेंटीया, डाइनब्रा रेट्रोफ्लेक्सा, डिजिटेरिया मार्जिनटा*	450 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	इम्प्लोड	टॉपरमेज़ोने 33.6 % SC	**मक्का**	*एलुसिन इंडिका, डिजिटेरिया सेंगुइनालिस, डैक्टाइलोकेनियम एजिप्टियम, इचिनोक्लोआ एसपीपी, क्लोरिस बारबेटा, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस, डिगेरा अर्वेन्सिस, अमरेंथस विरिडिस, फिजेलिस मिनिमा, अल्टरनेथेरा सेसिलिस, कन्वोल्वुलसअर्वेन्सिस, सेलोटिया अर्जेंटिया*	30-40 मि.ली./एकड़ + एमएसओ सहायक @2 मि.ली./लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	बैरियर	मेट्रिबुज़िन 70% डब्ल्यू पी	**गेहूं, टमाटर सोयाबीन आलू, गन्ना**	बथुआ (*चेनोपोडियम एल्बम*), जंगली सेन्जी/सेन्जीमेथा (*मेलिलोटस*), गेहूँ के मामा (*फ़ैलारिस माइनर*), जंगली पुदीना/गोट खरपतवार (*एजरेटम कोनिज़ोइड्स*), जंगली चौलाई (*अमरंथस विरिडिस*), मोर बाटी (*कॉमेलिना बेंघालेंसिस*), मकरा घास (*डैक्टिलोस्टेनियम एजिप्टिकम*), कुना/लहसुआ (*डाइजेरा आर्वेंसिस*), जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), कोदो (*एल्यूसिन इंडिका*), दुग्धिका (*यूफोर्बिया प्रोस्ट्रेटा*), चुरोटा/ हुलहुल (*गायनांद्रोप्स पेंटाफिला*), कुल्फा/नोनिया/लूनिया(*पोर्टुलाका ओलेरेसिया*), बांद्रा बांदरी (*सेटारिया गलौका*), पत्थरचट्टा (*ट्रायंथेमा पोर्टुलाकास्ट्रम*), बागरा कोट/पान घास (*बोरेरिया* एसपी), नागरमोथा (*साइपरस कैम्पेस्ट्रिस*), मोथा (*साइपरस एस्कुलेंटस*), क्रैब ग्रास/ केकड़ा घास (*डिजिटारिया सपा*), रामघना (*एराग्रोस्टिस* एसपी), बथुआ (*चेनोपोडियम एल्बम*), पित्तपापड़ा (*फुमारिया परवीफ्लोरा*), जंगली सेन्जी/सेन्जीमेथा (*मेलिलोटस* एसपी), सांठी (*ट्राइन्थिमा मोनोगाइना*) कृष्ण नील (*अनलगालिस आरवेंसिस*), प्याज घास (*एस्फोडेलस फिस्टुलोसस*), बथुआ (*चेनोपोडियम एल्बम*), कासनी (*सिकोरियम इंटिबस*), हिरनखुरी (*कंवोल्वुलस आरवेन्सिस*), दूब घास (*साइनोडॉन डेक्टिलॉन*), मोथा (*साइपरस रोटंडस*), मकरा घास (*डैक्टिलोस्टेनियम एजिप्टिकम*), जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), गाजर घास (*पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस*), कुल्फा/नोनिया/लूनिया (*पोर्टुलाकाओलेरेसिया*)	600- 1200 ग्राम/ एकड़ **बुआई 0-3 दिन के भीतर**
	धानुटॉप	पेंडीमेथालिन 30% EC	**गेहूं, कपास सोयाबीन मूंग दाल उड़द दाल प्याज**	*डाइनबरा अरेबिका, ऐमारैंथस* एसपीपी, *ब्रैचियारिया म्यूटिका, डिजिटेरिया सेंगुइनालिस, इकाइनोक्लोआ कोलोनम, पोर्टुलाका ओलेरासिया, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस, फिसैलिस मिनिमा, ब्रैचियारिया म्यूटिका, कोमेलिना कम्यूनिस, डाइनब्रा अरेबिका, एराग्रोस्टिस माइनर, कॉमेलिना, डाईजेरा अर्वेन्सी, डाइनेबरा अराबुइका, ब्रैचरिया म्यूटिका, क्लियोम विस्कोस, चेनोपोडियम एल्बम, फ़ैलारिस माइनर, पोर्टुलाकाओलेरेसिया*	1-1.2 लीटर/ एकड़ **बुआई 0-3 दिन के भीतर**

पीआई इंडस्ट्रीज (PI Industries)

शाकनाशी पैकेट की छवि	शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का रासायनिक घटक	फसलों का नाम	इन खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण	प्रयोग की मात्रा एवं समय
	सोलारो	एट्राजीन 50% WP	**मक्का**	*ट्रायन्थामा मोनोगाइना, डिगेरा अर्वेन्सिस, इचिनोक्लोआ, एलुसीन एसपीपी., ज़ैंथियम स्ट्रुमेरियम, ब्रैचियारा, डिजिटेरिया एग्रान्थस विरिडिस, क्लियोम, विस्कोस, पॉलीगोनम*	500 ग्राम/एकड़ **बुआई 0-3 दिन के भीतर**
			गन्ना	*पोर्टुलाका ओलेरासिया, डिजिटेरिया एसपीपी, बोएरहाविया डिफ्यूसा, यूफोरबिया एसपी, ट्रिबुलस टेरेस्ट्रिस*	1000 ग्राम/एकड़ **बुआई 0-3 दिन के भीतर**
	विकेट	क्लोडिनाफॉप-प्रोपरगिल 15% WP	**गेहूँ**	*फालारिस माइनर*	160 ग्राम/एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	नॉमिनी गोल्ड	बिस्पाइरिबैक सोडियम 10% एससी	**धान (नर्सरी)**	*इकाइनोक्लोआ क्रुसगेली, इकाइनोक्लोआ कोलोना*	80-120 मिली/एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
			चावल (रोपित)	*इस्केमम रुगोसम, साइपरस डिफोर्मिस, साइपरस इरिया*	80-120 मिली/एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
			धान (सीधी बोया हुआ)	*फ़िमब्रिस्टिलिस मिलियासिया, एक्लिप्टा अल्बा, लुडविगिया परविफ्लोरा, मोनोकोरिया वेजिनेलिस, अल्टरनेथेरा फिलोक्सेरोइड्स, स्फेनोक्लेसिया ज़ेलेनिका*	80-120 मिली/एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	पिमिक्स	मेटसल्फ्यूरॉन मिथाइल 10% क्लोरिम्यूरॉन एथिल 10%	**प्रत्यारोपित धान (उभरने से पहले का प्रयोग)**	*साइपरस इरिया, साइपरस डिफोर्मिस, फिम्ब्रिस्टिलिस मिलियासिया, एक्लिप्टा अल्बा, लुडविगिया पारविफ्लोरा, सिनोटिस एक्सिलारिस, मोनोचोरिया वेजिनेलिस, मार्सिलिया क्वाड्रिफोलिया*	8 ग्राम/एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
			प्रत्यारोपित धान (उभरने के बाद का प्रयोग)	*साइपरस इरिया, बर्गिया कैपेंसिस, साइपरस डिफोर्मिस, सैजिटेरिया सैगिटिफोलिया, फिम्ब्रिस्टिलिस मिलियासिया, एक्लिप्टा अल्बा, मोनोकोरिया वेजिनेलिस, मार्सिलिया क्वाड्रिफोलिया, स्फेनोक्लीया ज़ेलेनिका, कॉमेलिना बेंघालेंसिस*	8 ग्राम/एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
			धान (सीधी बोई गई स्थिति)	*साइपरस हैस्पैन, फिम्ब्रिस्टिलिस मिलियासिया, मोनोकोरिया वेजिनेलिस, साइपरस डिफोर्मिस, मार्सिलिया क्वाड्रिफ़ोलिया*	8 ग्राम/एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	लेगसी	फेनोक्साप्रॉप-पी-एथिल 6.9% EC	**धान (रोपाई एवं प्रत्यक्ष बीज)**	*इचिनोक्लोआ एसपीपी.* (बार्नयार्ड घास)	325-350 मि.ली./एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	मेल्स	पिनोक्साडेन 5.1% EC	**गेहूँ**	*कैनरी घास, फालारिस माइनर वाइल्ड ओट, एवेना लुडोविसियाना*	320-360 मि.ली./एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	इलीट	टोपरामेज़ोन 33.6 % SC	**मक्का**	*एलुसिन इंडिका, डिजिटेरिया सेंगुइनालिस, डैक्टाइलोकेनियम एजिप्टियम, इचिनोक्लोआ एसपीपी, क्लोरिस बारबेटा, पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस, डिगेरा अर्वेन्सिस, अमरेंथस विरिडिस, फिजेलिस मिनिमा, अल्टरनेथेरा सेसिलिस, कन्वोल्वुलस अर्वेन्सिस, सेलोरिया अर्जेंटिया।*	30-40 मिली/एकड़ + एमएसओ सहायक @2 मिली/लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	अवकिरा	पाइरोक्सासल्फोन 85% WG	**गेहूं मक्का सोयाबीन**	*फालारिस माइनर, इचिनोक्लोआ क्रूसगैली, एलुसीन इंडिका, फाइलेंथस निरुरी, इचिनोक्लोआ कोलोनम, सेलोसिया अर्जेन्टिया, ट्रायनथेमा पोर्टुलाकैस्ट्रम, ऐमारैंथस विरिडिस, डिजेरिया अर्वेन्सिस*	60 ग्राम/एकड़ **बुआई 0-3 दिन के भीतर**
	लोंडाक्स पावर	बेनसल्फ्यूरॉन मिथाइल 0.6% प्रीटिलाक्लोर 6% GR	**धान (रोपण)**	घास: *इचिनोक्लोआ क्रूसगैली, इचिनोक्लोआ कोलोनम, सिनोडोन डैक्टिलॉन, सेजेस, साइपरस इरिया, साइपरस डिफोर्मिस, साइपरस रोटंडस, फिम्ब्रिस्टिलिस मिलियासिया;* चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार, *लुडविगिया पारविफ्लोरा, मार्सिलिया क्वाड्रिफोलिया, स्फेनोक्ली ज़ेलेनिका, एक्लिप्टा, अम्मानिया बैसीफेरा*	4 किग्रा/एकड़ **रोपाई के 0-5 दिन के भीतर**

सिंजेंटा इंडिया (Syngenta India)

शाकनाशी पैकेट की छवि	शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का रासायनिक घटक	फसलों का नाम	इन खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण	प्रयोग की मात्रा एवं समय
	कैलारिस एक्स्ट्रा	मेसोट्रियोन 2.27% w/w + एट्राजीन 22.7% w/w SC	**मक्का गन्ना**	चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार	1400 मिली / एकड़ 200 लीटर पानी **खरपतवार की 3-4 पत्ती अवस्था पर**
	एक्सियल	पिनोक्साडेन 5.1%	**गेहूँ**	*फलैरिस माइनर*	400 मिली/एकड़ 120 लीटर पानी/एकड़ **खरपतवार की 3-4 पत्ती अवस्था पर**
	टॉपिक	क्लॉडिनाफाप-प्रोपरगिल 15% WP	**गेहूँ**	*फलैरिस माइनर* और चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार	160 ग्राम/एकड़ **खरपतवार की 3-4 पत्ती अवस्था पर**
	फुसिफलेक्स	फ्लूजिफ़ॉप-पी-ब्यूटाइल 13.4% EC	**सोयाबीन मूंगफली**	*इकेनोक्लोआ कोलोना डिजिटेरिया* एसपीपी। *एलुसीन इंडिका, डैक्टाइलोकेनियम एजिप्टिकम, ब्रैचियारिया रेप्टन्स, कॉमेलिना बेंघालेंसिस, डिगेरा अर्वेन्सिस, ट्राइएंथेमा* एसपीपी., *फिलैंटस निरुरी, एक्लिफा इंडिका, डायनरबरा अरेबिका, एलुरोपस विलोसस, इंडिगोफेरा ग्लैंडुलोसा, क्लोरिस बारबार्टा, क्लीम विस्कोसा, फाइलेंथस निरुरी, अम्मारैन्थस विरिडिस, साइप्रस* एसपीपी	खरपतवारों की 3-4 पत्ती अवस्था पर 400 मिली/एकड़ **खरपतवार की 3-4 पत्ती अवस्था पर**
	रीफिट प्लस	प्रीटिलाक्लोर 37% EW	**चावल रोपित**	*इकेनोक्लोआ कोलोनम, ई. क्रूसगैली, साइप्रस डिफोर्मिस, सी. इरिया, डिजिटेरिया सेंगुइनालिस, फ्रिम्ब्रिस्टिलिस मिलियासिया, एक्लिप्टा अल्बा, लुडविगिया परविफोरा, मोनोकोरिया वेजिनेलिस*	600 मिली/एकड़ **रोपाई के 0-5 दिन के भीतर**

सुमितोमो केमिकल (Sumitomo Chemical)

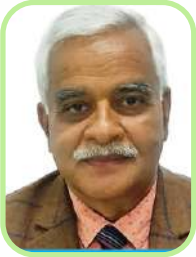
शाकनाशी पैकेट की छवि	शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का रासायनिक घटक	फसलों का नाम	इन खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण	प्रयोग की मात्रा एवं समय
	सुमी मैक्स	फ्लुमिओक्साज़िन 50% एससी	**सोयाबीन**	*डिजिटेरिया सेंगुइनालिस, साइनाडॉन डेक्टीलॉन, अल्टरनेथेरा फिलोक्सेरोइड्स, साइप्रस रोटंडस*	100 मिली/एकड़ 200 लीटर पानी **बुआई के 0-3 दिन के अन्दर**
	सुमिगोल्ड	बिस्पाइरीबेक-सोडियम 10 प्रतिशत एससी	**धान**	जंगली धान (*इकेनोक्लोआ कोलोनम*), साँवा (*इकेनोक्लोआ क्रुसगाली*), कनकी (*इस्केमुम रुगोसुम*), मोथा (*साइप्रस डिफफॉर्मिस*), मोथा (*साइप्रस इरिया*), जोरिया/मर्क (*फ़िम्ब्रिस्टाइलिस मिलियासिया*), भृंगराज/भंगरा (*एक्लिप्टा अल्बा*), महानली (*लुडविगिया परवीफ्लोरा*), पान पत्ता (*मोनोकोरिया वेजिनेलिस*), मगरमच्छ खरपतवार (*अल्टरनैन्थेरा फिलोक्सेरॉइड्स*)	80-120 मिली/एकड़ 200 लीटर पानी **खरपतवार की 3-4 पत्ती अवस्था पर**
	लीडर	सल्फोसल्फ्यूरॉन 75% WG	**गेहूँ**	*फालेरिस* छोटे और चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार जैसे *चेनोपोडियम* (बाथू), *मेलिलोटस* (सैंजी) प्रमुख खरपतवार हैं जिन्हें लीडर द्वारा गेहूं की फसल में नियंत्रित किया जाता है।	13.3 ग्राम 200 मिली सर्फेक्टेंट के साथ प्रति एकड़ **बुआई के 30-35 दिनों बाद**
	सुमि नैरा	ग्लाइफोसेट 54% SL	**गैर-फसल क्षेत्र**	जंगली पुदीना/महकोआ/गोट खरपतवार (*एजरेटम कोनिज़ोइड्स*), गरुंडी (*अल्टरनैन्थेरा सेसिल*), कनकोआ (*कोमेलिना* एसपीपी), मोथा (*साइपरस* एसपीपी), जंगली धान (*इकेनोक्लोआ* एसपीपी), भृंगराज/भंगरा (*एक्लिप्टा अल्बा*), मारोंडा (*इस्केमुम रुगोसुम*), लोमड़ी की पूंछ/ब्रिस्टल घास (*सेटारिया* एसपीपी) धतूरा (*धतूरा मेटल*), गाजर घास (*पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस*)	1.3 लीटर / एकड़ **खरपतवार की 2-4 पत्ती अवस्था पर**

बीएएसएफ(BASF)

शाकनाशी पैकेट की छवि	शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का रासायनिक घटक	फसलों का नाम	इन खरपतवारों पर प्रभावी नियंत्रण	प्रयोग की मात्रा एवं समय
	बासाग्रान	बेन्टाजोन 48% एस एल	**धान**	मोथा और चौड़ी पत्ती के लिए सख्त	800 मिली/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	टिन्ज़र™	टोपराममिझोन 336 ग्रा./ली	**मक्का**	मधाना, टेकरी घास, मकरा, सावा घास, क्लोरिस बटटा, टेवरिया, कुंजरू, जंगली चौलाई, चिरपोट, गाऊंडी, हिरणखुरी, *सेलोटिया अर्जेन्टिया लेप्टोकोला चिनेंसिस.* कोदो (*एल्यूसिन इंडिका*), *अल्टरनेथेरा सेसिलिस, कैसुलिया एक्सिलारिस, साइप्रस*	30 मिली टिन्ज़र + 300 मिली आउटराइट प्रति एकड़ **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	वेसनिट™ कम्प्लीट	टोप्रामेज़ोन 10 ग्राम/लीटर + एट्राज़िन 300 ग्राम/लीटर एससी	**मक्का** **गन्ना**	*पार्थेनियम हिस्टेरोफोरस, पैनिकम एसपीपी., ऐमारैंथस विरिडिस, सेलोसिया अर्जेन्टिया, मेलिलोटस अल्बा, अल्टरनेथेरा* एसपीपी., *डिजिटेरिया सेंगुइनालिस, सिनोडोन डैक्टिलॉन, पोर्टुलाका ओलेरासिया*	1-1.2 लीटर/एकड़ 150 लीटर पानी **खरपतवार की 2-3 पत्ती अवस्था पर**
	ज़िदुआ™	पाइरोक्सासल्फोन 85% WG	**गेहूँ** **सोयाबीन** **मक्का**	मांडूसी (*फैलारिस माइनर*) *इचिनोक्लोआ कोलोनम, सेलोसिया अर्जेन्टिया, ट्रायंथेमा पोर्टुलाकैस्ट्रम, अमरथेनस विरिडिस, डिजीरिया अर्वेन्सिस, इचिनोक्लोआ क्रूसगैली, एलुसीन इंडिका, फाइलेंथस निरुरी*	60 ग्राम/एकड़ 200 लीटर पानी **बुआई के 0-3 दिन के भीतर**

संपादक मंडल

डॉ आर.पी. दुबे (जन्म 10-06-1963) भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर में प्रधान वैज्ञानिक (सस्य विज्ञान) के पद पर कार्यरत हैं। डॉ दुबे ने उड़ीसा यूनिवर्सिटी ऑफ़ एग्रीकल्चर ऐंड टेक्नोलॉजी, भुवनेश्वर से 1985 में बीएससी (कृषि), 1987 में एमएससी कृषि(सस्य विज्ञान) तथा 1996 में डॉ बीआर अंबेडकर विश्वविद्यालय, आगरा से पीएचडी (सस्य विज्ञान) की उपाधि प्राप्त की। आप 1992 में भाकृअनुप - कृषि अनुसंधान सेवा में वैज्ञानिक पद पर चयनित हुए और आरम्भ में भाकृअनुप - केंद्रीय द्वीपीय कृषि अनुसंधान संसथान, पोर्ट ब्लेयर में अपनी सेवायें दी। सन 2000 में, जबलपुर में स्थित खरपतवार अनुसंधान निदेशालय में स्थानांतरित हुए। आपने विभिन्न फसलों, सब्जियों और बागानों, साथ ही जैविक कृषि में एकीकृत खरपतवार प्रबंधन विधियों को विकसित करने में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। डॉ दुबे ने तेरह वर्षों तक देश में अ.भा.स.अनु.प.-खरपतवार प्रबंधन की गतिविधियों का राष्ट्रीय स्तर पर समन्वयन भी किया है। आप भारतीय खरपतवार विज्ञानं समिति के फेलो हैं और अन्य कई पुरस्कारों से सम्मानित हैं। डॉ दुबे ने लगभग 150 से अधिक प्रकाशन किए हैं जिनमे राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय पत्रिकाओं में शोध पत्र, सम्मेलन पत्र, पुस्तक अध्याय, तकनीकी बुलेटिन, प्रशिक्षण मैनुअल, लोकप्रिय लेख शामिल हैं।



डॉ. जे.एस. मिश्र वर्ष 1991 में भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद् (भाकृअनुप) में वैज्ञानिक के रुप में अपनी सेवा की शुरुआत की। भाकृअनुप-खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर में वर्ष 2020 में निदेशक का पद ग्रहण करने के पूर्व वे वैज्ञानिक के रुप में भाकृअनुप-ख.अनु.नि., जबलपुर (1992-2008), भाकृअनुप-पूर्वी क्षेत्र अनुसंधान परिसर, पटना एवं भाकृअनुप-भारतीय श्री अन्न अनुसनधान संस्थान, हैदराबाद (2008-2014) में अपनी सेवाएं दे चुके हैं । उन्होंने तटीय आंध्र प्रदेश के चावल-परती क्षेत्रों में खरपतवार प्रबंधन अनुसंधान और ज्वार की खेती को लोकप्रिय बनाने के क्षेत्र में उत्कृष्ट योगदान दिया है। परजीवी खरपतवार कुसकुटा की बायोलॉजी एवं प्रबंधन में उनका अग्रणी योगदान है। चावल /सोयाबीन आधारित फसल प्रणालियों में संरक्षण जुताई और खरपतवार प्रबंधन, खरपतवार बीज बैंक की गतिशीलता, और देश के पूर्वी क्षेत्र में चावल आधारित फसल प्रणाली में संरक्षित खेती की प्रथाओं का विकास और लोकप्रियकरण में उनके महत्वपूर्ण योगदान के लिए आई.एस.ए.- पी.एस. देशमुख यंग एग्रोनॉमिस्ट अवार्ड (1999), डी.डब्ल्यू.आर. बेस्ट साइंटिस्ट अवार्ड (2007), इंडियन सोसाइटी ऑफ वीड साइंस (2007), इंडियन सोसाइटी ऑफ एग्रोनॉमी (2010), सोसाइटी फॉर अपलिफ्टमेंट ऑफ रूरल इकोनॉमी (2015) और एन.ए.ए.एस. (2022) के फेलो, आई.एस.डब्ल्यू.एस. गोल्ड मेडल (2014) और आई.एस.ए. गोल्ड मेडल (2016), श्रीराम खाद पत्रिका अवार्ड (2021-22) , को-चीफ एडिटर, इंडियन जर्नल ऑफ़ अग्रोनोमी, चीफ एडिटर, इंडियन जर्नल ऑफ़ वीड साइंस, एवं प्रेसिडेंट इंडियन सोसाइटी ऑफ़ वीड साइंस से सम्मानित किया गया है।

डॉ व्ही.के. चौधरी (जन्म 29 जुलाई 1978) मूल रुप से छत्तीसगढ़ के रायगढ़ जिले का रहने वाला तथा वर्तमान में भाकृअप- खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर के सस्य विज्ञान में प्रधान वैज्ञानिक के रुप में पदस्थ है। उन्होंने अपनी स्नातक एवं पीएच् डी , इंदिरा गाँधी कृषि विश्वविद्यालय, रायपुर तथा स्नात्तोकोत्तर यूनिवर्सिटी ऑफ़ एग्रीकल्चरल साइंसेज, बेंगलुरु से सस्य विज्ञान से प्राप्त किया । उन्होंने अपनी प्रारंभिक सेवा भाकृअप के उत्तर पूर्वी पर्वतीय क्षेत्र अनुसंधान परिसर अरुणाचल प्रदेश केंद्र में वर्ष 2007-2013 तक दी, तत्पश्चात भाकृअप के राष्ट्रीय जैविक स्ट्रेस प्रबंधन संस्थान, रायपुर में संस्थापक वैज्ञानिक के तौर पर 2013-2017 तक दी एवं अप्रैल 2017 से भाकृअप के खरपतवार अनुसंधान निदेशालय, जबलपुर में विभिन्न वैज्ञानिक पदों पर पदस्थ हुए । डॉ चौधरी ने विभिन्न फसलों एवं फसल चक्र में खरपतवार प्रबंधन, संरक्षित खेती में खरपतवार प्रबंधन से सम्बंधित तकनीकों का उदगार किया जो की अनुसंधानकर्ताओं, विद्यार्थियों, किसानों तथा अन्य के लिए अधिक लाभप्रद है । डॉ चौधरी ने 100 से अधिक अनुसंधान लेख, 5 तकनीक पुस्तिका, 4 किताबें, 20 अनुसंधान संकलन, 60 लोकप्रिय लेख तथा अन्य प्रकाशन किये । उनके योगदान के लिए विभिन्न समितियों द्वारा पुरुष्कृत भी किया गया ।

प्रकाशक:
भारतीय खरपतवार विज्ञान समिति
भाकृअनुप - खरपतवार अनुसंधान निदेशालय
महाराजपुर, जबलपुर - 482004, मध्य प्रदेश, भारत
फोन नंबर: 0761 2353934
वेबसाइट: https://www.isws.org.in

आईएसबीएन संख्या
978-81-981439-1-4