तकनीकी बुलेटिन- 2 / 2022

धान की सीधी बुवाईः जल और श्रम प्रबंधन की कुशल तकनीक

हरनारायण मीना, सुशील कुमार सिंह, मोहर सिंह मीना एवं भीम सेन

सत्यमेव जयते

कृषि, सहकारिता एवं किसान कल्याण विभाग
कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली

भाकृअनुप
ICAR

भाकृअनुप–कृषि तकनीकी अनुप्रयोग अनुसंधान संस्थान, क्षेत्र–II
(आई.एस.ओ. - 9001-2015)
जोधपुर 342 005, राजस्थान, भारत

धान की सीधी बुवाईः जल और श्रम प्रबंधन की कुशल तकनीक

हरनारायण मीना
सुशील कुमार सिंह
मोहर सिंह मीना
भीम सेन

सत्यमेव जयते

कृषि, सहकारिता एवं किसान कल्याण विभाग
कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली

भाकृअनुप
ICAR

भाकृअनुप–कृषि तकनीकी अनुप्रयोग अनुसंधान संस्थान, क्षेत्र–II
(आई.एस.ओ. - 9001-2015)
जोधपुर 342 005, राजस्थान, भारत

प्रकाशक

निदेशक
भाकृअनुप–कृषि तकनीकी अनुप्रयोग अनुसंधान संस्थान, क्षेत्र–II
(आई.एस.ओ. – 9001–2015)
जोधपुर–342 005, राजस्थान, भारत

लेखकगण

हरनारायण मीना
सुशील कुमार सिंह
मोहर सिंह मीना
भीम सेन

उद्धरणः

मीना हरनारायण; सिंह सुशील कुमार; मीना मोहर सिंह एवं भीम सेन (2022) "धान की सीधी बुवाईः जल और श्रम प्रबंधन की कुशल तकनीक" भाकृअनुप–कृषि तकनीकी अनुप्रयोग अनुसंधान संस्थान, क्षेत्र–II जोधपुर, तकनीकी बुलेटिन पेज संख्या 1 – 26

मुद्रक

एवरग्रीन प्रिण्टर्स, जोधपुर 9414128647

अनुक्रमणिका

क्र.सं.	विषय	पृष्ठ सं.
1.	प्रस्तावना	1
2.	धान की सीधी बुवाई (डीएसआर) क्यों ?	2
3 .	डीएसआर के विभिन्न तरीके	5
4.	सीधी बुवाई से जुड़े संभावित लाभ और हानियाँ	8
5.	डीएसआर के लिए पूर्वापेक्षाएँ	9
6.	संभावनाएं	26

1. प्रस्तावना

धान (*ओराइजा सेटाइवा* एल.) दुनिया की सबसे महत्वपूर्ण खाद्य फसलों में से एक है, और 50% से अधिक वैश्विक आबादी के लिए मुख्य भोजन है। भारत में गेहूं के बाद भोजन का प्रमुख स्रोत होने के कारण, यह दो तिहाई से अधिक आबादी की 43% ऊर्जा की आवश्यकता को पूरा करता है। विश्व में, 161 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र में धान उगाया जाता है, जिसमें लगभग 678.7 मिलियन टन वार्षिक उत्पादन होता है। विश्व के धान का लगभग 90% एशिया में उगाया और उत्पादित किया जाता है। धान 3 अरब से अधिक एशियाई लोगों को कुल ऊर्जा का 30–75% प्रदान करता है। वैश्विक धान की मांग को पूरा करने के लिए 2035 तक अनुमानित 114 मिलियन टन (26%) अतिरिक्त मिल्ड धान का उत्पादन करने की आवश्यकता है। दीर्घकालिक स्थिरता सुनिश्चित करते हुए कम पानी, श्रम और रसायनों के साथ इस लाभ को हासिल करना एक बड़ी चुनौती है।

एशिया में, धान को आमतौर पर रोपण प्रणाली/पोखर विधि/गीली जुताई (पडलिंग) से भूमि की तैयारी करके तत्पश्चात पौधरोपण करके उगाया जाता है। यह विधि अवायवीय स्थितियों का निर्माण करती है जो पानी के रिसाव की हानि को कम करने व खरपतवार नियंत्रण में सहायक होती है और आसान अंकुर स्थापना की सुविधा प्रदान करके और पोषक तत्वों की उपलब्धता को बढाकर धान की फसल को लाभ पहुंचाती है। लेकिन यह विधि बार–बार पोखर मिट्टी के समुच्चय को नष्ट करके, उपसतह परतों में पारगम्यता को कम करके और उथली गहराई पर हार्ड–पैन बनाकर मिट्टी के भौतिक गुणों को प्रतिकूल रूप से प्रभावित करती है। रोपाई के माध्यम से धान उगाने की विधि श्रम, पानी और ऊर्जा–गहन होती है व इन संसाधनों की उपलब्धता में तेजी से होने वाली कमी के कारण यह विधि काफी लागत वाली तथा कम टिकाऊ होती जा रही है।

विभिन्न क्षेत्रों (कृषि, उद्योग, शहरों में घरेलू जरूरतों आदि) से पानी के लिए भारी प्रतिस्पर्धा के कारण स्थायी धान उत्पादन के लिए पानी की कमी हो रही है। धान की खेती के लिए बड़ी मात्रा में

सीधी बिजाई वाली धान की फसल

रोपण प्रणाली प्रतिरोपित धान

पानी और श्रम की आवश्यकता होती है, जो दोनों तेजी से दुर्लभ और महंगे होते जा रहे हैं, जिससे धान की खेती ज्यादा लाभप्रद नहीं रही है। मजदूरों की कमी, भूजल में गिरावट और जल संकट शोधकर्ताओं और किसानों को धान की सीधी बुवाई (डीएसआर) के विकल्प की ओर एक बड़े बदलाव की मांग कर रहे हैं।

डीएसआर विधि में धान के बीजों की खेत में सीधी बुवाई की जाती है। विकासशील देशों में इस विधि को 1950 के दशक से धान बुवाई की प्रमुख विधि के रूप में मान्यता दी गई है। धान की सीधी बुवाई पूर्व–अंकुरित बीज को पोखर वाली मिट्टी (गीली बुवाई) या खड़े पानी या तैयार बीज शैय्या (सूखी बीजारोपण) में बो कर की जा सकती है। कम अवधि और अधिक उपज देने वाली किस्मों, पोषक तत्वों और खरपतवार प्रबंधन की तकनीकों ने किसानों को पारंपरिक रोपाई प्रणाली के स्थान पर डीएसआर विधि को अपनाने के लिए प्रोत्साहित किया है। धान की सीधी बुवाई से सिंचाई के पानी, श्रम, ऊर्जा व समय की बचत के साथ–साथ ग्रीनहाउस–गैसों का उत्सर्जन कम होता है व आगामी फसलों की वृद्धि बेहतर होती है।

2. धान की सीधी बुवाई (डीएसआर) क्यों?

रोपण प्रणाली से सीधी बुवाई की ओर हो रहे बदलाव के लिए जिम्मेदार कारक निम्नलिखित हैं–

2.1 पानी की कमी

(अ) रोपण प्रणाली की अधिक जल मांग: रोपण प्रणाली से धान उत्पादन के लिए अधिक मात्रा में पानी की आवश्यकता होती है। यह बताया गया है कि इस विधि से 1 किलो धान का उत्पादन करने के लिए औसतन 5000 लीटर पानी की आवश्यकता होती है। धान की खेती अच्छी गुणवत्ता वाले पानी से सफलतापूर्वक की जाती है और एशिया में उपयोग किए जाने वाले कुल सिंचाई जल का लगभग 50%, विश्व के कुल मीठे पानी का लगभग 24–30% और विश्व के कुल सिंचाई जल का 34–43% हिस्सा धान उत्पादन में खपत होता है।

(ब) गैर-कृषि क्षेत्र में पानी की बढ़ती मांग और प्रतिस्पर्धा: बढ़ती जनसंख्या, जल स्तर में कमी, जल की गुणवत्ता में गिरावट, अप्रभावी सिंचाई प्रणाली और गैर–कृषि क्षेत्रों के साथ प्रतिस्पर्धा के कारण कृषि के लिए पानी का हिस्सा बहुत तेजी से घट रहा है। वर्तमान में, वैश्विक शुद्ध जल 70% और 90% हिस्सा, क्रमशः विश्व स्तर पर और एशिया में सिंचित कृषि के लिए उपभोग किया जाता है। प्रमुख धान उगाने वाले एशियाई देशों में, 1950 और 2005 के बीच प्रति व्यक्ति पानी की उपलब्धता में 34–76% की कमी आई है, और 2050 तक 18–88% तक घटने की संभावना है। एशिया में कृषि में पानी का हिस्सा 1900 में 98% था जो घटकर 2000 में 80% हो गया और आगामी वर्षों में इसमें और गिरावट की संभावना है।

(स) सीधी बुवाई- कुशल जल बचत तकनीकः कृषि में गंभीर जल समस्या और रोपण प्रणाली की कम दक्षता के कारण ऐसी बुवाई तकनीकों की आवश्यकता है जिनमें पानी की आवश्यकता कम हो और पानी का उपयोग अधिक दक्षता के साथ किया जा सके। इस परिपेक्ष्य में, धान की सीधी बुवाई जल उपभोग में कुशल तकनीक होने के कारण उचित समाधान प्रदान कर सकती हैं। हालांकि, सीधी बुवाई की दोनों विधियाँ (सूखी व गीली) रोपण प्रणाली से अधिक कुशल हैं लेकिन न्यूनतम या शून्य जुताई के साथ सीधी–सूखी बिजाई, पानी और श्रम की बचत में ज्यादा क्षमतावान साबित होती है।

2.2 श्रम की कमी

सीधी बुवाई में श्रम की बचत होती हैं क्योंकि इस विधि में नर्सरी उगाने, पौधरोपण और पडलिंग की क्रियायें नहीं करनी पड़ती है। इसके विपरीत, रोपण प्रणाली में पौधरोपण के दौरान श्रमिकों की मांग अधिक व लंबी अवधि के लिए होने के कारण बुवाई के समय श्रमिकों की कमी एक प्रमुख समस्या बन जाती है। इसके साथ–साथ, एशिया में तीव्र आर्थिक विकास ने गैर–कृषि क्षेत्रों में श्रम की मांग को बढ़ा दिया है जिसके परिणामस्वरूप कृषि के लिए श्रम की उपलब्धता और ज्यादा घट गई है। अतः इन परिस्थितियों में सीधी बुवाई विधि एक उचित विकल्प के रूप में उभरी है।

2.3 पडलिंग के प्रतिकूल प्रभाव

पडलिंग की क्रिया मृदा केशिका छिद्रों को तोड़ती है, मिट्टी समुच्चय को नष्ट करती है, महीन मृदा कणों को फैलाती है और उथली गहराई पर एक सख्त परत बनाती है। ये सभी भौतिक बदलाव रोपाई के लिए सुविधाजनक माने जाते हैं और इसके साथ–साथ खरपतवारों को नियंत्रित कर फसल के लिए पानी और पोषक तत्वों की उपलब्धता में सुधार करते हैं। हालांकि यह क्रिया धान की फसल के लिए फायदेमंद मानी जाती है लेकिन यह मृदा के भौतिक गुणों (मृदा सरंचना, संघनन, पारगम्यता) पर हानिकारक प्रभाव डालती है जिसके कारण आगामी फसलों की वृद्धि और उपज पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। आगामी फसलों पर पडलिंग के हानिकारक प्रभाव, रोपण प्रणाली के स्थान पर शून्य जुताई/न्यूनतम जुताई/संरक्षण जुताई के साथ सीधी बुवाई अपनाने के लिए प्रोत्साहित करते हैं। यह धान–गेहूं फसल चक्र के लिए विशेष रूप से प्रासंगिक है क्योंकि इस फसल चक्र में भूमि लगातार आर्द्र और शुष्क स्थितियों से गुजरती है। इसलिए, पडलिंग के लिए वैकल्पिक बुवाई पद्धति की पहचान करना अनिवार्य हो जाता है, विशेष रूप से उन क्षेत्रों में जहां पानी की कमी हो रही है, और धान के बाद अन्य कोई आगामी फसल उगाई जाती है।

सारणी 1. विभिन्न एशियाई देशों में भूतकाल में तथा भविष्य में अनुमानित भूमिगत जल स्तर में गिरावट (मी.^{3})

देश	1950	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2050
चीन	5047	2295	2210	2134	2068	2006	1956	1927	1976
भारत	5831	2244	2000	1844	1717	1611	1525	1457	1292
जापान	6541	4374	4314	4292	4307	4348	4423	4528	5381
इंडोनेशिया	31,809	12,813	12,325	11,541	10,881	10,361	9952	9609	8781
नेपाल	21,623	7923	6958	6245	5695	5230	4820	4470	3467
पाकिस्तान	11,844	3435	3159	2822	2533	2277	2069	1900	1396
फिलीपींस	15,390	4761	4158	3778	3450	3175	2945	2754	2210
श्रीलंका	5626	2410	2302	2212	2117	2041	1990	1961	1990
दक्षिणी कोरिया	3247	1472	1424	1390	1363	1345	1336	1336	1500
थाईलैंड	8946	3073	2871	2714	2627	2559	2505	2465	2440

(Bhatt *et al.,* 2016)

पडलिंग – रोपण प्रणाली द्वारा बुवाई पूर्व खेत की तैयारी

2.4 संरक्षण कृषि: वर्तमान की आवश्यकता

संरक्षण कृषि में शून्य जुताई या न्यूनतम जुताई के बाद एक ड्रिल मशीन का उपयोग करके पंक्तियों में बीजों की बुवाई की जाती है। संरक्षण जुताई के साथ जब फसल अवशेषों द्वारा मल्चिंग और उपयुक्त फसल और संसाधन प्रबंधन की प्रक्रियायें अपनाई जाती हैं तो इसे संरक्षण कृषि या एकीकृत फसल और संसाधन प्रबंधन कहते हैं। फसल और फसल कारकों की उत्पादकता में गिरावट/ठहराव और धान–गेहूं जैसी अनाज प्रणालियों में एक बिगड़ते संसाधन आधार ने संरक्षण जुताई आधारित कृषि को बढ़ावा दिया है। शून्य जुताई से धान उत्पादन के बाद अब शून्य जुताई से गेहूं उत्पादन को विकसित करने के प्रयास किए जा रहे हैं ताकि पूर्ण रूप से शून्य जुताई के लाभों को महसूस किया जा सके– जिसे आमतौर पर "दोहरी शून्य जुताई" के रूप में जाना जाता है, ।

2.5 सीधी बुवाई की फसल प्रणाली में अधिक उपयुक्तता

सीधी बुवाई अपनाने का एक और कारण यह है की श्रम और पानी की बचत के अलावा, यह फसल चक्र में एक अतिरिक्त फसल के एकीकरण (फसल गहनता) के माध्यम से ज्यादा आर्थिक लाभ पहुंचाती है। कम परिपक्वन काल के कारण सीधी बुवाई वाली धान की फसल विभिन्न फसल प्रणालियों में अच्छी तरह से उपयुक्त रहती है।

3. डीएसआर के विभिन्न तरीके

धान की बुवाई मुख्यतः तीन तरीकों से की जा सकती है; रोपण प्रणाली, सूखी–सीधी बुवाई (सूखी–डीएसआर) और गीली–सीधी बुवाई (गीली–डीएसआर)। ये विधियाँ या तो भूमि की तैयारी (जुताई) या फसल स्थापना विधि या दोनों परिपेक्ष्य में एक दूसरे से भिन्न होती हैं। एशिया में, विशेष रूप से उष्णकटिबंधीय भागों में, धान की बुवाई प्रमुखतः रोपण प्रणाली से की जाती है। इस विधि में खेत में जल भराव के बाद पडलिंग करके, नर्सरी में तैयार पौध की रोपाई जलमग्न खेत में की जाती है। जबकि अन्य दो विधियों में पौध की रोपाई के बजाय सीधे मुख्य खेत में बीज बोए जाते हैं इसलिए इन्हें सीधी बुवाई (डीएसआर) के रूप में जाना जाता है। यद्यपि सीधी बुवाई धान की बुवाई का सबसे पुराना तरीका है परन्तु इसे समय के साथ रोपण प्रणाली द्वारा स्थानांतरित कर दिया गया।

3.1 धान की सीधी–सूखी बुवाई

धान की सीधी सूखी बुवाई निम्नलिखित तरीकों से की जा सकती है:

(i) शून्य जुताई या संरक्षण जुताई के बाद खेत में सूखे बीजों का छिड़काव।

(ii) डिब्लिंग विधि से बीज की बुवाई।

(iii) शून्य जुताई/न्यूनतम जुताई/संरक्षण जुताई के बाद पावर टिलर संचालित सीडर का उपयोग करके उठी हुई बीज शैय्या या समतल खेत में पंक्तियों में बीजों की बुवाई।

धान की सीधी-सूखी बुवाई

छिड़काव विधि द्वारा बीज की बुवाई

संरक्षण जुताई या शून्य जुताई दोनों के बाद सीड कम फर्टिलाइजर ड्रिल मशीन का उपयोग किया जाता है जो बीज बुवाई के साथ उर्वरक भी डालती है। वर्तमान में, वैश्विक स्तर पर, सिंचित या वर्षा सिंचित क्षेत्रों में ड्रिल बुवाई को प्राथमिकता दी जा रही है क्योंकि पंक्तियों में बुवाई से बीज और समय की बचत के साथ–साथ खरपतवार नियंत्रण भी आसानी से किया जा सकता है।

3.2 धान की सीधी–गीली बुवाई

इस विधि में खेत में पडलिंग के बाद मृदा में या मृदा की सतह पर अंकुरित बीजों की बुवाई की जाती है। जब अंकुरित बीजों को मिट्टी की सतह पर बोया जाता है तो बीज ज्यादातर वायवीय (एरोबिक) स्थितियों में होता है अतः इसे वायवीय सीधी–गीली बुवाई के रूप में जाना जाता है और जब अंकुरित बीजों को पडलिंग के बाद मिट्टी में अवायवीय (एनारोबिक) स्थितियों में बोया जाता है तो इसे अवायवीय सीधी–गीली बुवाई कहा जाता है। वायवीय और अवायवीय सीधी गीली बुवाई के तहत बीजों की बुवाई छिड़काव द्वारा या पंक्तियों में की जा सकती है। पंक्तियों में बुवाई के लिए ड्रम सीडर या फ़रो ओपनर व क्लोज़र वाले अवायवीय सीडर का उपयोग किया जाता है।

धान की सीधी–गीली बुवाई

4. सीधी बुवाई से जुड़े संभावित लाभ और हानियाँ

रोपण प्रणाली की अपेक्षा, धान की सीधी बुवाई किसानों और पर्यावरण के लिए कई तरह से लाभप्रद है। हालाँकि, लंबे समय तक इसको अपनाने के संभावित जोखिमों या खतरों को समझना और उनका अनुमान लगाना भी महत्वपूर्ण है।

4.1 लाभ

1. सीधी गीली बुवाई में श्रम की बचत 0% से 46% और सूखी सीधी बुवाई में 4% से 60% तक होती है।
2. पौध प्रत्यारोपण की क्रिया नही करने से कठिन परिश्रम को कम करता है।
3. आसान और शीघ्र बुवाई के कारण बुवाई निर्धारित समय सीमा में की जा सकती है।
4. अधिक कुशल जल उपयोग और उच्च्य जल तनाव सहनशीलता।
5. सुनिश्चित सिंचाई सुविधाओं वाले क्षेत्रों में अधिक लाभप्रदता।
6. मृदा की भौतिक स्थितियों में सुधार।
7. सीधी बुवाई से 12% से 35% पानी की बचत की जा सकती है। विभिन्न प्रकार के डीएसआर में पानी की बचत को निम्न क्रम में क्रमबद्ध किया गया हैः पारंपरिक जुताई गीले–बीजारोपण < पारंपरिक जुताई सूखी–बीजारोपण < शून्य जुताई व सूखी सीधी बुवाई < बीज शैय्या पर सूखे बीजों की बुवाई।
8. रिसाव के माध्यम से होने वाली सिंचाई जल हानि को कम करता है।
9. मीथेन उत्सर्जन को 6–92% कम करता है।
10. गीली–सीधी बुवाई में 2% से 16% तक और सूखी–सीधी बुवाई में 6% से 32% तक खेती लागत कम होती है।
11. सीधी बोई गई धान की फसल 7–14 दिन जल्दी पकती है, अतः आगामी फसल की समय पर बुवाई की जा सकती है।

4.2 हानियाँ

1. बुवाई के तुरंत बाद अचानक बरसात फसल स्थापना पर प्रतिकूल प्रभाव डाल सकती है।
2. सूखी–सीधी बुवाई के कारण मृदा में उपस्थित पोषक तत्वों जैसे N, Fe और Zn की उपलब्धता कम होती है।

3. नई खरपतवार जातियों का पुरःस्थापन।

4. शाकनाशियों का अधिक उपयोग।

5. नए मिट्टी जनित कीटों और रोगों की घटनाओं को बढ़ाता है।

6. मृदा से नाइट्रस ऑक्साइड उत्सर्जन को बढ़ाता है।

7. मृदा से कार्बन हानि में वृद्धि।

5. डीएसआर के लिए पूर्वापेक्षाएँ

5.1 भूमि समतलीकरण

सीधी बुवाई वाले धान के लिए भूमि समतलीकरण एक महत्वपूर्ण बिंदु है। क्योंकि यह (1) एक समान और अच्छी फसल बढवार में मदद करता है। (2) सटीक और समान जल प्रबंधन और अच्छी जल निकासी की सुविधा प्रदान करता है। (3) सिंचाई जल की आवश्यक मात्रा को कम करता है। (4) खेत में मेड़ों की संख्या कम करके, कुल बुवाई क्षेत्र को बढ़ाता है। (5) विभिन्न आदानों (पानी, पोषक तत्व और कृषि रसायन) की उपयोग दक्षता में सुधार करता है। और (6) फसल उत्पादकता बढ़ाता है। समतल न किए गए क्षेत्रों में पानी की कमी के कारण औसत उपज में 0.9 टन प्रति हेक्टेयर की हानि का अनुमान लगाया गया है।

पारंपरिक तरीकों से खेत का समतलन पूर्ण वांछित रूप में नही होता है। भारत में गंगा के मैदानों में भूमि की औसत क्षेत्र ढलान उत्तर–पश्चिम में 10° से 30° और पूर्वी क्षेत्र में 30° से 50° तक है। भूमि की ढलान में असमानता के कारण जल का वितरण एक समान नहीं हो पाता है, जिससे एक खेत के भीतर भी अधिक जलभराव व जल की कमी वाले कई क्षेत्र बन जाते हैं, परिणामस्वरूप इन क्षेत्रों में उपज में भी विभिन्नता आ जाती है। इन तथ्यों को ध्यान में रखते हुए और विभिन्न फसल स्थापना तकनीकों की सफलता के लिए 2001 में, लेज़र किरणों व कंप्यूटर से नियंत्रित समतलन मशीन (लेज़र लेवलर) की सहायता से सटीक भूमि समतलन की शुरुआत की गई। लेज़र लेवलर द्वारा भूमि समतलन से पुरे खेत में सिंचाई जल का वितरण एक समान होता है तथा बुवाई मशीन/ड्रिल से बीजों की बुवाई एक समान दूरी और गहराई पर होती है, अतः एक समान बीजों का वितरण सुनिश्चित होता है। उत्तर भारत के मैदानी क्षेत्रों में लेजर लेवलर द्वारा भूमि समतलन सबसे लोकप्रिय तकनीक बन गयी है। बुवाई से कम से कम एक माह पूर्व लेजर लेवलिंग करना उचित माना जाता है। लेजर द्वारा भूमि के समतलीकरण के बाद, खेत में असमतल स्थानों की पहचान करने के लिए खेत को सिंचित किया जाना चाहिए, जिसे फिर समतल किया जा सकता है। यह सिंचाई खरपतवार और पिछली धान की फसल के बीज के अंकुरण को भी उत्तेजित करती है, जिन्हें नयी फसल की बुवाई से पूर्व नष्ट किया जा सकता

लेजर द्वारा भूमि का समतलन

है। अतः लेज़र लेवलर के द्वारा भूमि का समतलीकरण एक महत्वपूर्ण तकनीक है जो बेहतर जल, खरपतवार और फसल प्रबंधन के माध्यम से सीधी बुवाई वाले धान की सफलता के लिए एक प्रवेश बिंदु है।

5.2 एक समान फसल स्थापना

किसी भी बुवाई प्रणाली के द्वारा अच्छी पैदावार प्राप्त करने के लिए खेत में पौधों का घनत्व इष्टतम होने के साथ–साथ एक समान फसल की बढवार होना भी महत्वपूर्ण है। अच्छी फसल स्थापना कई कारकों पर निर्भर करती है, जिसमें भूमि की तैयारी, बुवाई का समय, बीज दर व बीज की तैयारी, उपयोग की जाने वाली रोपण मशीनरी के प्रकार और बोने की गहराई शामिल हैं।

(अ) भूमि/क्यारी की तैयारीः क्यारी तैयार करने की विधि संरक्षण और पारंपरिक जुताई प्रणालियों के लिए भिन्न होती है। लेकिन, दोनों के लिए, बिजाई के समय क्यारी खरपतवार रहित होनी चाहिए और बुवाई के समय समतल होनी चाहिए। पारंपरिक जुताई में सूखी बुवाई के लिए, मिट्टी को अच्छी तरह से भुरभूरी किया जाना चाहिए ताकि बुवाई के लिए उपयुक्त नमी और मृदा से बीज का संपर्क अच्छा बना

रहे। रेतीली या सिल्ट लोम मृदा में, कम या न्यूनतम जुताई के साथ एक उत्कृष्ट बीज क्यारी तैयार की जा सकती है, जिससे मिट्टी का संरक्षण होता है, और लागत कम होती है। शून्य जुताई विधि से बुवाई के समय, खेत में पहले से मौजूदा वनस्पति (वार्षिक और बारहमासी खरपतवार) का प्रबंधन विभिन्न खरपतवारनाशियों द्वारा किया जा सकता है।

(ब) बुवाई का समयः दक्षिण एशिया में धान मुख्य रूप से मानसून के मौसम (नम मौसम) के दौरान उगाया जाता है। मानसून की बारिश का प्रभावी ढंग से उपयोग करने के लिए, खरीफ में धान की बुवाई का उपयुक्त समय मानसून की शुरुआत से लगभग 10–15 दिन पहले होता है। बरसात के दिनों में मिट्टी गीली होने के कारण कृषि यंत्रों का उपयोग मुश्किल हो जाता है, जिससे बुवाई में बाधा आती है। इसके अतिरिक्त, अधिक वर्षा के कारण खेत में अत्यधिक जलभराव होने के कारण बीज व बीजांकुर सड़ सकते हैं, जो फसल स्थापना पर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं। मानसून के आगमन समय के आधार पर धान की बिजाई का इष्टतम समय निम्नानुसार है–

सारणी 2. भारत के विभिन्न क्षेत्रों में बुवाई का उपयुक्तसमय

क्षेत्र	मानसून की शुरुआत	बुवाई का इष्टतम समय
पंजाब	1 से 15 जुलाई	मध्य जून से जून के तीसरे सप्ताह तक
हरियाणा	20 जून से 1 जुलाई	जून का पहला पखवाड़ा
पश्चिमी उत्तर प्रदेश	20 जून से 1 जुलाई	जून का पहला पखवाड़ा
पूर्वी उत्तर प्रदेश और बिहार	10 से 15 जून	मई के अंतिम सप्ताह से जून की शुरुआत तक
पश्चिम बंगाल	1 से 15 जून	मई का अंतिम सप्ताह

(स) बीज की प्राइमिंग और बीज उपचारः बीजों की प्राइमिंग, सूखी सीधी बुवाई वाली धान की फसल के जमाव, बढवार, उपज और गुणवत्ता को सकारात्मक रूप से प्रभावित करती है। शुष्क बुवाई के बाद, मृदा की ऊपरी सतह के सूखने के कारण फसल स्थापना बाधित होती है। प्राइमिंग की क्रिया, बीजों को जल्दी व बेहतर उभरने और जल्दी शक्ति प्रदान करती है। इसके लिए बीजों को बुवाई से पहले 10–12 घंटे के लिए पानी में भिगोकर रखा जाता है और फिर छाया में सुखाया जाता है, इसके तुरंत पश्चात ही बुवाई कर देनी चाहिए ताकि बीज खराब न हो। यह प्रक्रिया बुवाई के दौरान बीज के मुक्त प्रवाह की सुविधा प्रदान करती है। यदि बीजों को शुरू में नमी की कमी का सामना करना पड़ता है तो प्राइमड बीजों का जमाव प्रभावित होता है, इसलिए बुवाई पूर्व सिंचाई के बाद ही करनी चाहिए। बीजों व बीजांकुरों की सड़न, विभिन्न मृदा व बीज जनित कवकों या अन्य रोगजनकों जैसे दीमक और निमेटोड के कारण होती है। इन रोगकारकों से बचाव के लिए बीजों को कवकनाशी और/या कीटनाशक से

बीज की प्राइमिंग

प्राइमड बीज

उपचारित कर फसल की स्थिति में सुधार किया जा सकता है। बीज उपचार के लिए कीटनाशकों जैसे इमिडाक्लोप्रिड व थाय्मेथोक्सम और कवकनाशीयों जैसे कार्बेन्डाजिम, मेटालैक्सिल, थिरम और मैनकोजेब का उपयोग किया जा सकता है। बीजों का उपचार सूखी स्थिति में या प्राईमिंग के बाद किया जा सकता है।

(द) बीज दरः यदि खेत की तैयारी करते समय खरपतवारों का प्रभावी ढंग से प्रबंधन किया गया हो तथा ड्रिल मशीन से बुवाई की जानी हो तो उपज पर कोई प्रतिकूल प्रभाव डाले बिना बीज दर में कमी की जा सकती है। उत्तर भारत के मैदानी क्षेत्रों में परीक्षणों के आधार पर बुवाई के लिए पंक्ति से पंक्ति की दूरी 20 सेमी व पौधे से पौधे की दूरी 5 सेमी रखते हुए, 20–25 किलो प्रति हेक्टेयर की बीज दर को उपयुक्त माना गया है। पंजाब में बासमती धान के लिए 30, 40, और 50 किलो प्रति हेक्टेयर की बीज दरों का मूल्यांकन किया गया, और 30 किलो प्रति हेक्टेयर की बीज दर को उपयुक्त माना गया।

(य) बुवाई मशीन का चुनावः किसी भी फसल की बुवाई के लिए उपयुक्त मशीन का चयन एक मुख्य बिंदु है। एक आदर्श बुवाई मशीन उसे माना जाता है जो पौधे से पौधे व पंक्ति से पंक्ति की वांछित दूरी बनाये रखते हुए, उचित गहराई पर और सटीक बीजदर के साथ फसल की बुवाई कर सके। धान की सीधी बुवाई के लिए मुख्यतः निम्नलिखित मशीनों का इस्तेमाल किया जा सकता है–

- जीरो टिल ड्रिल
- टर्बो सीडर/हैप्पी सीडर
- सुपर हैप्पी सीडर

उपरोक्त सभी मशीनें, कीमत, ऊर्जा आवश्यकताओं (ट्रेक्टर क्षमता) और क्रियाविधि के आधार पर एक दूसरे से भिन्न है। अतः उपयुक्त मशीन का चयन, क्षेत्र विशेष में मशीन उपलब्धता तथा आवश्यकताओं के आधार पर किया जा सकता है।

हैप्पी सीडर

जीरो टिल ड्रिल

सुपर हैप्पी सीडर

(र) नमी और बुवाई की गहराईः पंक्ति से पंक्ति की आपसी दूरी 20 सेमी रखते हुए, धान की सीधी बुवाई, सूखी स्थिति में 2–3 सेमी व पूर्व सिंचित खेत में 3–5 सेमी गहराई पर करना उपयुक्त माना जाता है। बुवाई अत्यधिक गर्मी के दिनों के दौरान की जाती है तथा इन दिनों में खुले पैन की वाष्पीकरण दर 8–12 मिमी प्रतिदिन तक पहुँच जाती है। इस कारण मृदा की सतह बहुत जल्दी सूख जाती है और बीजों के अंकुरण के लिए आवश्यक नमी की मात्रा में कमी हो सकती है, जिसके फलस्वरूप अंकुरण पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ सकता है। अतः अंकुरण अवधि के दौरान मृदा में पर्याप्त नमी बनाये रखना अति आवश्यक है। सीधी बुवाई के लिए या तो सूखे खेत में बुवाई करने के बाद हल्की सिंचाई की जा सकती है या पूर्व सिंचाई के बाद नम मृदा में बुवाई की जा सकती है। हालाँकि, बाद की स्थिति में, नमी संरक्षण और मृदा–बीज संपर्क में सुधार होता है जिससे एक समान फसल स्थापना सुनिश्चित होती है।

5.3. सटीक जल प्रबंधन

सूखी बुवाई की स्थिति में, विशेष रूप से फसल स्थापना चरण के दौरान (बुवाई से 7–15 दिन) सटीक जल प्रबंधन अति महत्वपूर्ण है। बुवाई से लेकर पौधों के उभरने तक, मृदा को नम रखना चाहिए लेकिन संतृप्त नहीं करना चाहिए ताकि बीज व बीजांकुर सड़ें नहीं। सूखी मिट्टी में बुवाई के बाद, यदि बारिश की संभावना नहीं है तो मिट्टी को गीला करने के लिए फ्लश सिंचाई कर देनी चाहिए, तत्पश्चात पौधों तीन पत्ती अवस्था में खेत को संतृप्त करना आवश्यक है। यह प्रक्रिया न केवल अच्छी जड़ और

अंकुर स्थापना सुनिश्चित करती है बल्कि खरपतवार के बीजों के अंकुरण को भी बढ़ाती है। इसलिए, खरपतवार के जमाव और विकास को रोकने के लिए एक प्रभावी पूर्व–उद्भव शाकनाशी के साथ प्रारंभिक खरपतवार प्रबंधन बहुत महत्वपूर्ण है।

जैसा कि पहले ही चर्चा की जा चुकी है, फसल स्थापना के दौरान खेत में जल के एक समान वितरण के साथ–साथ आसान जल निकासी के लिए भूमि का समतलन अति महत्वपूर्ण है। प्रारंभिक फसल अवस्था में, उचित भूमि समतलन के अभाव में असमान जल वितरण और/या खराब जल निकासी के कारण खेत के अधिक जल भराव वाले भागों में फसल के विफल होने की संभावना होती है। इसके अतिरिक्त, एक समान पानी की गहराई को बनाए रखने और रिसाव के माध्यम से पानी के नुकसान को सीमित करने के लिए खेत में मेड़ प्रबंधन एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। अतः बुवाई के तुरंत बाद जितनी जल्दी हो सके खेत में मेड़ बन्दी कर देनी चाहिए।

सीधी बुवाई वाली धान की फसल में मुख्यतः जुताई, पुष्प गुच्छ की शुरुआत और दानों के भराव के समय जल तनाव से बचने और मृदा में उचित नमी बनाए रखने की सिफारिश की जाती है। पुष्पन अवस्था के समय पानी के तनाव से बचाने के लिए अधिकतम पुष्पन से 1 सप्ताह पूर्व और बाद में खेत में पानी भर देना चाहिए क्योंकि यह अवस्था जल तनाव के प्रति सर्वाधिक संवेदनशील अवस्था होती है।

फसल के पूर्ण विकास के पश्चात, निम्नलिखित चार विकल्पों के आधार पर व्यापक जल प्रबंधन किया जा सकता है:

(i) निरंतर जल भराव।

(ii) बार–बार सिंचाई, जिसमें खेत में उथली गहराई (5 सेमी) तक सिंचाई की जाती है तथा कुछ दिनों बाद जब खेत सूखने लगता है तो पुनः सिंचाई की जाती है।

(iii) दुर्लभ सिंचाई, जहां अत्यधिक जल तनाव की स्थिति में ही सिंचाई की जाती है।

(iv) बारानी परिस्थितियों में सिंचाई नहीं करना।

सूखी सीधी बुवाई वाले धान की फसल से, कम पानी में अधिक पैदावार प्राप्त करने के उद्देश्य को ध्यान में रखते हुए, सिंचाई के लिए बार–बार सिंचाई के विकल्प को प्राथमिकता दी जाती है। इसके साथ–साथ, सूखी सीधी बुवाई वाली फसल में मृदा में दरारें कम होने के कारण सिंचाई अंतराल, रोपण प्रणाली से प्रतिरोपित धान की तुलना में अधिक लंबा हो सकता है।

5.4. प्रभावी और कुशल खरपतवार प्रबंधन

डीएसआर में प्रभावी और टिकाऊ खरपतवार प्रबंधन के लिए एकीकृत खरपतवार प्रबंधन संस्तुत किया जाता है। एकीकृत खरपतवार प्रबंधन को मुख्यतः (अ). कर्षण क्रियाएँ, (ब). रासायनिक नियंत्रण

और (स). यांत्रिक नियंत्रण में वर्गीकृत किया जा सकता है। विशिष्ट समस्याग्रस्त खरपतवारों की कार्यिकी और पारिस्थितिकी की समझ के माध्यम से खरपतवारों के जीवन चक्र के संवेदनशील पहलुओं की पहचान करने में मदद मिलती है, जिन्हें प्रबंधन के लिए कुशलतापूर्वक लक्षित करके, एकीकृत खरपतवार प्रबंधन की दक्षता को बढ़ाया जा सकता है।

सारणी 3. सीधी बुवाई वाले धान में सामान्यतः पाए जाने वाले खरपतवार

खरपतवार समूह	खरपतवार प्रजाति
घास	*इचिनोक्लोआ कोलोना* (जंगली धान), इचिनोक्लोआ क्रूस–गैली (बार्नयार्ड घास), *पासपालम डिस्टिचम* (गाँठ–घास), *लेप्टोक्लोआ चिनेंसिस* (चीनी स्प्रैंगलटॉप), *साइनाडॉन डैक्टिलॉन* (बरमूडा घास), *पैनिकम डाइकोटोमिफ्लोरम* (झूठी पैनीग्रास), *एलुसिन डिजिटेरिया सेंगुइनालिस, इस्चेमम रगोसुम*
चौड़ी पत्ती वाले	*लुडविगिया हिसोपिफोलिया, गैलिंसोगा सिलिआटा* (बालों वाली गैलिंसोगा), *एक्लिप्टा प्रोस्ट्रेटा* (झूठी डेज़ी), *सायनोटिस* स्पि., *एग्रेटम कोनीज़ोइड्स* (बकरी घास), *अल्टरनेथेरा फिलोक्सरॉइड्स* (एलीगेटर वीड), *कॉमेलिना बेंघालेंसिस* (ट्रॉपिकल स्पाइडर वोर्ट)
सेज कुल	*फिम्ब्रीस्टाइलिस लिटोरालिस* (ग्लोब फ्रिंजरश), *साइपरस रोटंडस* (बैंगनी नटसेज), *साइपरस इरिया, साइपरस डिफॉर्मिस, स्किपरस जंकोइड्स*

(अ). कर्षण क्रियाओं द्वारा प्रबंधन

1. स्टेल बीज शैय्या तकनीकः इस तकनीक में बीज शैय्या (क्यारी) तैयार करने के बाद खेत की सिंचाई की जाती है और बिना बोये छोड़ दिया जाता है ताकि खरपतवार अंकुरित हो सकें। उभरने के बाद, खरपतवारों को या तो एक गैर–चयनात्मक शाकनाशी (आमतौर पर पैराक्वाट) द्वारा या बुवाई से पहले जुताई करके नष्ट कर दिया जाता है। यह तकनीक न केवल खरपतवार के जमाव को कम करती है बल्कि मृदा में पड़े खरपतवारों के बीजों (जिसे मृदा खरपतवार बीज बैंक भी कहा जाता है) की संख्या को भी कम करती है। स्टेल बीज शैय्या तकनीक की सफलता कई कारकों पर निर्भर करती हैः (i). बीज शैय्या तैयार करने की विधि, (ii). खरपतवार प्रबंधन विधि, (iii). खरपतवारों की प्रजातियां, (iv). स्टेल बीज शैय्या की अवधि और (v). स्टेल बीज शैय्या अवधि के दौरान मौसम की स्थिति (जैसे, तापमान)। कुछ खरपतवार प्रजातियां जैसे साइपरस आइरिया, साइपरस डिफोर्मिस, फिम्ब्रिस्टेलिस मिलिआसिया, लेपटोक्लोया चिनेंसिस और एक्लिप्टा प्रोस्ट्रेटा (एल.), अपनी कम बीज सुसुप्तता और 1 सेमी से अधिक गहराई से भी उभरने की उनकी क्षमता के कारण, स्टेल बीज शैय्या तकनीक के लिए अपेक्षाकृत अधिक संवेदनशील हो सकती हैं । सूखी सीधी बुवाई वाली फसल में यांत्रिक विधि से खरपतवार नियंत्रण की तुलना में गैर–चयनात्मक शाकनाशी से रासायनिक नियंत्रण अधिक प्रभावी होता है क्योंकि यह मृदा में पड़े खरपतवार बीजों को अंकुरण क्षेत्र में लाए बिना भी नष्ट कर देते हैं। व्यवहारिक स्थिति में, स्टेल बीज शैय्या की अवधि खरपतवारों को उभरने के लिए पर्याप्त समय उपलब्ध करवाते हुए फसल के उपयुक्त रोपण समय के आधार पर निर्धारित की जा सकती है।

2. भूमि की तैयारी – जुताई और समतल करना: फसल बोने से पहले जुताई और सटीक भूमि समतलन के साथ भूमि की तैयारी, डीएसआर में खरपतवारों का प्रबंधन करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। जुताई तथा भूमि की तैयारी के लिए की गयी क्रियायें, मृदा में खरपतवारों के बीजों के वितरण को निर्धारित करती है जो फसल अंकुर स्थापना को प्रभावित करती है। यदि पहले 2–3 वर्षों में खरपतवारों का प्रभावी ढंग से प्रबंधन किया जाए तो शून्य जुताई से खरपतवार की समस्या कम हो सकती है और प्रबंधन को आसान बनाया जा सकता है। शून्य जुताई कुछ प्रजातियों के मृदा खरपतवार बीज बैंक में पड़े बीजों की संख्या को भी कम कर सकती है क्योंकि मृदा सतह पर पड़े बीजों के नष्ट होने और सूखने की संभावना अधिक होती है। इसके अलावा, शून्य जुताई प्रणाली में सतह पर पड़े पूर्व फसल अवशेषों द्वारा निर्मित भौतिक वातावरण, खरपतवार बीज भक्षियों के लिए एक आवास प्रदान करता है और अधिक सूक्ष्मजीवीय गतिविधियों के कारण खरपतवार बीजों के क्षय के लिए अधिक अनुकूल परिस्थितियां प्रदान करता है। इसलिए, वार्षिक खरपतवारों (मुख्य रूप से बीज द्वारा पुनरुत्पादित) के लिए, कम जुताई के परिणामस्वरूप खरपतवार बीजों के अस्तित्व में कमी आ सकती है और बीज उत्पादन में वृद्धि नहीं होती है। हालांकि, यदि शुन्य जुताई विधि द्वारा फसल बोने से पहले एक गैर–चयनात्मक शाकनाशी द्वारा खरपतवारों को प्रभावी ढंग से नियंत्रित नहीं किया जाता है तो वानस्पतिक रूप से प्रजनन करने वाले बारहमासी खरपतवारों की समस्या बढ़ सकती है । कुछ स्थितियों में, जहां खरपतवार नियंत्रण उप–इष्टतम होता है और खरपतवार बीज भार अपेक्षाकृत अधिक होता है, पारंपरिक जुताई एक अधिक उपयुक्त विकल्प हो सकती है क्योंकि जुताई खरपतवार के बीजों को अंकुरण क्षेत्रों के नीचे दबा सकती है और उनके अंकुरण को रोककर खरपतवार की समस्याओं को कम कर सकती है।

सटीक भूमि समतलन कुशल जल प्रबंधन और शाकनाशी दक्षता में सुधार करके खरपतवार प्रबंधन में मदद करता है। ऐसा अनुमान है की यह क्रिया खरपतवारों की संख्या को 40%, निराई के लिए श्रम आवश्यकता को 75%, और निराई लागत को 40% तक कम करने में क्षमतावान हो सकती है।

3. ढैंचा सहकर्षण: ढैंचा, धान की खेती में हरी खाद के रूप में बोये जाने वाली फलीदार फसल है जिसे या तो धान की बुवाई से पहले या धान के साथ मिश्रित फसल के रूप में उगाया जा सकता है। इसे धान के साथ 25 किग्रा/हेक्टेयर की दर से बोया जाता है। बुवाई के 25–30 दिनों के बाद, जब यह लगभग 30–40 सेमी लंबा हो जाता है, तो इसे चयनात्मक शाकनाशी (2,4–डी एस्टर) द्वारा मार दिया जाता है। यह सह कृषि तकनीक धान की उपज पर बिना किसी प्रतिकूल प्रभाव के खरपतवारों की आबादी को लगभग आधी कर सकती है।

इस तकनीक की प्रभावशीलता को अंकुरण से पूर्व शाकनाशी (पेन्डीमेथालिन) के प्रयोग द्वारा और बढ़ाया जा सकता है। पेंडीमेथालिन घास कुल की खरपतवार प्रजातियों का प्रबंधन करने में प्रभावी होता है। इसलिए, इस तकनीक में घास खरपतवारों की समस्या को दूर करने के लिए पेंडिमथेलिन को अंकुरण से पूर्व में उपयोग करने की सिफारिश की जाती है।

हरी खाद (ढैंचा)

खरपतवार दमन के अलावा, ढैंचा सहकर्षण वायुमंडलीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण बढ़ाता है और उन क्षेत्रों में फसल के जमाव को आसान करता है जहां मृदा की सतह पर कठोर परत निर्माण की समस्या ज्यादा होती है। लेकिन, यदि लगातार बारिश के कारण 2,4–डी के छिड़काव में देरी हो जाती है या अन्य किसी कारणवश छिड़काव अप्रभावी हो जाता है तो यह सहकर्षण क्रिया धान के साथ प्रतिस्पर्धा का जोखिम पैदा कर, उत्पादन की लागत में भी वृद्धि कर सकती है।

4. अवशेष मल्चिंगः अवशेष मल्चिंग/खेत में पूर्व फसल के अवशेषों को भूमि सतह पर बनाए रखकर खरपतवारों की प्रारंभिक वृद्धि को कम करके उन्हें दबाया जा सकता है। यह अवशेष उभरते खरपतवारों के लिए एक भौतिक बाधा उत्पन्न कर उनकी वृद्धि को रोकते है तथा इनके अपघटन से कई तरह के रसायन (एलीलोकेमिकल्स) मृदा में घुलते है जो खरपतवारों के विकास पर प्रतिकूल प्रभाव डालते है। एक अध्ययन में पाया गया कि डीएसआर में प्रति हेक्टेयर 4 टन गेहूं के अवशेषों से मल्चिंग करने से खेत में घास कुल के खरपतवारों में 44–47% और चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों में 56–72% की कमी

आई। इसके परिणामस्वरूप, बिना मल्च वाले खेतों की तुलना में मल्चिंग किये हुए खेतों में अनाज की पैदावार 17–22% अधिक हुई। वास्तविक स्थितियों में, प्रभावी खरपतवार प्रबंधन के लिए अधिक मात्रा में फसल अवशेषों की आवश्यकता हो सकती है। इसके अतिरिक्त, फसल अवशेषों का मल्चिंग के लिए उपयोग करने से उनको जलाने से होने वाले मृदा कार्बनिक पदार्थों की क्षति और पर्यावरण प्रदूषण को कम किया जा सकता है।

धान में, फसल अवशेषों से मल्चिंग केवल शून्य जुताई के साथ सीधी बुवाई की स्थिति में ही की जा सकती है जबकि रोपण प्रणाली से धान उत्पादन में खेत में लगातार जलभराव के कारण यह क्रिया असंभव होती है। मल्चिंग के लिए फसल के अवशेषों को बुवाई से पहले खेत में एक समान रूप से फैला देना चाहिए ताकि इष्टतम फसल स्थापना सुनिश्चित हो सके।

अवशेष मल्चिंग से खरपतवार दमन

(ब) रासायनिक प्रबंधन

खरपतवारों के जमाव और वृद्धि के प्रारम्भिक चरण में रासायनिक प्रबंधन उपायों का प्रयोग अधिक लाभप्रद माना जाता है क्योंकि इन अवस्थाओं में खरपतवार नियंत्रण आसान होता है। डीएसआर में खरपतवार–फसल प्रतिस्पर्धा की मुख्य अवधि बुवाई के 15–45 दिनों के बाद मानी जाती है। यदि इस

समयावधि के दौरान खरपतवारों का प्रबंधन प्रभावी रूप से किया जाता है तो खरपतवारों से होने वाली उपज हानि न्यूनतम होती है।

किसी भी क्षेत्र विशेष में पाई जाने वाली खरपतवार प्रजातियों के आधार पर सही शाकनाशी का चयन करना अत्यंत महत्वपूर्ण है। इसके अतिरिक्त अनुप्रयोग के लिए सही दर, समय और तकनीकों का उपयोग, कुशल नियंत्रण के लिए निर्धारक बिंदु माने जाते हैं। शून्य जुताई सहित सूखी सीधी बुवाई प्रणाली में बुवाई से पूर्व तथा बुवाई के बाद (अंकुरण से पूर्व व अंकुरण के बाद) खरपतवार नियंत्रण के लिए किये जाने वाले शाकनाशीयों के छिड़काव का विवरण निम्नलिखित है।

1. बुवाई से पूर्व शाकनाशी: बुवाई से पहले खेत में मौजूद वार्षिक और बारहमासी खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए शून्य जुताई प्रणाली के तहत विशेषतः बुवाई से पूर्व शाकनाशी का उपयोग किया जाता है। इस समय छिड़काव के लिए मुख्यतः पैराक्वाट शाकनाशी के उपयोग की सिफारिश की जाती है। पैराक्वाट एक गैर–चयनात्मक संपर्क शाकनाशी है, और इसका उपयोग केवल वार्षिक खरपतवारों को नष्ट करने के लिए किया जाना चाहिए। चूँकि यह शाकनाशी मृदा में निलंबित धातु कणों और धातु की सतह के प्रति क्रियाशीलता दर्शातें है व इस कारण इसकी उपयोग दक्षता कम हो सकती है, इसलिए घोल तैयार करने के लिए साफ़ पानी और प्लास्टिक कंटेनर का उपयोग किया जाना चाहिए।

2. अंकुरण से पूर्व शाकनाशी: डीएसआर में खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए पेंडीमेथालिन (1.0 किग्रा ए.आई./हेक्टेयर), ऑक्साडियार्गिल (0.09 किग्रा ए.आई./हेक्टेयर), और पायराज़ोसल्फ्यूरॉन (0.02 किग्रा ए.आई. /हेक्टेयर) को अंकुरण से पूर्व छिडकाव के लिए प्रभावी शाकनाशी के रूप में बताया गया है। अंकुरण से पूर्व शाकनाशियों की सक्रियता के लिए मृदा में पर्याप्त नमी की आवश्यकता होती है। पेंडीमेथालिन का छिड़काव बुवाई के 2–3 दिन के भीतर कर देना चाहिए क्योंकि छिड़काव में देरी होने की स्थिति में यह फसल को नुकसान पहुंचा सकती है।

सारणी 4. भारत में सूखी डीएसआर में खरपतवार प्रबंधन के लिए इस्तेमाल किये जाने वाली शाकनशीयां

शाकनाशी	अनुप्रयोग मात्रा (ग्राम/हे)	अनुप्रयोग समय (बुवाई के पश्चात् दिन)	नियंत्रित खरपतवार प्रजातियाँ
अज़िम्सल्फुरॉन	17.5–35	15–20	सायप्रस *रोटुन्डस* एल. जैसे वार्षिक और बारहमासी, कुछ घास कुल व चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
बिस्पायरिबेक–सोडियम	25	15–25	*एकीनोक्लोवा* स्पि. व अन्य वार्षिक और बारहमासी, कुछ घास कुल व चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
कार्फेंटराजोन	20	15–20	चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
क्व्हलोफोप–ब्यूटाइल	120	15–20	वार्षिक घास कुल के खरपतवार

शाकनाशी	अनुप्रयोग मात्रा (ग्राम/हे)	अनुप्रयोग समय (बुवाई के पश्चात् दिन)	नियंत्रित खरपतवार प्रजातियाँ
एथोक्सिसल्फयूरोन	18	15–20	चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार तथा वार्षिक सेज कुल के खरपतवार
2,4–डी इथाइल एस्टर	500	15–25	चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार तथा वार्षिक सेज कुल के खरपतवार
फिनोक्साप्रोप एथिल	60	25	वार्षिक घास कुल के खरपतवार
फिनोक्साप्रोप एथिल+ सेफनर	60–90	15–20	वार्षिक घास कुल के खरपतवार
ओक्साडीअर्जिल	90	1–3 (पर्याप्त नमी अति आवश्यक)	घास, चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार व सेज कुल के खरपतवार
पेंडिमेथालिन	1000	1–3	अधिकतम घास कुल के खरपतवार, कुछ चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार व वार्षिक सेज कुल के खरपतवार
पेनोक्सुलम	22.5	15–25	घास, चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार व वार्षिक सेज कुल के खरपतवार
ट्रीक्लोपायर	500	15–20	चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार
बिस्पयरीबेक सोडियम + अज़िम्सल्फुरोन	25+17.5	15–25	घास, चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार व वार्षिक सेज कुल के खरपतवार जैसे *सायप्रस रोटुन्डस*
क्लोरिम्युरोन + मेटसल्फुरोन–मिथाइल	4	15–25	चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार व वार्षिक सेज कुल के खरपतवार
बिस्पयरीबेक सोडियम + पायरजोसल्फुरोन	25+25	15–20	घास, चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार व वार्षिक सेज कुल के खरपतवार जैसे *सायप्रस रोटुन्डस*
फेनोक्साप्रोप एथिल+एथोक्सीसल्फुरोन	56+18	15–25	घास कुल के सभी खरपतवार, चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार व सेज कुल के खरपतवार

(Rao *et al*., 2017)

3. अंकुरण के बाद शाकनाशीः घास, चौड़ी पत्ती और सेज को नियंत्रित करने के लिए बिस्पाइरिबैक (0.025 किग्रा/ हेक्टेयर) को अंकुरण के बाद (बुवाई के 15–25 दिन बाद), साइपरस रोटंडस सहित चौड़ी पत्ती और सेज को नियंत्रित करने के लिए अजीमसल्फ्यूरॉन (0.020 किग्रा/ हेक्टेयर) और इचिनोक्लोआ स्पि. को छोड़कर घास को प्रभावी ढंग से नियंत्रित करने के लिए फेनोक्साप्रॉप + सेफनर (0.067–0.083 किग्रा / हेक्टेयर) का प्रयोग करना चाहिए।

लंबे समय तक एक ही शाकनाशी का निरंतर उपयोग नहीं करना चाहिए क्योंकि इससे खरपतवारों में उस शाकनाशी के लिए प्रतिरोध विकसित हो सकता है। अतः दो या दो से अधिक शाकनाशीयों को मिश्रण के रूप में प्रयोग में लिया जाना चाहिए। शाकनाशीयों के मिश्रण का उपयोग तब ही प्रभावी बनाया जा सकता है जब मिश्रण के लिए उपयोग में ली जाने वाली शाकनाशियों का खरपतवार नियंत्रण स्पेक्ट्रम भिन्न–भिन्न हो।

(स) यांत्रिक प्रबंधन

हालाँकि, ज्यादातर स्थितियों में केवल हाथ से निराई पर निर्भर रहना किफायती नहीं होता है लेकिन कभी–कभी उन खरपतवारों को हटाने के लिए एक या दो बार हाथ से निराई की आवश्यकता हो सकती है जिन्हें अन्य खरपतवार नियंत्रण विधियों द्वारा नियंत्रित नहीं किया जा सका हो। डीएसआर में यांत्रिक निराई के लिए रोटरी वीडर और कोनो वीडर खरपतवारों को नियंत्रित करने के लिए प्रभावी उपकरण माने जाते हैं।

डीएसआर में खरपतवार प्रबंधन के लिए एक अच्छी तरह से समतल शून्य–जोत वाली भूमि के साथ एक स्टेल बीज शैया और अवशेष मल्चिंग प्रभावी विधियाँ हो सकती हैं। इनके अतिरिक्त, स्वच्छ और प्रमाणित बीजों का उपयोग, बांधों और नहरों को साफ रखना, अच्छी फसल स्थापना, अधिक खरपतवार–दमन क्षमता वाली किस्में और सटीक और उचित जल प्रबंधन आदि डीएसआर में खरपतवारों को कम करने में मदद करते हैं।

रोटरी वीडर

कोनो वीडर

खरपतवारों का यांत्रिक प्रबंधन

संक्षेप में, डीएसआर में खरपतवार प्रबंधन के लिए एकीकृत रणनीतियों के निम्न घटक हैं (1) स्टेल बीज शैया तकनीक, (2) स्वच्छ और प्रमाणित बीजों का उपयोग, (3) डीएसआर की स्थिति के लिए उपयुक्त नए शाकनाशी रसायन, (4) अधिक प्रारंभिक शक्ति और खरपतवार–प्रतिस्पर्धी क्षमता वाली उच्च उपज देने वाली धान की किस्में, (5) सटीक जल प्रबंधन, (6) यांत्रिक उपकरणों का उपयोग और हाथ से निराई, (7) खरपतवार प्रबंधन के लिए फसल अवशेषों का उपयोग, और (8) जुताई अभ्यास (जैसे, शून्य जुताई) का उपयोग जो खरपतवारों के बीजों के क्षय के लिए आवास प्रदान करते है।

5.5. उर्वरक प्रबंधन

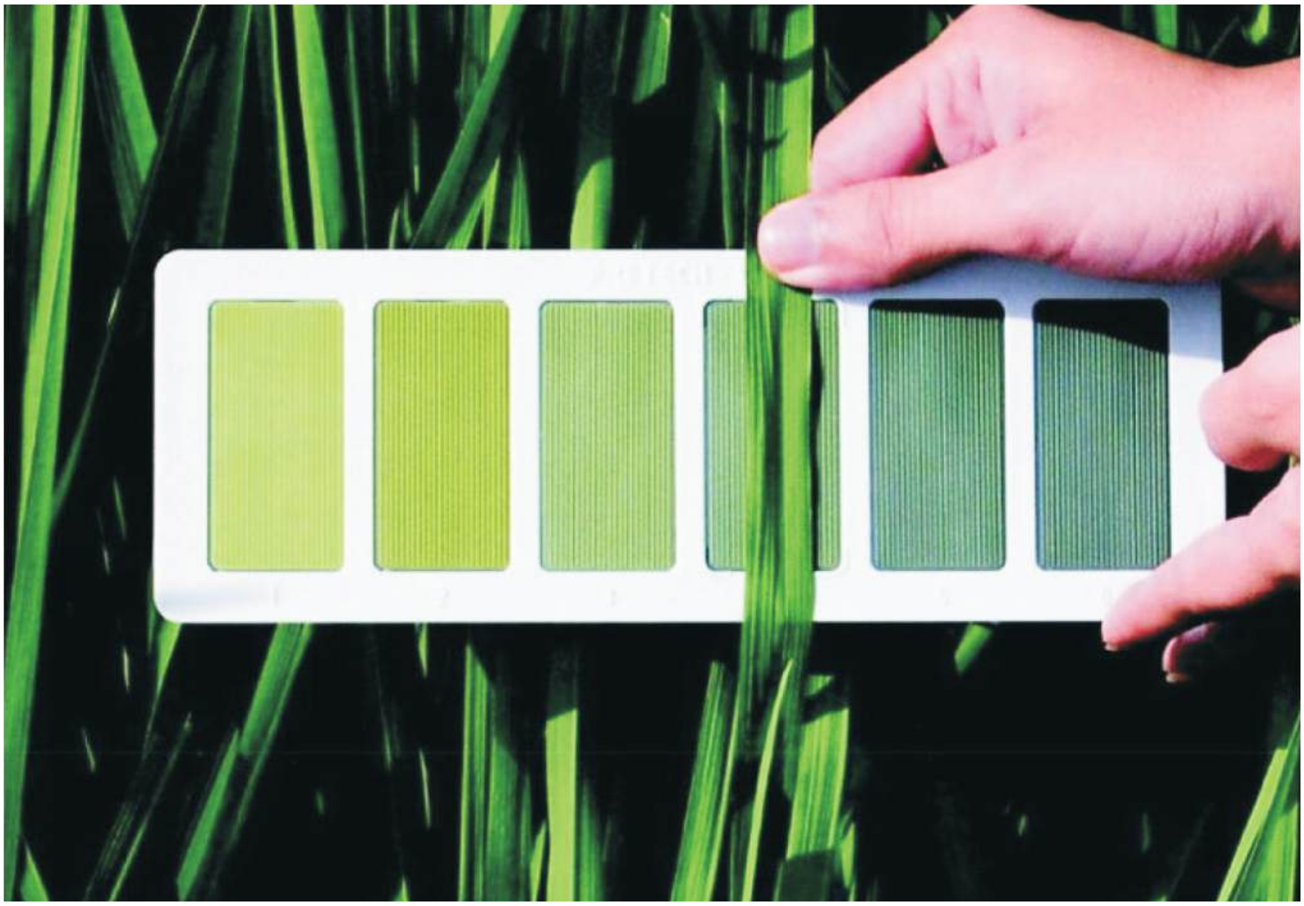
डीएसआर में, अधिक वायवीय स्थितियों और वैकल्पिक नम/सूखे समयांतरालों के कारण, नाइट्रोजन और सूक्ष्म पोषक तत्वों जैसे जस्ता और लोहा सहित कई पोषक तत्वों की उपलब्धता में बाधा होने की संभावना होती है। इसके अतिरिक्त, डीएसआर में नाइट्रिफिकेशन/डिनाइट्रिफिकेशन, वाष्पीकरण

और लीचिंग के कारण नाइट्रोजन की हानि अधिक होने की संभावना होती है। इस विधि से धान उत्पादन में नाइट्रोजन, फॉस्फोरस व पोटाश उर्वरकों के लिए सामान्य सिफारिशें रोपण प्रणाली से रोपित धान के समान होती हैं, सिवाय इसके कि इसमें नाइट्रोजन की मात्रा (22.5–30 किग्रा/हेक्टेयर) अधिक रखने की अनुशंषा की जाती है। नाइट्रोजन की मात्रा में यह वृद्धि प्रारंभिक अवस्था में मृदा खनिजीकरण से नाइट्रोजन के अधिक नुकसान और कम उपलब्धता के साथ–साथ डीएसआर में मुख्य खेत में फसल की लंबी अवधि के लिए अतिरिक्त छः आवश्यकताओं की क्षतिपूर्ति करती है। बीज–सह–उर्वरक ड्रिल/प्लांटर का उपयोग करते हुए, बुवाई के समय फॉस्फोरस और पोटाश की पूरी और नाइट्रोजन की एक तिहाई मात्रा दी जाने की सिफारिश की जाती है। बीज और उर्वरक की सह–बुवाई से मृदा में उर्वरक व बीज की भौतिक दूरी अत्यंत कम होने के कारण उर्वरक दक्षता में सुधार आता है। धान की उपज को अधिकतम करने और विभिन्न कारणों से होने वाली नाइट्रोजन की हानियों को कम करने के लिए, नाइट्रोजन की कुल आवश्यक मात्रा को विभाजित कर अनुप्रयोग करना चाहिए। विभाजित अनुप्रयोग महत्वपूर्ण विकास अवस्थाओं में फसल की मांग के लिए नाइट्रोजन की आपूर्ति सुनिश्चित करता है। नाइट्रोजन की शेष दो–तिहाई मात्रा को, समान दो भागों में विभाजित कर–सक्रिय कल्ले फूटने और पुष्पगुच्छ शुरू होने की अवस्थाओं में छिड़काव करना चाहिए। डीएसआर के लिए निम्नलिखित उर्वरक मात्रा की सिफारिश की जाती है:–

- **स्थानीय किस्में:** 150 से 165 किग्रा नाइट्रोजन/हेक्टेयर, 60 किग्रा फॉस्फोरस/हेक्टेयर, 60 किग्रा पोटाश/हेक्टेयर, और 25 किग्रा जिंक सल्फेट/हेक्टेयर

- **उन्नत/संकर किस्में:** 60–75 किग्रा नाइट्रोजन/हेक्टेयर, 30 किग्रा फॉस्फोरस/हेक्टेयर और 25 किग्रा पोटाश/हेक्टेयर

इसके अलावा, लीफ कलर चार्ट (LCC) की सहायता से आवश्यक मात्रा ज्ञात कर नाइट्रोजन प्रबंधन किया जा सकता है। LCC का उपयोग दो विकल्पों के आधार पर किया जा सकता है। नियत समय के विकल्प में, पूर्व निर्धारित अवस्थाओं (सक्रिय कल्ले फूटने और पुष्पगुच्छ की शुरुआत) पर छिड़काव के लिए निर्धारित आवश्यक नाइट्रोजन मात्रा को पत्ती के रंग के आधार पर कम या ज्यादा समायोजित किया जा सकता है। वास्तविक समय विकल्प में, कल्ले फूटने की शुरुआत (20 DAS) की अवस्था के बाद पत्तों के रंग की निगरानी 7–10 दिनों के नियमित अंतराल पर की जाती है और जब भी रंग एक महत्वपूर्ण सीमा मूल्य से कम होता है तो नाइट्रोजन का छिड़काव किया जाता है। उच्च उपज देने वाली संकर किस्मों के लिए नाइट्रोजन अनुप्रयोग के लिए LCC मान 4, जबकि बासमती धान के लिए LCC मान 3 होना चाहिए। डीएसआर में नाइट्रोजन हानि अधिक होने के कारण इसमें कुशल नाइट्रोजन प्रबंधन की आवश्यकता होती है।



डीएसआर में एलसीसी का प्रयोग

डीएसआर में लोहे की कमी के लक्षण

6. संभावनाएं

- उचित प्रबंधन पद्धतियों के साथ सीधी बुवाई के लिए धान की नई किस्मों के विकास से डीएसआर को अपनाने में मदद मिल सकती है।
- सूक्ष्म तत्वों का उचित प्रबंधन भी आवश्यक है क्योंकि डीएसआर से सूक्ष्म तत्वों की उपलब्धता कम हो जाती है।
- उचित समतलीकरण के साथ उचित मिट्टी के प्रकार का चयन, जल उपयोग दक्षता और उत्पादकता को बढ़ाने में मदद कर सकता है।
- इसके अलावा, फसल की किस्मों के चयन के साथ प्रारंभिक औज़ (विगर) और कम अवधि के साथ बौनी किस्मों जैसे लक्षणों के साथ जल उपयोग दक्षता को और अधिक बढ़ाया जा सकता है।
- बीज प्राइमिंग तकनीक में सुधार कर फसल की बढवार में और सुधार किया जा सकता है।
- डीएसआर में होने वाली नाइट्रोजन हानि को कम करने की रणनीति पर काम किया जा सकता है।

NOTES

NOTES

हर कदम, हर डगर
किसानों का हमसफर
भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद
Agrisearch with a human touch

स्वच्छ भारत
एक कदम स्वच्छता की ओर

ICAR-Agricultural Technology Application Research Institute

Zone-II, Jodhpur-342 005, Rajasthan, India

Phone: 0291-2748412, 2740516 Fax: 0291-2744367
E-mail: atarijodhpur@gmail.com; zpd6jodhpur@gmail.com
Website: www.atarijodhpur.res.in