

भारत में टिकाऊ श्री अन्न उत्पादन के लिए उत्तम कृषि प्रथाएं (जीएपी) नियमावली

बी गंगय्या
विकास कुमार
और
सी तारा सत्यवती



भा.कृ.अनु.प. - भारतीय श्री अन्न अनुसंधान संस्थान

वैश्विक श्री अन्न उत्कृष्टता केन्द्र

राजेन्द्रनगर, हैदराबाद - 500 030. तेलंगाना, भारत



भारत में टिकाऊ श्री अन्न उत्पादन के लिए उत्तम कृषि प्रथाएं (जीएपी) नियमावली

बी गंगय्या
विकास कुमार
और
सी तारा सत्यवती



भा.कृ.अनु.प. - भारतीय श्री अन्न अनुसंधान संस्थान
वैश्विक श्री अन्न उत्कृष्टता केन्द्र
राजेन्द्रनगर, हैदराबाद - 500 030. तेलंगाना, भारत



उद्धरण

गंगय्या, बी., कुमार, वि. और सी. तारा सत्यवती। २०२५. भारत में टिकाऊ श्री अन्न उत्पादन के लिए उत्तम कृषि प्रथाएं (जीएपी) नियमावली। आईसीएआर-भारतीय श्री अन्न अनुसंधान संस्थान, हैदराबाद, ५०० ०३०, तेलंगाना, भारत पृष्ठ १३३

© २०२५: आईसीएआर-भारतीय श्री अन्न अनुसंधान संस्थान

दिसंबर, २०२५

आईएसबीएन: ९७८-९३-९४६७३-८३-३

द्वारा प्रकाशित

निदेशक,

आईसीएआर- भारतीय श्री अन्न अनुसंधान संस्थान (मिलेट्स (श्री अन्न) में वैश्विक उत्कृष्टता केंद्र), राजेंद्र नगर, हैदराबाद ५०० ०३०, तेलंगाना, भारत

फ़ोन: +९१-४०-२४५९९३०० फ़ैक्स: +९१-४०-२४५९९३०४

आभार:

टीसीपी/आरएएस/३९०९ परियोजना के अंतर्गत संयुक्त राष्ट्र खाद्य एवं कृषि संगठन के वित्तीय सहयोग से

मुद्रित:

फ्रंटेंज मार्केटिंग

पुष्पलागुडा, हैदराबाद

तेलंगाना, भारत

फ़ोन: 9966784959



डॉ. मांगी लाल जाट
सचिव, कृषि अनुसंधान एवं शिक्षा विभाग एवं महानिदेशक, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद।
कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय
भारत सरकार, नई दिल्ली

प्रस्तावना

मिलेट्स भारत के कठोर और नाजुक पारिस्थितिकी तंत्र/क्षेत्रों में कृषि की रीढ़ है, जहाँ खेती काफी हद तक अनियमित मानसून, बार-बार नमी की कमी और मोटे मिट्टी वाली ज़मीनों पर उच्च तापमान पर निर्भर करती है। इन चुनौतियों को कई पोषक तत्वों की कमी और असंतुलित उर्वरक प्रथाओं से और भी बढ़ा दिया जाता है, जो अक्सर जैविक खाद और नाइट्रोजन के उपयोग तक सीमित होती हैं। नतीजतन, मिलेट्स की खेती पारंपरिक रूप से मुनाफे के बजाय जीवित रहने पर केंद्रित रही है।

खरपतवार प्रबंधन और मशीनीकरण सहित पौधों की सुरक्षा के उपाय, मिलेट्स की उत्पादकता को बेहतर बनाने के लिए चुनौतीपूर्ण पारिस्थितिकी में अभी भी एक बाधा हैं। हालाँकि, मिलेट्स के पोषक तत्वों और स्वास्थ्य को बढ़ावा देने वाले गुणों के बारे में बढ़ती उपभोक्ता जागरूकता मांग को बढ़ा रही है, खासकर शहरी और सभ्रान्त उपभोक्ताओं के बीच। यह बदलाव मिलेट्स उत्पादन प्रणालियों को पुनर्जीवित करने का एक सही समय पर अवसर प्रदान करता है।

अपनी लचीलापन और पोषण मूल्य के बावजूद, मिलेट्स का अभी भी कम उपयोग होता है। किसानों के खेतों और अनुसंधान भूखंडों के बीच उपज में एक महत्वपूर्ण अंतर बना हुआ है, जिसका मुख्य कारण एक समग्र पैकेज के रूप में उत्तम कृषि प्रथाएं (जीएपी) को सीमित रूप से अपनाना है। खाद्य, पोषण और आय सुरक्षा के लिए मिलेट्स की पूरी क्षमता का इस्तेमाल करने के लिए इस अंतर को भरना बहुत जरूरी है।

मुझे खुशी है कि आईसीएआर-भारतीय श्री अन्ना अनुसंधान संस्थान भारत में मिलेट्स उत्पादन के लिए उत्तम कृषि प्रथाएं पर एक व्यापक नियमावली प्रकाशित कर रहा है। इस संकलन में न सिर्फ मुख्य प्रमुख मिलेट्स शामिल हैं, बल्कि फोनियो, टेफ और जॉब्स टियर जैसी नई फसलों को भी शामिल किया गया है, जो विविधीकरण और लचीलेपन के लिए नए रास्ते खोलती हैं। इस पहल खाद्य एवं कृषि संगठन (एफएओ) के साथ सहयोग सराहनीय है।

मैं लेखकों को सामग्री को स्पष्ट, सुलभ और उपयोगकर्ता के अनुकूल प्रारूप में प्रस्तुत करने के लिए बधाई देता हूँ। मुझे विश्वास है कि यह प्रकाशन भारत भर में स्थायी मिलेट्स खेती को बढ़ावा देने के लिए काम करने वाले किसानों, शोधकर्ताओं, विस्तार कर्मियों और नीति निर्माताओं के लिए एक मूल्यवान संसाधन के रूप में काम करेगा।

4 सितंबर 2025

(मांगी लाल जाट)

प्रस्तावना

श्री अन्न लंबे समय से भारत के कठोर कृषि-पारिस्थितिक क्षेत्रों में मुख्य फसलों के रूप में कार्य करता रहा है, जहाँ कम लागत वाली परिस्थितियों में, मामूली उपज और सीमित लाभप्रदता के साथ इसकी खेती की जाती है। अपनी लचीलापन और पोषण मूल्य के बावजूद, मुख्यधारा की कृषि में इन फसलों का कम उपयोग किया गया है। इस कमी को पूरा करने के लिए, " भारत में टिकाऊ श्री अन्न उत्पादन के लिए उत्तम कृषि प्रथाएं (जीएपी) नियमावली" पुस्तक, ICAR-भारतीय श्री अन्न अनुसंधान संस्थान (आईआईएमआर), हैदराबाद, भारत के नेतृत्व में राष्ट्रीय कृषि अनुसंधान प्रणाली (एन.ए.आर.एस) के समन्वित प्रयासों से विकसित कृषि संबंधी प्रगति का एक व्यापक संश्लेषण प्रस्तुत करती है। इस संकलन में १२ श्री अन्न फसलों को शामिल किया गया है, जिन्हें उनकी भौगोलिक प्रासंगिकता के आधार पर वर्गीकृत किया गया है। अखिल भारतीय फसलें: बाजरा, ज्वार और रागी— ये फसलें राज्य-विशिष्ट प्रथाओं, विशेष रूप से पोषण, सिंचाई और नमी संरक्षण के संदर्भ में, विस्तृत रूप से प्रलेखित हैं। क्षेत्र-विशिष्ट फसलें: कांगनी, कोदो, सामा, सांवा और चेना—इन फसलों से संबंधित जानकारी उभरते आँकड़ों और स्थानीय सिफारिशों के साथ प्रस्तुत की गई है। गौण एवं विशिष्ट फसलें: टेफ, फोनियो और जॉब्स टियर्स—ये सीमित क्षेत्रों में उगाई जाने वाली फसलें हैं, जिनके बारे में उपलब्ध जानकारी सीमित किंतु अत्यंत मूल्यवान है। प्रत्येक फसल अध्याय एकरूपता और संदर्भ की सुगमता सुनिश्चित करने के लिए एक मानकीकृत संरचना का पालन करता है: कृषि-पारिस्थितिक संदर्भ: जलवायु, मिट्टी की आवश्यकताएँ, भूमि की तैयारी, फसल स्थापना: अनुशंसित किस्में, बुवाई समय, बीज दर, अंतराल, पोषक तत्व और जल प्रबंधन: जैविक और अजैविक इनपुट, सिंचाई, नमी संरक्षण, फसल सुरक्षा: खरपतवार नियंत्रण, कीट और रोग प्रबंधन, कटाई और उपयोग: उपज मानक, अनाज उपयोग, निर्यात क्षमता, आर्थिक और नीतिगत आयाम: न्यूनतम समर्थन मूल्य, बीज उत्पादन (बाजरा और ज्वार में संकर बीज उत्पादन के लिए विस्तृत प्रोटोकॉल के साथ)। पुस्तक में समझ और व्यावहारिक उपयोगिता बढ़ाने के लिए तालिकाओं, आंकड़ों और स्रोत-आधारित दृश्यों को एकीकृत किया गया है। इसे शोधकर्ताओं, शिक्षकों, विस्तार पेशेवरों, नीति निर्माताओं और बाजरा-आधारित कृषि प्रणालियों को आगे बढ़ाने के लिए प्रतिबद्ध चिकित्सकों के लिए एक महत्वपूर्ण संसाधन के रूप में तैयार किया गया है। वैज्ञानिक ज्ञान को क्षेत्र-स्तरीय प्रयोज्यता के साथ जोड़कर, इस संकलन का उद्देश्य मिलेट्स की खेती को एक अधिक उत्पादक, लाभदायक और टिकाऊ उद्यम में बदलने में उत्प्रेरक की भूमिका निभाना है—विशेषकर सीमांत क्षेत्रों में काम करने वाले छोटे किसानों के लिए। यह संकलन एफएओ समर्थित परियोजना "भारत में खाद्य एवं पोषण सुरक्षा के लिए मिलेट्स के सतत मूल्य श्रृंखला विकास की क्षमता में वृद्धि" (टीसीपी/आरएएस/३९०९) का परिणाम है। संयुक्त राष्ट्र के खाद्य एवं कृषि संगठन (एफएओ) द्वारा प्रदान की गई वित्तीय सहायता और रणनीतिक मार्गदर्शन के लिए हम कृतज्ञतापूर्वक आभार व्यक्त करते हैं, क्योंकि उन्होंने इस संसाधन के विकास और प्रसार में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। यह प्रकाशन कई वर्षों में प्राप्त शोध अंतर्दृष्टि पर आधारित है और राष्ट्रीय कृषि अनुसंधान प्रणाली (एनएआरएस) के योगदान के प्रति कृतज्ञतापूर्वक आभार व्यक्त करता है, जिनके निरंतर प्रयासों ने यहाँ प्रलेखित प्रगति की नींव रखी है। हम एनएआरएस और अन्य स्रोतों के शोधकर्ताओं द्वारा साझा की गई तस्वीरों के लिए भी आभारी हैं, जिन्हें विधिवत स्वीकार किया गया। हमें विश्वास है कि यह संकलन सभी हितधारकों के लिए एक उपयोगी संदर्भ के रूप में काम करेगा।

लेखक

संक्षिप्त नाम

एआईसीएमआईपी	अखिल भारतीय समन्वित बाजरा सुधार परियोजना
एआईसीआरपी-एसएम	छोटे बाजरा पर अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना
एआईसीएसआईपी	अखिल भारतीय समन्वित ज्वार सुधार कार्यक्रम
एआईसीएसएमआईपी	अखिल भारतीय समन्वित लघु बाजरा सुधार परियोजना
एसोचैम	एसोसिएटेड चैंबर्स ऑफ कॉमर्स एंड इंडस्ट्री ऑफ इंडिया
एटीपी	एडेनोसिन ट्राइफॉस्फेट
बीबीएफ	चौड़ा बिस्तर और फर्रो
बीएमआर	ब्राउन मिड्रिब
बीसीकेवी	बिधान चंद्र कृषि विश्वविद्यालय
सीएसीपी	कृषि लागत और कीमतों के लिए आयोग
सीएमएस	साइटोप्लाज्मिक पुरुष बाँझ
सीएफटीआरआई	केंद्रीय खाद्य प्रौद्योगिकी अनुसंधान संस्थान
डीएटी	प्रत्यारोपण के बाद के दिन
डीएस	बुवाई के बाद के दिन
डीएसएम	उपलब्ध मिट्टी की नमी में कमी
डीटीपीए	डायथिलीन ट्राइमाइन पेन्टासेटिक एसिड
ईएमएस	इथाइल मीथेन-सल्फोनेट
यूएन का एफएओ	संयुक्त राष्ट्र के खाद्य और कृषि संगठन
एफपीओ	किसान उत्पादक संगठन
एफआईसीसीआई	फिक्की फेडरेशन ऑफ इंडियन चैंबर्स ऑफ कॉमर्स एंड इंडस्ट्री
एफआईआरबी	फ़रो सिंचित उभरे हुए बिस्तर
एफएलडीएस	फ्रंट लाइन प्रदर्शन
एफएसएसएआई	भारतीय खाद्य सुरक्षा और मानक प्राधिकरण
एफवाईएम	फार्मयार्ड खाद
गैप	अच्छी कृषि प्रथाएं
जीवीओ	सकल मूल्य आउटपुट
एचसीएन	हाइड्रोजन साइनाइड
आईएआरआई	भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान
आईसीएआर-एआईसीआरपी	भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद-अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजनाएं
आईसीएआर-आईआईएमआर	भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद - भारतीय श्री अन्न अनुसंधान संस्थान

आईसीडीएस	एकीकृत बाल विकास सेवाएं
आईसीएमआर-एनआईएन	भारतीय चिकित्सा अनुसंधान परिषद-राष्ट्रीय पोषण संस्थान
आईसीआरआईएसएटी	अर्ध-शुष्क उष्णकटिबंधीय के लिए अंतर्राष्ट्रीय फसल अनुसंधान संस्थान
आईएफसीटी	भारतीय खाद्य संरचना तालिका
आईजीएफआरआई	भारतीय घास भूमि और चारा अनुसंधान संस्थान
आईआईएफएसआर	भारतीय कृषि प्रणाली अनुसंधान संस्थान
एलसीसी	लीफ कलर चार्ट
एमसीपीडी	प्रति बूंद अधिक फसल
एमएसपी	न्यूनतम समर्थन मूल्य
एनएडी	राष्ट्रीय लेखा प्रभाग
एनएडीएच	निकोटिनामाइड एडेनिन डाइन्यूक्लियोटाइड
एनएडीपीएच	निकोटिनामाइड एडेनिन डाइन्यूक्लियोटाइड फॉस्फेट
एनएडीपीएमई	निकोटिनामाइड एडेनिन डिन्यूक्लियोटाइड फॉस्फेट-मैलिक एंजाइम
एनएआरएस	राष्ट्रीय कृषि अनुसंधान प्रणाली
एनबीपीजीआर	राष्ट्रीय पादप आनुवंशिक संसाधन ब्यूरो
एनपीओएफ	जैविक खेती पर एनपीओएफ नेटवर्क परियोजना
एनएससी	राष्ट्रीय बीज निगम
एनएसकेई	नीम बीज कर्नेल अर्क
ओएए	ऑक्सालोएसिटिक एसिड
ओपीवीएस	ओपन-परागित किस्में
पीडीएस	सार्वजनिक वितरण प्रणाली
पीईपी	फॉस्फोनोल्पाइरूवेट
पीईपीसी	फॉस्फोनोल्पाइरूवेट कार्बोक्साइलेज
पेप-सीके	फॉस्फोनोल्यूरूवेट कार्बोक्सी-किनासे
पीएसबी	फॉस्फोरस घुलनशील बैक्टीरिया
आरडीएफ	उर्वरक की अनुशंसित खुराक
आरडीएन	नाइट्रोजन की अनुशंसित खुराक
रूबिस्को	राइबुलोज-1,5-बिसफॉस्फेट कार्बोक्सिलेज / ऑक्सीजिनेज
एसएआर	सोडियम अवशोषण अनुपात
एसडीएचआई	सक्सिनेट डिहाइड्रोजनेज इनहिबिटर
एसएफसीआई	स्टेट फार्मर्स कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया

एसएफएमआई	फिंगर बाजरा गहनता की एसएफएमआई प्रणाली
एसआरजीआई	रागी गहनता की एसआरजीआई प्रणाली
एसएफएमआई	फिंगर बाजरा गहनता की एसएफएमआई प्रणाली
एसटीसीआर	मृदा परीक्षण फसल प्रतिक्रिया
यूएसडीए	संयुक्त राज्य कृषि विभाग
वीसी	वर्मिकम्पोस्ट
डब्ल्यूयूई	पानी का उपयोग दक्षता

सामान्य इकाइयाँ

इकाई	प्रतीक
प्रति हेक्टेयर सक्रिय घटक	ए.आई/हेक्टेयर
प्रति ग्राम कॉलोनी बनाने वाली इकाइयाँ	सीएफयू/जी
डेसी-सीमेन प्रति मीटर	डीएस/एम
ग्राम प्रति किलोग्राम	ग्राम / किलोग्राम
सिंचाई जल लागू/संचयी पैन वाष्पीकरण	आईडब्ल्यू/सीपीई
किलो जूल प्रति ग्राम	केजे/जी
किलोग्राम प्रति हेक्टेयर	किलोग्राम / हेक्टेयर
लाख प्रति हेक्टेयर	लाख / हेक्टेयर
लीटर	एल
मेगा जूल प्रति टन	एमजे / टन
मिलियन हेक्टेयर	एम हेक्टेयर
मिलियन टन	एमटी
भाग प्रति मिलियन	पीपीएम
माइक्रोमोल	माइ मोल

तालिकाओं की सूची

तालिका संख्या और शीर्षक	पृष्ठ
तालिका १. बाजारों का सामान्य परीक्षण भार (ग्राम में)	1
तालिका २. मिलेट्स के उत्पादन का सकल मूल्य (जी.वी.ओ) - शीर्ष पाँच राज्य	2
तालिका ३. उत्तम अनाजों की तुलना में मिलेट्स की पोषक संरचना (प्रति १०० ग्राम खाद्य भाग)	3
तालिका ४. सी-४ प्रकाश संश्लेषण के उप-प्रकार एवं उनकी विशेषताएँ	4
तालिका ५. भारत में मिलेट्स में अनुमानित उपज अंतर	7
तालिका ६. भारत के प्रमुख उत्पादक राज्यों में बाजरा का क्षेत्रफल, उत्पादन और उपज (२०२४-२५)	10
तालिका ७. भारत के ३ क्षेत्रों में बाजरा का वितरण	10
तालिका ८. २०१८-२०२५ के बीच विभिन्न मौसमों के लिए राज्यों में जारी की गई बाजरा की किस्में	12
तालिका ९. विभिन्न राज्यों में बाजरा के लिए अनुशंसित जनसंख्या और उर्वरक	17
तालिका १०. बाजरा के लिए शाकनाशी अनुशंसाएँ	19
तालिका ११. भारत में बाजरा की राज्यवार अंतरफसल प्रणालियाँ	20
तालिका १२. भारत में बाजरा की राज्य-वार फसल प्रणाली	20
तालिका १३. भारत के प्रमुख संकर बीज उत्पादन राज्य	33
तालिका १४. प्रमुख भारतीय राज्यों में ज्वार का क्षेत्रफल, उत्पादन और उपज (२०२४-२५): खरीफ, रबी और ग्रीष्म ऋतुओं का योग	36
तालिका १५. प्रमुख भारतीय राज्यों में ज्वार का मौसमवार उत्पादन (मी.टन)	36
तालिका १६. विभिन्न राज्यों के लिए अनाज ज्वार की अनुशंसित उच्च उपज वाली किस्में	38
तालिका १७. हुरडा ज्वार की अनुशंसित किस्में	40
तालिका १८. भारत में ज्वार आधारित फसल चक्र	46
तालिका १९. प्रमुख ज्वार संकर बीज उत्पादक राज्य	59
तालिका २०. भारत के प्रमुख उत्पादक राज्यों में रागी का क्षेत्रफल, उत्पादन और उपज (२०२४-२५)	62
तालिका २१. विभिन्न राज्यों के लिए रागी की अनुशंसित किस्में	63
तालिका २२. विभिन्न राज्यों में रागी के लिए अनुशंसित उर्वरक	67
तालिका २३. रागी अंतरफसल प्रणालियाँ।	69
तालिका २४. भारत में रागी आधारित महत्वपूर्ण फसल चक्र	70
तालिका २५. विभिन्न राज्यों के लिए कांगनी की अनुशंसित किस्में	77
तालिका २६. विभिन्न राज्यों में कांगनी के लिए उर्वरकों की अनुशंसित खुराक	78
तालिका २७. विभिन्न राज्यों के लिए कुटकी की अनुशंसित किस्में	85
तालिका २८. विभिन्न राज्यों के लिए कुटकी के उर्वरकों की अनुशंसित खुराक	86
तालिका २९. विभिन्न राज्यों के लिए चेना/प्रोसो मिलेट की अनुशंसित किस्में	91
तालिका ३०. विभिन्न राज्यों में चेना/प्रोसो मिलेट की उर्वरक अनुशंसाएँ	92
तालिका ३१. विभिन्न राज्यों के लिए कोदो की अनुशंसित किस्में	99
तालिका ३२. विभिन्न राज्यों के लिए सांवा की अनुशंसित किस्में	107
तालिका ३३. विभिन्न राज्यों के लिए ब्राउनटॉप मिलेट्स की अनुशंसित किस्में	115

आकृतियों की सूची

चित्र का शीर्षक	पृष्ठ
चित्र १. सी-४ प्रकाश संश्लेषण के उपप्रकार	5
चित्र २. फूलों के चरण में बाजरा की फसल	9
चित्र ३. बाजरे पर शूटफलाई क्षति (मृत हृदय)	23
चित्र ४. शूट फलाई अंडा	23
चित्र ५. शूट फलाई लार्वा	23
चित्र ६. वयस्क शूट फलाई	23
चित्र ७. हाइरोग्लिफ़स नाइग्रेप्लेटस	24
चित्र ८. बाजरे पर ईयरहेड बग	24
चित्र ९. बाजरे के पुष्पगुच्छ पर बालों वाली इल्ली	25
चित्र १०-ए और १०-बी. हरे पुष्पगुच्छ, चित्र १०-सी. विकृत पुष्पगुच्छ बाजरे में कोमल फफूंदी के लक्षण	27
चित्र ११. बाजरा डाउनी फफूंद रोग चक्र।	27
चित्र १२. स्मट प्रभावित मोती बाजरा पुष्पगुच्छ	28
चित्र १३. बाजरा स्मट रोग चक्र.	28
चित्र १४. रतुआ प्रभावित बाजरा की पत्ती	29
चित्र १५-ए. अर्गट से प्रभावित बाजरा	29
चित्र १५-बी. अर्गट से प्रभावित बाजरे का नज़दीकी दृश्य	29
चित्र १६. एर्गोट रोग का जीवन चक्र	29
चित्र १७. बाजरे के पत्ते पर ब्लास्ट के प्रारंभिक चरण	30
चित्र १८. बाजरे के पत्ते पर ब्लास्ट के उन्नत चरण	30
चित्र १९. संकर ज्वार का क्षेत्र दृश्य	35
चित्र २०. नाली सिंचित, उठी हुई क्यारी (एफआईआरबी) - उठी हुई क्यारी में वर्षा जल संग्रहीत करना	45
चित्र २१. शूट फलाई क्षति "मृत हृदय"	47
चित्र २२. वयस्क शूट फलाई	47
चित्र २३-ए. शूट फलाई के अंडे	47
चित्र २३-बी. शूट फलाई के लार्वा द्वारा पत्तियों को कुरेदना	
चित्र २३-सी. शूट फलाई के लार्वा का करीबी दृश्य	
चित्र २४. चित्तीदार तना छेदक वयस्क	48
चित्र २५. तने में सुरंग बनाता तना छेदक	48
चित्र २६. ज्वार पर प्ररोह कीट का नुकसान	49

चित्र २७. प्ररोह कीट का वयस्क	49
चित्र २८. एफिड से ग्रस्त ज्वार का पत्ता	50
चित्र २९. ज्वार के पत्ते पर एक एफिड	50
चित्र ३०. मिज से प्रभावित ज्वार के पौधे	50
चित्र ३१. वयस्क मिज	50
चित्र ३२. एफएडब्ल्यू (फॉल आर्मी वर्म)अंडे का द्रव्यमान	51
चित्र ३३. पूरी तरह से विकसित लार्वा	51
चित्र ३४. क्षतिग्रस्त पौधा (एफएडब्ल्यू (फॉल आर्मी वर्म)	51
चित्र ३५. वयस्क एफएडब्ल्यू (फॉल आर्मी वर्म)	51
चित्र ३६. एंथाक्सी पत्ती लक्षण	52
चित्र ३७. ज्वार के पत्ती झुलसा रोग के लक्षण	52
चित्र ३८. अनाज की फफूंद से ग्रस्त ज्वार की पुष्पगुच्छ	53
चित्र ३९. अनाज की फफूंद से ग्रस्त अनाज	53
चित्र ४०. अंकुर मूलांकुर सड़न	53
चित्र ४१. चारकोल सड़न से प्रभावित तना	53
चित्र ४२. तने का समय से पहले गिरना	53
चित्र ४३. स्मट से ग्रस्त ज्वार की पुष्पगुच्छ	54
चित्र ४४. ज्वार के मक्का धारी विषाणु लक्षण	54
चित्र ४५. ज्वार के लाल धारी वायरस के लक्षण	56
चित्र ४६. ज्वार (हुर्दा) थ्रेशर का सममितीय दृश्य)	56
चित्र ४७. रागी का खेत दृश्य	61
चित्र ४८. फसल के ऊपर कोराडू/लकड़ी का लट्टा/तख्त रखना	66
चित्र ४९. फसल के ऊपर लकड़ी का लट्टा रखना	66
चित्र ५०. रागी में ग्रास हॉपर से नुकसान	72
चित्र ५१. रागी का पत्ता ब्लास्ट	72
चित्र ५२. रागी का पत्ता ब्लास्ट	72
चित्र ५३. रागी ब्लास्ट का जीवन चक्र	73
चित्र ५४. रागी का भूरा धब्बा रोग	73
चित्र ५५. रागी का सर्कोस्पोरा पत्ती धब्बा	73
चित्र ५६. कांगनी का खेत दृश्य	76
चित्र ५७. फॉक्सटेल बाजरा 'डेड हार्ट' प्रणाली	80

चित्र ५८. कांगनी का ब्लास्ट रोग	80
चित्र ५९. कुटकी का खेत दृश्य	84
चित्र ६०. छोटे बाजरे में पैनिकल का बनना	84
चित्र ६१. कुटकी पर शूट फलाई के 'डेड हार्ट' लक्षण	87
चित्र ६२. चेना का प्रक्षेत्र दृश्य	90
चित्र ६३. चेना के मृत हृदय लक्षण	94
चित्र ६४. चेना पैनिकल का फॉल आर्मी वर्म	94
चित्र ६५. चेना फसल का पत्ती झुलसा रोग	95
चित्र ६६. चेना पैनिकल का पत्ती धब्बा	95
चित्र ६७. चेना पैनिकल में कोमल फफूंदी के लक्षण	95
चित्र ६८. कोदो का खेत दृश्य	98
चित्र ६९. कोदो के मृत हृदय लक्षण	101
चित्र ७०. स्मट संक्रमित कोदो पुष्पगुच्छ	101
चित्र ७१. बैंडेड शीथ और लीफ ब्लाइट से संक्रमित कोदो बाजरा	103
चित्र ७२. सांवा का खेत दृश्य	106
चित्र ७३. बाजरे की शूट फलाई	109
चित्र ७४. मृत हृदय लक्षण	109
चित्र ७५. अनाज स्मट से संक्रमित सांवा पैनिकल	111
चित्र ७६. हेड स्मट से संक्रमित सांवा पैनिकल	111
चित्र ७७. धारीदार पत्ती और आवरण धब्बा रोग से तबाह हुई सांवा की फसल	112
चित्र ७८. ब्राउनटॉप मिलेट्स का खेत दृश्य	114
चित्र ७९. ब्राउनटॉप मिलेट्समें मृत हृदय लक्षण	117
चित्र ८०. ब्राउनटॉप मिलेट्स में धारीदार पत्ती और आवरण धब्बा रोग के लक्षण	117
चित्र ८१. ब्राउनटॉप मिलेट्स में धारीदार पत्ती धब्बा रोग के लक्षण	117
चित्र ८२. ब्राउनटॉप मिलेट्स के पत्तों में जंग के लक्षण	119
चित्र ८३. बाईं ओर की महिला सिकिया पकड़े हुए है (मध्य प्रदेश)	120
चित्र ८४-ए. कर्नाटक के गडग स्थित पाटिल के खेत में टेफ की कटाई	124
चित्र ८४-बी. कर्नाटक के गडग स्थित पाटिल के खेत में टेफ की सफाई करती महिलाओं की एक टीम	124
चित्र ८५. पासीघाट, अरुणाचल प्रदेश में जॉब टियर की फसल	128
चित्र ८६. पासीघाट, अरुणाचल प्रदेश में जॉब टियर की फसल	128

विषय सूची

भूमिका

प्रस्तावना

संक्षिप्त नाम & सामान्य इकाइयाँ

१. परिचय.....	1
२. बाजरा.....	9
३. ज्वार.....	35
४. रागी	61
५. कांगनी.....	76
६. कुटकी.....	84
७. चेना.....	90
८. कोदो.....	98
९. सांवा.....	106
१०. ब्राउनटॉप बाजरा.....	114
११. फोनियो	120
१२. टेफ़.....	124
१३. जॉब्स टियर.....	128
संदर्भ.....	

अध्याय १ : परिचय

मिलेट्स क्या है।

मिलेट्स को छोटे दाने वाले अनाज के रूप में जाना जाता है। यह तथ्य इस बात से स्पष्ट होता है कि बाजरो के एक बीज का औसत भार टेफ़ में लगभग ०.३ मिलीग्राम से लेकर ज्वार में अधिकतम ३५ मिलीग्राम तक होता है। सामान्यतः, चारे के उद्देश्य से उगाए जाने वाले मिलेट्स (जैसे ज्वार और बाजरा) के बीज का भार अपेक्षाकृत कम होता है क्योंकि इन्हें अधिक जैवभार, पत्तेदारपन और पुनः वृद्धि क्षमता के लिए विकसित किया गया है, जिससे दाने का वजन कम हो जाता है। इसके विपरीत, अनाज उत्पादन के उद्देश्य से उगाई जाने वाली किस्मों में उच्च दाना घनत्व, समानता और पोषण मूल्य के कारण बीज का वजन अधिक होता है। नीचे दी गई तालिका (तालिका १) में विभिन्न मिलेट्स के १००० बीजों का औसत भार दर्शाया गया है।

तालिका १. मिलेट्स का सामान्य परीक्षण भार (१००० बीजों का)

मिलेट्स	परीक्षण भार (ग्राम में)	
	अनाज उत्पादन हेतु	चारा उत्पादन हेतु
कोइक्स / जॉब्स टियर	30-40	-
ज्वार	20-30	15-20
बाजरा	5-7	3-5
चेना	4-6	-
रागी / नाचनी	2-6	-
ब्राउनटॉप, सांवा, कोदो, कांगनी, कुटकी	2-3	-
फोनियो	0.5-0.6	-
टेफ़	0.3-0.4	-

स्रोत: लेखक स्वयं

विश्व में, लगभग १५ प्रकार के मिलेट्स (ज्वार, बाजरा, रागी, कांगनी, चेना, कुटकी, कोदो, सांवा, ब्राउनटॉप मिलेट, काला फोनियो (डिजिटेरिया इबुरा), सफेद फोनियो (डी. एक्सिलिस), रायशान (डी. कूसियाटा वर. एस्कुलेंटा बोर), जॉब्स टियर (कोइक्स लैक्रिमा-जोबी), टेफ (एराग्रोस्टिस टेफ (जुक.) ट्रॉटर) और गिनी मिलेट (यूरोक्लोआ डिफ्लेक्सा) हैं। भारत में, गिनी मिलेट को छोड़कर सभी मिलेट्स की खेती की जाती है और अनादि काल से इसका सेवन किया जाता रहा है। टेफ को एक महत्वपूर्ण मिलेट के रूप में मान्यता दी गई थी और १९८६ में बैंगलोर में आयोजित प्रथम लघु मिलेट्स कार्यशाला में इसे भारत में लघु मिलेट्स समूह में शामिल किया गया था। हाल के दिनों में इसे कर्नाटक में प्रायोगिक स्तर पर उगाया जा रहा है। अनाज ऐमरैथ (ऐमरैथस हाइपोकोन्ड्रिआकस / ए. क्वांटस / ए. कॉडैटस) को भी राष्ट्रीय मिलेट्स वर्ष २०१८ के दौरान मिलेट्स में शामिल किया गया और इसका नाम बदलकर पोषक-अनाज कर दिया गया। एफएसएसएआई (भारतीय खाद्य सुरक्षा और मानक प्राधिकरण) ने खाद्य सुरक्षा और मानक (खाद्य उत्पाद मानक और खाद्य योजक) द्वितीय संशोधन विनियमन, २०२३ के माध्यम से मिलेट्स के लिए व्यापक समूह मानक तैयार करने के लिए चार फसलों (फिंगर (सिकिया), फोनियो (आचा), जॉब्स टियर (एडले) और टेफ (लव ग्रास) को पोषक-अनाज के तहत शामिल किया और इसका नाम बदलकर "श्री अन्न" कर दिया।

उत्पादन का सकल मूल्य (जी.वी.ओ) - मिलेट्स

एनएडी (२०२४) के अनुसार, २०११-१२ के स्थिर मूल्य पर २०२२-२३ के लिए मिलेट्स का जी.वी.ओ 19020.87 करोड़ रुपये था। इसमें से, बाजरा (10898.09 करोड़ रुपये), ज्वार (6037.86 करोड़ रुपये), रागी (1725.06 करोड़ रुपये) और कुटकी (359.86 करोड़ रुपये) का योगदान क्रमशः 57.3, 31.7, 9.07 और 1.93 प्रतिशत है। मिलेट्स के जी.वी.ओ में राज्यों का योगदान उनके कुल उत्पादन के अनुपात के आधार पर प्रस्तुत किया गया है। प्रत्येक मिलेट्स की फसल के जी.वी.ओ में योगदान देने वाले शीर्ष पाँच राज्यों के नाम तालिका २ में दिए गए हैं। राजस्थान वह राज्य है जहाँ मिलेट्स से सबसे अधिक जी.वी.ओ योगदान मिलता है। अनाज का जी.वी.ओ रु. 1.50 लाख है। कुल उत्पादन 4,19,300 करोड़ रुपये है, जिसमें मिलेट्स का हिस्सा मात्र 4.536 प्रतिशत है।

तालिका २. मिलेट्स के उत्पादन का सकल मूल्य (जी.वी.ओ) - शीर्ष पाँच राज्य

मिलेट फसल	शीर्ष पाँच योगदानकर्ता राज्य (जी.वी.ओ में प्रतिशत योगदान)
बाजरा	राजस्थान (41.0), उत्तर प्रदेश(15.7), गुजरात(14.0), हरियाणा(10.7), मध्य प्रदेश (9.5)
ज्वार	महाराष्ट्र (34.6), कर्नाटक(19.4), राजस्थान (10.4), तमिलनाडु (6.7), उत्तर प्रदेश (5.8)
रागी	कर्नाटक (63.0), तमिलनाडु (14.9), महाराष्ट्र (7.7), उत्तराखंड (7.2), ओडिशा (2.3)
लघु मिलेट्स	मध्य प्रदेश (33.4), अरुणाचल प्रदेश(7.8), महाराष्ट्र(7.2), ओडिशा(6.7), कर्नाटक (5.9)

स्रोत: लेखक स्वयं

मिलेट्स का पोषण मूल्य

राष्ट्रीय पोषण संस्थान (एन.आई.एन) ने आई.सी.ए.आर-आई.आई.एम.आर के सहयोग से भारतीय खाद्य संरचना तालिकाओं (आई.एफ.सी.टी) में मिलेट्स की पोषक संरचना का व्यापक दस्तावेजीकरण किया है। उनकी रिपोर्ट के आधार पर, यह अनुमान लगाया गया है कि मिलेट्स जटिल कार्बोहाइड्रेट, आहारिय रेशे, आवश्यक खनिज (आयरन, जिंक और कैल्शियम), विटामिन और कई फाइटोकेमिकल्स से भरपूर होता है। इनका ग्लाइसेमिक इंडेक्स कम होता है, जो इन्हें मधुमेह और हृदय रोगों के प्रबंधन के लिए उपयुक्त बनाता है। रागी अपने उच्च कैल्शियम के लिए जाना जाता है, जबकि कुटकी उल्लेखनीय लौह तत्व प्रदर्शित करता है, चेना उच्च प्रोटीन तत्व प्रदर्शित करता है और सांवा उच्च लौह तत्व प्रदर्शित करता है। ज्वार-आधारित आहार मधुमेह रोगियों में ग्लाइकोसिलेटेड हीमोग्लोबिन और लिपिड प्रोफाइल में सुधार दिखाते हैं। मिलेट्स ग्लूटेन-मुक्त होता है, जो इसे सीलिएक (गेहूं प्रोटीन के प्रति संवेदनशील लोगों) के आहार के लिए उपयुक्त बनाता है। २०१५ से, जैव-प्रबलित बाजरा किस्मों (जस्ता और लोहा के लिए) का विकास किया गया है और अब जारी की गई सभी बाजरा किस्में जैव-प्रबलित हैं। इसे अन्य मिलेट्स में भी आजमाया गया है, लेकिन कम सफलता मिली है और कुछ किस्में रागी (जस्ता, लोहा और कैल्शियम) और कुटकी में भी विकसित की गई हैं। इस प्रकार, अनाज लोहा और जस्ता से समृद्ध होते हैं। मिलेट्स के विशिष्ट संघटन नीचे तालिका ३ में दिए गए हैं।

तालिका ३. उत्तम अनाजों की तुलना में मिलेट्स की पोषक संरचना (प्रति १०० ग्राम खाद्य भाग)

मिलेट्स	कार्बोहाइड्रेट (ग्राम)	प्रोटीन (ग्राम)	फैट (वसा) (ग्राम)	एनर्जी (किलो कैलोरी)	डाइटरी फाइबर (ग्राम)	राख (प्रतिशत)	कैल्शियम (मिली ग्राम)	मैग्नीशियम (मिली ग्राम)	फास्फोरस (मिली ग्राम)	जिंक (मिली ग्राम)	लौह खनिज (मिली ग्राम)	थिया मिन (मिली ग्राम) B१	राइबो फ्लोविन (मिली ग्राम) B२	निया सिन (मिली ग्राम)- B३	फोलिक एसिड (माइक्रो ग्राम)- B९
बाजरा ¹	61.78	10.96	5.43	348.0	11.49	1.37	27.35	289	124	2.7	6.42	0.25	0.20	0.86	36.1
ज्वार ¹	67.68	9.97	1.73	334.1	10.22	1.39	27.6	274	133	1.9	3.95	0.35	0.14	2.10	39.4
रागी/नाचनी ¹	66.82	7.16	1.92	320.7	11.18	2.04	364.0	210	146	2.5	4.62	0.37	0.17	1.34	34.7
चेना ¹	66.19	12.30	1.72	331.7	6.39	1.72	15.27	206	153	1.4	2.34	0.29	0.20	1.49	-
कुटकी ¹	65.55	10.10	3.89	346.0	7.72	1.34	16.10	130	91	1.8	1.26	0.26	0.05	1.30	36.2
कांगनी ²	60.90	12.30	4.30	331.0	8.00	2.0-2.5	31.00	188	81	2.4	2.80	0.59	0.11	3.20	15.0
सांवा ²	65.50	6.20	2.20	307.0	9.80	2.5-3.2	20.00	280	82	3.0	5.00	0.33	0.10	4.20	35-40
ब्राउनटॉप	71.00	8.00	4.00	331.0	4.92	2.2-2.9	26.20	114	290	2.9	7.00	0.42	0.19	2.80	0.04
कोदो ³	66.60	9.80	1.30	353.0	5.20	3.30	35.00	112	284	0.6	1.70	0.15	0.09	2.00	40-45
फोनियो **	75.00	8.50	1.50	365.0	3.00	1.8-2.5	30.00	70	93	3.2	34.6	0.17	0.22	1.15	~50
टेफ्र ***	73.00	9.60	2.00	336.0	3.00	3.03	159.0	170	378	2.0	5.8	0.30	0.18	2.50	~50
जॉब्स टियर ****	65-70	13-15	4-5	-	6-8.0	0.7-2.6	20-30	90-100	200-250	0.4	4-6	0.28	0.19	4.30	~50
गेहूँ (साबुत) ¹	64.72	10.59	1.42	321.9	11.23	1.42	39.36	315	125	2.8	3.97	0.46	0.15	2.68	30.1
गेहूँ (आटा) ¹	64.17	10.57	1.28	320.3	11.36	1.28	30.94	137	323-346	8-15	4.10	0.42	0.15	2.37	<50
चावल (भूरा) ¹	74.80	9.16	1.04	353.7	4.43	1.04	10.93	96	19	1.2	1.02	0.27	0.06	3.40	9.3

स्रोत: ¹भारतीय खाद्य संरचना सारणी, एनआईएन (लॉगवाह एट अल. २०१७); ²भारतीय खाद्य पदार्थों का पोषण मूल्य, एनआईएन, २००७; ³एनआरसी १९८२

• हरिचंदन एट अल. (२०२३); ** माइकल जोसेफ. (२०२५). <https://www.nutritionadvance.com/fonio-nutrition/>; *** बैरेटो एट अल. (२०२१); **** चैसिरिचारोएनकुल एट अल. (२०११); **बोल्ड:** विभिन्न स्रोतों से एकत्रित

मिलेट्स की क्षमताएँ सी-४ प्रकाश संश्लेषण क्रियाविधि से उत्पन्न होती हैं।

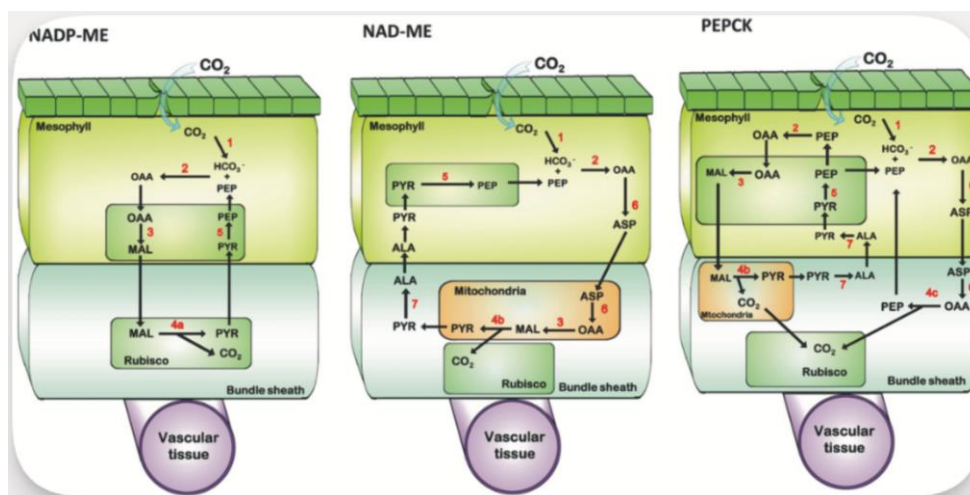
मिलेट्स की विशेषता सी-४ प्रकाश संश्लेषण क्रियाविधि है जिसे आगे तीन उप-प्रकारों में विभाजित किया गया है। पहला, एन.ए.डी.पी-एम.ई (मैलिक एंजाइम) उप-प्रकार, जिसमें मीसोफिल कोशिकाएँ वायुमंडलीय कार्बन डाईऑक्साइड को पी.ई.पी कार्बोक्सिलेज के माध्यम से ऑक्सैलोएसिटिक अम्ल (ओ.ए.ए) में स्थिर करती हैं, जो बंडल शीथ कोशिकाओं में चला जाता है जहाँ यह एन.ए.डी.पी मैलिक एंजाइम के माध्यम से मैलिक अम्ल में परिवर्तित हो जाता है और कार्बन डाईऑक्साइड मुक्त करता है। यह द्वि-कोशिका प्रणाली प्रकाश श्वसन को न्यूनतम करती है और उच्च प्रकाश एवं तापमान में दक्षता को बढ़ाती है। यह उप-प्रकार ए.टी.पी और एन.ए.डी.पी.एच के लिए मीसोफिल क्लोरोप्लास्ट पर बहुत अधिक निर्भर करता है। दूसरा, एन.ए.डी-एम.ई उप-प्रकार, इसमें भी, प्रारंभिक कार्बन डाईऑक्साइड स्थिरीकरण पी.ई.पी कार्बोक्सिलेज के माध्यम से मीसोफिल कोशिकाओं में होता है, जिससे ऑक्सैलोएसिटिक अम्ल (ओ.ए.ए) बनता है जो एस्पार्टेट एमिनोट्रांसफर्रेज़ द्वारा एस्पार्टेट में परिवर्तित होकर बंडल शीथ कोशिकाओं तक पहुँच जाता है।

बंडल शीथ माइटोकॉन्ड्रिया में, एन.ए.डी-निर्भर मैलिक एंजाइम (एन.ए.डी-एम.ई) मैलेट को डीकार्बोक्सिलेट करता है और कार्बन डाईऑक्साइड मुक्त करता है। मुक्त कार्बन डाईऑक्साइड को फिर केल्विन चक्र में रुबिस्को द्वारा स्थिर किया जाता है। पाइरूवेट को वापस मीसोफिल कोशिकाओं में ले जाया जाता है। बंडल शीथ कोशिकाओं में एन.ए.डी-एम.ई गतिविधि का समर्थन करने के लिए अच्छी तरह से विकसित माइटोकॉन्ड्रिया और कम क्लोरोफिल सामग्री (एन.ए.डी.पी- एम.ई प्रकार की तुलना में) होती है। एन.ए.डी.पी- एम.ई प्रकारों की तुलना में मीसोफिल कोशिकाएं मध्यम क्लोरोप्लास्ट घनत्व दिखाती हैं। उच्च कार्बन डाईऑक्साइड और मध्यम प्रकाश के तहत कुशल, अर्ध-शुष्क क्षेत्रों के लिए आदर्श। एन.ए.डी-एम.ई उपप्रकार बंडल शीथ माइटोकॉन्ड्रिया में अधिक ऊर्जा मांग को स्थानांतरित करता है और एन.ए.डी.पी-एम.ई प्रकारों की तुलना में ए.टी.पी की मांग कम होती है ए.टी.पी और एन.ए.डी.पी.एच के उपयोग को संतुलित करता है, जिससे यह बहुमुखी हो जाता है। यह पैनिकम मैक्सिमम, यूरोक्लोआ प्रजाति में देखा जाता है। यह कम रोशनी या तनाव की स्थिति में संभावित रूप से अधिक कुशल है। पी.ई.पी-सी.के उपप्रकार लचीलापन प्रदान करता है, खासकर अस्थिर प्रकाश स्थितियों में। तीन सी-४ प्रकाश संश्लेषण उपप्रकारों को प्रतिष्ठित किया गया है और विभिन्न बाजरा में उनकी उपस्थिति तालिका ४ में दी गई है। मध्यशिरा और बंडलशीथ कोशिकाओं के बीच कार्बन डाईऑक्साइड स्थिरीकरण और सांद्रता चित्र १ में दर्शाई गई है (वांग एट अल., २०१४)।

तालिका ४. सी-४ प्रकाश संश्लेषण के उप-प्रकार एवं उनकी विशेषताएँ

क्रम सं.	उप-प्रकार	मुख्य एंजाइम	डी-कार्बोक्सिलेशन का स्थान	प्रमुख जैव-ऊर्जात्मक विशेषताएँ	अनुकूल पर्यावरणीय दशाएँ	बाजरा उदाहरण
१	एन.ए.डी.पी-एम.ई	एन.ए.डी.पी-मैलिक एंजाइम	बंडल शीथ कोशिकाओं के क्लोरोप्लास्ट	मीसोफिल क्लोरोप्लास्ट द्वारा उच्च एटीपी एवं एनएडीपीएच की आवश्यकता; फोटो-रेस्पिरेशन न्यूनतम	उच्च प्रकाश, उच्च तापमान, उच्च शुष्क जलवायु	ज्वार, बाजरा
२	एन.ए.डी.पी-एम.ई	एन.ए.डी.पी-मैलिक एंजाइम	बंडल शीथ कोशिकाओं की माइटोकॉन्ड्रिया	एटीपी की माँग अपेक्षाकृत कम; ऊर्जा की अधिक आवश्यकता बंडल शीथ माइटोकॉन्ड्रिया में पूरी होती है	मध्यम प्रकाश, उच्च कार्बन डाईऑक्साइड स्तर, अर्ध-शुष्क क्षेत्र	रागी, कांगनी, सांवा
३	पी.ई.पी-सी.के (फॉस्फोएनोल	पी.ई.पी-कार्बोक्सीकिनेज	साइटोसोल	एटीपी एवं एनएडीपीएच का संतुलित उपयोग; उच्च लचीलापन	कम प्रकाश या तनावपूर्ण परिस्थितियाँ;	गिनी घास, कुछ

पाइरूवेट कार्बोक्सीकाइनेज)		एवं ऊर्जा दक्षता	परिवर्तनशील प्रकाश	प्रोसो एवं कोदो मिलेट्स
----------------------------	--	------------------	--------------------	-------------------------



चित्र १. सी-४ प्रकाश संश्लेषण के उपप्रकार (वांग एट अल., २०१४)

सी-४ पौधों में फॉस्फोएनोलपाइरूवेट कार्बोक्सिलेज (पी.ई.पी.सी) और बंडल शीथ कोशिकाओं से युक्त एक विशिष्ट कार्बन डाईऑक्साइड-सांद्रण तंत्र होता है, जो प्रकाश श्वसन को महत्वपूर्ण रूप से कम करता है। यह अनुकूलन सी-४ प्रजातियों को रुबिस्को (रिबुलोज-१,५-बिसफॉस्फेट कार्बोक्सिलेज/ऑक्सीजनेज) की कम सांद्रता के साथ उच्च प्रकाश संश्लेषण दर प्राप्त करने में सक्षम बनाता है, जिससे सी (C) स्थिरीकरण के लिए उनकी नाइट्रोजन (एन) की आवश्यकता कम हो जाती है। रुबिस्को पौधों की पत्तियों में सबसे प्रचुर मात्रा में पाया जाने वाला प्रोटीन है जो एन-समृद्ध (शुष्क भार का लगभग १६ प्रतिशत नाइट्रोजन (एन) के रूप में होता है और इस प्रकार यह एक प्रमुख नाइट्रोजन (एन) सिंक है। सी-४ पौधे आमतौर पर कुल पत्ती नाइट्रोजन (एन) का ५-९ प्रतिशत और घुलनशील पत्ती प्रोटीन का लगभग ३० प्रतिशत रुबिस्को को आवंटित करते हैं (सी-३ प्रजातियाँ कुल पत्ती नाइट्रोजन (एन) का लगभग २०-३० प्रतिशत और घुलनशील पत्ती प्रोटीन का लगभग ५० प्रतिशत रुबिस्को को आवंटित करती हैं)। सी-३ पौधों द्वारा रुबिस्को में किया गया उच्च निवेश इसके अपेक्षाकृत धीमे उत्प्रेरक कारोबार और दोहरी कार्बोक्सिलेज/ऑक्सीजनेज गतिविधि के कारण है, जिसके कारण परिवेशी कार्बन डाईऑक्साइड परिस्थितियों में प्रकाश संश्लेषण को बनाए रखने के लिए बड़ी मात्रा में रुबिस्को की आवश्यकता होती है। इस प्रकार, सी-४ पौधों में कम रुबिस्को सामग्री पर बंडल शीथ कोशिकाओं में कार्बन डाईऑक्साइड-सांद्रण तंत्र के परिणामस्वरूप नाइट्रोजन (एन) उपयोग दक्षता (एन.यू.ई) में वृद्धि होती है, विशेष रूप से उच्च परिवर्तनशील प्रकाश तीव्रता और उच्च तापमान पर। यह सी-४ फसलों को उर्वरकों के माध्यम से नाइट्रोजन (एन) के कम बाह्य आसंजन वाली शुष्क भूमि कृषि के लिए अत्यधिक उपयुक्त बनाता है। उत्पादकता को बनाए रखते हुए या यहाँ तक कि उसे बढ़ाते हुए, नाइट्रोजन (एन) की इस कम मांग के कारण, ये फसलें सतत गहनता और संसाधन-कुशल खेती की दिशा में एक रणनीतिक मार्ग प्रदान करती हैं।

जल आवश्यकता और उपयोग दक्षता: सी-४ प्रकाश संश्लेषक तंत्र

सी-४ पौधों में एक कार्बन डाईऑक्साइड-सांद्रण तंत्र होता है जो कार्बन डाईऑक्साइड को सक्रिय रूप से बंडल शीथ कोशिकाओं में पहुँचाता है, जिससे रुबिस्को की ऑक्सीजनेज गतिविधि दब जाती है और प्रकाश

श्वसन न्यूनतम हो जाता है। यह अनुकूलन सी-४ प्रजातियों को आंशिक रंध्र बंद होने की स्थिति में भी उच्च प्रकाश संश्लेषण दर बनाए रखने में सक्षम बनाता है।

सी-३ पौधों की तुलना में, सी-४ प्रजातियाँ कम रंध्र चालकता प्रदर्शित करती हैं, जो सी (C) के आत्मसातीकरण से समझौता किए बिना वाष्पोत्सर्जन को कम करती है। परिणामस्वरूप, वे उल्लेखनीय रूप से उच्च आंतरिक जल उपयोग दक्षता (शुद्ध प्रकाश संश्लेषण और रंध्र चालकता का अनुपात) प्रदर्शित करते हैं। जल-सीमित परिस्थितियों में, यह शारीरिक लाभ और भी अधिक स्पष्ट हो जाता है। मात्रात्मक रूप से, सी-४ पौधों की जल उपयोग दक्षता (डब्ल्यूई) ३-६ सूक्ष्म मोल (μmol) कार्बन डाईऑक्साइड प्रति सूक्ष्म मोल पानी वाष्पित होती है, जो सी-३ पौधों (१-३ सूक्ष्म मोल कार्बन डाईऑक्साइड प्रति मिलीमोल (mmol) पानी वाष्पित) की तुलना में दो गुना से अधिक है। यह बढ़ा हुआ जल उपयोग दक्षता, ज्वार, बाजरा और रागी जैसी सी-४ फसलों को शुष्क भूमि कृषि के लिए विशेष रूप से उपयुक्त बनाता है, जहाँ जलवायु परिवर्तनशीलता और सीमित सिंचाई के तहत पैदावार को बनाए रखने के लिए जल उत्पादकता का अनुकूलन महत्वपूर्ण है। उच्च आंतरिक जल उपयोग दक्षता के कारण, जल की आवश्यकता, अर्थात् मिलेट्स के फसल क्षेत्र (यू.एस.डी.ए मृदा संरक्षण सेवा, १९९३) से वाष्पोत्सर्जन हानि की भरपाई के लिए आवश्यक जल की मात्रा (मिलीमीटर, मि.मी) मुख्य फसलों में सबसे कम में से एक बनी हुई है। रागी को सबसे कम जल की आवश्यकता (३५० मि.मी) होती है, जबकि बाजरा और ज्वार को थोड़े अधिक जल (३५०-५०० मि.मी) की आवश्यकता होती है।

सीमित वातावरण में उत्पादन करने की मिलेट्स की इस क्षमता ने उन्हें वर्षा आधारित क्षेत्रों तक सीमित कर दिया है। यहां तक कि पिछले ७.५ दशकों के नियोजित सिंचाई विकास से भी मिलेट्स की वर्षा आधारित उत्पादन प्रकृति में कोई बदलाव नहीं आ सका है, जो वर्तमान में कुल क्षेत्रफल का ८६ प्रतिशत से अधिक है (वर्ष २०२०-२१ में बाजरा और ज्वार के ६.८४ और ३.८० मिलियन हेक्टेयर कुल क्षेत्रफल में से १५. ७४ और ११. ५४ प्रतिशत और वर्ष २०१५-१६ के १.१३८ मिलियन हेक्टेयर रागी क्षेत्र का ८.८ प्रतिशत)।

भारत में मिलेट्स का प्रमुख खाद्यान्न से गौण खाद्यान्न तक का सफ़र

आज़ादी के बाद से, मुख्य खाद्यान्न के रूप में मिलेट्स की भूमिका में परिवर्तन आया है। कभी भारत की खाद्य सुरक्षा के लिए केंद्रीय रहे मिलेट्स का योगदान १९९२-९३ में कुल खाद्यान्न उत्पादन में १३.५५ प्रतिशत (१८५.१७ मिलियन टन में से २५.०९ मिलियन टन) के शिखर पर था। हालाँकि, २०२४-२ तक, यह हिस्सा २.६६ गुना घटकर केवल ५.०९ प्रतिशत रह गया (तीसरे अग्रिम अनुमान, २८-०५-२०२५ के अनुसार, ३५३.९६ मिलियन टन में से १८.०२ मिलियन टन)।

खाद्यान्न उत्पादन में मिलेट्स की हिस्सेदारी में यह गिरावट १९५०-६० से २०१०-२० के बीच मिलेट्स के रकबे में ६० प्रतिशत की कमी के कारण है (१९५०-६० में ३९.३५ मिलियन हेक्टेयर दशकीय औसत से २०१०-२० में १६.१३ मिलियन हेक्टेयर तक), चावल, गेहूं, मक्का, गन्ना (सिंचाई सुविधाओं के निर्माण के साथ) और सोयाबीन, बीटी कपास आदि (वर्षा आधारित क्षेत्रों में) जैसी अधिक लाभदायक फसलों की ओर। रकबे का यह नुकसान जारी है और पिछले ३ वर्षों (२०२० बनाम २०२३-२४) के दौरान, २.९८ मिलियन हेक्टेयर मिलेट्स रकबा (२०२३-२४ में १३.१५ मिलियन हेक्टेयर) खो गया। मिलेट्स के रकबे में लगातार हो रही कमी का कारण उनकी मामूली उत्पादकता (१.३४ टन/हेक्टेयर) को माना जा सकता है, जिससे आर्थिक लाभ सीमित हो जाता है। तुलनात्मक आय असमानताएं बहुत अधिक हैं (चंद्रा एट अल., २०२३)। बाजरा, ज्वार और रागी की खेती करने वाले किसान औसत गेहूं किसान की तुलना में क्रमशः ~३३, ~३२ प्रतिशत और ८.७ प्रतिशत कमाते हैं। भारत में न्यूनतम समर्थन मूल्य (MSP) केवल ३ प्रमुख फसलों (बाजरा, ज्वार और

रागी: क्रमशः २७५५० रुपये, ३७४९० और ३६९९० रुपये (मालदंडी और संकर ज्वार) और २०२५-२६ सीजन के दौरान ४८८६० रुपये प्रति टन अनाज) के लिए दिया जाता है। हालाँकि, विभिन्न बुनियादी ढाँचे की बाधाओं, विशेष रूप से भंडारण और प्रसंस्करण, के कारण एम.एस.पी पर खरीद में कमी है। कुछ राज्य पीडीएस, मध्याह्न भोजन और आई.सी.डी.एस कार्यक्रमों के माध्यम से वितरण के लिए बाजरा खरीदते हैं, इसके उल्लेखनीय उदाहरण ओडिशा का मिशन शक्ति और कर्नाटक का रायता सिरी हैं।

कृषि फसल एवं मूल्य आयोग (सी.ए.सी.पी) के अनुसार, महाराष्ट्र में ज्वार किसानों ने ३७ वर्षों (१९७१-७२ to २०१८-१९) में से केवल १० वर्षों में ही लाभ कमाया, जबकि राजस्थान में बाजरा किसानों ने ४१ वर्षों में से केवल २ वर्षों में ही लाभ कमाया (नारायणमूर्ति, २०२३)। ये आंकड़े मिलेट्स के पारिस्थितिक महत्व और उत्पादकता में पर्याप्त सुधार के बावजूद दीर्घकालिक आर्थिक कमजोरी को दर्शाते हैं। मिलेट्स के अंतर्गत खेती के क्षेत्र में लगातार गिरावट के बावजूद, उन्नत किस्मों और समतुल्य उत्पादन तकनीकों की बदौलत उत्पादकता में उल्लेखनीय वृद्धि हुई है। अनाज की उत्पादकता में उल्लेखनीय वृद्धि के बाद भी, राष्ट्रीय औसत पैदावार अनुसंधान केंद्रों और अग्रिम पंक्ति प्रदर्शनों (फ्रंट लाइन डेमोंस्ट्रेशन, एफ.एल.डी) में इष्टतम परिस्थितियों में प्रदर्शित पैदावार से कम रहती है। इष्टतम रूप से प्रबंधित अनुसंधान फार्म/एफ.एल.डी और किसानों के खेतों के बीच अनुमानित पैदावार का अंतर ३३ प्रतिशत से ६० प्रतिशत के बीच है (तालिका ५)। इस अंतर को पाटने से राष्ट्रीय स्तर पर मिलेट्स उत्पादन बढ़ाने का एक बड़ा अवसर मिलता है।

इस उपज अंतर को प्रभावी ढंग से पाटने के लिए, अनुसंधान संस्थानों और विस्तार कर्मियों द्वारा विकसित और मान्य उत्तम कृषि पद्धतियों (जी.ए.पी) पर ध्यान देना आवश्यक है। इन पद्धतियों को स्थानीय कृषि-पारिस्थितिक परिस्थितियों के अनुकूल बनाकर, किसान उच्च उत्पादकता, संसाधन दक्षता और जलवायु परिवर्तन के प्रति सजगता प्राप्त कर सकते हैं। इस संदर्भ में, स्पष्टता और लक्षित अभिग्रहण हेतु फसलवार उत्पादन के लिए एक व्यापक उत्तम कृषि पद्धतियों (जी.ए.पी) का ढाँचा तैयार किया गया है।

तालिका ५. भारत में मिलेट्स में अनुमानित उपज अंतर

मिलेट्स	अनाज की उपज (किग्रा/हेक्टेयर)		उपज का अंतर (प्रतिशत)	स्रोत
	२०२३-२४ में औसत हासिल हुआ	संभावित/प्रथम पंक्ति प्रदर्शन में प्रदर्शित		
ज्वार (खरीफ)	1170	3487	66.0*	मूर्ति एट अल। (२००७)
ज्वार (रबी)	1165	1737	33.0*	
बाजरा	1387	2317	40.0*	
रागी / नाचनी	1375	2314	38.0	एआईसीएसआईपी (छोटे बाजरा)- एफएलडी, २०२२-२३
कुटकी	935	1630	43.0	एआईसीएसआईपी (छोटे बाजरा)- एफएलडी, २०२०-२१ (५ फसलों का साधन)

*देश की २०२३-२४ की औसत अनाज पैदावार को ध्यान में रखते हुए पुनः कार्य किया गया

मिलेट्स और कृषि प्रणालियाँ

मिलेट्स, कठोर और संसाधन-विवश पारिस्थितिक तंत्रों के लिए अच्छी तरह से अनुकूलित होने के कारण, दोहरे उद्देश्य की पूर्ति करता है: मुख्य अनाज के रूप में और सूखे चारे के एक महत्वपूर्ण स्रोत के रूप में, विशेष रूप से भार वहन करने वाले और दुधारू (स्तनपान न कराने वाले) पशुओं के लिए। शुष्क भूमि

वाले क्षेत्रों में, जहाँ हरे चारे की उपलब्धता सीमित है, मिलेट्स का चाराभूसा पशुधन पोषण का अभिन्न अंग है। १:२.५ के अनाज-से-भूसे अनुपात के आधार पर, २०२३-२४ में उत्पादित १७.५७२ मीट्रिक टन मिलेट्स से लगभग ४३.९३ मीट्रिक टन चाराभूसा, एक अमूल्य सूखा चारा संसाधन उत्पन्न होता है। एसोचैम (असोचैम, २०२२) के अनुमानों के अनुसार, उत्पादित बाजरा, ज्वार और रागी अनाज का १५, १२ और १३ प्रतिशत पशुधन चारे के रूप में उपयोग किया जाता है। इन अनुपातों को २०२३-२४ के उत्पादन पर लागू करने पर, बाजरा (१.२८६ मिलियन टन), ज्वार (०.७११ मी मिलियन टन) और रागी / नाचनी (०.२७१ मिलियन टन) कुल मिलाकर २.२१४ मिलियन टन (२०२३-२४ के दौरान उत्पादित कुल मिलेट्स का लगभग १२.६ प्रतिशत) पशु आहार के लिए इस्तेमाल किया गया था। इसके अलावा, ज्वार और बाजरा की खेती विशेष रूप से चारे के लिए भी की जाती है, जो सीधे डेयरी क्षेत्र का समर्थन करता है। यह दोहरे उद्देश्य वाली खेती खेत-स्तरीय पोषक चक्र को बढ़ाती है, जहां पशुधन मिट्टी की उर्वरता के लिए खाद, कृषि कार्यों के लिए ड्राफ्ट पावर और मिश्रित कृषि प्रणालियों में एकीकृत संसाधन उपयोग के माध्यम से फसल उत्पादन में योगदान करते हैं। यह पारस्परिक संबंध शुष्क भूमि कृषि के लिए सिस्टम-थिंकिंग दृष्टिकोण को रेखांकित करता है।

अध्याय २: बाजरा

वैज्ञानिक नाम: पेनिसेटम ग्लॉकम(एल.) आर. बी.आर.



चित्र २. फूलों के चरण में बाजरा की फसल

(स्रोत: एच.एस. गावली, आईसीएआर-आईआईएमआर, फोटोग्राफी यूनिट)

भारत में बाजरा सबसे अधिक व्यापक उगाई और उत्पादित की जाने वाली प्रमुख मोटा अनाज फसल है, जिसका १५ और १० प्रतिशत अनाज पशु आहार के रूप में और शराब उद्योग में उपयोग किया जाता है (एसोचैम, २०२२)। अनाज की फसल से प्राप्त बाजरा पशुधन चारा सामग्री बनाता है और इस प्रकार यह सूखे चारे की कमी (आई.जी.एफ.आर.आई विजन, २०५० के अनुसार २०१३ में १०.९५ प्रतिशत) को बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, खासकर देश के वर्षा आधारित क्षेत्रों में। चारा के अलावा, बाजरा की खेती ०.९ मिलियन हेक्टेयर में चारे के प्रयोजनों के लिए भी की जाती है। बाजरा चारा भारत में डेयरी पशुओं के चारे के रूप में उपयोग किया जाता है (कुछ टिलर्स के साथ लंबे पौधे, मोटे तने उच्च उपज वाले होते हैं)। बाजरा की चारे प्रूसिक एसिड (एच.सी.एन), टैनिन से मुक्त है, और कम ऑक्सालेट सामग्री में देखा जाता है। हालांकि, इसमें नाइट्रेट सांद्रता के उच्च और कभी-कभी विषाक्त स्तर होते हैं, खासकर सूखे की स्थिति में। एनसिलिंग नाइट्रेट सांद्रता को कम कर सकता है। भारत में, बाजरा ७.३५७ मिलियन हेक्टेयर (२०२४-२५) पर लगाया गया था, जिससे १०.७१६ मिलियन टन अनाज का उत्पादन हुआ। कुल उत्पादन में से, ९०.१७ और ९.८३ प्रतिशत खरीफ और गर्मियों के मौसम से आए। राजस्थान, उत्तर प्रदेश, गुजरात, हरियाणा, मध्य प्रदेश और महाराष्ट्र इसके उत्पादन के प्रमुख राज्य हैं। अकेले राजस्थान राज्य ने २०२४-२५ के दौरान ५८.१४ प्रतिशत क्षेत्र और ४१.३४ प्रतिशत उत्पादन में योगदान दिया (तालिका ६)। साठ के दशक के मध्य में मिलेट्स की संकर किस्मों के आगमन और उससे मेल खाती उत्पादन तकनीक के साथ, इसकी उत्पादकता ३६५ किलोग्राम (१९६६-६७) से बढ़कर १४५३ किलोग्राम/हेक्टेयर (२०२४-२५) हो गई है।

भारत में बाजरा की खेती के क्षेत्र

भारत में बाजरा की खेती को वर्षा और मिट्टी के प्रकार के आधार पर ३ क्षेत्रों (ए-१, ए और बी) में वर्गीकृत किया गया है। ४०० मिमी से कम वर्षा और रेतीली मिट्टी वाले उत्तरी राजस्थान को 'ए-१' क्षेत्र में वर्गीकृत किया गया है; जबकि ४०० मि.मी से अधिक वर्षा और रेतीली दोमट मिट्टी वाले दक्षिणी राजस्थान, हरियाणा, गुजरात और उत्तर प्रदेश को 'ए' क्षेत्र में और ४०० मि.मी से अधिक वर्षा और भारी मिट्टी वाले मध्य पश्चिमी भारत को 'बी' क्षेत्र में वर्गीकृत किया गया है। तालिका ७ (गैरिन एट अल., २०२३) में दिए गए क्षेत्रफल,

उत्पादन और उनकी उत्पादकता में इन तीनों क्षेत्रों (१९९८-२०१७ का औसत) का सापेक्ष हिस्सा दर्शाता है कि ए1 और 'ए' दोनों क्षेत्र क्षेत्रफल में प्रमुख योगदानकर्ता हैं (३८.५ और ३७.२ प्रतिशत), जबकि 'ए' क्षेत्र उत्पादन में प्रमुख योगदानकर्ता है (५८.६ प्रतिशत)। 'ए-१' क्षेत्र की उत्पादकता सबसे कम है।

तालिका ६. भारत के प्रमुख उत्पादक राज्यों में बाजरा का क्षेत्रफल, उत्पादन और उपज (२०२४-२५)

राज्य	क्षेत्र (मिलियन हेक्टेयर)	कुल का प्रतिशत	उत्पादन (मिलियन टन)	कुल का प्रतिशत	उपज (किलोग्राम प्रति हेक्टेयर)	सिंचित क्षेत्र का प्रतिशत
राजस्थान	4.288	58.14	4.430	41.34	1033.1	4.34
उत्तर प्रदेश	1.010	13.69	2.195	20.48	2173.3	0.41
गुजरात	0.520	7.05	1.306	12.19	2511.5	77.49
हरियाणा	0.528	7.16	1.160	10.82	2197.0	98.65
मध्य प्रदेश	0.388	5.26	1.003	9.36	2585.1	3.28
महाराष्ट्र	0.404	5.48	0.246	2.30	608.9	5.09
बाकी राज्य	0.237	3.21	0.376	3.51	-	-
कुल	7.375	100.00	10.716	100.0	1453.0	15.74

स्रोत: अर्थशास्त्र और सांख्यिकी निदेशालय, डैक और एफडब्ल्यू, उत्पादन में उनके प्रतिशत हिस्से के अवरोही क्रम में व्यवस्थित स्थिति

तालिका ७. भारत के ३ क्षेत्रों में बाजरा का वितरण

पैरामीटर	क्षेत्र		
	ए-१	ए	बी
क्षेत्रफल (मीट्रिक टन)	2.93	2.83	1.85
उत्पादन (मीट्रिक टन)	1.38	4.14	1.55
उत्पादकता (किग्रा/हेक्टेयर)	499.3	1571.6	913.1

स्रोत: गैरिन एट अल (२०२३)

जलवायु संबंधी आवश्यकताएँ

बाजरा एक गर्म मौसम की फसल है और इसके विकास काल में ५००-६०० मिमी वर्षा की आवश्यकता होती है। हालाँकि, इसकी सूखा-प्रतिरोधी प्रकृति के कारण, इसकी खेती १००-७५० मिमी वर्षा वाले क्षेत्रों में की जाती है। उचित वानस्पतिक विकास के लिए नम मौसम की आवश्यकता होती है। यह जलभराव को सहन नहीं कर सकता। प्रजनन अवस्था में अधिक वर्षा अनुकूल नहीं होती, क्योंकि यह फफूंद जनित रोगों, विशेष रूप से अरगट (**ergot**), के प्रसार में सहायक होती है। यह पाले से होने वाले नुकसान के प्रति संवेदनशील है; इसलिए इसे मुख्य रूप से वर्षा आधारित खरीफ फसल के रूप में उगाया जाता है। हालाँकि बाजरा २३-३० डिग्री सेल्सियस मिट्टी के तापमान पर अच्छी तरह अंकुरित होता है, लेकिन ४५ डिग्री सेल्सियस से अधिक तापमान पर अंकुरण बाधित हो जाता है। विकास के लिए इष्टतम तापमान २५-३० डिग्री सेल्सियस है। प्रारंभिक अवस्था में उच्च तापमान पुष्पन को बढ़ावा देता है, जबकि कम तापमान अरगट के प्रकोप को बढ़ावा देता है। प्रजनन अवस्था के दौरान यह ४२ डिग्री सेल्सियस तक के उच्च तापमान को

सहन करने की क्षमता रखता है, जो इसे प्रतिकूल परिस्थितियों में खेती के लिए उपयुक्त बनाता है और इस प्रकार यह एक जलवायु प्रतिरोधी फसल है। भारत में अधिकांश बाजरा बरसात (खरीफ) ऋतु (जून-सितंबर) में उगाया जाता है। हालाँकि, इसकी ग्रीष्मकालीन खेती (फरवरी-मई) गुजरात, राजस्थान, उत्तर प्रदेश, तमिलनाडु और कर्नाटक राज्यों में लोकप्रिय हो रही है। इसकी वर्षाोत्तर (रबी) ऋतु (नवंबर-फरवरी) खेती महाराष्ट्र और गुजरात राज्यों में छोटे पैमाने पर की जाती है।

मिट्टी

बाजरा विभिन्न प्रकार की मिट्टियों में उगाया जा सकता है, लेकिन यह कम उपजाऊपन और हल्की लवणता वाली हल्की बनावट वाली मिट्टी को पसंद करता है। मिट्टी गहरी और पत्थरों व कंक्रीट से मुक्त होनी चाहिए। यह फसल मिट्टी की अम्लीयता को सहन नहीं करती है। यह भारत की काली कपासी मिट्टी, जलोढ़ मिट्टी और लाल मिट्टी में सफलतापूर्वक उगाई जाती है।

भूमि की तैयारी

बाजरा की खेती में जुताई की अवधारणा बदल रही है। परंपरागत रूप से, बाजरा की फसल को अच्छी जुताई की आवश्यकता होती है क्योंकि बीज बहुत छोटे होते हैं और मानसून शुरू होने से पहले मोल्डबोर्ड हल से ग्रीष्मकालीन जुताई करके खेत तैयार किया जाता है, उसके बाद मानसून शुरू होने के बाद २-३ बार हैरोइंग या देशी हल से जुताई की जाती है। ढेलों को तोड़ने के लिए तख्ता लगाया जाता है और अंत में समतल किया जाता है। भूमि की सतह को समतल करने के लिए ड्रैग स्क्रेपर से सुसज्जित लेजर-सहायता प्राप्त भूमि समतलन उपकरण (औसत सूक्ष्म-ऊंचाई के ± 2 से.मी के भीतर) को हल्की और मध्यम बनावट वाली मिट्टी में आशाजनक पाया गया, जहां पारंपरिक समतलन की तुलना में बाजरा को सरसों / चना / मसूर / फील्ड मटर के साथ घुमाया जाता है। हालांकि, अतिरिक्त जुताई हल्की बनावट (रेतीली) मिट्टी में हानिकारक पाई गई क्योंकि यह ढेलों को विघटित करती है और मिट्टी को कटाव के लिए उजागर करती है। गहरी जुताई रेतीली दोमट मिट्टी में उपयोगी थी क्योंकि यह मिट्टी की नमी के भंडारण को बढ़ाती है। काली मिट्टी (सोलापुर, महाराष्ट्र) और शुष्क मिट्टी (हिसार, हरियाणा) में कम जुताई और बाजरा-चना / सरसों / गेहूं फसल प्रणालियों में शून्य जुताई (जेडटी) भारत में व्यापक रूप से स्वीकार्य हो रही है।

किस्में

बाजरा में, किस्मों को वर्तमान में काफी हद तक संकर किस्मों से बदल दिया गया है। यह यात्रा १९६५ में लुधियाना, पंजाब से पहली साइटोप्लाज्मिक नर बाँझ (सी.एम.एस) संकर 'एचबी १' के विमोचन के साथ शुरू हुई। १९८६-२०२० के बीच जारी की गई १७६ बाजरा किस्मों में से ८४.७ प्रतिशत संकर हैं और खुले परागण वाली किस्मों (ओ.पी.वी) की तुलना में २५-३० प्रतिशत अधिक उपज देती हैं। इसके अलावा, २०२० से, केवल न्यूनतम ४२ पी.पी.एम (ppm) लोहा (Fe) और ३२ पी.पी.एम जस्ता (Zn) वाली जैव-फोर्टिफाइड बाजरा किस्में ही जारी की गई हैं। इस प्रकार, जैव-फोर्टिफाइड किस्में तेजी से पहले जारी की गई गैर-जैव-फोर्टिफाइड किस्मों और संकरों का स्थान ले रही हैं। २०१०-२०२५ के बीच, ८७ संकर और ६ ओ.पी.वी जो जैव-फोर्टिफाइड हैं, जारी किए गए। भारत में बाजरा का अधिकांश क्षेत्र संकर किस्मों (८५ प्रतिशत) के

अंतर्गत आता है, जबकि इसकी किस्में (१५ प्रतिशत) सूखाग्रस्त पारिस्थितिकी और घरेलू उपभोग के लिए पसंद की जाती हैं। बाजरा की संकर और उन्नत किस्मों की सूची तालिका ८ में दी गई है।

तालिका ८. २०१८-२०२५ के बीच विभिन्न मौसमों के लिए राज्यों में जारी की गई बाजरा की किस्में

क्षेत्र/ राज्य	फसल का मौसम	हाइब्रिड	किस्म
राजस्थान	खरीफ	एचबी 1200 एफई, पीबी 1705, एचएचबी 299, आरएचबी 223, जीके 1116 (एमएच 1974), बलवान (एनबीएच 4903), बीएचबी 1202, पीबी 1720, पीबी 1756 (पीए 9072), एमपी 7878, एचबी 1269एफई, डीएचबीएच 1397, आरएचबी 233, आरएचबी 234, पीबी 1852, सेंट्रल पर्ल मिलेट हाइब्रिड बीएचबी-1602, जीएचबी 1294 (मारू मोती), एमपीएमएच 42 (श्री अन्न बजरी 42), जीएचबी 538 इम्प्रूव्ड (मारू सोना), एचबीएच 191294 (एचटी4252), एमपीएमएच 35 (मारू सम्पदा), 86एम94, एचएचबी67 इम्प्रूव्ड 2, एनबीएच 5929, आरएचबी 228, प्रोग्रो मारुतेज, एमपी 724 (एमएच-2626), पीए 9010 (पीबी-1939); जीएचबी 1305, आरएचबी 273, सीजेडएच 267, एचएचबी 344, वीएनआर 106 (एमएच 2712), एमपी 7173 (एमएच 2709)	
	खरीफ शुष्क भाग	जीएचबी 1305, आरएचबी 273, सीजेडएच 267, एचएचबी 344	
	ग्रीष्म	86एम22, पीबी 1879 (पीए9898), बीएलपीएमएच-109, एसवीपीएमएच 101 (एमएसएच 361), पीबी1877 (पीए9385), एमपी 7366	
गुजरात	खरीफ	एचबी 1200 एफई, एचएचबी 299, पीबी 1720, एमपी 7878, एचबी 1269एफई, डीएचबीएच 1397, आरएचबी 233, आरएचबी 234, जेकेबीएच 1326, पीबी 1852, सेंट्रल पर्ल मिलेट हाइब्रिड बीएचबी-1602, जीएचबी 1225 (मोती शक्ति), जीएचबी 1229 (जाम शक्ति), जीएचबी 1231 (सवाज शक्ति), जीएचबी 1294 (मारू मोती), एमपीएमएच 42 (श्री अन्न बजरी 42), एचबीएच 191294 (एचटी4252), 86एम94, एचएचबी67 इम्प्रूव्ड 2, एनबीएच 5929, एमपी 724 (एमएच-2626), पीए 9010 (पीबी-1939), वीएनआर 106 (एमएच 2712), एमपी 7173 (एमएच 2709)	
	खरीफ शुष्क भाग	पीबी 1756 (पीए 9072), एमपीएमएच 35 (मारू सम्पदा), जीएचबी 1305, आरएचबी 273, सीजेडएच 267, एचएचबी 344	

	ग्रीष्म	86एम22, जीएचबी 1351 बनास नयन, पीबी 1879 (पीए9898), बीएलपीएमएच-109, एसवीपीएमएच 101 (एमएसएच 361), पीबी1877 (पीए9385), एमपी 7366	
हरियाणा	खरीफ	पीबी 1705, पीबी 1720, एचबी 1269एफई, डीएचबीएच 1397, आरएचबी 233, आरएचबी 234, जेकेबीएच 1326, पीबी 1852, एचएचबी 311, सेंट्रल पर्ल मिलेट हाइब्रिड बीएचबी-1602, आरएचबी 223 (एमएच 1998), एचएचबी 299 (एमएच 2076), एचबी 1200 एफई, एमपी 535 (पूसा कंपोजिट 701) एमपी 7872, एमपी 7792, एचएचबी 272 (एमएच1837), एचएचबी 67, एचएचबी67 इम्प्रूव्ड 2, एमपीएमएच-21, एमपीएमएच 17, केबीएच 108, जीएचबी 905, 86एम89, कावेरी सुपर बॉस, बायो 448, 86एम86, 86एम66, आरएचबी-173, जीएचबी 1294 (मारू मोती), एमपीएमएच 42 (श्री अन्न बजरी 42), जीएचबी 538 इम्प्रूव्ड (मारू सोना), प्रोएग्रो-9001 (एमएच2440), एचबीएच 191294 (एचटी4252), 86एम94, एनबीएच 5929, एमपी 724 (एमएच-2626), पीए 9010 (पीबी-1939), वीएनआर 106 (एमएच 2712), एमपी 7173 (एमएच 2709)	एमबीसी 2, पीसी 443, एचसी 20, जेबीवी 3, पीसी 383, एचसी 10, आईसीएमवी 221, राज 171
	खरीफ शुष्क भाग	पीबी 1756 (पीए 9072), एचएचबी 234, बीआईओ 70, एचएचबी-226, आरएचबी-177, एमपीएमएच 35 (मारू संपदा), जीएचबी 1305, आरएचबी 273, सीजेडएच 267, एचएचबी 344	सीजेडपी 9802
पंजाब	खरीफ	पीबी 1705, पीबी 1720, एमपी 7878, डीएचबीएच 1397, आरएचबी 233, आरएचबी 234, जेकेबीएच 1326, पीबी 1852, एचएचबी 311, एचएचबी 299 (एमएच 2076), एचबी 1200 एफई, एमपी 535 (पीयूएसए समग्र 701) एमपी 7872, एमपी 7792, पीएचबी 2884, केबीएच 108, जीएचबी 905, 86एम89, एमपीएमएच 17, कावेरी सुपर बॉस, बीआईओ 448, 86एम86, 86एम66, आरएचबी-173, एनबीएच 5929, एमपी 724 (एमएच-2626), पीए 9010 (पीबी-1939), वीएनआर 106 (एमएच 2712), एमपी 773 (एमएच 2709)	पीसीबी 164, आईसीएमवी 221, राज 171
दिल्ली	खरीफ	पीबी 1720, एमपी 7878, डीएचबीएच 1397, आरएचबी 233, एचएचबी 311, पूसा 1201 (एमएच 1849), एचएचबी 299 (एमएच 2076), एचबी 1200, एमपी 535 (पीयूएसए कंपोजिट 701) एमपी 7872, एमपी 7792, केबीएच 108, जीएचबी 905, 86एम89, एमपीएमएच 17, कावेरी सुपर बॉस, बीआईओ 448, 86एम86, 86एम66, आरएचबी-173, एचबीएच 191294 (एचटी4252), 86एम94, एचएचबी67 में सुधार 2, एनबीएच 5929, वीएनआर 106 (एमएच 2712), एमपी 7173 (एमएच 2709)	जेबीवी 3, पीसी 383, आईसीएमवी 221, राज 171
उत्तर प्रदेश	खरीफ	पीबी 1705, पीबी 1720, एमपी 7878, प्रोएग्रो 9450, डीएचबीएच	जेबीवी 3, पीसी

		1397, आरएचबी 234, जेकेबीएच 1326, पीबी 1852, एमपी 535 (पीयूएसए कंपोजिट 701) एमपी 7872, एमपी 7792, केबीएच 108, जीएचबी 905, 86एम89, एमपीएमएच 17, कावेरी सुपर बॉस, बीआईओ 448, 86एम86, 86एम66, आरएचबी-173, एनबीएच 5929, एमपी 724 (एमएच -2626), पीए 9010 (पीबी-1939), वीएनआर 106 (एमएच 2712), एमपी 7173 (एमएच 2709)	383,आईसीएम वी 221, राज 171
	ग्रीष्म	86एम22, पीबी 1879 (पीए9898), बीएलपीएमएच-109, एसवीपीएमएच 101 (एमएसएच 361), पीबी1877 (पीए9385), एमपी 7366	
मध्य प्रदेश	खरीफ	पीबी 1705, पीबी 1720, एमपी 7878, डीएचबीएच 1397, आरएचबी 234, जेकेबीएच 1326, पीबी 1852, एमपी 535 (पीयूएसए कंपोजिट 701), एमपी 7872, एमपी 7792, केबीएच 108, जीएचबी 905, 86एम89, एमपीएमएच 17, कावेरी सुपर बॉस, बीआईओ 448, 86एम86, 86एम66, आरएचबी-173, एचबीएच 191294 (एचटी4252), 86एम94, एचएचबी67 में सुधार 2, एनबीएच 5929, एमपी 724 (एमएच -2626), पीए 9010 (पीबी-1939), वीएनआर 106 (एमएच 2712), एमपी 7173 (एमएच 2709)	जेबीवी 4,जेबीवी 3, पीसी 383,आईसीएम वी 221, राज 171
महाराष्ट्र	खरीफ	एनबीएच 4903, फुले महाशक्ति (डीएचबीएच 1211), एचबी 1269एफई, आरएचबी 233, एचएचबी 311, एचएचबी 299 (एमएच 2076), एचबी 1200 एफई, फुले आदि शक्ति (डीएचबीएच 9071), कावेरी सुपर बॉस, प्रताप, पीकेवी राज, शाइन, एमपी 7792, 86एम86, पीएसी 909, 86एम64, 86एम53, यूएस 7713 (एमएच 2717), एएफएचबी 126 (एमएच 2682)	एबीपीसी4-3, पीसी 612, परभणी संपदा, समृद्धि, आईसीएमवी 221, राज 171, आईसीएमवी 155
	ग्रीष्म	नंदी 72, नंदी 70, 86एम64, 86एम22, पीबी 1879 (पीए9898), बीएलपीएमएच-109, एसवीपीएमएच 101 (एमएसएच 361), पीबी1877 (पीए9385), एमपी 7366	-
तमिलनाडु	खरीफ	एचबी 1269एफई, आरएचबी 233, आरएचबी 234, एचएचबी 311, एचएचबी 299 (एमएच 2076), एचबी 1200 एफई, टीएनबीएच 1619 (सीओ 10), सीओ 9, कावेरी सुपर बॉस, प्रताप, शाइन, एमपी 7792, 86एम86, 86एम64, 86एम53, पीएसी 909, यूएस 7713 (एमएच 2717), एपीएचबी 126 (एमएच 2682)	पीसी 612, सीओसीयू 9, समृद्धि आई सीएमवी 221, राज 171,आई सी एमवी 155
	ग्रीष्म	नंदी 72, नंदी 70, 86एम64, 86एम22, पीबी 1879 (पीए9898), बीएलपीएमएच-109, एसवीपीएमएच 101 (एमएसएच 361), पीबी1877 (पीए9385), एमपी 7366	-
आंध्र प्रदेश	खरीफ	एनबीएच 4903, एचबी 1200 एफई, कावेरी सुपर बॉस, प्रताप, शाइन, एमपी 7792, 86एम86, पीएसी 909, 86एम64, 86एम53, यूएस 7713 (एमएच 2717), एएफएचबी 126 (एमएच 2682)	पीसी 612, समृद्धि, आईसीएमवी 221,राज 171,

			आईसीएमवी 155, अनंत
तेलंगाना	खरीफ	एनबीएच 4903, एएचबी 1200 एफई, पीबीएच 1625 (पलेम सज्जा-1625), यूएस 7713 (एमएच 2717), एएफएचबी 126 (एमएच 2682)	
कर्नाटक	खरीफ	एनबीएच 4903, कावेरी सुपर बॉस, प्रताप, शाइन, एमपी 7792, पीएसी 909, 86एम86, 86एम64, 86एम53, वीपीएमएच 7, यूएस 7713 (एमएच 2717), एएफएचबी 126 (एमएच 2682)	पीसी 612, समृद्धि , आईसीएमवी 221, राज 171, आईसीएमवी 155

स्रोत: लेखकों का स्वयं का विवेचन

बुवाई की तिथियाँ

खरीफ मौसम में वर्षा आधारित बाजरा की बुवाई का समय दक्षिण-पश्चिम मानसून के आगमन पर निर्भर करता है। तदनुसार, बुवाई का समय दक्षिण और मध्य भारत में जून के पहले पखवाड़े से लेकर उत्तर भारत में जुलाई के मध्य तक भिन्न होता है। मराठवाड़ा क्षेत्र (महाराष्ट्र) में, मानसून शुरू होने से पहले शुष्क बुवाई की सलाह दी जाती है। यदि मौसम में देर से बारिश जारी रहती है, तो बहुत जल्दी बुवाई करने से अंकुरण, परागकणों का निकलना और परागकणों का धुलना बाधित होता है। १७ अगस्त तक देरी से बुवाई करने से पौधों की मृत्यु दर अधिक होती है, प्रजनन चक्र शीघ्र होता है और एगॉट रोग के कारण उपज कम होती है। हालाँकि, देरी से बुवाई करने पर भी शुष्क भूमि में बाजरा बुवाई के लिए सबसे अच्छा विकल्प बना रहता है, फिर भी, बुवाई के इष्टतम समय के बाद सीधी बुवाई करने से पौधे का आकार खराब होता है, दाने कम बनते हैं और इस प्रकार कम उपज होती है। अधिक कल्लों के उत्पादन और बेहतर बालियों के विकास के कारण ३० दिन पुराने पौधों की रोपाई से सीधी बुवाई की तुलना में बेहतर उपज मिलती है, इसलिए देरी से बुवाई की स्थिति में रोपाई की सलाह दी जाती है। तमिलनाडु में, उत्तर-पूर्वी मानसून वाले क्षेत्रों में बाजरा रबी वर्षा आधारित फसल के रूप में उगाया जाता है और अक्टूबर के पहले पखवाड़े में बुवाई सर्वोत्तम होती है। ज़ोन 'ए/ए-१' में सिंचित ग्रीष्मकालीन फसल की बुवाई फरवरी-मार्च के बीच की जाती है, हालाँकि, ज़ोन 'बी' में, जनवरी के अंतिम सप्ताह से फरवरी के पहले सप्ताह तक बुवाई आदर्श होती है। मिलेट्स की बुवाई आमतौर पर समतल सतह पर, रिज एंड फ़रो प्रणाली में मेड़ पर और ब्रॉड-बेड एंड फ़रो (बीबीएफ) प्रणाली में चौड़ी क्यारी पर की जाती है।

बीज दर और अंतराल

ड्रिल या देशी हल के पीछे पंक्ति में बुवाई के लिए ४-५ किग्रा/हेक्टेयर बीज दर की आवश्यकता होती है। बाजरा प्रति पौधा एक से अधिक टिलर उत्पन्न कर सकता है और इस प्रकार पौधों की संख्या के लिए इसकी प्लास्टिसिटी (लचीलापन) होती है। मिलेट्स की पौधों की संख्या किस्म, उसकी अवधि, बीज के आकार, बुवाई के समय, रोपण विधि और बढ़ती परिस्थितियों के अनुसार भिन्न होती है। ५० से.मी x १०-१२ से.मी (cm) की रोपण इष्टतम है और तदनुसार पौधों की इष्टतम संख्या १.५ से २.० लाख/हेक्टेयर तक भिन्न होती है। राजस्थान के शुष्क-पश्चिमी मैदान, हरियाणा और गुजरात के कच्छ क्षेत्र (ए-१ क्षेत्र) के लिए, बाजरा को ६० से.मी की दूरी पर पंक्तियों में लगाया जाना चाहिए, जिससे १.०० से १.२५ लाख/हेक्टेयर की आबादी बनी रहे। ४५० मि.मी (ज़ोन 'ए' और 'बी') से अधिक वर्षा वाले क्षेत्र के लिए, फसल को ४५ से.मी x १०-१५ से.मी की ज्यामिति पर लगाया जाना चाहिए, जिससे पौधों की आबादी १.७५ से २.० लाख/हेक्टेयर

रहे। अत्यधिक उत्पादक मिट्टी में सिंचाई और/या उच्च स्तर के प्रबंधन के तहत, २,२५,००० पौधे/हेक्टेयर की आबादी की सिफारिश की जाती है। अत्यधिक रेतीली, सूखे का सामना करने वाली मिट्टी पर, ~ १०,००० हेक्टेयर की आबादी पर्याप्त है। उचित अंकुरण के लिए बीज को ३ सेमी से अधिक गहरा नहीं बोना चाहिए।

रोपाई

रोपाई के लिए, 2 किलोग्राम बीज प्रति हेक्टेयर आवश्यक संख्या में पौधे प्रदान कर सकते हैं। बीजों को ५०० वर्ग मीटर की नर्सरी में समतल क्यारी पर १० सेमी की पंक्तियों में २ सेमी की गहराई पर बोया जाता है। बुवाई के समय ३० किग्रा/हेक्टेयर नाइट्रोजन का प्रयोग किया जाता है। पौधे ३ सप्ताह में रोपाई के लिए तैयार हो जाते हैं। वर्षा आधारित परिस्थितियों में, वर्षा होने के बाद ही रोपाई की सलाह दी जाती है। रोपाई के निम्नलिखित लाभ हैं: (१) शीघ्र परिपक्वता अर्थात् १०-१५ दिन, (२) कम तापमान के प्रभाव से दानों के जमाव से बचाव, (३) पौधों की इष्टतम वृद्धि सुनिश्चित करना, और (४) सीधी बुवाई की तुलना में अधिक कल्लर और पुष्पगुच्छ उत्पन्न करना। हालाँकि, वर्षा आधारित परिस्थितियों में रोपाई के लिए उपलब्ध सीमित नमी अवधि और उच्च श्रम आवश्यकता अक्सर इसके व्यापक रूप से अपनाने में बाधा डालती है। तमिलनाडु में, १५ दिनों की अवधि के लिए उगाए गए पौधों को सफलतापूर्वक रोपाई के लिए इस्तेमाल किया गया, जिससे फसल १०-१५ दिन पहले पक गई।

बीज उपचार

जैव कीटनाशकों (ट्राइकोडर्मा हार्जियानम, ४ ग्राम/किग्रा) या थिरम ७५ प्रतिशत धूल, ३ ग्राम/किग्रा बीज से बीज उपचार करने से फसल को मृदा जनित रोगों से बचाने में मदद मिलेगी। ३००-मेष सल्फर पाउडर, ४ ग्राम/किग्रा की दर से बीजोपचार करने से स्मट रोग नियंत्रित होता है। एरगॉट रोग से प्रभावित बीजों को हटाने के लिए, बीजों को १० प्रतिशत नमक के घोल में भिगोया जाता है। मेटालैक्सिल से ६ ग्राम/किग्रा की दर से बीजोपचार करने से डाउनी फफूंदी नियंत्रित होती है। खाद और उर्वरक बाजरा खाद और उर्वरक के प्रयोग के प्रति बहुत अच्छी प्रतिक्रिया देता है। ग्रीष्मकालीन जुताई में या बुवाई से पहले १०-१५ टन/हेक्टेयर अच्छी तरह से सड़ी हुई गोबर की खाद या कम्पोस्ट का प्रयोग स्थानीय बाजरा किस्मों की पोषण संबंधी आवश्यकताओं को पूरा करने के साथ-साथ मिट्टी में बहुमूल्य नमी को संरक्षित करने में भी सहायक हो सकता है। एकल बाजरा के लिए ४०-२० (शुष्क क्षेत्रों में) और ६०-३० किग्रा/हेक्टेयर नाइट्रोजन-डाईफॉस्फोरस पेंटाऑक्साइड (अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में) उर्वरक की खुराक की सिफारिश की जाती है। सिंचित बाजरा संकर के लिए, 'ए' और 'बी' क्षेत्र (औरंगाबाद क्षेत्र, महाराष्ट्र) में २१ प्रतिशत अतिरिक्त नाइट्रोजन खुराक की सिफारिश की जाती है। नाइट्रोजन का दो बराबर भागों में प्रयोग (आधारभूत खुराक और बुवाई के २०-२५ दिन बाद शीर्ष ड्रेसिंग) करना वांछनीय है, और निक्षालन क्षति से बचने के लिए हल्की मिट्टी में ऐसा करना और भी ज़रूरी है। वर्षा आधारित मिलेट्स के लिए यूरिया (१-१.५ प्रतिशत) के रूप में नाइट्रोजन का पर्णिय निषेचन लाभदायक पाया गया है। वानस्पतिक अवस्था के दौरान मिट्टी में अत्यधिक नमी की स्थिति में, २० किग्रा/हेक्टेयर की दर से नाइट्रोजन की अतिरिक्त खुराक की सिफारिश की जाती है।

अध्ययनों से पता चला है कि महाराष्ट्र के परभणी और औरंगाबाद में बिना फास्फोरस उर्वरक की तुलना में ५० किग्रा/हेक्टेयर फास्फोरस के प्रयोग से संकर बाजरा में डाउनी फफूंदी का प्रकोप कम हुआ और अनाज की पैदावार अधिक हुई। दीर्घावधि उर्वरक प्रयोगों (LTFE) ने संकेत दिया है कि संतुलित उर्वरक (एन-पी-के) इष्टतम पैदावार प्राप्त करने के लिए आवश्यक है और तदनुसार मृदा परीक्षण फसल प्रतिक्रिया (एस.टी.सी.आर) आधारित उर्वरक के साथ-साथ १० टन/हेक्टेयर गोबर खाद (एफवाईएम) का प्रयोग बाजरा-गेहूं फसल प्रणाली के लिए आशाजनक पाया गया। आईसीआरआईएसएटी अध्ययन में पाया गया कि मृदा

परीक्षण पर आधारित संतुलित उर्वरक ने कर्नाटक (२०१०-१२) में बाजरा उत्पादकता पर सूखे के नकारात्मक प्रभावों को दूर करने में सहायता की है। बाजरा के बीज उर्वरक जलन के प्रति संवेदनशील होते हैं। चूँकि यह पत्तियों के रंग के माध्यम से फसल की नाइट्रोजन स्थिति की निगरानी करता है, इसलिए यह इष्टतम प्रदर्शन के लिए फसल पोषण को समायोजित करता है (गंग्या और तारासत्यवती, २०२४)। जिंक की कमी वाली मिट्टी में, टिलरिंग से लेकर पुष्पन-पूर्व अवस्था तक १० किग्रा जिंक सल्फेट ($ZnSO_4$)/हेक्टेयर या ०.२ प्रतिशत जिंक सल्फेट का पर्णिय छिड़काव और लौह की कमी वाली मिट्टी ($DTPA Fe < ४.५ ppm$) में, बुवाई के २५-३० दिन बाद ०.५० से ०.७५ प्रतिशत फेरस सल्फेट ($FeSO_4$) का पर्णिय छिड़काव अनुशंसित है। १० किग्रा हेक्टेयर बोरेक्स का प्रयोग भी आशाजनक पाया गया। विभिन्न राज्यों में मिलेट्स की फसल के लिए अनुशंसित उर्वरक (एन-पी-के) तालिका ९ में दिए गए हैं।

ग्रीष्मकालीन बाजरा

नवसारी, गुजरात में, ग्रीष्मकालीन बाजरा (जीएचबी -744) में एज़ोटोबैक्टर और फॉस्फेट घुलनशील जीवाणु (पी.एस.बी) के साथ बीज टीकाकरण के माध्यम से २.५ टन हेक्टेयर गोबर की खाद + १२०-६० किग्रा हेक्टेयर नाइट्रोजन- P_2O_5 के प्रयोग द्वारा एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन की अनुशंसा की जाती है। औरंगाबाद, महाराष्ट्र में, ग्रीष्मकालीन मिलेट्स में १२०-४५-४५-२० किग्रा हेक्टेयर $-P_2O_5-K_2O-ZnSO_4$ का उर्वरक प्रयोग आशाजनक रहा।

तालिका ९. विभिन्न राज्यों में बाजरा के लिए अनुशंसित जनसंख्या और उर्वरक

राज्य	इष्टतम पौधों की संख्या (मिलियन)	उर्वरक की खुराक ($N:P_2O_5:K_2O$ किग्रा हेक्टेयर) बारानी (सिंचित)
राजस्थान	0.150-0.200	20:20:20 (40-20-20)
महाराष्ट्र	0.175-0.200	40:20:20 (किस्म) 70-30-30 (संकर);(60-20-40)
गुजरात	0.180-0.200	80:40:20
उत्तर प्रदेश	0.175-0.200	40:20:20 (60-20-40)
हरियाणा	0.175-0.200	40:20:20 (120:60:40)
कर्नाटक	0.150-0.175	40:20:20
आंध्र प्रदेश	0.150-0.200	20:20:20 (40:20:20)
तमिलनाडु	0.145-0.150	60:80:20
मध्य प्रदेश	0.175-0.200	40:20:20

स्रोत: लेखकों का स्वयं का विवेचन

जैव-उर्वरक

एज़ोस्फिरिलम ब्रासिलेंस नामक जीवाणु जैव-उर्वरक मिलेट्स के लिए लाभदायक पाया गया है। नाइट्रोजन की कम मात्रा (१०-४० किग्रा हेक्टेयर) के साथ प्रयोग करने पर इसकी प्रभावशीलता अपेक्षाकृत अधिक होती है। फॉस्फोरस घुलनशील जीवाणु (पीएसबी) भी फसल के पौधों को फास्फोरस की आपूर्ति बढ़ाने में प्रभावी होते हैं। बीज उपचार के लिए तरल-आधारित जैव-उर्वरक, अर्थात् बायोमिक्स (एज़ोटोबैक्टर + एज़ोस्फिरिलम + फॉस्फेट घुलनशील जीवाणु, पी.एस.बी), १०० मिली/किग्रा, अपने वाहक सूत्रीकरण के लिए लाभदायक साबित हुए हैं। इसके अलावा, तरल जैव-उर्वरकों का पत्तियों पर भी प्रयोग किया जा सकता है। वर्षा आधारित परिस्थितियों में अरहर/सोयाबीन (२:१ पंक्ति अनुपात) के साथ बाजरा की अंतर-फसल के लिए, जैव-उर्वरक

(एज़ोस्फिरिलम + फॉस्फेट घुलनशील जीवाणु, पी.एस.बी) के साथ ४०-३० किग्रा.हेक्टेयर $N-P_2O_5$ का प्रयोग ज़ोन बी में अकेले बाजरा की तुलना में आशाजनक पाया गया। इस अभ्यास के परिणामस्वरूप २०-१० किग्रा.हेक्टेयर $N-P_2O_5$ की बचत भी हुई।

जैविक खेती

जैविक खाद, जैव-उर्वरक, समुद्री खरपतवार के अर्क, रॉक फॉस्फेट, जैविक बाजरा पोषण में उपयोगी पाए गए। समुद्री खरपतवार के अर्क (पश्चिमी तट पर प्रचुर मात्रा में उपलब्ध) का छिड़काव (२५ प्रतिशत N प्रतिस्थापन के बराबर) के साथ-साथ गोबर खाद /वर्मीकम्पोस्ट (वीसी) से ७५ प्रतिशत आरडीएन (नाइट्रोजन की अनुशासित खुराक), बाजरा की पोषण आवश्यकताओं को पूरा कर सकता है। अलीगढ़, उत्तर प्रदेश में, जैविक बाजरा-चना फसल प्रणाली के पोषण के लिए ७.५ टन/हेक्टेयर गोबर खाद (एफवाईएम) का प्रयोग आशाजनक पाया गया। चूँकि खाद नाइट्रोजन की सिफारिशों के आधार पर डाली जाती है, इसलिए फास्फोरस (सामान्य) और पोटेशियम (दुर्लभ) की किसी भी कमी को रॉक फॉस्फेट और पोटेशियम सल्फेट के अनुमत उर्वरकों के प्रयोग से पूरा किया जाता है। अम्लीय मिट्टी में रॉक फॉस्फेट का सीधे प्रयोग किया जा सकता है, हालाँकि, गैर-अम्लीय मिट्टी में, फास्फोरस के घुलने और इस प्रकार इसकी प्रभावशीलता बढ़ाने के लिए फास्फोरस घुलनशील पदार्थ मिलाए जाते हैं। बीज टीकाकरण के लिए तरल एज़ोटोबैक्टर और पी.एस.बी जैव-उर्वरक सूत्रीकरण (एज़ो-फॉस्फोटीका) या बायोमिक्स (एज़ोटोबैक्टर + एज़ोस्फिरिलम + पी.एस.बी) के प्रयोग से बाजरा की फसल में नाइट्रोजन और फास्फोरस की आपूर्ति में वृद्धि पाई गई।

खरपतवार प्रबंधन

भारत में मुख्य रूप से वर्षा ऋतु की फसल होने के कारण, बाजरा को खरपतवारों के संक्रमण से भारी नुकसान होता है। बुवाई के ३-६ सप्ताह बाद फसल को खरपतवारों से सबसे अधिक नुकसान होता है और इसलिए बुवाई के १५-३० दिन बाद को फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा के लिए महत्वपूर्ण अवधि के रूप में पहचाना जाता है। बाजरा के साथ खरपतवारों की प्रतिस्पर्धा अनाज की पैदावार को २५-५० प्रतिशत तक कम कर सकती है। इसलिए, सर्वोत्तम उपज प्राप्त करने के लिए समय पर खरपतवार प्रबंधन आवश्यक है। खरपतवारों द्वारा पानी के अपव्यय को कम करके बहुमूल्य नमी के संरक्षण के लिए उचित खरपतवार प्रबंधन भी आवश्यक है। बाजरा में एक जटिल खरपतवार वनस्पति (घास, चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार और सेज) पाई गई है। अंजन घास (इकिनोक्लोआ कोलोनम); दूब (सिनोडोन डेक्टिलॉन); मोथा (साइपरस रोटंडस); साठी (ट्राइएथेमा पोर्टुकेलास्ट्रम); केवल (डिजिटेरिया सैग्विनैलिस), मकरा (डेक्तेलोक्टेनियम एजिप्टियम) देश भर में बाजरा की फसल के कुछ प्रमुख और सामान्य खरपतवार हैं।

बुवाई के ३-६ हफ्तों के बीच फसल को २-३ अंतर-कृषि प्रक्रियाओं (१५ और ३० दिनों के अंतराल पर) की आवश्यकता होती है। पहली अंतर-कृषि के समय, खरपतवारों को हटाने के साथ-साथ विरलीकरण और/या अंतरालों को भरना भी आवश्यक है। हाथ से निराई और अंतर-पंक्ति खेती को एकीकृत करने से अधिकांश खरपतवारों से निपटा जा सकता है। समय पर, प्रभावी और किफायती खरपतवार प्रबंधन के लिए, विशेष रूप से बरसात के मौसम की फसलों में, जहाँ रुक-रुक कर होने वाली बारिश उच्च मिट्टी की नमी की स्थिति में हाथ से और जानवरों द्वारा खींचे जाने वाले उपकरणों को चलाने से रोकती है, पूर्व-उगने और बाद में उगने वाले खरपतवारनाशकों का उपयोग करने की सलाह दी जाती है। पौध रोपण से पूर्व (बुवाई से ७ दिन पहले) सैप्लुफेनासिल (५० ग्राम ए.आई.हेक्टेयर) या फ्लूक्लोरालिन (१.० किग्रा. ए.आई.हेक्टेयर) का प्रयोग, या ऑक्साडियाज़ोन (१.० किग्रा. ए.आई.हेक्टेयर) या ऑक्सीफ्लोरफेन (०.२ किग्रा. ए.आई.हेक्टेयर) या एट्राज़ीन (०.५ किग्रा. ए.आई.हेक्टेयर) का प्रयोग, एकल बाजरा के लिए प्रभावी शाकनाशी हैं। फलियों के साथ अंतर-फसलीय बाजरा के लिए, १.५० किग्रा. ए.आई.हेक्टेयर (उद्भव-पूर्व) की दर से पेंडीमेथालिन

की सिफारिश की जाती है। एक हाथ से निराई के साथ-साथ, उगने से पहले शाकनाशी का प्रयोग, बाजरा के लिए पूरे मौसम में प्रभावी और किफायती खरपतवार प्रबंधन प्रदान करेगा। खरपतवार प्रबंधन के लिए १० दिन बाद एट्राज़ीन @ ०.५० किग्रा ए.आई.हेक्टेयर या २५-३० दिन बाद 2,4-डी सोडियम लवण @ ०.५ किग्रा ए.आई.हेक्टेयर या ३-४ पत्ती अवस्था (१५-१८ दिन) पर टेम्बोट्रियोन @ १०-१२० ग्राम ए.आई.हेक्टेयर का प्रयोग आशाजनक पाया गया। १०-१५ दिन बाद टेम्बोट्रियोन @ ८० ग्राम ए.आई.हेक्टेयर + ३० दिन बाद हाथ से निराई करने से बाजरा में खरपतवार की सभी समस्याओं का समाधान हो सकता है और उगने से पहले खरपतवारनाशक के प्रयोग की आवश्यकता नहीं होती। परजीवी खरपतवार स्ट्राइगा के नियंत्रण के लिए, जड़ों सहित पौधों को हाथ से उखाड़ना, और उगने के बाद स्ट्राइगा की पत्तियों पर 2,4-डी का प्रयोग करने की सिफारिश की गई। स्ट्राइगा से अत्यधिक प्रभावित क्षेत्रों में, हर दो साल बाद गैर-बाजरा फसल की खेती की सिफारिश की जाती है। फंदा (trap) फसलों (कपास, सूरजमुखी, मूंगफली, अरंडी, डोलिचोस बीन, अलसी, आदि) के साथ फसल चक्रण भी स्ट्राइगा प्रबंधन के लिए आशाजनक है। उपयोग के समय और फसल प्रणाली के अनुसार शाकनाशी तालिका १० में दिए गए हैं।

तालिका १०. बाजरा के लिए शाकनाशी अनुशंसाएँ

आवेदन का समय	फसल	खरपतवार नाशक
बुवाई से पहले (बुवाई से ७ दिन पहले)	केवल बाजरा	सैफ्लुफेनासिल (५० ग्राम) या फ्लूक्लोरालिन (१.० किलोग्राम)
अंकुरण से पहले	अकेला बाजरा	ऑक्साडियाज़ोन (१.० किग्रा. सक्रिय तत्व/ हैक्टर) या ऑक्सीफ्लोरफेन (०.२ किग्रा. सक्रिय तत्व/ हैक्टर) या एट्राज़ीन (०.५ किग्रा. सक्रिय तत्व/ हैक्टर)
	बाजरे के साथ दलहनी फसलों की अंतर्फल खेती	पेंडीमेथालिन (१.५० किग्रा. सक्रिय तत्व/ हैक्टर)
अंकुरण के तुरंत बाद (१०-१५ दिन बाद)	अकेला बाजरा	टेम्बोट्रियोन (१०-१२० ग्राम. सक्रिय तत्व/ हैक्टर) या एट्राज़ीन (०.५ किग्रा. सक्रिय तत्व/ हैक्टर)
अंकुरण के बाद	अकेला बाजरा	2,4-डी सोडियम नमक (०.५ किग्रा. सक्रिय तत्व/ हैक्टर) बुवाई के २५ -३० दिनों बाद

फसल प्रणाली

बाजरा कई मिश्रित, अंतर-फसल प्रणालियों, फसल चक्रों और यहाँ तक कि कृषि-वानिकी प्रणालियों का एक घटक है। राजस्थान के शुष्क भागों में तिल (उत्तर भारत) और दलहनी फसलों जैसे काला चना, हरा चना और ग्वारफली के साथ बाजरा की मिश्रित फसल सबसे आम है। कुमाऊँ हिमालयी भाभर क्षेत्र में, धान + बाजरा + कुलथी + कद्दू वर्गीय मिश्रित फसल अपनाई जाती है। नमी की कमी की स्थिति में फसल विफलता के जोखिम को कम करने और अनुकूल नमी की स्थिति में प्रति इकाई क्षेत्र उत्पादकता बढ़ाने के लिए बाजरा से जुड़ी कई अंतर-फसल प्रणालियों को अपनाया गया। देश के विभिन्न भागों में बाजरा और अरहर की अंतर-फसल (बाजरा की १ से ७ पंक्तियाँ: अरहर की १ पंक्ति अर्थात् १-७:१ अनुपात) का व्यापक रूप से पालन किया जाता है। महाराष्ट्र में कम वर्षा (शुष्क भूमि) की स्थिति में, ३:१ पैटर्न आशाजनक रहा। यह पैटर्न बाजरा + मूंगफली (१: १-६) और बाजरा + मूंग (१: १-७) के साथ भी देखा जाता है। देश में बाजरा उत्पादन को बढ़ाने और विविधता लाने के लिए, खरीफ २०२४ के दौरान ए.आई.सी.आर.पी (AICRP) अध्ययनों के आधार पर २:२ अनुपात में बाजरा + सांवा (जामनगर, गुजरात

और कोयंबटूर, तमिलनाडु), बाजरा + कांगनी (विजयपुरा, कर्नाटक) की युग्मित पंक्ति अंतरफसल विकसित की गई थी। महत्वपूर्ण अंतरफसल प्रणालियाँ तालिका ११ में दी गई हैं।

बाजरा के सबसे महत्वपूर्ण फसल चक्रों में शामिल हैं: बाजरा-गेहूं-हरा चना, बाजरा-गेहूं-बाजरा, बाजरा-जौ/चना/मटर/गेहूं/बरसीम, बाजरा-आलू-मूंग या उड़द, बाजरा-आलू-गेहूं, बाजरा-मूंग या उड़द, बाजरा-रेप-गेहूं, बाजरा-बरसीम, अर्ल बाजरा-तोरिया-गेहूं, आदि (तालिका १२)। हाल ही में उत्तर-पश्चिम भारत में एक नई फसल प्रणाली, बाजरा-मेथी (ट्राइगोनेला फोनम-ग्रेकम), जिसे मेथी (बीज मसाला) भी कहा जाता है, उभरी है। मेथी एक फलीदार फसल है जिसका उपयोग सब्जी और मसाला दोनों के लिए किया जाता है। इस प्रणाली के अंतर्गत आने वाले ०.२१ मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र का ५७ प्रतिशत अकेले राजस्थान राज्य में है। शुष्क क्षेत्रों के लिए बाजरा-जीरा एक अन्य संभावित फसल प्रणाली है।

तालिका ११. भारत में बाजरा की राज्यवार अंतरफसल प्रणालियाँ

राज्य	इंटरक्रॉपिंग सिस्टम
राजस्थान	बाजरा + ग्वार/ मोठ/ तिल
हरियाणा, गुजरात, उत्तर प्रदेश	बाजरा + मूंग/ तिल/ अरंडी/ सांवा
मध्य प्रदेश	बाजरा + उड़द/ सोयाबीन
महाराष्ट्र	बाजरा + मोठ/ अरहर
कर्नाटक, आंध्र प्रदेश, तेलंगाना	बाजरा + अरहर/ मूंगफली/ अरंडी/ कंगनी
तमिलनाडु	बाजरा + लोबिया/ सूरजमुखी/ सांवा

तालिका १२. भारत में बाजरा की राज्य-वार फसल प्रणाली

राज्य और विस्तार	फसल प्रणाली
भारत का अर्ध-शुष्क कृषि-पारिस्थितिकी क्षेत्र IV, विशेष रूप से दक्षिण-पश्चिम उत्तर प्रदेश, राजस्थान, हरियाणा और गुजरात, पश्चिमी महाराष्ट्र (२.५ मिलियन हेक्टेयर) के राज्यों में	बाजरा-गेहूं
उत्तर, पश्चिम और मध्य भारत (राजस्थान, उत्तर प्रदेश और मध्य प्रदेश) में १.० मिलियन हेक्टेयर पर	बाजरा - सरसों
पंजाब, हरियाणा, राजस्थान के पश्चिमी शुष्क क्षेत्र (४०० मिमी बारिश), महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, राजस्थान के पश्चिमी पठार और पहाड़ी क्षेत्र में ६८०-१०४० मिमी बारिश के साथ	बाजरा - मसूर
सुनिश्चित वर्षा वाले क्षेत्रों (पूर्वी उत्तर प्रदेश, बिहार, पश्चिम बंगाल) और सिंचाई उपलब्ध क्षेत्रों (पंजाब, हरियाणा, पश्चिमी उत्तर प्रदेश) में	बाजरा - चना
उत्तर-पश्चिम भारत	बाजरा-मेथी
बाजरा क्षेत्र 'बी'	बाजरा- सोयाबीन
बाजरा क्षेत्र 'ए-१' (२ साल का फसल चक्र)	बाजरा-मोठ/ग्वार

शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में बाजरा कई कृषि वानिकी प्रणालियों का एक घटक है। इसकी खेती प्रोसोपिस सिनेरिया (हरियाणा), ज़िज़िफस मॉरिटियाना (राजस्थान), और पॉप्लर (हरियाणा, हिमाचल प्रदेश और उत्तराखंड) में अंतर-फसल के रूप में की जाती है। पंजाब के निचले पहाड़ी क्षेत्रों (कंडी क्षेत्र) में, अकासिया नीलोटिका, अकासिया कैटेचू, एनोगेइसस लैटिफोलिया, ब्यूटिया मोनोस्पर्मा, डालबर्गिया सिस्सू, ग्रेविया ऑष्ट्रिया, ज़िज़िफस प्रजाति के वृक्षों के साथ मिलेट्स की कृषि-वन-संवर्धन प्रणाली अपनाई जाती है।

सिंचाई और जल (नमी) प्रबंधन

बाजरा मूलत एक वर्षा आधारित खरीफ फसल है और सामान्य वर्षा वितरण में, इसे शायद ही किसी सिंचाई की आवश्यकता होती है। हालाँकि, खरीफ मौसम के दौरान वर्षा का असमान वितरण नमी की कमी की स्थिति पैदा करता है जिससे पैदावार कम होती है। शीत ऋतु और ग्रीष्म ऋतु के बाजरा को क्रमशः सुरक्षात्मक और आवश्यकता-आधारित सिंचाई के साथ उगाया जाता है और इनकी उत्पादकता बहुत अधिक होती है। लंबे समय तक सूखे की स्थिति में, फसल वृद्धि के महत्वपूर्ण चरणों (कलियाँ निकलना, फूल आना और दाना बनना) पर जीवन रक्षक सिंचाई करने से अनाज की पैदावार में काफी वृद्धि होगी। पुष्पन या पुष्पन अवस्था में सिंचाई अत्यधिक लाभदायक होती है। मानसून के पूर्ण रूप से विफल होने की स्थिति में ३-४ सिंचाई की आवश्यकता हो सकती है। अध्ययनों से संकेत मिलता है कि अंकुरण के बाद, कलियाँ निकलना, पुष्पगुच्छ निकलना (हेडिंग) और दाना भरना सिंचाई के लिए सबसे महत्वपूर्ण फसल चरण हैं। आमतौर पर, जब पानी असीमित होता है तो, बाढ़ सिंचाई की जाती है। गुजरात में ग्रीष्म ऋतु के बाजरा के लिए १.० सिंचाई जल / संचयी पैन वाष्पीकरण (IW/CPE) अनुपात पर ४० मिमी पानी का प्रयोग आशाजनक पाया गया। मराठवाड़ा क्षेत्र में, फरवरी, मार्च और अप्रैल महीनों में क्रमशः १५, १० और ७ दिनों के अंतराल पर ग्रीष्मकालीन बाजरा की सिंचाई की सिफारिश की गई थी। हालाँकि, जब सिंचाई का पानी सीमित होता है, तो स्प्रिंकलर और ड्रिप सिंचाई की सिफारिश की जाती है और ड्रिप सिंचाई सबसे आदर्श और जल उपयोग कुशल होती है। सीमित सिंचाई जल उपलब्धता के अंतर्गत, १५० प्रतिशत पैन वाष्पीकरण पर ड्रिप सिंचाई, जिसमें फर्टिगेशन (१२५ प्रतिशत नाइट्रोजन के साथ) शामिल है, आशाजनक थी। बाजरा खारे पानी से सिंचाई को सहन कर सकता है और इसकी उपज पर कम प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है, लेकिन उच्च सोडियम अवशोषण अनुपात (SAR) मिट्टी में अंतःस्यंदन दर को कम करने में सक्षम पाया गया। खारे पानी से सिंचाई के प्रतिकूल प्रभावों को कम करने के लिए जिप्सम का प्रयोग, अच्छी गुणवत्ता वाले सिंचाई जल से जमा हुए लवणों का निक्षालन और ड्रिप सिंचाई की सिफारिश की गई। शून्य कार्बन फुटप्रिंट वाली बाजरा सिंचाई के साथ सौर ऊर्जा चालित सिंचाई प्रणालियाँ (अच्छे और खारे पानी दोनों) विकसित की गई हैं। बाजरा की जल आवश्यकता मक्का, ज्वार और रागी (५००-६०० मिमी) की तुलना में बहुत कम अर्थात् २५०-३५० मिमी (औसतन १४०-१५० मिमी पानी/उत्पादित अनाज का टन) होती है।

नमी संरक्षण प्रबंधन

पोटेशियम नाइट्रे ०.२ प्रतिशत से बीज उपचार बीज को कठोर बनाने में प्रभावी रहा, जो नमी की कमी की स्थिति को सहन करने में सहायक है। सूखे से प्रभावित बाजरा की फसल को बचाने के लिए मध्य-मौसम सुधार की एक महत्वपूर्ण तकनीक है पौध घनत्व में कमी लाना। पंक्ति के भीतर के पौधों को हटाना, एक के बाद एक पंक्तियों को हटाने से अधिक लाभदायक है। हटाए गए पौधों का उपयोग आच्छादन (mulch) के रूप में किया जा सकता है, जबकि प्रति हेक्टेयर १.२५ लाख पौधे सुरक्षित रहते हैं। समतल बुवाई की तुलना में, मेंडंबंदी या मेड़ और नाली प्रणाली जैसी संशोधित भूमि संरचना नमी संरक्षण के लिए अधिक उपयुक्त है। मेड़ और नाली प्रणाली विशेष रूप से हल्की मिट्टी और ढलान वाली भूमि में अधिक उपयुक्त है। गर्मियों में गहरी जुताई और १० टन/हेक्टेयर की दर से गोबर की खाद के प्रयोग से नमी भंडारण में वृद्धि होती है, जिससे नमी संरक्षण और फसल द्वारा इसके उपयोग में वृद्धि होती है। बाजरा में अंतिम ताप तनाव के प्रतिकूल प्रभाव को कम करने के लिए दाना भरने की अवस्था में १०० पी.पी.एम (१.५ ग्राम/१५ लीटर पानी) सैलिसिलिक एसिड या थायोग्लाइकोलिक एसिड या १००० पीपीएम थायोरिया का छिड़काव प्रभावी पाया गया। एहतियात के तौर पर, थायोग्लाइकोलिक एसिड का छिड़काव करते समय दस्ताने पहनना अनिवार्य है। ५ टन/हेक्टेयर की दर से फसल अवशेषों की आच्छादन और ७.५ किलोग्राम/हेक्टेयर की दर से बीज नालियों में हाइड्रोजेल का प्रयोग नमी संरक्षण में प्रभावी है। आई.ए.आर.आई, नई दिल्ली द्वारा

विकसित हाइड्रोजेल एप्लीकेटर, जो फर्टी-कम-सीड ड्रिल से जुड़ा होता है, एक ही बार में बुवाई और हाइड्रोजेल के प्रयोग में काफी उपयोगी साबित हुआ।

कीट प्रबंधन

भारत में बाजरा उगाने वाले अधिकांश क्षेत्रों में कीटों का महत्व अपेक्षाकृत कम है, इसलिए औपचारिक कीट प्रतिरोधी प्रजनन कार्यक्रमों पर ज़ोर नहीं दिया जाता, हालाँकि कीटों के प्रति संवेदनशील प्रमुख प्रजातियों को न छोड़ने के लिए सावधानी बरती जाती है। बाजरा में, सफेद ग्रब, प्ररोह मक्खी और धूसर घुन सबसे महत्वपूर्ण कीट हैं और इनसे होने वाले नुकसान को कम करने के लिए सांस्कृतिक नियंत्रण उपाय विकसित किए गए हैं।

सफेद ग्रब (होलोट्रीचिया कॉन्सैंगुनिया)

यह गुजरात और राजस्थान राज्यों में आम कीट है। बढ़ते अंकुर की जड़ों पर आक्रमण करने वाले ग्रब प्रभावित पौधों को पूरी तरह से मुरझा देते हैं। प्रभावित पौधों के मरने से पौधों की संख्या कम और असमान हो जाती है। ग्रब जुलाई-अगस्त के महीनों में सबसे अधिक नुकसान पहुँचाते हैं। वयस्क कीट मई से जुलाई तक मानसून-पूर्व/मानसून की बारिश के साथ निकलते हैं और बाजरा के फूल और दूधिया अवस्था में दानों को खाते हैं। राजस्थान में नुकसान की सीमा ५-२५ प्रतिशत तक थी।

प्रबंधन

सूरजमुखी और ग्या अरहर के साथ अंतर-फसल लगाने से सफेद ग्रब का प्रकोप कम पाया गया। पहली बारिश के तुरंत बाद वयस्क भृंगों को इकट्ठा करके नष्ट कर दें, जब वे नीम/बबूल के पेड़ों पर प्रजनन के लिए आते हैं और मानसून की शुरुआत के साथ, अधिमानतः पहली बारिश प्राप्त होने के २-३ दिनों के भीतर, वृक्ष धारकों पर क्लोरपाइरीफॉस ०.२ प्रतिशत का छिड़काव करने की सलाह दी जाती है। बाजरा बीज के साथ १२ किग्रा/हेक्टेयर की दर से कार्बोफ्यूथ्रान ३ जी मिलाकर बुवाई करना सफेद ग्रब प्रबंधन में प्रभावी रहा। पर्याप्त मात्रा में पानी के साथ इमिडाक्लोप्रिड ६०० एफएस (८.७५ मि.ली/किग्रा) या क्लोथियानिडिन ५० डब्ल्यू.डीजी (७.५ ग्राम/किग्रा बीज के साथ) बीज उपचार सफेद ग्रब को नियंत्रित करने में प्रभावी है।

दीमक (ओडेन्टोटर्मिस ओबेसस)

एक सामाजिक कीट जो भूमिगत बस्तियों में रहते हैं, युवा पौधों के साथ-साथ विकसित पौधों पर भी हमला करते हैं। यह संक्रमण के उन्नत चरणों में जड़ और तने पर भी हमला करता है। संक्रमित पौधे मुरझा जाते हैं और अंततः मर जाते हैं।

प्रबंधन

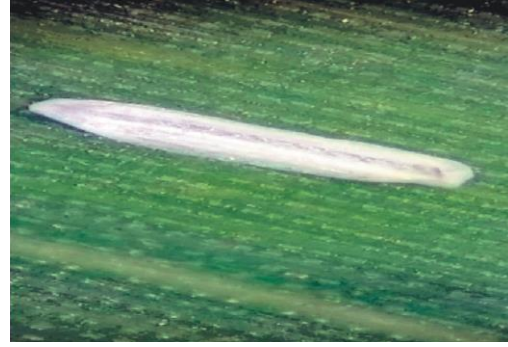
फसल की कटाई के बाद गहरी जुताई, उसके बाद ठूठ/पौधे के अवशेषों को इकट्ठा करके जला देना, सड़ी हुई गोबर की खाद का प्रयोग और समय पर सिंचाई, दीमक नियंत्रण में उपयोगी हैं। इमिडाक्लोप्रिड ६०० एफएस (८.७५ मि.ली/किग्रा) या क्लोथियानिडिन ५० डब्ल्यू.डीजी (७.५ ग्राम/किग्रा बीज के साथ) बीज को पर्याप्त मात्रा में पानी के साथ उपचारित करना दीमक नियंत्रण में प्रभावी है। खड़ी फसल में सिंचाई के पानी के साथ क्लोरोपायरीफॉस २० ई.सी (१.२५ लीटर) का प्रयोग फसल को बचाने का अंतिम उपाय था।

शूटफ्लाई (एथेरिगोना एप्रोक्सिमाटा)

गुजरात और तमिलनाडु राज्यों का एक सामान्य कीट। लार्वा अंकुरण अवस्था के दौरान वृद्धि बिंदु को काट देते हैं जिससे "मृत हृदय" (डेड हार्ट) हो जाता है (चित्र ३-६)। फसल जीवन चक्र की उन्नत अवस्था में, ये बालियों के सिरों को खाते हैं और पुष्पगुच्छों को काटते हैं। देर से बोई गई फसल पर इसका प्रकोप अधिक होता है।

प्रबंधन

मानसून के आगमन के तुरंत बाद या पहली बारिश के १०-१५ दिनों के भीतर फसल की बुवाई करने और आस-पास के क्षेत्रों में अलग-अलग बुवाई से बचने से शूट फ्लाई की संख्या में वृद्धि कम होगी। देर से बोई गई फसल के लिए, रोपाई का सुझाव दिया गया है। यदि सीधी बुवाई करनी है, तो ४ किलोग्राम बीज/हेक्टेयर का प्रयोग करें और बुवाई के १५ दिनों के भीतर प्रभावित पौधों को अलग कर दें। बाजरा में शूट फ्लाई के प्रकोप के साथ-साथ सफेद ग्रब और दीमक के प्रकोप के प्रबंधन में भी इमिडाक्लोप्रिड ६०० एफएस (८.७५ मिली/किग्रा की दर से) बीज उपचार + शूट फ्लाई के मृत हृदयों को हटाना + १०/हेक्टेयर की दर से मछली भोजन जाल लगाना + अंकुरण के ३५ दिन बाद डाइमथोएट ३० इमल्सीफायबल कंसन्ट्रेट (EC) ०.००३ प्रतिशत का छिड़काव, न केवल शूट फ्लाई के प्रकोप के प्रबंधन में, बल्कि सफेद ग्रब और दीमक के प्रबंधन में भी प्रभावी है। अंकुरण के ३५ दिन बाद इमिडाक्लोप्रिड ६०० एफएस (८.७५ मिली/किग्रा की दर से) बीज उपचार के बाद इमिडाक्लोप्रिड १७. ८ घुलनशील द्रव (०.००९ प्रतिशत) का छिड़काव या फेनवेलेरेट ०.४ प्रतिशत (२० किग्रा./हेक्टेयर) की दर से छिड़काव या नीम बीज का गूदा अर्क (NSKE) ५ प्रतिशत या फिप्रोनिल ५ घुलनशील सांद्रण (०.०१ प्रतिशत) का छिड़काव शूट फ्लाई के प्रबंधन के लिए प्रभावी है।



चित्र ३. बाजरे पर शूटफ्लाई क्षति (मृत हृदय) चित्र ४. शूट फ्लाई अंडा

(स्रोत: डॉ. ए. कलैसेकर, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)



चित्र ५. शूट फ्लाई लार्वा

चित्र ६. वयस्क शूट फ्लाई

(स्रोत: डॉ. ए. कलैसेकर, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

ग्रास हॉपर {हाइरोग्लिफस निग्रोप्लेटस (बोलिवर)}

अंडे मिट्टी में ७.५-२०.० सेमी गहराई पर दिए जाते हैं; हॉपर और वयस्क पत्तियों को खाते हैं, जिससे कभी-कभी फसल के पत्ते बुरी तरह झड़ जाते हैं; वयस्क छोटे पंखों वाले होते हैं और केवल कम दूरी तक ही उड़ सकते हैं (चित्र ७)।

प्रबंधन

खरपतवार मुक्त खेती; फसल की कटाई के बाद गहरी ग्रीष्मकालीन जुताई करके मिट्टी में "अंडे की फलियाँ" को उजागर करना, मेड़ों को उखाड़ना और फसल पर फेनवेलरेट धूल (२५ किग्रा/हेक्टेयर की दर से) छिड़कना, टिड्डे के प्रबंधन में सहायक है।



चित्र ७. हाइरोग्लिफ़स नाइग्रोरेप्लेटस

(स्रोत: डॉ. ए. कलैसेकर, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

चित्र ८. बाजरे पर ईयरहेड बग

(स्रोत: डॉ. प्रकाश कुमार, उप निदेशक, कृषि कार्यालय, सिरोही, राजस्थान)

ग्रे वीविल (*माइलोसेरस प्रजाति*)

एक बहुभक्षी कीट, वयस्क भृंग हरी पत्तियों को खाते हैं और जब पौधे संक्रमित होते हैं तो गंभीर नुकसान पहुँचाते हैं।

प्रबंधन

कीट दिखाई देने पर क्लिनलफॉस १.५ प्रतिशत २५ किग्रा/हेक्टेयर की दर से छिड़कने की सलाह दी जाती है।

ईयरहेड बग (*कैलोकोरिस एंगुस्टेटस*)

देश के दक्षिणी भागों में एक आम कीट। शिशु और वयस्क कीट दूध अवस्था में कोमल दानों से रस चूसते हैं, जिससे वे भुरभुरे/सूखे हो जाते हैं (चित्र ८)।

प्रबंधन

जल्दी रोपाई करने से कीटों का प्रकोप कम होता है और पुष्पगुच्छों पर कार्बारिल ५० एस.पी (३ किग्रा प्रति ५०० लीटर पानी-हेक्टेयर की दर से) छिड़काव करने की सलाह दी जाती है।

तना छेदक (*चिलो पार्टेलस*)

एक रात्रिचर कीट, जिसका रंग गंदा भूरा होता है। इल्लियाँ पत्तियों को खाती हैं और तने में छेद करके "डेड हार्ट" बनाती हैं, साथ ही तने में सुरंग बनाकर बालियों में छेद कर देती हैं।

प्रबंधन

इमिडाक्लोप्रिड ६०० एफएस (८.७५ मिली/किग्रा की दर से) बीज उपचार के बाद इमिडाक्लोप्रिड १७.८ घुलनशील द्रव (०.००९ प्रतिशत) बाजरा के लिए एकीकृत तना छेदक प्रबंधन मॉड्यूल बनाने के लिए इमिडाक्लोप्रिड ६०० एफएस (८.७५ मिली/किग्रा की दर से) बीज उपचार के बाद इमिडाक्लोप्रिड १७.८ घुलनशील द्रव (०.००९ प्रतिशत) का छिड़काव या फेनवेलरेट ०.४ प्रतिशत (२० किग्रा/हेक्टेयर की दर से) छिड़काव या अंकुरण के ३५ दिन बाद नीम बीज गिरी अर्क (एन.एस.के.ई) ५ प्रतिशत का छिड़काव या ६०० एफएस (८.७५ मिली/किग्रा की दर से) बीज उपचार + शूट फ्लाय डेड हार्ट्स को हटाना + फिश मील ट्रैप (१०/हेक्टेयर) की दर से लगाना + अंकुरण के ३५ दिन बाद नोवालुरोन १० ई.सी (०.०१ प्रतिशत) का छिड़काव करना शामिल है। तना छेदक प्रबंधन के लिए ट्राइकोग्रामा चिलोनिस (७५,०००/हेक्टेयर/सप्ताह की दर से) छिड़काव की भी सिफारिश की जाती है।

ब्लिस्टर बीटल (*माइलाब्रिस पोस्टुलेट*)

यह कीट आमतौर पर कई प्रकार के पौधों को खाता है। वयस्क बीटल फूलों और कोमल पुष्पगुच्छों को खाता है जिससे दाने नहीं बनते।

प्रबंधन

पुष्पगुच्छों पर कार्बारिल ५० एस.पी (३ किग्रा ५०० लीटर पानी में/हेक्टेयर) की दर से प्रयोग करने की सलाह दी जाती है।

चैफर बीटल प्रबंधन

५० प्रतिशत पुष्पन अवस्था में या कीट दिखाई देने पर १५ दिनों तक प्रकाश प्रपंच (२०० वाट का विद्युत बल्ब/हेक्टेयर या पेट्रोमैक्स) का प्रयोग करें।

रोएँदार इल्लियाँ (*एम्सेक्टा मूरई*)

यह फसल पर कभी-कभार आक्रमण करती हैं। लार्वा पौधों से भारी मात्रा में पत्तियाँ गिरा देते हैं। यह कीट आमतौर पर गुजरात और राजस्थान के अर्ध-शुष्क क्षेत्र में पाया जाता है। रोएँदार इल्लियाँ बालियों को भी खाती हैं और दानों की उपज में कमी लाती हैं (चित्र ९)।



चित्र ९. बाजरे के पुष्पगुच्छ पर बालों वाली इल्ली

(स्रोत: डॉ. ए. कलैसेकर, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

कटवर्म (*एग्रोटिस इप्सिलॉन*)

कैटरपिलर आमतौर पर पौधों और ज़मीन पर कटे हुए पौधों को खाते हैं। जब हमला गंभीर हो, तो दोबारा बुवाई करना ज़रूरी है। कटवर्म के लार्वा और वयस्क नीचे दिए गए हैं।

प्रबंधन

रोमिल इल्लियों और कटी इल्लियों, दोनों के प्रबंधन के लिए, ट्राइकोग्रामा चिलोनिस को ७५,०००/हेक्टेयर/सप्ताह की दर से छिड़काव करने की सलाह दी जाती है।

नाट निमेटोड (*टाइलेनचोरहिन्चस वल्बोरिस*) और जड़ गाँठ निमेटोड (*मेलोइडोगाइन इन्कोग्रिटा*)

बाजरा, मेलोइडोगाइन ग्रैमिनिकोला का दूसरा सबसे पसंदीदा पोषक है। भारत के उत्तर-पश्चिमी क्षेत्रों, विशेष रूप से गुजरात में, यह एक समस्या है, खासकर जहाँ यह कोमल फफूंदी (स्क्लेरोस्पोरा ग्रैमिनिकोला) के साथ होता है। जब दोनों जीव (कवक + निमेटोड) सहक्रियात्मक रूप से परस्पर क्रिया करते हैं, तो रोग की गंभीरता बढ़ जाती है और पौधे की वृद्धि कम हो जाती है।

बाजरा संकर निमेटोड के प्रति अपने प्रतिरोध में भिन्न होते हैं। प्राथमिक क्षति जड़ों को होती है, और क्षति की मात्रा पौधे की आयु के साथ बदलती रहती है। लक्षण सबसे गंभीर तब होते हैं जब रोपण के बाद पहले कुछ हफ्तों के दौरान खाद डाली जाती है। जड़ें बहुत कमज़ोर हो जाती हैं और अंततः छोटी, सिकुड़ी हुई, गहरे रंग के धब्बों वाली हो जाती हैं, खासकर जड़ों के सिरे पर। यदि जड़ का सिरा नष्ट हो जाए, तो क्षतिग्रस्त क्षेत्र के ऊपर नई जड़ें विकसित हो सकती हैं। शुरुआती पोषण से गंभीर रूप से क्षतिग्रस्त न हुए

पौधे, इष्टतम वृद्धि परिस्थितियों में ठीक हो सकते हैं और लगभग सामान्य उपज दे सकते हैं। इस सूत्रकृमि कीट को नियंत्रित करने के लिए, मिलेट्स की फसल को सूत्रकृमि-प्रतिरोधी फसलों के साथ बदल दें। ३६ प्रजातियों (९ संकर और १८ पैतृक वंश और ९ पुनर्स्थापक वंश) पर किए गए अध्ययनों से पता चला है कि आई.सी.एम.बी 843-22, आई.सी.एम.बी 94555, एच.एम.एस 47 बी और एच.एम.एस 53 बी जड़-गाँठ सूत्रकृमि के विरुद्ध मध्यम रूप से प्रतिरोधी हैं। ऑक्सामाइल (प्रणालीगत कार्बामेट) बीज उपचार सूत्रकृमि पोषण को रोकने में अत्यधिक प्रभावी पाया गया। फेनामीफोस का प्रयोग एम. इन्कोग्निटा के विरुद्ध प्रभावी पाया गया। फ्लूओपाइराम, SDHI (सक्सीनेट डिहाइड्रोजनेज अवरोधक) कवकनाशी, सूत्रकृमिनाशक गतिविधि के साथ, नए सूत्रकृमिनाशक के रूप में उभर रहे हैं।

पक्षी

पक्षी बाजरा की खेती के लिए तेज़ी से खतरा बनते जा रहे हैं, और यह उन जगहों पर और भी ज़्यादा है जहाँ मिलेट्स की खेती अलग-अलग जगहों पर की जाती है। पक्षियों को डराने के लिए हाथ से डराने और रंगीन रिबन का इस्तेमाल किया जाता था। पक्षियों को फसल से दूर भगाने के लिए साउंडिंग गन और यहाँ तक कि ड्रोन (अफ्रीका) का भी इस्तेमाल किया जाता है।

रोग प्रबंधन

हालाँकि भारत में बाजरा में ५० से ज़्यादा रोग देखे गए हैं, लेकिन केवल डाउनी मिल्ड्यू, स्मट, एर्गोट, रस्ट और ब्लास्ट ही अनाज की उपज को कम करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। उपज के अलावा, एर्गोट अनाज की गुणवत्ता को भी कम कर सकता है।

प्रतिरोधी किस्मों का उपयोग बाजरा के रोगों के नियंत्रण का सबसे किफ़ायती तरीका है। रोगों की महामारी विज्ञान की अच्छी समझ के बाद, ऐसी स्क्रीनिंग तकनीकें विकसित की गई हैं जो प्रतिरोधी और अतिसंवेदनशील जीनोटाइप के बीच आसानी से अंतर कर सकती हैं। जर्मप्लाज्म एक्सेस से कई चयनों ने विभिन्न स्थानों और वर्षों में प्रतिरोध के लिए उच्च स्तर की स्थिरता दिखाई है। प्रतिरोध के पहचाने गए स्रोतों का उपयोग एआईसीपीएमआईपी केंद्रों पर डाउनी फफूंदी प्रतिरोधी नर-बांझ वंशक्रम और परागणकों के विकास में प्रभावी ढंग से किया गया। इसके अलावा, उत्परिवर्तन-प्रेरित प्रतिरोध का भी सफलतापूर्वक उपयोग किया गया। डाउनी फफूंदी प्रतिरोध की अवशिष्ट परिवर्तनशीलता का उपयोग संवेदनशील पदार्थों के प्रतिरोध स्तर को बेहतर बनाने के लिए भी किया जा सकता है।

डाउनी फफूंदी [स्क्लेरोस्पोरा ग्रैमिनिकोला (सैक.)श्रोटा]

डाउनी फफूंदी के लक्षण, जैसे कि हरितहीनता, आमतौर पर दूसरी पत्ती पर दिखाई देते हैं और संक्रमित पौधे की सभी बाद की पत्तियों और पुष्पगुच्छों में लक्षण दिखाई देते हैं। पत्ती के लक्षण पत्ती पटल के आधार पर हरितहीनता के रूप में शुरू होते हैं और क्रमिक रूप से ऊपरी पत्तियों में लक्षणों द्वारा पत्ती क्षेत्र के अधिक विस्तार की प्रगति दिखाई देती है। संक्रमित हरितहीन क्षेत्र में भारी मात्रा में अलैंगिक बीजाणु उत्पन्न होते हैं, आमतौर पर निचली सतह पर, जिससे पत्ती 'डाउनी' दिखाई देती है। प्रणालीगत रूप से संक्रमित पौधे बौने रह जाते हैं, पुष्पगुच्छ नहीं बनाते या विकृत पुष्पगुच्छ बनाते हैं। कई प्रभावित पौधों में, पुष्प भागों के पत्तीदार संरचना में परिवर्तन के कारण पुष्पगुच्छों पर 'हरी बाली' के लक्षण दिखाई देते हैं जो पूर्ण या आंशिक हो सकते हैं और ऐसे पौधे बीज उत्पन्न नहीं करते हैं या बहुत कम बीज उत्पन्न करते हैं (चित्र १०-ए, १०-बी, और १०-सी)। संक्रमित पत्तियां मौसम के अंत में परिगलित पत्ती ऊतक में लैंगिक बीजाणु (ओस्पोर) उत्पन्न करती हैं। डाउनी फफूंदी जीवन चक्र को चित्र ११ (शेड्टी एट अल., २०१६) के रूप में दर्शाया गया है।

वर्तमान में उगाए जा रहे मिलेट्स के संकरों में डाउनी फफूंदी का प्रकोप अत्यधिक परिवर्तनशील होता है, कुछ संकरों में किसानों के खेतों में 90 प्रतिशत से भी अधिक प्रकोप देखा गया है। यह रोग तब खतरनाक स्तर तक पहुँच सकता है जब आनुवंशिक रूप से एकसमान बाजरा की एक ही किस्म को किसी क्षेत्र में

बार-बार और व्यापक रूप से उगाया जाता है। उस क्षेत्र में उपज का नुकसान ३०-४० प्रतिशत तक पहुँच सकता है।



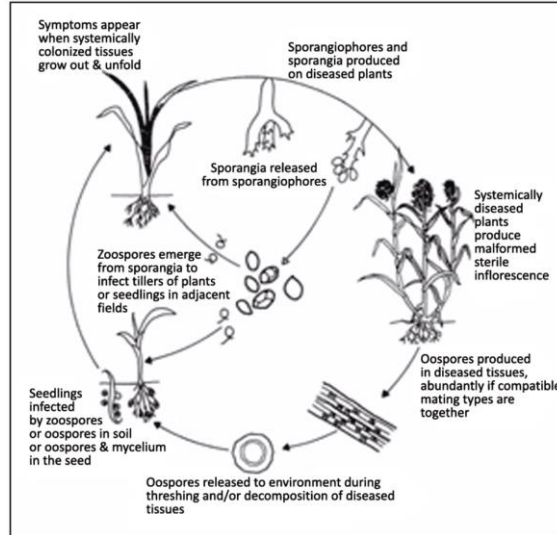
चित्र १०-ए और

१०-बी: हरे पुष्पगुच्छ चित्र

१०-सी. विकृत पुष्पगुच्छ बाजरे में

(स्रोत: गोपी किशन, आईसीएआर-आईआईएमआर, गुड़ामालानी)

कोमल फफूंदी के लक्षण



चित्र ११. बाजरा डाउनी फफूंद रोग चक्र।

(स्रोत: शेटी और सहकर्मी, २०१६)

प्रबंधन

- डाउनी फफूंदी रोग का सबसे अच्छा प्रबंधन रासायनिक या जैविक, और कृषि पद्धतियों को एकीकृत करके किया जा सकता है।
- प्रतिरोधी किस्मों का उपयोग और संकर किस्मों को बारी-बारी से लगाने से मृदा में रोगाणुओं को नियंत्रण में रखा जा सकता है।
- ६ ग्राम/किग्रा बीज की दर से मेटालैक्सिल / बैसिलस प्यूमिलिस (INR7) / चिटोसन १० ग्राम/किग्रा बीज की दर से बीज उपचार।
- संक्रमित पौधों को निकालकर मिट्टी में दबा दें या जला दें।
- ८ ग्राम/किग्रा बीज की दर से मेटालैक्सिल से बीज उपचार और २ ग्राम/लीटर की दर से मेटालैक्सिल का पत्तियों पर छिड़काव करें। यदि संक्रमण २-५ प्रतिशत से अधिक हो, तो बुवाई के २१ दिन बाद मेटालैक्सिल गीला करने योग्य चूर्ण (१०० पी.पी.एम) का पत्तियों पर छिड़काव करें।
- हाल ही में जारी (२०२२-२४) डाउनी फफूंदी प्रतिरोधी किस्मों में शामिल हैं: जी.एच.बी 538 इम्प, पी.बी.एच-1625, जी.एच.बी 1351 बनास नयन, पी.बी 1879, एच.बी.एच 191294, 86एम22,

जी.एच.बी 1294, एम.पी.एम.एच 42, टी.एन.बी.एच 1619, 86एम80, बी.एल.पी.एम.एच 109, एस.वी.पी.एम.एच 101, एम.पी.एम.एच 35, 86एम94।

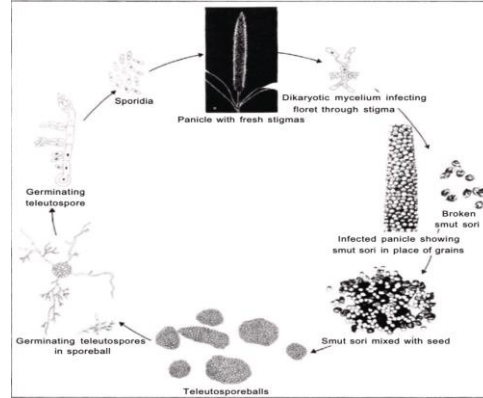
स्मट [मोएज़ियोमाइसेस पेनिसिलारिया]

भारत में स्मट रोग का विशेष रूप से संकर किस्मों के अनुकूलन में विशेष महत्व है। यह रोग खुले परागण वाली किस्मों की तुलना में सीएमएस-आधारित एकल-संकरण संकरों में अधिक गंभीर होता है। संक्रमित पुष्पगुच्छ दानों से बड़े और अंडाकार से शंकाकार आकार के होते हैं, जो शुरू में चमकीले हरे रंग के होते हैं, लेकिन बाद में भूरे से काले रंग में बदल जाते हैं (चित्र १२)। स्मट के कारण अनुमानित अनाज उपज हानि ५-२० प्रतिशत है। यह रोग सितंबर/अक्टूबर के महीने में होता है। जल्दी बोई गई फसल आमतौर पर स्मट संक्रमण से बची रहती है। स्मट का रोग चक्र चित्र १३ (ठाकुर और सिंह, १९८८-बी) में दिया गया है।

प्रबंधन

रासायनिक या जैविक, और कृषि पद्धतियों को एकीकृत करके स्मट का सबसे अच्छा प्रबंधन किया जा सकता है।

- प्रतिरोधी किस्मों का उपयोग और २०२० के बाद जारी कुछ प्रजातियाँ इस प्रकार हैं: एम.पी.एम.एच 35, आर.एच.बी 228, जी.एच.बी 1231, जी.एच.बी 1225, सेंट्रल पर्ल मिलेट हाइब्रिड बीएचबी-1602।
- ३ ग्राम/किग्रा बीज की दर से थिरम ७५ से बीज ड्रेसिंग।
- बूट लीफ अवस्था में पुष्पगुच्छ पर कैप्ताफोल और उसके बाद जिनेब का छिड़काव करने से संक्रमण कम होता है।
- खेत से स्मट वाली बालियों को हटा दें।



चित्र १२. स्मट प्रभावित मोती बाजरा पुष्पगुच्छ चित्र १३. बाजरा स्मट रोग चक्र.

स्रोत: गोपी किशन, आईसीएआर-आईआईएमआर, गुड़ामालानी (स्रोत: ठाकुर तथा सिंह, १९८८-बी)

रतुआ [प्यूकिनिया सबस्ट्रिएटा किस्म पेनिसिलारिया (ज़िम्मी)]

अधिकांश बाजरा उत्पादक क्षेत्रों में रतुआ अपेक्षाकृत कम महत्वपूर्ण रोग है क्योंकि यह आमतौर पर दाना भरने की अवस्था के बाद दिखाई देता है, जिससे अनाज की उपज में बहुत कम या कोई नुकसान नहीं होता है। रतुआ के लक्षण सबसे पहले निचली पत्तियों पर लाल-भूरे रंग के चूर्ण (यूरेडोस्पोर) युक्त विशिष्ट फुंसियों के रूप में दिखाई देते हैं। बाद में, गहरे भूरे रंग के टेलिओस्पोर बनते हैं। लक्षण पत्तियों की ऊपरी और निचली दोनों सतहों पर दिखाई दे सकते हैं, लेकिन अधिकतर ऊपरी सतह और तने पर भी। अतिसंवेदनशील किस्मों में पत्ती के ब्लेड और आवरण पर बड़े फुंसियाँ विकसित हो जाती हैं (चित्र १४)।



चित्र १४. रतुआ प्रभावित बाजरा की पत्ती



चित्र १५-ए. अर्गट से प्रभावित बाजरा



चित्र १५-बी. अर्गट से प्रभावित बाजरे का नज़दीकी दृश्य

(स्रोत: गोपी किशन, आईसीएआर-आईआईएमआर, गुड़ामालानी)

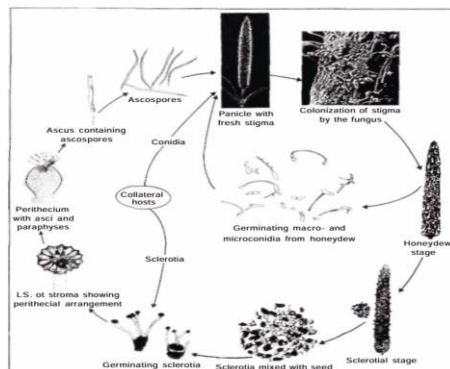
प्रबंधन

रासायनिक या जैविक, और कृषि पद्धतियों को एकीकृत करके रतुआ का सबसे अच्छा प्रबंधन किया जा सकता है।

- प्रतिरोधी संकर/किस्मों का उपयोग। **86M80**, **86M94**, पीबी **1877**, जी.एच.बी **1231**, जी.एच.बी **1225**, २०२० के बाद जारी की गई कुछ रतुआ प्रतिरोधी किस्में हैं।
- मानसून की शुरुआत के साथ फसल की बुवाई करें।
- खेत की मेड़ों पर इस्वेमम प्रीटोसम और पैनिकम मैक्सिमम जैसे सहपार्श्विक पोषकों का विनाश।
- १७ किग्रा/हेक्टेयर की दर से महीन गंधक का छिड़काव और १५ दिनों के अंतराल पर ०.२ प्रतिशत मैन्कोज़ेब के दो छिड़काव।

एरगॉट [*क्लैविसेप्स फ्यूसीफॉर्मिस* (लवलेस)]

इस रोग की पहचान संक्रमित पुष्पगुच्छों से निकलने वाले मलाईदार से हल्के गुलाबी रंग के शहद जैसे पदार्थ से आसानी से की जा सकती है, जिसमें असंख्य कोनिडिया होते हैं। दो सप्ताह के भीतर, ये बूंदें बीजों से बड़ी कठोर, गहरे काले रंग की संरचनाओं के रूप में सूख जाती हैं, जो पुष्पगुच्छों से दानों के स्थान पर बाहर निकलती हैं, जिन्हें स्क्लेरोटिया कहते हैं। दानों की उपज में कमी संक्रमण के प्रतिशत के समानुपाती होती है क्योंकि संक्रमित बीज पूरी तरह से स्क्लेरोटिया में बदल जाता है (चित्र १५-ए, और १५-बी)। रोग का जीवन चक्र चित्र १६ (ठाकुर और सिंह, १९८८-ए) में दिया गया है। रोग की घटना और प्रसार पुष्पन के समय मौसम की स्थिति से अत्यधिक प्रभावित होता है। भारत में साइटोप्लाज्मिक नर-बांझपन प्रणाली पर आधारित आनुवंशिक रूप से एकसमान एकल-क्रॉस **F1** संकर की खेती के कारण यह अधिक महत्वपूर्ण हो गया।



चित्र १६. एरगॉट रोग का जीवन चक्र

(स्रोत: ठाकुर तथा सिंह, १९८८-ए)

प्रबंधन

- बीज से स्केलेरोटिया को यांत्रिक रूप से निकालना और बीज को २ प्रतिशत खारे पानी में धोना।
- बुवाई की तिथियों को समायोजित करें ताकि पुष्पगुच्छ निकलने के समय अधिक वर्षा न हो।
- कटाई के तुरंत बाद खेत की जुताई करें ताकि एगोट गहराई तक दब जाए।
- ५० प्रतिशत फूल आने से शुरू करके ०.२ प्रतिशत थायरम या ०.२५ प्रतिशत कॉपर ऑक्सीक्लोराइड या ०.२ प्रतिशत ज़िरम का तीन पत्तियों पर छिड़काव।
- एगोट प्रतिरोधी किस्मों का प्रयोग करें, जैसे कि के.जी.एच.बी 1231, पी.बी 1756, पी.बी 1720, जी.के 1116, पी.बी 1705, एक्स.एम.टी 1497, के.बी.एच 3940, बी.आई.ओ 8145, 86एम82, २०१६ के बाद जारी की गई नवीनतम किस्में हैं।

ब्लास्ट (पाइरिकुलरिया ग्रिसिया (कुक) सैक [टेलीमॉर्फ: मैग्रापोर्था ग्रिसिया (हर्बर्ट) बार])

बाजरा में पत्ती धब्बा नामक यह रोग पिछले कुछ वर्षों में एक गंभीर रोग बन गया है। यह रोग चारे और अनाज की गुणवत्ता और उत्पादन दोनों को प्रभावित करता है। इसके लक्षण स्पष्ट रूप से बड़े, अनिश्चित, पानी से भीगे, धुरी के आकार के, भूरे केंद्र वाले और पीले किनारे वाले बैंगनी-भूरे क्षितिज के रूप में दिखाई देते हैं, जिसके परिणामस्वरूप व्यापक रूप से हरितहीनता और युवा पत्तियों का समय से पहले सूखना होता है। (चित्र १७ और १८)

प्रबंधन

- स्वच्छ खेती और फसल अवशेषों को हटाना।
- प्रतिरोधी किस्मों का उपयोग (सेंट्रल पर्ल मिलेट हाइब्रिड बी.एच.बी-1602, जी.एच.बी 1225, प्रोएग्रो मारुतेज, एम.पी 7366, जी.एच.बी 1231, आरएचबी 228, एमपीएमएच 35, एमपीएमएच 42, जी.एच.बी 1294, एचबीएच 191294, प्रोएग्रो 9001, जी.एच.बी 538।
- यदि पत्ती पर लक्षण दिखाई दें, तो ०.१ प्रतिशत कार्बेन्डाजिम का पत्तियों पर छिड़काव करें।
- ८ ग्राम/किग्रा बीज की दर से माइक्रोबियल कंसोर्टिया (माइकोराइजा + फॉस्फेट घुलनशील जीवाणु + स्फूडोमोनास + ट्राइकोडर्मा) से बीज उपचार करें या २० और ४० दिन बुवाई के बाद, ०.००४ प्रतिशत ट्राइफ्लोक्सीस्टॉर्बिन + टेबुकोनाज़ोल का पत्तियों पर छिड़काव करें।



चित्र १७. बाजरे के पत्ते पर ब्लास्ट के प्रारंभिक चरण चित्र १८. बाजरे के पत्ते पर ब्लास्ट के उन्नत चरण
(स्रोत: गोपी किशन, आईसीएआर-आईआईएमआर, गुड़ामालानी)

कटाई

अनाज की फसल की कटाई तब करनी चाहिए जब दाने पर्याप्त सख्त हो जाएँ और उनमें लगभग २० प्रतिशत नमी हो। आमतौर पर, फसल की कटाई के लिए दो तरीके अपनाए जाते हैं: (i) खड़ी फसल से सबसे पहले पुष्पगुच्छ तोड़ें और फिर बाकी पौधों को काटें, और (ii) दरांती से पूरे पौधे को काटकर काटे

गए पौधों को ५-६ दिनों तक धूप में सुखाने के लिए बाँध दें। बालियों को डंडों से पीटकर या बैलों द्वारा रौंदकर दानों को अलग किया जाता है। सुरक्षित भंडारण के लिए लगभग १२-१४ प्रतिशत नमी लाने के लिए, मड़ाई किए गए अनाज को साफ करके धूप में सुखाना चाहिए।

चूँकि फसल की हाथ से कटाई करना महंगा काम है, इसलिए हाल के दिनों में उत्तर-पश्चिम भारत में कंबाइन हार्वेस्टर का उपयोग किया जा रहा है। चारे के रूप में चर्बी के महत्व में कमी भी फसल कटाई के मशीनीकरण का एक प्रमुख कारण है। फिक्की (२०१५) के अनुसार, बाजरे के २०-३० प्रतिशत क्षेत्र में यांत्रिक कटाई और मड़ाई की जाती है। अध्ययनों से पता चला है कि मैनुअल संचालन की तुलना में थ्रेशर की थ्रेसिंग दक्षता (९६.८ प्रतिशत) अधिक है और ऊर्जा खपत (८ मेगा जूल/टन इनपुट फसल) कम है। थ्रेशर के संचालन की लागत भी कम (८५ रुपये प्रति टन अनाज) थी, जबकि पशुओं द्वारा रौंदने और हाथ से पीटने से थ्रेसिंग में लागत ३१२.५ रुपये और १६५० रुपये प्रति टन थी। चारे के लिए, बाजरे की फसल की कटाई फूल आने की अवस्था में की जाती है। कटाई हाथ से दरांती या रीपर से की जाती है।

उपज

देश की औसत अनाज उपज १४५३ किग्रा/हेक्टेयर (२०२३-२४) है, जिसमें तेलंगाना में सबसे अधिक उत्पादकता (३३७१ किग्रा/हेक्टेयर) है। देश के बाजरा उत्पादन में राजस्थान और महाराष्ट्र का योगदान क्रमशः ४१.३ प्रतिशत और २.३ प्रतिशत है, जिनमें राष्ट्रीय औसत की तुलना में उत्पादकता (१०३४ और ६०९ किग्रा/हेक्टेयर) २८.८ प्रतिशत और ५८.१ प्रतिशत कम है। देश में खरीफ की तुलना में ग्रीष्म ऋतु अधिक उत्पादक होती है, जैसा कि औसत उत्पादकता (२५७९ बनाम १३८७ किग्रा/हेक्टेयर) से स्पष्ट है और यही बात गुजरात (२९६० बनाम १७७६ किग्रा/हेक्टेयर), राजस्थान (१४७१ बनाम १०३० किग्रा/हेक्टेयर) और महाराष्ट्र (९०२ बनाम ५७९ किग्रा/हेक्टेयर) राज्यों के लिए भी सही है।

बाजरे की पैदावार ३-९ टन/हेक्टेयर तक हो सकती है। देश में बाजरा का चारा उत्पादन ८.८ (१९५०) से बढ़कर २१.८ मिलियन टन (२०१०) हो गया है। यह भारत के कठोर वातावरण में पशुधन के रखरखाव के लिए एक महत्वपूर्ण घटक है। सूखे के वर्षों में, देश के पश्चिमी भागों में अनाज की तुलना में चारा की कीमत अधिक होती थी।

चारा उपज

बाजरा की विभिन्न किस्मों की हरे चारे की उपज लगभग ३० टन/हेक्टेयर है। त्रि-मार्गी संकर (PAC 981) की हरे (सूखे) चारे की उपज ४१ (९.६) टन/हेक्टेयर है। बहु-कट संकर से और भी अधिक हरा चारा (१०० टन/हेक्टेयर) प्राप्त होता है।

चारा बाजरा किस्में

रिजको बाजरा, आई.सी.एम.वी ०८१११, पी.सी.बी १५, पी.सी.बी १४१, पी.सी.बी -१६४, राज बाजरा चरी २, ए.एफ.बी २, ए.एफ.बी -३, ए.एफ.बी -३७, ए.पी.एफ.बी -०९-१, टी.एन.एस.सी -१, आर.बी.बी-१, डी.आर.एस.बी -२, सी.ओ ८, टी.एस.एफ.बी -१५-४। टी.एस.एफ.बी-१५-८, टी.एस.एफ.बी-१७-७, के-२५, नरेंद्र चारा बाजरा-२, बीएआईएफ बाजरा १ और अविका बाजरा १९ कुछ महत्वपूर्ण एकल-कट चारा बाजरा किस्में हैं। मोंडोरिया रिजको बाजरी (एम.आर.बी)-८, एम.आर.बी-९, एम.आर.बी-१५ और जे.सी.बी-२ ग्रीष्मकालीन चारा किस्मों के रूप में आशाजनक हैं। एच.एच.बी ६७-२ (वर्षा आधारित परिस्थितियाँ), एच.एच.बी २२३ (सिंचित और उच्च उर्वरता वाली परिस्थितियाँ), एफ.एम.एच ३, जी.एच.बी १५, जी.एच.बी २३५ कुछ एकल-कट संकर किस्में हैं। एडीवी ००६१, बैफ बाजरा ५, बैफ बाजरा ६, बाजरा, गैंट बाजरा, ओ.एल-१२५, एफ.बी.सी-१६, टी.एस.एफ.बी १८-१, एच.टी.बी.एच ४९०२, डी.एफ.बी-१ और पी.ए.सी ९८१ (न्यूट्रिफीड) मल्टीकट फोरेज बाजरा की किस्में हैं।

उपयोग पैटर्न

एफएओ के अनुसार, भारत में उत्पादित कुल १०.९१४ मीट्रिक टन बाजरा अनाज (२०१६-१८) में से, क्रमशः ९३.४, १.५, २.३ और २.८ प्रतिशत खाद्य, चारा, अन्य (गैर-खाद्य, बीज और प्रसंस्करण) और हानि के लिए जाता है। एसोचैम (२०२२) के अनुसार, १५ और १० प्रतिशत अनाज पशु आहार और शराब उद्योग में जाता है। बाजरा के स्टोवर्स, कार्डबोर्ड और जैव ईंधन उत्पादन जैसे गैर-चारा उपयोगों की भी संभावना है।

निर्यात

२०२२ के दौरान, १९.४६ मिलियन अमेरिकी डॉलर मूल्य के ५८,३७० टन बाजरा का निर्यात किया गया।

समर्थन मूल्य

बाजरा भारत की तीन बाजरा फसलों में से एक है जिसका न्यूनतम समर्थन मूल्य (MSP) है, वह मूल्य जिस पर सरकार अनाज खरीदती है। यह खेती की लागत (C2) का १. गुना तय किया जाता है। यद्यपि खेती की लागत राज्य के अनुसार अलग-अलग होती है, फिर भी पूरे देश के लिए एक समान एमएसपी दिया जाता है। २०२५-२६ सीज़न के लिए, मिलेट्स का एमएसपी २७५५० रुपये प्रति टन है।

बीज उत्पादन

बाजरा अत्यधिक पर-परागण वाली फसल है और प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए २०० मीटर की पृथक्करण दूरी आवश्यक है। अनाज के लिए खुले परागण वाली किस्मों (ओपीवी) का बीज गुणन अनुपात ३३० होता है, जबकि चारा किस्मों का बीज गुणन अनुपात २००-२५० होता है।

संकर बीज उत्पादन

संकर बीज उत्पादन एक महत्वपूर्ण आर्थिक गतिविधि है और निजी कंपनियाँ अनुबंध के आधार पर किसानों की मदद से प्रमाणित संकर बीज उत्पादन कर रही हैं।

प्रमाणित बीज उत्पादन में पराग आपूर्ति के लिए खेत के चारों ओर ५ पंक्तियों में ५: २ के अनुपात में A:R रेखाओं की परत बिछाना शामिल है। ए-लाइन (मादा लाइन) को ६० सेमी x १५ सेमी (३-४ किग्रा/हेक्टेयर बीज) की दूरी पर लगाया जाता है जबकि आर लाइन (रिस्टोरर लाइन, नर पैरेंट) को ६० सेमी x १५ सेमी (२-३ किग्रा/हेक्टेयर बीज) में लगाया जाता है। बीज को २.५-३.० सेमी गहराई पर बोया जाना चाहिए। यदि स्टैंड खराब है तो बुवाई के २-३ सप्ताह बाद पौधों की रोपाई की सिफारिश की जाती है। मूल्यवान बीज सामग्री को बचाने के लिए लगभग सभी दक्षिणी राज्यों में रोपाई की जाती है। लगभग ०.०३ हेक्टेयर नर्सरी १ हेक्टेयर के लिए पौध प्रदान करने के लिए पर्याप्त है। यह मुख्य क्षेत्र में फसल के जीवन काल को १८-२१ दिनों तक कम कर देता है। रोपाई भी चरणों में रोपण के आसान समायोजन को सक्षम बनाती है।

फूलों का समन्वय संकर जनकों में से किसी एक पर पानी और उर्वरक के प्रयोग को नियंत्रित करना; तथा ए - या R- पंक्तियों में अतिरिक्त-शीघ्र टिलर्स को हटाना पराग के बहाव और वर्तिकाग्र ग्रहणशीलता को समकालिक करने में सहायता करता है। संकर बीज उत्पादन के लिए बीज के खेतों को अन्य ज्वार के खेतों से अलग करना आवश्यक है। प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए १००० मीटर की पृथक्करण दूरी बनाए रखनी होती है। रोगिंग (R पंक्ति में ऑफ-टाइप को हटाना, ए पंक्ति में पराग के बहाव को रोकने वाले, पुष्पन के दौरान प्रतिदिन रोगग्रस्त पौधों को हटाना) संकर बीज उत्पादन की एक महत्वपूर्ण गतिविधि है। कटाई और थ्रेसिंग अलग-अलग की जानी चाहिए, पहले नर पंक्तियाँ, फिर मादा (संकर बीज)। काटे गए बीज को २ ग्राम/किग्रा की दर से थीरम से उपचारित किया जाता है; भंडारण सुरक्षा के लिए हैलोजन मिश्रण का प्रयोग किया जाता है। अनुकूलतम परिस्थितियों में संकर बीज उत्पादन (ए पंक्ति से) ३०००-३५०० किग्रा/हेक्टेयर तक होता है और इसका विपणन किया जाता है। R पंक्ति लगभग ३५००-४००० किग्रा/हेक्टेयर

बीज उत्पन्न करती है। बाजरा संकर बीज उत्पादन अनुकूल कृषि-जलवायु परिस्थितियों, मजबूत संस्थागत समर्थन और सक्रिय सार्वजनिक-निजी भागीदारी वाले कुछ ही राज्यों में केंद्रित है। बाजरा के प्रमुख संकर बीज उत्पादन स्थल नीचे दिए गए हैं (तालिका १३)।

बाजरा पर आईसीएआर-एआईसीआरपी, विभिन्न क्षेत्रों में अनुसंधान और प्रजनक बीज उत्पादन का समन्वय करता है, जबकि एनएससी, एसएससी, एसएफसीआई, आधार और प्रमाणित बीज गुणन का प्रबंधन करते हैं। निजी बीज कंपनियाँ संकर विकास और बड़े पैमाने पर बीज उत्पादन में अग्रणी हैं। अनाज के लिए संकर किस्मों का बीज गुणन अनुपात २००-२५० होता है, जबकि चारे के लिए संकर किस्मों का बीज गुणन अनुपात १५०-२०० होता है।

तालिका १३. भारत के प्रमुख संकर बीज उत्पादन राज्य

राज्य	बीज उत्पादन में भूमिका
राजस्थान	सबसे बड़ा योगदानकर्ता; ए-१ ज़ोन हाइब्रिड के लिए आदर्श; एआईसीआरपी-पीएम केंद्रों की मज़बूत उपस्थिति
महाराष्ट्र	बारिश के बाद (रबी) मौसम के उत्पादन में सक्रिय; निजी क्षेत्र हाइब्रिड बीज बाज़ार पर हावी है
गुजरात	गर्मी और खरीफ मौसम में बीज उत्पादन; उच्च गुणवत्ता वाले बीज हब
उत्तर प्रदेश	महत्वपूर्ण सर्टिफाइड बीज उत्पादन; गर्मी के मौसम की खेती को बढ़ावा मिल रहा है
हरियाणा	A1 ज़ोन हाइब्रिड के लिए महत्वपूर्ण; SSC की मज़बूत भागीदारी
तमिलनाडु	गर्मी के मौसम में उत्पादन; उन्नत बीज प्रसंस्करण बुनियादी ढाँचा
तेलंगाना	ड्रिप सिंचाई का उपयोग करके हाइब्रिड बीज उत्पादन; निजी-सार्वजनिक सहयोग
पंजाब	सीमित लेकिन उच्च गुणवत्ता वाला बीज उत्पादन; सर्टिफाइड बीज पर ध्यान केंद्रित
मध्य प्रदेश	उभरता हुआ खिलाड़ी; ब्रीडर और फाउंडेशन बीज गुणन में योगदान देता है

स्रोत: लेखकों का स्वयं का विवेचन

अध्याय ३ : ज्वार

वैज्ञानिक नाम: सोरघम बाइकलर (लिनियस) मोएंच



चित्र १९. संकर ज्वार का क्षेत्र दृश्य

(स्रोत: एच.एस. गवली, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद, फोटोग्राफी इकाई)

ज्वार भारत में उगाया जाने वाला दूसरा सबसे महत्वपूर्ण मिलेट्स है। भोजन के अलावा, इसका दाना पशु आहार और शराब उद्योग में भी उपयोगी है, जबकि ताज़ा बायोमास चारे और जैव ईंधन (हाल ही में, प्रायोगिक तौर पर) के उत्पादन के लिए भी उपयोगी है। इसे मुख्यतः वर्षा आधारित परिस्थितियों में उगाया जाता है। २०२४-२५ के दौरान, ज्वार की खेती ३.९९५ मिलियन हेक्टेयर में की गई, जिससे ४. ९५५ मिलियन टन अनाज का उत्पादन हुआ। इस उत्पादन में से, क्रमशः ३५.२६ प्रतिशत, ६४.३२ प्रतिशत और ०.६२ प्रतिशत खरीफ, रबी और ग्रीष्म ऋतुओं से प्राप्त हुआ। २००८-०९ तक कुल ज्वार उत्पादन में खरीफ ऋतु का प्रमुख योगदान रहा और उसके बाद से, रबी ऋतु ने पहला स्थान प्राप्त कर लिया। कुल ज्वार उत्पादन में खरीफ ऋतु के योगदान में गिरावट का कारण लंबे समय तक बारिश के कारण पुष्पन अवस्था में अनाज में फफूंदी रोग का खतरा है, जो संक्रमित अनाज को मानव उपभोग के लिए अनुपयुक्त बना देता है। फफूंद से संक्रमित अनाज की कीमत कम मिलती है और इस प्रकार किसानों की इसमें रुचि कम हो जाती है। २०२४-२५ के नवीनतम आंकड़ों (तालिका १४) से पता चलता है कि राजस्थान और उत्तर प्रदेश प्रमुख खरीफ ज्वार उत्पादक (२९.९४ और २५.०४ प्रतिशत) हैं, इसके बाद कर्नाटक (१२.३२ प्रतिशत), तमिलनाडु (११.११ प्रतिशत), और मध्य प्रदेश (१०.५४ प्रतिशत) का स्थान है। रबी ज्वार का उत्पादन अलग-अलग गहराई (<४५->१०० सेमी) वाली चिकनी मिट्टी (वर्टिसोल) पर अवशिष्ट मिट्टी की नमी पर किया जाता है, जिसकी उपलब्धता उत्पादकता तय करती है। महाराष्ट्र (५३.०३ प्रतिशत), कर्नाटक (१८.५६ प्रतिशत), तेलंगाना (११.६१ प्रतिशत) और आंध्र प्रदेश (८.९४ प्रतिशत) २०२४-२५ के दौरान प्रमुख रबी ज्वार उगाने वाले राज्य हैं, जिनका कुल उत्पादन ९८.७ प्रतिशत है (तालिका १५)। सिंचित रबी ज्वार की उत्पादकता बहुत अधिक और स्थिर है (आंध्र प्रदेश के चावल परती भूमि में १० टन/हेक्टेयर तक)। ग्रीष्मकालीन उत्पादन (०.३० लाख टन) महाराष्ट्र में होता है। हालाँकि, ज्वार का क्षेत्रफल १९६९-७० के १८.६१ मिलियन हेक्टेयर से घटकर २०२४-२५ में ३.९९५ मिलियन हेक्टेयर रह गया है, फिर भी इसी अवधि के दौरान इसकी उत्पादकता दोगुनी से भी अधिक (५५४ से १२४० किलोग्राम/हेक्टेयर) हो गई है। ज्वार की बढ़ी हुई उत्पादकता का श्रेय उन्नत किस्मों (खरीफ मौसम में संकर) के प्रसार और संबंधित उत्पादन एवं संरक्षण तकनीकों को अपनाने को दिया जाता है।

तालिका १४. प्रमुख भारतीय राज्यों में ज्वार का क्षेत्रफल, उत्पादन और उपज (२०२४-२५): खरीफ, रबी और ग्रीष्म ऋतुओं का योग

राज्य	क्षेत्रफल (मिलियन हेक्टेयर)	कुल का प्रतिशत	उत्पादन (मिलियन टन)	कुल का प्रतिशत	उपज (किलो/हेक्टेयर)	सिंचित क्षेत्र का प्रतिशत
महाराष्ट्र	1.546	38.70	1.690	34.11	1091	1.546
कर्नाटक	0.648	16.22	0.815	16.45	1258	0.648
राजस्थान	0.642	16.07	0.520	10.49	811	0.642
उत्तर प्रदेश	0.268	6.71	0.435	8.78	1622	0.268
तमिलनाडु	0.339	8.49	0.410	8.27	1211	0.339
आंध्र प्रदेश	0.083	2.08	0.287	5.79	3459	0.083
कुल	3.995	100.0	4.955	100.0	1240	3.995

(स्रोत: यूपीएग - कृषि सांख्यिकी के लिए एकीकृत पोर्टल, कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार(<https://upag.gov.in/dash-reports/fiveyearapy?rtab=Five+Year+APY&rtype=reports>))

तालिका १५. प्रमुख भारतीय राज्यों में ज्वार का मौसमवार उत्पादन (मी.टन)

राज्य	खरीफ (२०२४-२५)	कुल में हिस्सेदारी (प्रतिशत)	राज्य	रबी (२०२४-२५)	कुल में हिस्सेदारी (प्रतिशत)*
राजस्थान	0.520	29.94	महाराष्ट्र	1.690	53.03
उत्तर प्रदेश	0.435	25.04	कर्नाटक	0.601	18.86
कर्नाटक	0.214	12.32	तेलंगाना	0.370	11.61
तमिलनाडु	0.193	11.11	आंध्र प्रदेश	0.285	8.94
मध्य प्रदेश	0.183	10.54	तमिलनाडु	0.217	6.81
अन्य	0.192	11.05	अन्य	0.024	0.75
कुल	1.737	100.0	कुल	3.187	100.0

(स्रोत: यूपीएग - कृषि सांख्यिकी के लिए एकीकृत पोर्टल, कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार (<https://upag.gov.in/dash-reports/fiveyearapy?rtab=Five+Year+APY&rtype=reports>);

*प्रतिशत की गणनाएँ लेखकों द्वारा की गई हैं।

१९६९-२०२४ के बीच ज्वार की औसत पैदावार में २२३.८ प्रतिशत की वृद्धि के बावजूद, यह बढ़ी हुई पैदावार अभी भी अनुसंधान केंद्रों और अनुमानित संभावित पैदावार (खरीफ और रबी मौसम में ३२१०-३४१० और १०००-१३६० किग्रा/हेक्टेयर (मूर्ति एट अल., २००७)) से कम है। किसानों और प्रायोगिक/नकली पैदावार के बीच इस बड़े अंतर को विभिन्न तकनीकी और सामाजिक-आर्थिक कारणों से जोड़ा जा सकता है। किसानों के स्तर पर अच्छी कृषि पद्धतियों को अपनाना पूर्ण नहीं है और इसलिए इस उपज अंतर को पाटने के लिए किसानों को अच्छी कृषि पद्धतियों को समग्र रूप से अपनाने की आवश्यकता के बारे में समझाने की आवश्यकता है।

जलवायु आवश्यकताएँ

ज्वार एक गर्म मौसम की फसल है, लेकिन यह कई प्रकार की जलवायु परिस्थितियों में उग सकती है। यह अपने पूरे जीवन चक्र में किसी भी अन्य अनाज की तुलना में उच्च तापमान को बेहतर ढंग से सहन कर सकती है। बीज अंकुरण के लिए न्यूनतम तापमान ७-१० डिग्री सेल्सियस है जबकि वृद्धि के लिए २६-३०

डिग्री सेल्सियस इष्टतम है। हालाँकि यह २५-३० डिग्री सेल्सियस तक के तापमान को सहन कर सकता है। ४५ डिग्री सेल्सियस तक गर्म होता है, लेकिन ८ डिग्री सेल्सियस से कम तापमान पुष्पन और परागण में बाधा के कारण इसकी खेती को सीमित कर देता है। पुष्पन अवस्था के समय १३ डिग्री सेल्सियस से कम तापमान रबी मौसम में बीज बनने के लिए हानिकारक होता है। इसी कारण से, उत्तर भारत में शीत ऋतु (रबी) में ज्वार की खेती नहीं की जाती थी। ज्वार एक लघु दिवस सी-४ पौधा है और फूल आने का समय तापमान के साथ-साथ प्रकाश काल से भी प्रभावित होता है। यह सूखे की स्थिति को भी अच्छी तरह सहन कर सकता है, क्योंकि यह नमी की कमी की स्थिति में निष्क्रिय रहता है और अनुकूल परिस्थितियाँ आने पर पुनः वृद्धि करता है। यह चावल को छोड़कर किसी भी अन्य अनाज की तुलना में जलभराव की स्थिति को बेहतर ढंग से सहन कर सकता है। इसे समुद्र तल से ३,००० मीटर की ऊँचाई तक उगाया जाता है। इस प्रकार, इसे ४०-१०० से.मी औसत मौसमी वर्षा वाले क्षेत्रों में सफलतापूर्वक उगाया जा सकता है।

मृदाएँ

भारत में ज्वार कई प्रकार की मिट्टियों में उगाया जाता है, हालाँकि, अल्फिसोल (लाल) और वर्टिसोल (काली) इसकी खेती के लिए प्रमुख मिट्टियाँ हैं। लाल मिट्टियाँ, मोटे क्रिस्टलीय अम्लीय मिट्टी से प्राप्त होती हैं। ग्रेनाइट हल्की बनावट वाली और उथली गहराई वाली होती हैं। इन मिट्टियों में उच्च अंतःस्पंदन दर (५-१५ सेमी/घंटा), पीएच में उदासीन (६.५ से ७.५), उपलब्ध एन, पी में कम और गैर-विनिमेय के में समृद्ध होती है। इन मिट्टियों में सतह की पपड़ी का निर्माण एक गंभीर समस्या है। ये मिट्टियाँ ज्यादातर आंध्र प्रदेश और कर्नाटक में पाई जाती हैं। काली मिट्टी अलग-अलग गहराई के साथ प्रकृति में चिकनी होती है। मॉन्टमोरिलोनाइट मिट्टी (२:१) वाली इन मिट्टियों में अंतःस्पंदन दर (लगभग ०.१ सेमी/घंटा) कम होती है जिसके परिणामस्वरूप नमक जमा होता है और आमतौर पर एन और पी की कमी होती है। खरीफ सीजन के दौरान, उच्च मिट्टी सामग्री वाले वर्टिसोल में जल भराव एक समस्या है क्योंकि सूजन और जुताई नहीं की जा सकती। सामान्य तौर पर, ९०-१२० मिमी संग्रहित नमी / मीटर गहराई वाले वर्टिसोल

किस्में

भारत में खरीफ और रबी दोनों मौसमों के लिए कई उन्नत अनाज ज्वार की किस्में (१९३० से) और संकर किस्में (१९६४ से) विकसित की गई हैं। पहला व्यावसायिक ज्वार संकर 'सी.एस.एच-१' (सी.के-६०ए x आई.एस-८४) १९६४ के दौरान जारी किया गया था जो शुष्क भूमि कृषि, विशेष रूप से अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में ज्वार की खेती के लिए एक प्रमुख मील का पत्थर है। प्रारंभिक रूप से जारी ज्वार संकर (सी.एस.एच-१ से सी.एस.एच-६) ने ४० प्रतिशत उपज श्रेष्ठता प्रदर्शित की है। कम वर्षा वाले क्षेत्रों के लिए, सी.एस.एच -१७, सी.एस.एच -६ आशाजनक पाए गए। रबी ज्वार के लिए बहुत कम संकर किस्में जारी की गई हैं। सी.एस.एच -१५आर, सी.एस.एच -२९आर और सी.एस.एच -३९आर उनमें से कुछ हैं। एस.पी.एच-२०३६ (मालदंडी सुप्रीम) १२ वर्षों के अंतराल के बाद २०२५ में जारी किया जाने वाला नवीनतम संकर है।

हाल ही में, ग्रीष्म ऋतु के लिए भी फसलें विकसित की जा रही हैं। अनाज के फफूंद रोग से बचाव के लिए खरीफ की किस्म को कम अवधि वाला, छोटे कद का और प्रकाश के प्रति असंवेदनशील होना चाहिए। इसके विपरीत, रबी (बारिश के बाद) की किस्म लंबी, ताप-प्रकाश असंवेदनशील, अंतिम सूखे के प्रति सहनशील होनी चाहिए जिसमें चारकोल सड़न और गिरने का प्रतिरोध हो। खरीफ के मौसम में, संकर किस्मों की प्रधानता होती है (६०:४०) जबकि वर्षा आधारित रबी की स्थितियों में, किस्मों की विशेष उपस्थिति होती है जिसमें एम-३५-१ मेगा किस्म है। रंगीन ज्वार (एंथोसायनिन, नियासिन, लोहा, जस्ता से भरपूर पीले ज्वार और लाल ज्वार) की खेती खरीफ के मौसम में की जाती है। हुरदा ज्वार (केवल किस्में, आज की तारीख में कोई संकर नहीं) की खेती रबी के मौसम (महाराष्ट्र और गुजरात) के दौरान बड़े पैमाने

पर की जाती है विभिन्न राज्यों के लिए खरीफ और रबी मौसम के लिए उपयुक्त ज्वार की किस्में और संकर नीचे दिए गए हैं (तालिका १६)।

तालिका १६. विभिन्न राज्यों के लिए अनाज ज्वार की अनुशंसित उच्च उपज वाली किस्में

खरीफ का मौसम		
राज्य	हाइब्रिड	किस्म
महाराष्ट्र	सीएसएच 47, सीएसएच 45, एसपीएच 1635, एसपीएच 1641, सीएसएच 41, सीएसएच 35, सीएसएच 30, सीएसएच 25, सीएसएच 16, एसपीएच 2024*, एसपीएच 2021 (महाबीज 727)*	पीडीकेवी कल्याणी (एकेएसवी -181), सीएसवी39, सीएसवी36, सीएसवी 34, पलामुरू जोना (सीएसवी31), सीएसवी 27, सीएसवी20, सीएसवी 60 येलो (एसपीवी 2620), सीएसवी 65 येलो (एसपीवी 2906)
कर्नाटक	सीएसएच 45, सीएसएच 41, सीएसएच 35, सीएसएच 30, सीएसएच 18, सीएसएच 17, सीएसएच 16, सीएसएच 14, सीएसएच 13, सीएसएच 42, डीएसएच -7 (सीएसएच 55), डीएसएच -6 (सीएसएच 49)	सीएसवी 36, सीएसवी 34, पलामुरू जोना (सीएसवी31), सीएसवी 27, सीएसवी 17, सीएसवी 15, सीएसवी 55 (गुजरात गोटी), सीएसवी 60 येलो (एसपीवी 2620), सीएसवी 65 येलो (एसपीवी 2906), डीएसवी-10 (सीएसवी-62)
आंध्र प्रदेश, तेलंगाना	सीएसएच 47, सीएसएच 45, सीएसएच 41, सीएसएच 35, सीएसएच 30, सीएसएच 25, सीएसएच 14, सीएसएच 42	पलामुरू जोना (सीएसवी 31), सीएसवी 39, सीएसवी 36, सीएसवी 27, सीएसवी 23, सीएसवी 20, सीएसवी 17, सीएसवी 15, सीएसवी 60 येलो (एसपीवी 2620), पालेम जोना -1 (पीएसवी-512), सीएसवी 65 येलो (एसपीवी 2906), डीएसवी-10 (सीएसवी-62)
मध्य प्रदेश	सीएसएच 47, सीएसएच 41, सीएसएच 25, सीएसएच 23, सीएसएच 18, सीएसएच 17, सीएसएच 16, सीएसएच 42, एसपीएच 2024*, एसपीएच 2021 (महाबीज 727)*	राज विजय ज्वार 1862 (आरवीजे 1862), सीएसवी 34, सीएसवी 15, सीएसवी 17, जेजे 741, जेजे 938, पलामुरू जोना (सीएसवी31), सीएसवी 55 (गुजरात गोटी), डीएसवी-10 (सीएसवी-62)
गुजरात	सीएसएच 47, सीएसएच 41, सीएसएच 35, सीएसएच 27, सीएसएच 25, सीएसएच 18, सीएसएच 16, सीएसएच 13, सीएसएच 42	जीजे42 (एसआर-666-1), पलामुरू जोना (सीएसवी 31), सीएसवी 39, सीएसवी 36, सीएसवी 34, सीएसवी 17, सीएसवी 15, जीजे 41, जीजे 40, जीजे 39, जीजे 38, सीएसवी 55 (गुजरात गोटी), जीजे 45 (एसडीएयू ज्वार मोटी), जीजे 44 (मधु), सीएसवी 65 येलो (एसपीवी 2906), डीएसवी-10 (सीएसवी-62), एसपीवी 2976*
राजस्थान	सीएसएच 47, सीएसएच 45, सीएसएच 41, सीएसएच 35, सीएसएच 27, सीएसएच 23, सीएसएच 18, सीएसएच 16, सीएसएच 14, डीएसएच -7 (सीएसएच 55)	पलामुरू जोना (सीएसवी 31), सीएसवी39, सीएसवी36, सीएसवी 23, सीएसवी 20, सीएसवी 17, डीएसवी-10 (सीएसवी-62), एसपीवी 2976*

तमिलनाडु	सीएसएच 41, सीएसएच 35, सीएसएच 27, सीएसएच 18, सीएसएच 17, सीएसएच 16, सीएसएच 14, डीएसएच -7 (सीएसएच 55)	के-12, पलामुरू जोना (सीएसवी 31), सीएसवी 27, सीएसवी 23, सीएसवी 20, सीएसवी 17, सीओ 26, सीओ-34	
उत्तर प्रदेश	सीएसएच 27, सीएसएच 25, सीएसएच 23, सीएसएच 18, सीएसएच 16, सीएसएच 14	सीएसवी39, सीएसवी36, पलामुरू जोना (सीएसवी31), सीएसवी 23, सीएसवी 20, सीएसवी 17, सीएसवी 15	
रबी और गर्मी (जायद) का मौसम			
राज्य	अनुकूलन का क्षेत्र	हाइब्रिड	किस्म
महाराष्ट्र	बारिश वाले इलाके (मीडियम से गहरी मिट्टी)	सीएसएच 39आर, सीएसएच 19आर, सीएसएच 15आर, एसपीएच 2036 (मालदांडी सर्वोच्च)*	फुले रोहिणी (आरपीएसवी3), फुले सुचित्रा (आरएसवी 1098), सीएसवी 216आर, सीएसवी 29आर, सीएसवी 22आर, सीएसवी 18आर, परभणी सुपर मोती, (एसपीवी 2407), फुले यशोमती (आरएसवी 1910), फुले पूर्वा (एसपीवी 2737), एसपीवी 2919*
	सिंचित इलाके	-	पीकेवी क्रांति, सीएसवी22आर, फुले वसुधा
	उथली मिट्टी	-	सीएसवी 26आर, फुले अनुराधा, फुले चित्रा
कर्नाटक	सूखे इलाके (गहरी मिट्टी)	सीएसएच 15आर, एसपीएच 2036 (मालदांडी सर्वोच्च)*	बीजेवी 44 (एसपीवी 2034), एसपीवी 2217, सीएसवी 29आर, एम 35-1, डीएसवी4, एसपीवी 2919*
	ट्रांज़िशनल इलाके (मीडियम मिट्टी)	-	बीजेवी 44 (एसपीवी 2034), एसपीवी 2217, सीएसवी 26आर, डीएसवी5,
	सिंचित इलाका	सीएसएच 39आर, सीएसएच 19आर, सीएसएच 15आर	बीजेवी 44 (एसपीवी 2034), एसपीवी-2217, सीएसवी 29आर, सीएसवी 22आर, डीएसवी5
तेलंगाना	नॉर्मल रबी इलाके	-	सीएसवी 29आर, सीएसवी 26आर, सीएसवी 22आर, सीएसवी 18आर, तंदूर जोना 55 (एसवीटी 55), तंदूर जोना 1 (एसवीटी-68)
तमिलनाडु	पूरा रबी इलाका	सीएसएच 15आर, एसपीएच 2036 (मालदांडी सर्वोच्च)*	सीएसवी 29आर, सीएसवी 26आर, सीएसवी 22आर, सीएसवी 18आर, सीएसवी 22आर, सीओ 34
	गर्मी वाले इलाके	-	सीओ 26, सीओ 24, सीओएफएस 29, सीएसवी 33एमएफ
गुजरात	पूरा रबी इलाका	-	सीएसवी 29आर, सीएसवी 26आर, सीएसवी 18आर, जीजे 102 (सूरत गोटी), एसपीवी 2919*
आंध्र प्रदेश	चावल की परती ज़मीन	सीएसएच 16	

*२०२५ जारी किया; स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या

लाल ज्वार

लाल ज्वार फेनोलिक्स से भरपूर होते हैं और इनमें ३-डी-ऑक्सी-एंथोसायनिन नामक एक विशेष वर्णक होता है जिसमें तीसरे सी (C) स्थान पर हाइड्रॉक्सिल समूह नहीं होता। इस वर्णक का खाद्य रंग के रूप में उपयोग किए जाने की प्रबल संभावना है क्योंकि यह उच्च तापमान और क्षारीय पीएच (pH) पर भी अधिक स्थिर रहता है। खाद्य, चारा और दवा उद्योगों में इसके अनेक लाभों के कारण ये सभी हितधारकों का ध्यान आकर्षित कर रहे हैं। यदि इसकी पूरी क्षमता का दोहन किया जाए, विशेष रूप से चीन को निर्यात किया जाए, तो यह कृषक समुदाय को पर्याप्त राजस्व प्रदान कर सकता है। सी.ओ-4, पैयूर-2 (तमिलनाडु), ए.के.जे -1, सी.एस.वी -50R भारत की लाल ज्वार की कुछ किस्में हैं। पॉप किस्में: सी 43, पॉप 11 (दोनों प्रजनन वंश हैं), फुले पंचमी (आर.पी.ओ.एस.वी -3), और एम-35-1 पॉपिंग के लिए आशाजनक किस्में हैं। हर्दा ज्वार: हर्दा (मराठी) कोमल मीठे ज्वार के दाने (ब्रिक्स >15) को दिया गया नाम है जिसकी कटाई नरम आटे की अवस्था / दूधिया अवस्था में की जाती है और यह प्रोटीन (>10.0 प्रतिशत) से भरपूर होता है। इन्हें शीतानी या बेलासी (कन्नड़) और पोंख (गुजराती) के नाम से जाना जाता है। आसान थ्रेसेबिलिटी / अनाज पृथक्करण हर्दा ज्वार की किस्मों की बुनियादी आवश्यकता है। हर्दा एक भुना हुआ खाद्य उत्पाद है जिसे मिट्टी के गड्ढों में कोयले पर भूनकर ज्वार से तैयार किया जाता है, जो इसे एक मिट्टी का स्वाद देता है। इस ताजा भुने हुए हर्दा को तिल, मूंगफली, सूखा नारियल, लहसुन और लाल मिर्च से बनी विभिन्न प्रकार की चटनी के साथ खाया जाता है। गुड़, रेवड़ी, नींबू और मिरी (काली मिर्च) शेव (कुरकुरे नूडल जैसे सैक) जैसे योजक स्वाद को और अधिक सुखद बनाते हैं वे इसके स्वास्थ्य लाभों, खाना पकाने में इसके बहुमुखी उपयोग और असाधारण रूप से सूखा सहनशील होने के कारण इसकी पर्यावरण-मित्रता की प्रशंसा करते हैं। हुरदा किस्म 'फुले माथुर' शूट फ्लाई और चारकोल रॉट के प्रति सहनशील है, जबकि 'एसएमजे-1' शूट फ्लाई और शूट बग के प्रति सहनशील है। हुरदा की महत्वपूर्ण किस्में तालिका १७ में दी गई हैं।

तालिका १७. हुरडा ज्वार की अनुशंसित किस्में

हुरडा ज्वार की किस्में			
खरीफ	रबी		
पीडीकेवी कार्तिकी, पीकेवी अश्विनी, मलकापुर वानी (महाराष्ट्र)	सुरथी, फुले उत्तरा, फुले मधुर (आरएसएसजीवी 46), आरएसएसजीवी 56, आरएसएसजीवी-83, आरएसएसजीवी-89, पीवीआर एसजी-101, पीवीआर एसजी-102, पीवीआर एसजीवी-8-4 (महाराष्ट्र)	सक्करी मुक्करी जोला और रावसाहेब, गुलभिंडी लोकल -1, एसएमजे-1 (कर्नाटक)	आनंदली वानी (गुजरात)

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या

चारा ज्वार

ज्वार भारत में सबसे व्यापक रूप से उगाई जाने वाली (लगभग २.६ मिलियन हेक्टेयर) चारा फसल है। एकल और बहु-कटाई चारा ज्वार की दोनों किस्में उपलब्ध हैं। इसकी जैवभार उपज उच्च होती है, हालाँकि इसमें एक विषैला यौगिक 'प्रूसिक अम्ल' (जिसे फॉर्मोनिट्राइल भी कहा जाता है) और हाइड्रोजन साइनाइड होता है। यह एक अत्यधिक वाष्पशील और अत्यंत विषैला रासायनिक यौगिक है जिसका सूत्र एच-सी=एन (H-C≡N) है। फसल की प्रारंभिक अवस्था में और सूखे की स्थिति में इसकी सांद्रता अधिक होती है। यदि समय रहते ध्यान न दिया जाए, तो इसका सेवन पशुओं के लिए घातक हो सकता है (साइटोक्रोम सी ऑक्सीडेज से बंध कर कोशिकीय श्वसन को बाधित करता है)। इसका उपयोग मृत्युदंड में किया जाता था और द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान ज़ाइक्लोन बी का कुख्यात हिस्सा था।

एकल कटाई में, एचसी 308, एचजे 513, एचजे 541, सीएसवी 21एफ, जीएफएस-5, जी.एफ.एस 8, सी.एस.वी-30 एफ, सी.एस.वी 32 एफ, सी.एस.वी 44 एफ, पी.सी 1080, एच.जे.एच 1513, सी.एन.एफ.एस 1 (कर्नाटक), सी.एस.एच 40एफ, सी.एस.एच 13 महत्वपूर्ण किस्में हैं। हाल ही में कम लिग्निन सामग्री और उच्च पाचन क्षमता वाली भूरी मध्यम ऊँचाई वाली ज्वारी विकसित की गई है, जिसमें सी.एस.वी.43 बीएमआर राष्ट्रीय जाँच के रूप में कार्य कर रही है। एस.पी.वी 2997 और एस.पी.वी 2912, २०२५ के दौरान जारी की जाने वाली दो नवीनतम एकल कटाई बीएमआर किस्में हैं। बारहमासी किस्में, जैसे सी.ओ.एफ.एस-29, .ओ.एफ.एस -31 और सी.एस.वी-33एमएफ (सी.ओ.एफ.एस -29 से चयन) पूरे देश में बहुत लोकप्रिय हैं। बहु-कटाई किस्मों में एस.एस.जी-59-3, जी.के-909, जी.के-917, सी.एस.एच-20 एम.एफ, सी.एस.एच-24 एम.एफ, सी.एस.एच-43 एम.एफ शामिल हैं। सी.एस.एच-24 एम.एफ भारत में सबसे व्यापक रूप से उगाई जाने वाली चारा ज्वार संकर किस्म है। स्प्रींट सुपर गोल्ड (एस.पी.एच-2018), २०२५ के दौरान जारी होने वाली नवीनतम बहु-कटाई संकर किस्म है।

भूमि की तैयारी

खेत को उथली से मध्यम गहरी मिट्टी में हर साल बेमौसम गहरी जुताई करके और गहरी से बहुत गहरी मिट्टी में हर तीन साल में एक बार जुताई करके तैयार किया जाता है। यह कार्य द्वि-फसलीय क्षेत्रों में रबी की फसल की कटाई के तुरंत बाद और केवल खरीफ की फसल वाले क्षेत्रों में दक्षिण-पश्चिम मानसून की समाप्ति के तुरंत बाद किया जाना चाहिए। इससे खेत में मिट्टी की परत जम जाती है, जिससे खरपतवार और अन्य कीट प्रसारक उच्च तापमान के संपर्क में आ जाते हैं। मिट्टी की परत जमने से अपवाह कम होता है और नमी संरक्षण में भी मदद मिलती है। मानसून की शुरुआत के साथ, खेत को २-३ बार जोता जाता है या हैरो चलाया जाता है ताकि ढेले टूट जाएं और उसके बाद पाटा लगाया जाता है। जल जमाव की संभावना वाली भारी मिट्टी में, आसान जल निकासी के लिए समतलीकरण भी किया जाता है। हाल के दिनों में, विशेष रूप से फसल प्रणाली मोड में ज्वार की नो टिल/जीरो टिल और न्यूनतम जुताई खेती लोकप्रियता प्राप्त कर रही है। खरीफ ज्वार के लिए, खाद का अनुप्रयोग (गोबर खाद: ८-१० टन/हेक्टेयर या हाल के दिनों में मुर्गी की खाद: २-३ टन/हेक्टेयर) गर्मियों के मौसम के दौरान किया जाता है और भूमि की तैयारी के माध्यम से मानसून की शुरुआत के साथ शामिल किया जाता है। भारी मिट्टी में, हरी खाद की फसलें (ढेंचा, सनई आदि) खरीफ मौसम में उगाई जाती हैं और रबी ज्वार की बुवाई से पहले शामिल की जाती हैं। अंतिम भूमि तैयारी के बाद फरो सिंचित उठी हुई क्यारियां (FIRB) और चौड़ी क्यारी और फरो (BBF) बनाई जाती हैं

रबी ज्वार की खेती के लिए, भूमि को आकार देने और खेत को खरपतवार मुक्त रखने के माध्यम से नमी संरक्षण के लिए खरीफ परती प्रबंधन महत्वपूर्ण है। रबी की फसल के लिए कम्पार्टमेंटल बंडिंग (ढलान के आधार पर ३-४.५ मीटर × ३-४.५ मीटर) या चेक बेसिन निर्माण उपयोगी है। ये जून में दक्षिण-पश्चिम मानसून की शुरुआत से पहले बनाए जाते हैं। महाराष्ट्र में विकसित ट्रैक्टर चालित 'फुले चेक बेसिन' ने चेक बेसिन निर्माण को आसान और किफायती बना दिया है। कम्पार्टमेंटल बंडिंग के साथ बढ़ी हुई संग्रहित मिट्टी की नमी (१०-१५ प्रतिशत) रबी ज्वार की पैदावार को इसके नियंत्रण की तुलना में २०-२५ प्रतिशत तक बढ़ाती पाई गई। रबी फसल की बुवाई के दौरान इन मेंडों में गड़बड़ी होती है। बैल द्वारा खींचे गए हल के माध्यम से रिज (२० से.मी) और फरो (४५ से.मी) का निर्माण नमी संरक्षण के लिए कम्पार्टमेंटल बंडिंग के रूप में उपयोगी पाया गया है। ग्रीष्मकालीन (जैद ऋतु) में बोई जाने वाली फसल के लिए भूमि की पूरी तैयारी की जाती है।

बुवाई विंडो

ज्वार उत्तर भारत की एक विशिष्ट खरीफ फसल है, जबकि दक्षिण भारत में इसे साल भर उगाया जाता है। वर्षा आधारित खरीफ ऋतु की बुवाई दक्षिण-पश्चिमी मानसून के आगमन के समय तय होती है। जून के अंतिम सप्ताह से जुलाई के पहले सप्ताह तक बुवाई का सर्वोत्तम समय है। हालाँकि, मानसून के आगमन से पहले (१०-१५ दिन पहले) सिंचित फसल की बुवाई वांछनीय है। बहुत जल्दी या बहुत देर से बुवाई करना अच्छा नहीं है क्योंकि फूल आने का समय बारिश के साथ मेल खा सकता है जिससे क्रमशः दानों में फफूंदी लग सकती है और नमी की कमी हो सकती है। सामान्य मौसम में, अधिकांश क्षेत्रों में बुवाई जुलाई तक पूरी हो जाती है और उसके बाद बुवाई में देरी से फसल का जीवन चक्र छोटा हो जाता है और इस प्रकार उपज कम होती है।

रबी ज्वार की खेती लगभग ७ राज्यों में की जाती है। यह मुख्य रूप से महाराष्ट्र और कर्नाटक राज्यों की वर्षा आधारित फसल है, और मध्य सितंबर बुवाई का आदर्श समय है जिसे अक्टूबर के पहले सप्ताह तक बढ़ाया जा सकता है (मिट्टी में संग्रहीत नमी की स्थिति और उसकी पर्याप्तता के आधार पर)। हालाँकि, विशेष रूप से उन क्षेत्रों में जहाँ खरीफ और रबी ज्वार की फसलें एक साथ होती हैं, प्ररोह मक्खी के खतरे से बचने के लिए बुवाई के समय को समायोजित करना महत्वपूर्ण है। आंध्र प्रदेश, गुजरात, तमिलनाडु और कर्नाटक में, रबी ज्वार की खेती सिंचित क्षेत्र में की जाती है और यहाँ खरीफ फसल (सोयाबीन, मूंग, उड़द आदि) की कटाई के आधार पर अक्टूबर के दूसरे पखवाड़े तक बुवाई में देरी हो सकती है। सिंचित परिस्थितियों (धारवाड़, कर्नाटक) में, अक्टूबर का दूसरा सप्ताह सर्वोत्तम है। आंध्र प्रदेश (कुरनूल जिले के केसी नहर क्षेत्र) में माघी ज्वार की खेती के लिए, मध्य सितंबर से मध्य अक्टूबर तक बुवाई आदर्श है। आंध्र प्रदेश में चावल की परती ज्वार की बुवाई का समय चावल की फसल की कटाई और अनुकूल नमी की स्थिति (सूखने के लिए अतिरिक्त नमी) के निर्माण पर निर्भर करता है।

तमिलनाडु, आंध्र प्रदेश, कर्नाटक, महाराष्ट्र और गुजरात राज्यों में ग्रीष्मकालीन बुवाई के लिए, जनवरी-फरवरी इष्टतम है।

रबी वर्षा आधारित फसल को मिट्टी की नमी भंडारण (जो इसकी बनावट और गहराई का कार्य है) और इसकी उपलब्धता के आधार पर उर्वरित किया जाता है। उथली मिट्टी में, कम उर्वरक खुराक (बेसल के रूप में ४०-२० किग्रा N-P₂O₅/हेक्टेयर) और मध्यम-गहरी वर्टिसोल ५० प्रतिशत अधिक खुराक (बेसल के रूप में ६०-३० किग्रा N-P₂O₅/हेक्टेयर) की सिफारिश की जाती है। एन की टॉप ड्रेसिंग अनुकूल मिट्टी की नमी और हल्की बारिश प्राप्त होने पर की जाती है। यूरिया या डीएपी (१-२ प्रतिशत) का पर्ण छिड़काव रबी की नमी सीमित करने वाली स्थितियों के तहत टॉप ड्रेसिंग के लिए आशाजनक है। चूंकि जिंक और आयरन की कमी (कैल्केरियस मिट्टी में) दिन-प्रतिदिन बढ़ रही है, जिंक की कमी वाली मिट्टी में ३ साल में एक बार २५ किग्रा जिंक सल्फेट लौह की कमी होने पर, ०.१ प्रतिशत फेरस सल्फेट का पत्तियों पर छिड़काव (दो बार) करने की सलाह दी जाती है। बोरॉन (१ किग्रा/हेक्टेयर या ०.१ प्रतिशत पत्तियों पर छिड़काव) और सल्फर (१० किग्रा/हेक्टेयर बेंटोनाइट के रूप में) उर्वरक भी बोरॉन और सल्फर की कमी वाली मिट्टी में रबी मौसम की फसल के लिए उपयोगी पाए गए हैं।

जैव-उर्वरक

एज़ोटोबैक्टर क्रोक्कम या एज़ोस्फिरिलम लिपोफेरम या एज़ोस्फिरिलम ब्रासिलेंस और फॉस्फेट घुलनशील सूक्ष्मजीवों का बीज टीकाकरण (५० ग्राम/किग्रा बीज की दर से) नाइट्रोजन स्थिरीकरण और फास्फोरस संचलन में प्रभावी पाया गया और इस प्रकार बेहतर फसल पोषण में सहायक रहा। हाल के दिनों में,

बेहतर प्रभावकारिता के कारण वाहक-आधारित जैव-उर्वरकों को तरल फॉर्मूलेशन (४ मि.ली/किग्रा बीज की दर से) से बदल दिया गया है।

जैविक पोषण

जैविक ज्वार की खेती के लिए, नाइट्रोजन की अनुशंसित खुराक की आपूर्ति के लिए गोबर की खाद का प्रयोग और जैव-उर्वरकों (एन-पी) का उपयोग आवश्यक था। कर्नाटक के धारवाड़ में जैविक रबी ज्वार की खेती पर किए गए अध्ययनों से पता चला है कि ट्राइकोडर्मा + राइजोबियम + पीएसएम के साथ बीज उपचार के साथ-साथ खाद का प्रयोग (समृद्ध खाद + वर्मीकम्पोस्ट + ग्लिरिसिडिया पत्ती की खाद, अनुशंसित नाइट्रोजन का १/३ आपूर्ति करने के लिए) और १० प्रतिशत गोमूत्र और ५ प्रतिशत वर्मीवॉश स्प्रे पोषक तत्वों की जरूरतों को पूरा करेगा। फसल प्रणाली में फलीदार फसलों को शामिल करना, यानी खरीफ मौसम में मूंग की खेती के बाद रबी ज्वार की खेती करने से बाद में खाद की जरूरत कम हो गई। जैविक खेती पर नेटवर्क परियोजना (एनपीओएफ)-भारतीय कृषि प्रणाली अनुसंधान संस्थान (आईआईएफएसआर), मोदीपुरम के अध्ययनों से जैविक ज्वार की ५-२० प्रतिशत अधिक उपज का संकेत मिला है तमिलनाडु राज्य के लिए ज्वार को मुख्य खाद्यान्न के रूप में शामिल करते हुए एकीकृत जैविक कृषि प्रणाली (हरी खाद-कपास-ज्वार; डेसमैथस, १ दुधारू गाय, १ बछिया और १ बैल + वर्मीकम्पोस्ट + सीमांत वृक्षारोपण (ग्लिरिसिडिया, नारियल) मॉडल विकसित किया गया था। जैविक हर्डा ज्वार की खेती के लिए, महाराष्ट्र के अकोला क्षेत्र में १५० प्रतिशत आरडीएन यानी १२० किग्रा/हेक्टेयर के बराबर वर्मीकम्पोस्ट के प्रयोग की सिफारिश की जाती है। जैविक ज्वार की खेती अरुणाचल प्रदेश, कर्नाटक और महाराष्ट्र राज्यों में की जाती है।

खरपतवार प्रबंधन

वर्षा आधारित परिस्थितियों में खरीफ मौसम में फसल के साथ-साथ खरपतवार उगते हैं और यदि उचित प्रबंधन न किया जाए तो फसल उत्पादकता के लिए गंभीर खतरा पैदा करते हैं (उपज में २०-६० प्रतिशत की हानि)। ज्वार में, बुवाई के बाद के शुरुआती ३०-४५ दिनों को फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा की महत्वपूर्ण अवधि के रूप में पहचाना गया था। रबी और जायद (ग्रीष्म) मौसम के दौरान हाथ से निराई और गुड़ाई खरपतवार मुक्त फसल बनाने में प्रभावी होती है। हालाँकि, खरीफ के मौसम में, रुक-रुक कर होने वाली बारिश के कारण समय पर हाथ से निराई और गुड़ाई करना संभव नहीं हो पाता। खरीफ के मौसम में ज्वार की फसल के साथ घासदार और चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार और सेज दोनों उग आते हैं। तीन सप्ताह पुरानी फसल में खुरपी या हाथ से कुदाल चलाकर खरपतवार निकालना चाहिए। हाल के दिनों में भारवाहक पशुओं की संख्या में कमी और श्रमिकों की लगातार बढ़ती मजदूरी के कारण खरपतवार प्रबंधन में शाकनाशियों के उपयोग का मार्ग प्रशस्त हो रहा है।

खरपतवारनाशक

एकल ज्वार: बुवाई के ३ दिनों के भीतर ५०० लीटर पानी में ०.७५ किग्रा ए.आई./हेक्टेयर की दर से एट्राज़ीन का छिड़काव ज्वार फसल में खरपतवारों का नियंत्रण करेगा, हालाँकि कुछ घास पूरी तरह से नियंत्रित नहीं होती हैं। इस पर नियंत्रण के लिए, एट्राज़ीन (०.७५ किग्रा ए.आई./हेक्टेयर) को पेंडीमेथालिन के साथ ०.७५ किग्रा ए.आई./हेक्टेयर की दर से या मेटोलाक्लोर को ०.५० किग्रा ए.आई./हेक्टेयर की दर से मिलाने की सलाह दी जाती है। एट्राज़ीन की प्रभावशीलता के लिए छिड़काव के समय मिट्टी में पर्याप्त नमी सुनिश्चित की जानी चाहिए। प्रोमेट्रीन १.० किग्रा ए.आई./हेक्टेयर की दर से एट्राज़ीन की तरह ही लाभकारी है। उपरोक्त पूर्व-उद्भव खरपतवारनाशक को २०-२५ दिन पर एक हाथ से निराई या ३५-४० दिन पर गुड़ाई या १० दिन पर ०.७५ किग्रा ए.आई./हेक्टेयर की दर से एट्राज़ीन का प्रयोग (प्रारंभिक उद्भव के बाद) या बुवाई के ४-६ सप्ताह बाद १.० किग्रा ए.आई./हेक्टेयर की दर से 2,4-D सोडियम लवण (यदि चौड़ी पत्ती

वाले खरपतवार प्रमुख हैं और स्ट्राइगा का खतरा है) के साथ मिलाने से ज्वार के पूरे जीवन चक्र में खरपतवारों का प्रभावी ढंग से प्रबंधन होता है। स्ट्राइगा, एक जड़ परजीवी खरपतवार का खतरा है जो महाराष्ट्र, कर्नाटक और आंध्र प्रदेश में देखा जाता है। स्ट्राइगा के पौधों को हाथ से उखाड़ना और फसल चक्र अपनाना इसके खतरे से निपटने के अन्य प्रभावी तरीके हैं।

अंतरफसल ज्वार: फलियों के साथ अंतःफसल ज्वार के लिए, पूर्व-उद्भव एट्राजीन और उद्भव के बाद **2-4,D** सोडियम लवण का प्रयोग उपयुक्त नहीं है। प्रभावी घासीय खरपतवार प्रबंधन के लिए पेंडीमेथालिन (०.७५-१.० किग्रा. ए.आई./हेक्टेयर) या मेटोलाक्लोर (१.० -१.५ किग्रा. ए.आई./हेक्टेयर) की सिफारिश की जाती है।

प्रभावी भूमि तैयारी और वर्षा रहित रबी/ज़ैद मौसम के परिणामस्वरूप खरीफ़ मौसम के ज्वार की तुलना में खरपतवारों का दबाव कम होता है और खरीफ़ मौसम के समान शाकनाशी रबी और ग्रीष्म ऋतु की फसलों में भी प्रभावी खरपतवार प्रबंधन प्रदान करेंगे। प्रभावी खरपतवार प्रबंधन वर्षा आधारित परिस्थितियों (खरीफ़ और रबी मौसम) में नमी संरक्षण और अनुकूल नमी और सिंचित परिस्थितियों में खरपतवारों द्वारा पोषक तत्वों के निष्कासन को रोकने का एक महत्वपूर्ण और अभिन्न अंग है।

जल प्रबंधन

ज्वार मुख्य रूप से वर्षा आधारित खरीफ़ मौसम की फसल (३१ प्रतिशत उत्पादन) और रबी मौसम की वर्षा आधारित अवशिष्ट मृदा नमी वाली फसल (कुल उत्पादन का ६७ प्रतिशत) है। चावल की परती भूमि में, ज्वार को सुरक्षात्मक सिंचाई (२-४) मिलती है, जबकि गर्मी के मौसम में, यह विशेष रूप से आवश्यकता आधारित सिंचाई प्राप्त करने वाली फसल है। २०२१-२२ के दौरान देश में कुल ११.५४ प्रतिशत ज्वार का रकबा (३.८० मिलियन हेक्टेयर) सिंचित है। हरियाणा (१०० प्रतिशत), तेलंगाना (६५.२२ प्रतिशत), आंध्र प्रदेश (५९.७४ प्रतिशत), गुजरात (४१.५१ प्रतिशत), और कर्नाटक (१६.०८ प्रतिशत) राष्ट्रीय औसत से अधिक सिंचित क्षेत्र वाले राज्य हैं।

ज्वार की पानी की आवश्यकता ३००-५०० मि.मी (खरीफ़ और रबी) से लेकर ६००-७०० मि.मी (ग्रीष्म) तक होती है। सिंचाई के लिए जल संसाधनों की उपलब्धता के आधार पर, खरीफ़ और रबी मौसम में ज्वार को सुरक्षात्मक सिंचाई प्रदान की जाती है। ग्रीष्मकालीन ज्वार की सिंचाई के लिए पानी की आवश्यकता सबसे अधिक (५००-७०० मि.मी) होती है, उसके बाद रबी (२४०-३५० मि.मी) और खरीफ़ (१२०-२५० मि.मी) में सबसे कम होती है। इसी प्रकार, गहरी मिट्टी (वर्टिसोल) को हल्की मिट्टी (रेतीली, लाल मिट्टी) की तुलना में कम सिंचाई पानी की आवश्यकता होती है। ज्वार में सिंचाई के लिए विकास की चार महत्वपूर्ण अवस्थाएँ होती हैं, अर्थात् पुष्प प्रारंभिक अवस्था (२५-३० दिन), ध्वज पत्ती अवस्था (५०-५५ दिन), पुष्पन (६०-७० दिन) और दाना भरना (८०-९० दिन)। खरीफ़ के दौरान हल परत में ७५ प्रतिशत उपलब्ध मृदा नमी की कमी (डीएसएम) और रबी और ग्रीष्म ऋतु में ५० प्रतिशत डीएसएम पर सिंचाई का समय ज्वार के लिए इष्टतम है। सिंचाई जल/संचयी पैन वाष्पीकरण (IW/CPE) अनुपात के आधार पर सिंचाई का समय निर्धारण करने के लिए, खरीफ़ में ०.४, और रबी और ग्रीष्म ऋतु में ०.८-१.० आदर्श है।

पर्याप्त जल आपूर्ति की स्थिति में, रबी और ग्रीष्मकालीन फसलों के लिए, इन सभी महत्वपूर्ण चरणों में सिंचाई की जानी चाहिए। यदि केवल दो सिंचाई के लिए पानी उपलब्ध है, तो उन्हें अंकुर और पुष्पन के प्रारंभिक चरण में किया जाना चाहिए। यदि क्रमशः तीन और चार सिंचाई के लिए पानी पर्याप्त है, तो पुष्पन चरण और दाना भरने को प्राथमिकता दी जानी चाहिए। खरीफ़ वर्षा आधारित फसल में, जहाँ लंबे समय तक सूखा रहता है, उपरोक्त महत्वपूर्ण चरणों में सिंचाई की जानी चाहिए। आंध्र प्रदेश के कुरनूल जिले में नहर के अयाकट क्षेत्रों में माघी ज्वार में, बेहतर और अधिक उपज के लिए एक या दो सिंचाई की जाती है।

ज्वार की सिंचाई आमतौर पर चेक बेसिन या बॉर्डर विधियों द्वारा बाढ़ सिंचाई द्वारा की जाती है। हाल के दिनों में, प्रति बूंद अधिक फसल कार्यक्रम के कार्यान्वयन के स्थान पर दाब सिंचाई प्रणालियों (ड्रिप और स्प्रिंकलर सिंचाई) को तेजी से अपनाया जा रहा है।

नमी प्रबंधन/संरक्षण

वर्षा आधारित खरीफ और रबी ज्वार में, नमी संरक्षण अत्यंत महत्वपूर्ण है। नमी संरक्षण में भूमि को आकार देना उपयोगी होता है। वर्टिसोल में, रबी सीजन के दौरान चौड़ी क्यारी और कुंड (बी.बी.एफ) और चेक बेसिन निर्माण और खरीफ सीजन के दौरान कुंड सिंचित उठा हुआ क्यारी (एफ.आई.आर.बी) निर्माण नमी संरक्षण के लिए आशाजनक है। आई.आई.एम.आर, हैदराबाद में २०२५ के खरीफ सीजन के दौरान ज्वार की फसल में एफआईआरबी के तहत कुंडों में संरक्षित नमी को लेखक द्वारा चित्र में दर्शाया गया है। ट्रैक्टर से चलने वाला 'फुले चेक बेसिन फॉर्मर' रबी ज्वार के लिए इन-सीटू नमी संरक्षण में एक स्वागत योग्य विकास है। खरीफ सीजन के दौरान नमी संरक्षण में रिज और कुंड या फ्लैट बुवाई के बाद 30-35 दिन रिजिंग में बोई गई फसल प्रभावी पाई गई है। नमी की कमी और जलभराव की अवधि के दौरान कुंड क्रमशः नमी भंडारण और जल निकासी के तरीके के रूप में काम करते हैं रबी ज्वार में नमी संरक्षण के लिए वर्टिसोल की गहरी दरारों को भरकर मिट्टी की मल्लिंग उपयोगी है। नमी संरक्षण के उपाय चित्र २० दर्शाए गए हैं।



चित्र २०. नाली सिंचित, उठी हुई क्यारी (एफआईआरबी) - उठी हुई क्यारी में वर्षा जल संग्रहीत करना

(स्रोत: बी. गंगध्या, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

फसल प्रणाली

खरीफ मौसम के दौरान उत्तर भारत में सोयाबीन, अरहर, मूंग, उड़द और लोबिया की ज्वार के साथ मिश्रित या अंतरफसल (१:२ / २:२) लाभदायक रही। अरहर की ज्वार के साथ अंतरफसल (१:२) सबसे व्यापक रूप से तेलंगाना, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, कर्नाटक, गुजरात, राजस्थान, हरियाणा और तमिलनाडु राज्यों में की जाती है। कपास की ज्वार के साथ पट्टी फसल (६-८:२) उगाई जाती है, जो हाल के दिनों में केवल बीटी कपास की खेती का स्थान ले रही है। उच्च घनत्व वाली कपास रोपण प्रणालियों ने पट्टी फसल की संभावना को और कम कर दिया है। हालाँकि, खाद्य और रेशा दोनों का उत्पादन करने के लिए पट्टी फसल वांछनीय है। ज्वार संकर 'सीएसएच-6' मिश्रित फसल के लिए अधिक उपयुक्त पाया गया, जबकि लघु/मध्यम अवधि संकर (सी.एस.एच 16, सी.एस.एच 17 और सी.एस.एच 18 आदि) अंतरफसल के लिए उपयुक्त हैं। मिश्रित फसल प्रणाली में पशु-चालित औजारों का उपयोग सीमित होता है, जबकि अंतर-फसल प्रणाली और

मिश्रित-फसल प्रणाली, दोनों में शाकनाशी के विकल्प सीमित होते हैं (हालाँकि पूर्व-उद्भव शाकनाशी जैसे पेंडीमेथालिन/एलाकोलर/मेटोलाक्लोर का उपयोग संभव है)।

गहरी काली कपास मिट्टी में रबी ज्वार की कुसुम (४:२ या ६:३) और चना/मसूर (१: ४) के साथ अंतर-फसल की सिफारिश की जाती है। कर्नाटक के बीजापुर में, रबी ज्वार और सोनामुखी (१:३) अंतर-फसल, अकेले सोनामुखी की तुलना में लाभदायक रही। देश में बाजरा उत्पादन को बढ़ाने और विविधता लाने के लिए, अन्य सभी मिलेट्स (रागी / नाचनी को छोड़कर) के साथ लंबी उगने वाली ज्वार की अंतर-फसल विकसित की गई।

मध्य प्रदेश, गुजरात और महाराष्ट्र की वर्षा आधारित परिस्थितियों में कपास को ज्वार के साथ (द्विवार्षिक चक्रण) पारंपरिक रूप से उगाया जाता है। हालाँकि, ज्वार की कम कीमतों ने किसानों को द्विवार्षिक चक्रों से हाल के दिनों में बीटी कपास एकल-फसल की ओर जाने के लिए मजबूर किया है। तमिलनाडु में कपास-ज्वार; कपास-दलहन-ज्वार चक्र कपास-परती प्रणाली के लिए आशाजनक पाए गए। सोयाबीन - रबी ज्वार अनुक्रम फसल सिंचित परिस्थितियों में लाभदायक थी। ज्वार ज़्यादातर उच्च उपज देने वाली किस्में और संकर लगभग ९०-१२० दिनों में पक जाती हैं, और इस प्रकार ज्वार कई फसल चक्रों में अच्छी तरह से फिट बैठता है। महत्वपूर्ण फसल चक्र तालिका १८ में दिए गए हैं।

तालिका १८. भारत में ज्वार आधारित फसल चक्र

उत्तर भारत	दक्षिण/मध्य/पश्चिमी और तटीय भारत
ज्वार-आलू/सरसों-गेहूँ/तंबाकू	ज्वार-कपास-मूंगफली
ज्वार-गेहूँ-लोबिया/बाजरा	ज्वार-रागी-मूंगफली
ज्वार-गेहूँ-मूंग	ज्वार-कपास
ज्वार-मटर/जई/बरसीम	मूंगफली-ज्वार (रबी)
ज्वार-चना या जौ	उड़द/मूंग-ज्वार
ज्वार-मसूर/चना	ज्वार-तंबाकू
ज्वार-कुसुम/सरसों	ज्वार - उड़द/मूंग
ज्वार + अरहर-चना	ज्वार-ज्वार (रबी)

स्रोत: विभिन्न स्रोतों से लेखकों का संकलन; **नोट:** + का अर्थ है अंतरफसल; - का अर्थ है फसल चक्र

कृषि वानिकी प्रणालियाँ: हरियाणा, हिमाचल प्रदेश और उत्तराखंड में, पॉपलर के साथ ज्वार-गेहूँ की अंतर-फसल प्रमुख है। मिज़ोरम में, मेलिया दुबिया के बागानों में ज्वार की खेती अंतर-फसल के रूप में की जाती है, जबकि कर्नाटक और महाराष्ट्र में सागौन के साथ।

कीट प्रबंधन

अंकुर मक्खी (*एथेरिगोना सोकाटा*)

यह एक अंकुर कीट है और आमतौर पर अंकुरण के बाद पहले से चौथे सप्ताह में होता है। कीड़ा बढ़ते हुए शीर्ष पर खाता है जिससे पत्ती मुरझा जाती है और बाद में बीच की पत्ती सूख जाती है जिससे 'मृत हृदय' के लक्षण दिखाई देते हैं। यदि संक्रमण थोड़ी देर बाद होता है, तो क्षतिग्रस्त पौधे पार्श्व टिलर्स उत्पन्न करते हैं जो फिर से संक्रमित हो जाते हैं जिससे जनसंख्या में वृद्धि होती है। रासायनिक नियंत्रण की योजना बनाने के लिए, मृत हृदय बनने से पहले अंकुर पत्तियों की निचली सतह पर अंडे देने की जाँच करके प्ररोह मक्खी के संक्रमण की निगरानी की जा सकती है (चित्र २१ और २२)।



चित्र २१. शूट फ्लाई क्षति "मृत हृदय"



चित्र २२. वयस्क शूट फ्लाई

स्रोत: जी. श्याम प्रसाद, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद

प्रबंधन

बुवाई के समय को समायोजित करें ताकि फसल की संवेदनशील अवस्था प्ररोह मक्खी के नुकसान से बच सके। मानसून की शुरुआत के साथ फसल की बुवाई करें (मानसून की शुरुआत के ७-१० दिनों के भीतर)। रबी की फसल के लिए, सितंबर के अंत और अक्टूबर के पहले सप्ताह तक रोपण करने से प्ररोह मक्खी के नुकसान से बचने में मदद मिलती है। 'डेडहार्ट' पौधों को हटाने के बाद नष्ट कर दें। खरीफ में इष्टतम पौध उत्पादन सुनिश्चित करने के लिए उच्च बीज दर (अनुशंसित दर से १.५ गुना) का उपयोग सबसे प्रभावी तरीका है।

थायोमेथोक्सम ३० एफ.एस (१० मि.ली) + नीम तेल (२ प्रतिशत) प्रति किग्रा बीज से बीज उपचार ४ सप्ताह की आयु तक के ज्वार के पौधों को प्रभावी सुरक्षा प्रदान करता है। इमिडाक्लोप्रिड ७० डब्ल्यू.एस@ २ ग्राम/किग्रा भी बीज उपचार के लिए प्रभावी साबित हुआ है। बुवाई के समय कार्बोफ्यूथ्रान ३ जी, २० किग्रा/हेक्टेयर की दर से प्रयोग प्ररोह मक्खी पर प्रभावी नियंत्रण प्रदान करता है। ज्वार को अरहर (२:२) के साथ अंतर-फसलीय बोन से भी प्ररोह मक्खी के खतरे को कम करने में सहायता मिलती है। प्ररोह मक्खी के प्रबंधन के लिए प्रतिरोधी किस्मों (खरीफ के लिए फुले अनुराधा, परभनी मोती और रबी में गिद्धी मालदंडी) का प्रयोग भी आशाजनक है।

तना छेदक

यह अंकुरण के २ सप्ताह बाद से कटाई तक फसल पर आक्रमण करता है। प्रारंभ में, लार्वा चक्राकार पत्तियों की ऊपरी सतह पर भोजन करते हैं और निचली सतह को पारदर्शी खिड़कियों के रूप में बरकरार रखते हैं। पत्तियों पर अनियमित आकार के छेद, चक्राकार पत्तियों में प्रारंभिक अवस्था में भोजन करने वाले लार्वा के कारण बनते हैं। जैसे-जैसे पोषण की तीव्रता बढ़ती है, एपिडर्मल पोषण के कारण होने वाले छिद्रों और खरोंचों का मिश्रण स्पष्ट रूप से दिखाई देता है। केंद्रीय प्ररोह का सूखना "मृत हृदय" जैसा रूप देता है। पुष्पगुच्छ निकलने के बाद, पुष्पगुच्छों के सुरंग बनाने से पुष्पगुच्छ टूट जाते हैं या पूर्ण या आंशिक रूप से भुरभुरे पुष्पगुच्छ बन जाते हैं (चित्र २३-ए-२३-सी; २४ और २५)।



चित्र २३-ए. शूट फ्लाई के अंडे



चित्र २३-बी. शूट फ्लाई के लार्वा द्वारा पत्तियों को कुरेदना



चित्र २३-सी. शूट फ्लाई के लार्वा का करीबी दृश्य

(स्रोत: जी. श्याम प्रसाद, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)



चित्र २४. चित्तीदार तना छेदक वयस्क

चित्र २५. तने में सुरंग बनाता तना छेदक

(स्रोत: जी श्याम प्रसाद, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

प्रबंधन

- पिछली फसल के अवशेषों को उखाड़कर जला देना और तने काट देना ताकि उन्हें आगे बढ़ने से रोका जा सके।
- पत्तियों से क्षतिग्रस्त पौधों के चक्रों में अंकुरण के २० और ३५ दिन बाद, आवश्यकतानुसार कार्बोफ्यूरेन ३ जी का ८-१२ किग्रा/हेक्टेयर की दर से छिड़काव करें।
- ज्वार की लोबिया के साथ अंतर-फसल उगाना।
- अंकुरण के ३०-३५ दिन बाद चक्रों में कार्बोफ्यूरेन ३ जी का १०-१२ किग्रा/हेक्टेयर की दर से छिड़काव करें। जब तना छेदक कीट से गंभीर क्षति हो और १० प्रतिशत से अधिक मृत हृदय हों, तो ०.३ मि.ली/लीटर की दर से क्लोरेंटानिप्रोल के छिड़काव की सलाह दी जाती है।

प्ररोह कीट (पेरेग्रिनस मैडिस)

एक छिटपुट कीट होने के कारण, अनुकूल परिस्थितियों में, यह कई पीढ़ियाँ उत्पन्न करता है और ज्वार को भारी नुकसान पहुँचा सकता है। हालाँकि, जब अंकुरण अवस्था में वर्षा होती है, तो रबी की फसल पर भारी संक्रमण देखा जाता है। वयस्क प्रकार (ब्रांचिएटरस और मैक्रोएटरस) और शिशु दोनों ही पौधे का रस चूसते हैं जिससे पौधे की शक्ति कम हो जाती है और पीलापन आ जाता है। गंभीर मामलों में, नई पत्तियाँ सूखने लगती हैं और धीरे-धीरे पुरानी पत्तियों तक फैल जाती हैं। कभी-कभी, पौधा पूरी तरह मर जाता है। वानस्पतिक अवस्था में भारी संक्रमण ऊपरी पत्तियों को मोड़ सकता है और पुष्पगुच्छों के निर्माण या उद्भव को रोक सकता है (चित्र २६ और २७)।

प्रबंधन

- कीटों की बढ़ती संख्या को कम करने के लिए कई कृषि पद्धतियों का एकीकरण प्रभावी प्रबंधन प्रदान कर सकता है।
- प्ररोह कीट की वृद्धि को नियंत्रित करने के लिए वैकल्पिक पोषक घासों को हटा देना चाहिए।
- कोक्सीनेला सेष्टमपंक्टाटा (लेडीबर्ड बीटल), जियोकोरिस ट्राइकलर (शिकारी कीट), और पैरानाग्रस ऑप्टेबिलिस जैसे अंडा परजीवी जैसे प्राकृतिक शत्रुओं को छोड़ना सहायक होता है।
- संक्रमित पौधों के भागों को इकट्ठा करके नष्ट कर दें।
- वयस्कों को पकड़ने के लिए पीले चिपचिपे जाल (१०-१५६ प्रति हेक्टेयर) का प्रयोग करें।
- गैर-पोषी कीटों के साथ फसल चक्र अपनाएँ।
- कीटों के चरम काल से बचने के लिए समय पर बुवाई करें।
- खरपतवारों और फसल अवशेषों को हटा दें।
- डाइमेथोएट ३० प्रतिशत ई.सी (२.५ मि.ली/लीटर पानी) और एसीफेट ७५ प्रतिशत डब्ल्यू.पी (१.५ ग्राम/लीटर पानी) का पर्णय छिड़काव प्रभावी प्ररोह कीट प्रबंधन में सहायक होता है।



चित्र २६. ज्वार पर प्ररोह कीट का नुकसान चित्र २७. प्ररोह कीट का वयस्क

स्रोत: जी श्याम प्रसाद, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद

एफिड्स (मेलानाफिस सोर्घी और मेलानाफिस सैकरी जेंटनर)

कभी-कभी, ये ज्वार के पौधों को नुकसान पहुँचाते हैं। अंकुरण अवस्था के दौरान आक्रमण के परिणामस्वरूप पुष्पगुच्छों का विकास कम हो सकता है। हालाँकि, पुष्पगुच्छ निकलने के बाद, इनकी संख्या तेज़ी से घट जाती है। अंकुरण और बाद की अवस्थाओं में बड़े पौधे आमतौर पर बिना किसी महत्वपूर्ण क्षति के बड़ी संख्या को सहन कर लेते हैं। वयस्क और शिशु दोनों ही रस चूसते हैं (फ्लोएम फीडर्स) और अत्यधिक संक्रमित पत्तियों पर पीले धब्बे दिखाई देते हैं और पत्तियों के किनारों पर परिगलन हो सकता है। ये प्रचुर मात्रा में मधुरस उत्पन्न करते हैं जो पौधे को कालिख और अन्य छिटपुट कवक रोगजनकों के प्रति संवेदनशील बनाता है। शहद के उत्सर्जन से कटाई प्रक्रिया में बाधा आती है और परिणामस्वरूप अनाज की गुणवत्ता खराब होती है। नमी की कमी की स्थिति में गंभीर क्षति देखी गई, जिसके परिणामस्वरूप पत्तियाँ सूख गईं (पौधे के प्रकाश संश्लेषण में बाधा उत्पन्न होने पर) और साथ ही पौधे की मृत्यु भी हो गई। मकई के पत्तों के एफिड के विपरीत, गन्ने का एफिड मुख्य रूप से रबी में एक गंभीर कीट है और पुरानी पत्तियों को खाना पसंद करता है और पुष्पन अवस्था के दौरान पुष्पगुच्छ सहित नई पत्तियों को भी संक्रमित करता है। वयस्क पीले से लेकर हल्के पीले रंग के होते हैं। वयस्क और शिशु दोनों ही पौधे का रस चूसते हैं और विकास को अवरुद्ध कर देते हैं। खेत की परिस्थितियों में, प्रति पत्ती ४० एफिड की उपस्थिति को आर्थिक सीमा स्तर के रूप में निर्धारित किया गया है (चित्र २८ और २९)।

प्रबंधन

ज्वार के खेतों में एफिड के संभावित प्रवास को कम करने के लिए, रोपण से पहले जंगली पौधों, विशेष रूप से जॉनसनग्रास (एस. हैलेपेंस एल.) को नष्ट करने की सलाह दी जाती है। थायमेथोक्साम, क्लोथियानिडिन और इमिडाक्लोप्रिड जैसे बीज उपचार रोपण के बाद ४-६ सप्ताह तक एफिड के खतरे को प्रभावी ढंग से नियंत्रित कर सकते हैं। मेटासिस्टॉक्स ३५ ई.सी (१ लीटर, ५०० लीटर पानी में /हेक्टेयर की दर से) का छिड़काव एफिड्स को प्रभावी ढंग से नियंत्रित करता है। डाइमिथोएट (०.५६ किग्रा ए.आई./हेक्टेयर) और क्लोरिपायरीफॉस (१.१२ किग्रा ए.आई./हेक्टेयर) का छिड़काव एफिड प्रबंधन समाधान प्रदान करता है, लेकिन क्लोरिपायरीफॉस लाभकारी कीटों के लिए हानिकारक था और दोनों रसायन एफिड के प्रकोप का कारण बन सकते हैं। नए रसायन, सल्फोक्साफ्लोर (२३ ग्राम प्रति हेक्टेयर; कॉर्टेवा एग्रीसाइंस, इंडियानापोलिस, इंडियाना, अमेरिका), फ्लूपाइराडिफ्यूरोन (०.२९-०.५९ लीटर प्रति हेक्टेयर; बायर क्रॉप साइंस, लेवरकुसेन, जर्मनी) एफिड प्रबंधन में प्रभावी पाए गए हैं।



चित्र २८. एफिड से ग्रस्त ज्वार का पत्ता चित्र २९. ज्वार के पत्ते पर एक एफिड

स्रोत: के. श्रीनिवास बाबू, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद

ज्वार मिज

मिज (कॉन्टारिनिया सोरघिकोला) उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में सोरघम का एक छोटा लेकिन विनाशकारी कीट है। मैगॉट्स विकासशील अंडाशय को खाते हैं, जिससे दाने बनना बंद हो जाते हैं। जीवन चक्र लगभग १५-१७ दिनों में पूरा हो जाता है और इस प्रकार कीट द्वारा प्रति मौसम १०-१२ पीढ़ियाँ पूरी की जा सकती हैं। लार्वा स्पाइकलेट्स (दिसंबर-जनवरी) में शीतकाल बिताते हैं, और अनुकूल परिस्थितियों में फिर से सक्रिय हो जाते हैं। लार्वा के भक्षण और मल के कारण पैनसिल चिपचिपे हो जाते हैं, फूल आने के बावजूद कोई दाना नहीं बनता (खाली पैनिकल्स) और पैनिकल समय से पहले सूख जाता है (चित्र ३० और ३१)।



चित्र ३०. मिज से प्रभावित ज्वार के पौधे चित्र ३१. वयस्क मिज

स्रोत: जी श्याम प्रसाद, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद

फॉल आर्मी वर्म (एफएडब्ल्यू)

फॉल आर्मी वर्म (एफएडब्ल्यू), स्पोडोप्टेरा फ्रुजीपरडा, उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में ज्वार की खेती के लिए एक प्रमुख आक्रामक कीट है। मक्का के बाद ज्वार दूसरी सबसे अधिक प्रभावित होने वाली फसल है। वी-६ अवस्था तक के पौधे एफएडब्ल्यू के लिए अतिसंवेदनशील होते हैं। इसके परिणामस्वरूप पूर्ण पर्णपात और पौधे मृत्यु हो सकती है। वानस्पतिक अवस्था के दौरान पत्तियों पर विंडोइंग और शॉट-होल क्षति देखी जाती है। प्रजनन अवस्था के दौरान, लार्वा पुष्पगुच्छों और विकसित हो रहे दानों को खाते हैं (चित्र ३२-३५)।

ट्राइकोग्रामा प्रजाति, टेलोनोमस रेमस अंड परजीवी और नीम आधारित फॉर्मूलेशन स्प्रे के माध्यम से जैविक प्रबंधन प्रारंभिक अवस्था के लार्वा के लिए उपयोगी है।



चित्र ३२. एफएडब्ल्यू (फॉल आर्मी वर्म) अंडे का द्रव्यमान



चित्र ३३. पूरी तरह से विकसित लार्वा

चित्र ३४. क्षतिग्रस्त पौधा (एफएडब्ल्यू (फॉल आर्मी वर्म) चित्र ३५. वयस्क एफएडब्ल्यू (फॉल आर्मी वर्म)
(स्रोत: जी श्याम प्रसाद, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

सूत्रकृमि

आंध्र प्रदेश में ज्वार में हेटेरोडोरा सोरघी की समस्या की सूचना मिली थी। लेकिन उपज में न्यूनतम हानि हुई।

रोग प्रबंधन

एंथ्रेक्नोज

कोलेटोट्राइकम ग्रैमिनिकोला ज्वार में एक कवक रोग का कारण बनता है। एन्थ्रेक्नोज के शुरुआती लक्षण पत्तियों पर गहरे रंग के घावों के रूप में दिखाई देते हैं, जिनके साथ अक्सर लाल या नारंगी रंग का रंग होता है। ये घाव बाद में परिगलित धब्बों में फैल जाते हैं और प्रकाश संश्लेषण को कम कर देते हैं (चित्र ३६)। संक्रमित तनों में कोमल सड़न विकसित हो सकती है, जिससे पौधे की संरचना कमजोर हो जाती है और पुष्पगुच्छ नष्ट हो जाते हैं, जिससे दाने के विकास पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। गंभीर मामलों में, एन्थ्रेक्नोज समय से पहले दाने को खराब करके और फफूंदी लगाकर दाने की गुणवत्ता को काफी कम कर देता है। उच्च आर्द्रता, २८-३० डिग्री सेल्सियस के बीच का तापमान और लगातार वर्षा या सिंचाई की कमी इस रोग के लिए अनुकूल हैं।

प्रबंधन

कैप्टन या थाइरम ३ ग्राम/किग्रा बीज की दर से बीजोपचार और ०.२५ प्रतिशत मैन्कोज़ेब या ०.१ प्रतिशत कार्बेन्डाजिम का पत्तियों पर छिड़काव करने से एन्थ्रेक्नोज का प्रभावी प्रबंधन होता है। संक्रमित पौधों के अवशेषों और सह-पोषी पौधों को नष्ट करना उपयोगी होता है। इसके प्रबंधन में गैर-पोषी पौधों के साथ फसल चक्र और एस.पी.वी 162, सी.एस.वी 17 जैसी प्रतिरोधी किस्मों के उपयोग पर भी विचार किया जा रहा है।



चित्र ३६. एंथाक्सो पत्ती लक्षण



चित्र ३७. ज्वार के पत्ती झुलसा रोग के लक्षण

(स्रोत: डॉ. आई.के. दास, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

पत्ती झुलसा

एक्ससेरोहिलम टर्सिकम (पास.) लियोनार्ड और सुग्स (समानार्थी. हेल्मिन्थोस्पोरियम टर्सिकम) के कारण ज्वार का पत्ती झुलसा एक विनाशकारी बहुचक्रीय पर्ण रोग है जो विशेष रूप से आर्द्र परिस्थितियों में प्रकाश संश्लेषक क्षेत्र को महत्वपूर्ण रूप से कम कर देता है। प्रारंभिक लक्षण छोटे, संकरे, लम्बे धब्बों के रूप में दिखाई देते हैं जो पत्ती शिराओं के साथ फैलते हैं। ये लंबे, अण्डाकार परिगलित धब्बे बन जाते हैं जिनका केंद्र भूसे के रंग का और किनारे गहरे होते हैं। उन्नत अवस्था में, घाव आपस में मिल जाते हैं, जिससे पत्तियाँ झुलसी हुई या "जली हुई" दिखाई देती हैं (चित्र ३७)। यह बीज सड़न और अंकुर झुलसा का भी कारण बनता है, जिससे तने की स्थापना कम हो जाती है। संक्रमित फसल अवशेष या मिट्टी रोग के लिए रोगजनक के प्राथमिक स्रोत के रूप में कार्य करते हैं।

थाइरम ४ ग्राम/किग्रा बीज और मैन्कोज़ेब १.२५ किग्रा/हेक्टेयर की दर से पत्तियों पर छिड़काव से प्रभावी पत्ती झुलसा नियंत्रण प्राप्त होगा। रोग मुक्त बीजों का उपयोग, संक्रमित अवशेषों को हटाना, ज्वार को गैर-पोषी पौधों के साथ चक्रित करना और घने पौधों से बचना, पत्ती झुलसा प्रबंधन में सहायक होगा। कवकनाशी छिड़काव से पहले ट्राइकोडर्मा हार्जियानम २ x १०^८ सी.एफ.यू/ग्राम ०.४ प्रतिशत का जैव नियंत्रण रोग की तीव्रता को कम करने में प्रभावी रहा।

अनाज फफूंद

अनाज फफूंद एक जटिल कवक रोग है जो फ्यूजेरियम मोनिलिफॉर्म, कर्वुलरिया लुनाटा, अल्टरनेरिया अल्टरनेटर और फोमा सॉर्घिना के कारण होता है। अनाज की परिपक्वता के समय लंबे समय तक वर्षा वाले वर्षों में अनाज फफूंद का प्रकोप गंभीर होता है। मध्यम तापमान (२५-३५ डिग्री सेल्सियस) और उच्च सापेक्ष आर्द्रता (>९० प्रतिशत) संक्रमण और उसके बाद रोग के विकास को बढ़ावा देती है। रोगजनक मृदा जनित, वायुजनित या पौधों के अवशेषों में फैल सकता है। इसके परिणामस्वरूप अनाज का रंग बदल जाता है, लेकिन संक्रमण की गंभीरता अनाज के वजन और आकार को कम कर देती है जिससे उपज में काफी कमी (२५-१०० प्रतिशत) आती है और बाजार मूल्य ३०-४० प्रतिशत कम हो जाता है। संक्रमित अनाज में अंकुरण और पोषक मूल्य कम हो जाते हैं (चित्र ३८ और ३९)। फफूंदयुक्त अनाज में उत्पन्न विषाक्त पदार्थ, चारे में शामिल होने पर, पशुओं और मुर्गीपालकों के लिए विषाक्त हो जाते हैं।

प्रबंधन

ऐहतियात के तौर पर, बारिश के समय पकने वाली किस्मों से बचें, जिनका इस्तेमाल अनाज में फफूंद लगने से बचने के लिए किया जा सकता है। लंबी अवधि की, प्रकाश-अवधि-संवेदनशील किस्मों का उपयोग उपरोक्त स्थिति को सुनिश्चित कर सकता है। शारीरिक परिपक्वता के समय जीनोटाइप की कटाई और सुखाने से भी फफूंद का प्रकोप कम होता है। परिपक्व फसल की कटाई में देरी से बचना चाहिए।

फफूंद सहनशील किस्मों जैसे संकर सी.एस.एच-16, सी.एस.एच-27, सी.एस.एच-30, और सी.एस.वी-20 तथा पी.वी.के 801 किस्मों के उपयोग की सलाह दी जाती है। ट्राइकोडर्मा विरिडी, टी. हर्ज़ियानम और स्यूडोमोनास फ्लोरेसेंस से बीज उपचार फफूंद की वृद्धि को रोकने में प्रभावी साबित हुआ है।

१० दिनों के अंतराल पर फूल आने से शुरू करके, बाली पर ऑरियोफंगिन (२०० पीपीएम) के तीन छिड़काव करके प्रभावी प्रबंधन प्राप्त किया जा सकता है। पुष्पन काल से १० दिनों के अंतराल पर मैनकोज़ेब (०.३ प्रतिशत) या प्रोपिकोनाज़ोल @ ०.२ प्रतिशत का तीन बार छिड़काव करने से भी अनाज की फफूंद को नियंत्रित किया जा सकता है।



चित्र ३८. अनाज की फफूंद से ग्रस्त ज्वार की पुष्पगुच्छ

(स्रोत: डॉ. आई.के. दास, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)



चित्र ३९. अनाज की फफूंद से ग्रस्त अनाज (स्रोत: डेसमंड नकोको और ब्रैडली फ्लेट। २०२४)

चारकोल रॉट (मैक्रोफोमिना फेजोलिना (टैसी.) गोइड)

संक्रमित ज्वार के पौधे की जड़ों और निचले तने पर पानी से भीगे हुए घाव दिखाई दिए जो धीरे-धीरे भूरे या काले हो गए और संक्रमित डंठल का गूदा कई गांठों में बिखर गया। विकास अवरुद्ध हो गया और डंठल सामान्य से छोटे हो गए तथा चारे की गुणवत्ता और मात्रा में कमी देखी गई (चित्र ४०-२२)। इससे रबी ज्वार में लगभग २१-६२ प्रतिशत अनाज उपज में कमी आ सकती है। अनाज उपज में कमी बीज के आकार में कमी के कारण होती है।



चित्र ४०. अंकुर मूलांकुर सड़न



चित्र ४१. चारकोल सड़न से



चित्र ४२. तने का समय से पहले गिरना प्रभावित तना

स्रोत: पंधारे, २०१४

प्रबंधन

- नाइट्रोजन उर्वरक की न्यूनतम खुराक और कम पौध घनत्व चारकोल रॉट को कम करते हैं।
- मिश्रित फसल और कॉप रोटेशन भी रोग को कम करते हैं।
- गेहूँ के भूसे की मल्लिंग जैसी नमी संरक्षण पद्धतियाँ रोग के लक्षणों को नियंत्रित करने में मामूली लाभ प्रदान करेंगी।

- पूर्व-निर्धारित तनाव स्थितियों के लिए प्रतिरोधी किस्मों और संकरों को उगाना अधिक किफायती है।
- बुवाई के समय ४.५ किग्रा/हेक्टेयर की दर से थायरम से मृदा उपचार करने से चारकोल रॉट १५ प्रतिशत तक कम हो जाता है।
- १० ग्राम/किग्रा बीज की दर से स्पूडोमोनास क्लोरोराफिस के टैल्क आधारित फॉर्मूलेशन से बीज उपचार करने से चारकोल रॉट का प्रकोप कम होता है।
- चारकोल सहनशील किस्मों सी.एस.वी-19 आर, सी.एस.वी-216 आर और डी.एस.वी 6 की खेती।

स्मट

ज्वार अनाज स्मट/आच्छादित स्मट (स्पोरिसोरियम सोरघी), लूज़ स्मट (स्पोरिसोरियम कुएंटा), लॉन्ग स्मट (टोलिपोस्पोरियम एहरनबर्गी) और हेड स्मट (स्पोरिसोरियम रेलियनम) से प्रभावित होता है, हालाँकि, अनाज स्मट (जिसे कर्नेल स्मट या शॉर्ट स्मट भी कहा जाता है) सबसे विनाशकारी है। यह रोग तमिलनाडु, आंध्र प्रदेश, उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश और महाराष्ट्र राज्यों में प्रचलित है।

एक पुष्पगुच्छ में अलग-अलग दानों को स्मट सोरी द्वारा प्रतिस्थापित कर दिया जाता है, जो आमतौर पर तब होता है जब अंडाशय संक्रमित हो जाते हैं। अंडाशय की जगह एक अंडाकार या शंकाकार गंदे-भूरे रंग की थैली आ जाती है, जो आधार पर अपरिवर्तित ग्लूमस से घिरी होती है। अधिकांश संक्रमित दाने, कवक संरचना जैसी झिल्ली से ढके हुए सोरी द्वारा प्रतिस्थापित हो जाते हैं (चित्र ४३)।

प्रणालीगत कवकनाशी, मेटालैक्सिल धूल ने ज्वार में लूज़ स्मट रोग के जोखिम को कम किया। इसी प्रकार, मेटालैक्सिल और थाइरम-आधारित योगों ने स्मट पर बेहतर नियंत्रण दिया। बीज उपचार कवकनाशी से स्मट का अच्छी तरह से प्रबंधन किया जा सकता है। मेटालैक्सिल और थाइरम, ढके हुए दाने वाले स्मट के नियंत्रण में प्रभावी साबित हुए हैं।



चित्र ४३. स्मट से ग्रस्त ज्वार की पुष्पगुच्छ (स्रोत: डॉ. आई.के. दास, आईसीएआर आईआईएमआर, हैदराबाद)



चित्र ४४. ज्वार के मक्का धारी विषाणु लक्षण (स्रोत: डॉ. बसवराज रायगोंड, आईसीएआर आईआईएमआर, सोलापुर)।

ज्वार के विषाणु रोग

गहन खेती और बदलती जलवायु के तहत उच्च उपज देने वाली किस्मों के उपयोग से ज्वार में विषाणु रोगों की घटनाओं में वृद्धि देखी गई है। विशेषकर सुरक्षात्मक सिंचाई के तहत उगाई जाने वाली रबी ज्वार में। भारत में, ज्वार गन्ना मोज़ेक विषाणु (SCMV), मक्का बौना मोज़ेक विषाणु (MDMV), जॉनसन ग्रास मोज़ेक विषाणु (JGMV) और ज्वार मोज़ेक विषाणु (SrMV), पोटीवायरस से संबंधित ज्वार लाल धारी विषाणु-भारत पृथक (SRSC-Ind), टेनुवायरस से संबंधित मक्का धारी विषाणु (MSIV) और रैडोवायरस से संबंधित मक्का मोज़ेक विषाणु (MMV) से प्रभावित होता है। इसके अलावा, मोज़ेक लक्षण पैदा करने वाले गन्ना धारी

मोज़ेक विषाणु (**SStMV**) के मामले आंध्र प्रदेश (श्रीनिवास एट अल., २०१०) से, गन्ना धारी मोज़ेक विषाणु (**SCSMV**) और तमिलनाडु (विश्वनाथ एट अल., २०२३) से गन्ना पीली पत्ती विषाणु (**ScYLV**) के मामले सामने आए हैं।

धारीदार विषाणु

भारत में ज्वार पर मक्का धारीदार विषाणु (**MStV-S**) का प्रकोप पहली बार 1990 के दशक में देखा गया था और प्रायद्वीपीय भारत में यह अधिक पाया गया है। रबी ज्वार पर इसका प्रकोप १०-२० प्रतिशत दर्ज किया गया। प्रायद्वीपीय भारत में अनाज की फसल में ५ प्रतिशत और चारे की फसल में १० प्रतिशत की हानि दर्ज की गई है।

संक्रमित पत्ती की शिराओं के बीच लगातार हरितहीन धारियों/पट्टियों का दिखना, आधार से पत्तियों के सिरे की ओर बढ़ता है और बाद में पत्तियाँ पीली धारियों के रूप में दिखाई देती हैं (चित्र ४४)। रोग का प्रकोप खरीफ और रबी दोनों मौसमों में देखा गया (१०-३० प्रतिशत)। प्रभावित पौधों की वृद्धि अवरुद्ध दिखाई देती है। प्रारंभिक संक्रमित पौधा बिना पुष्पगुच्छ निकले ही जल्दी या देर से मर जाता है। बाद की अवस्थाओं में संक्रमित पौधे बौने दिखाई देते हैं, जिनमें छोटी गांठों के बीच की गांठें होती हैं, पुष्पगुच्छ आंशिक रूप से उभरती हैं और उनमें बीज बहुत कम या बिल्कुल नहीं बनते। पादप हॉपर (पेरेग्रीनस मैडिस) **MStV-S** संवाहक के वाहक हैं। निम्फ और मैक्रोप्टेरस मादाएं, नर की तुलना में **MStV** के अधिक कुशल संवाहक थे। विषाणु संक्रमण अनाज की उपज और चारे की गुणवत्ता (प्रोटीन की मात्रा और घुलनशील ठोस) को कम कर देता है।

प्रबंधन

- विषाणुजनित रोगों के लिए कोई प्रत्यक्ष विधियाँ उपलब्ध नहीं हैं और उपज हानि को कम करने के लिए अप्रत्यक्ष विधियों का उपयोग किया जाता है।
- सितंबर में अगेती बुवाई से बचने और अक्टूबर में बुवाई करने से रोगवाहक दबाव कम होने के कारण धारीदार विषाणु रोग का प्रकोप कम पाया गया।
- खरपतवारपोषियों का उन्मूलन, रैटून को हटाना और लक्षणयुक्त पौधों की रौगिंग रोग के दबाव को कम करने और प्रबंधन में सहायक होगी।
- उद्भव के २० दिन बाद से शुरू करके १५ दिनों के अंतराल पर मेटासिस्टॉक्स ३५ इमल्सीफायबल कंसन्ट्रेट या मिथाइल-एस-डेमेटोन ३५ इमल्सीफायबल कंसन्ट्रेट (५ मि.ली/१० लीटर पानी का छिड़काव रोगवाहक और रोग के प्रसार को नियंत्रित करता है।

सोरघम लाल धारीदार विषाणु (**SRSV**)

सोरघम लाल धारीदार विषाणु (**SRSV**) पहली बार १९७७ में महाराष्ट्र में रिपोर्ट किया गया था। यह विषाणु भारत में महाराष्ट्र राज्य के परभणी और मराठवाड़ा क्षेत्रों में विभिन्न अनाज सोरघम किस्मों को संक्रमित करता है।

यह विषाणु शुरू में मोज़ेक, लाल धारियाँ बनाता है, फिर तापमान के आधार पर लाल पट्टियाँ बनाता है और अंत में पत्ती लाल हो जाती है, जो बाद में गलित हो जाती है। वर्ष २०१० में महाराष्ट्र के सोलापुर और आसपास के क्षेत्रों में इस रोग के प्रकोप की सूचना मिली थी। पत्ती पर लक्षण चित्र ४५ में दिए गए हैं।

जोनेट लीफ स्पॉट (*ग्लोओसर्कोस्पोरा सोर्गी बेन और एजर्टन*)

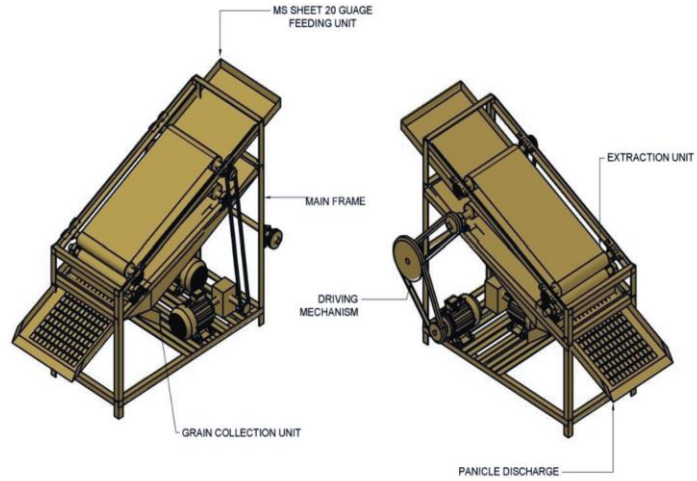
यह ज्वार की एक महत्वपूर्ण बीमारी है। बीमारी कम पत्तियों पर छोटे घावों के रूप में दिखाई देती है जो गोलाकार हो जाते हैं, बड़े बैंगनी-लाल, या गहरे भूरे रंग में बदल जाते हैं, २-८ अंगूठियों के साथ घाव। अर्ध-अंडाकार आकार के घाव पत्ती के किनारे या मिड्रिब के पास होते हैं। उन्नत चरणों में, पत्तियों और पत्तियों के म्यान पर बैंगनी या भूरे घावों को काला करने के लिए गहरे लाल रंग के होते हैं, और पूरा क्षेत्र धुंधला हो जाता है। कुछ जोनेट घावों में लक्ष्य

उपस्थिति नहीं होती है और आकार परिवर्तनीय होता है। गंभीर रूप से संक्रमित बीज लाल, लाल-भूरे, या गहरे भूरे रंग के होते हैं जिनके बीज की सतह पर काले अंडाकार धब्बे होते हैं।

फसल घूर्णन, फसल अवशेषों को हटाना और फील्ड स्वच्छता, ट्राइकोडर्मा हरजियानम बीज बायोप्रिमिंग के बाद दो फोलियर स्प्रे रोग प्रबंधन में प्रभावी हैं। एक से दो फोलियर स्प्रे के साथ बैविसिटिन बीज उपचार सबसे प्रभावी है यह बीमारी की गंभीरता को कम करता है।



चित्र ४५. ज्वार के लाल धारी वायरस के लक्षण
(स्रोत: डॉ. बसवराज रायगोंड,
आईसीएआर-आईआईएमआर, सोलापुर)।



चित्र ४६. ज्वार (हुर्दा) थ्रेशर का सममितीय दृश्य
स्रोत: पीडीकेवी, अकोला

ग्रे लीफ स्पॉट (सर्कोस्पोरा सोर्गी एलिस और एवरह)

यह भारत के दक्षिणी हिस्सों में मध्यम महत्व की देर से दिखाई देने वाली (परिपक्वता स्तर पर) बीमारी है। फसल रोटेशन, स्वस्थ प्रतिरोधी कृषि बीजों का उपयोग, फील्ड स्वच्छता, संक्रमित पौधे को हटाना और ४ ग्राम / किलो ग्राम बीज पर थिरम या कैप्टन के साथ बीज उपचार रोग प्रबंधन में उपयोगी है।

फसल की कटाई

अनाज की फसल को परिपक्वता (९५-११५ दिन) पर काटा जाना चाहिए। शारीरिक परिपक्वता पर भी संकर ज्वार के पौधे हरे दिखाई देते हैं, इसलिए डंठलों और पत्तियों के सूखने की प्रतीक्षा करने की कोई आवश्यकता नहीं है। अनाज परिपक्व होने के बावजूद लगातार बारिश भी पौधों को हरा रखती है और यह खरीफ के मौसम के दौरान हरे रंग की खेती में अधिक है। हालाँकि, रबी मौसम में, वर्षा आधारित फसल में पत्तियों का एक समान सूखना/पीला पड़ना देखा जाता है। अनाज के उद्देश्य के लिए फसल के लिए सही समय तब होता है जब बीज कठोर हो जाते हैं और उनमें एलटी; २५ प्रतिशत नमी होती है।

हुर्दा फसल की कटाई फसल के शारीरिक परिपक्वता से १५-२० दिन पहले, अनाज के नरम आटे की अवस्था में की जाती है। पीडीकेवी अकोला, महाराष्ट्र में १८० किग्रा/घंटा क्षमता वाला एक विद्युत चालित हुर्दा ज्वारी अनाज निष्कर्षण यंत्र, जिसमें निष्कर्षण इकाई और सफाई इकाई शामिल है, डिज़ाइन और विकसित किया गया है, जो हुर्दा अनाज के किफायती पृथक्करण में उपयोगी हो सकता है (चित्र ४६)।

चारे के उद्देश्य से, ज्वार की कटाई ५० प्रतिशत फूल आने की अवस्था (लगभग ६०-६५ दिन) पर की जाती है। हालाँकि, उत्तर भारत में फूल आने में देरी होती है, इसलिए एकल कटाई वाली किस्मों के फूल आने के बावजूद बुवाई के ८० दिन बाद कटाई की सिफारिश की जाती है। बहु-कट ज्वार उत्तर भारत में गर्मियों में सिंचाई के तहत अप्रैल में

बुवाई करके उगाए जाते हैं और पहली कटाई ६० दिनों पर की जाती है जबकि बाद की दो कटाई ४५ दिनों के अंतराल पर की जाती हैं। पुष्पगुच्छ की थ्रेसिंग या तो उन्हें डंडों से पीटकर या बैलों के पैरों तले रौंदकर की जाती है। बाद वाली विधि तेज़ है और अधिकांश किसानों द्वारा अपनाई जाती है। गहाई थ्रेशर की मदद से भी की जाती है। सुरक्षित भंडारण के लिए नमी की मात्रा को १३-१५ प्रतिशत तक कम करने के लिए गहाई किए गए अनाज को साफ करके ६-७ दिनों तक धूप में सुखाना चाहिए।

उपज

खरीफ की फसल १.० टन/हेक्टेयर (कठोर वातावरण में) से ५.० टन/हेक्टेयर (मध्य भारत, मध्य प्रदेश और उत्तर प्रदेश) तक अनाज पैदा कर सकती है। वर्षा आधारित रबी की फसल, मिट्टी की गहराई के आधार पर, ०.५ टन/हेक्टेयर (उथली मिट्टी, <45 सेमी गहराई) से लेकर १.५ टन/हेक्टेयर (गहरी मिट्टी, >९० से.मी गहराई) तक अनाज पैदा कर सकती है। सिंचित फसल, प्रबंधन के आधार पर, ३ टन/हेक्टेयर तक उपज दे सकती है। चरागाह एक महत्वपूर्ण उपोत्पाद है और पशुओं के चारे की ज़रूरतों को पूरा करता है और इसकी पैदावार ३ से ८ टन/हेक्टेयर तक होती है।

हुरदा ज्वार २-३ टन/हेक्टेयर अनाज और १२-१५ टन/हेक्टेयर पौष्टिक हरा चारा पैदा कर सकता है और गुणवत्ता में चरागाह ज्वार से बेहतर है। महाराष्ट्र में कृषि-पर्यटन उद्योग, हुरदा ज्वार के इर्द-गिर्द फल-फूल रहा है।

चारा

ज्वार की फसल से भारी मात्रा में चारा पैदा होता है क्योंकि फसल सूचकांक बहुत कम होता है। हालाँकि, मोटे तने छोटे जुगाली करने वाले पशुओं के चारे के रूप में इसके पूर्ण उपयोग को रोकते हैं। रबी ज्वार की फसल का दोहरा उपयोग होता है और वर्षा आधारित रबी मौसम में चारा उत्पादन अनाज उत्पादन जितना ही महत्वपूर्ण है। चारा उत्पादन ३ से १२ टन/हेक्टेयर तक होता है। कार्ब बोर्ड बनाने और जैव ईंधन उत्पादन के लिए चारा उत्पादन का उपयोग प्रमुखता प्राप्त कर रहा है।

चारा उत्पादन

ज्वार की फसल से भारी मात्रा में हरा चारा पैदा होता है। एकल कटाई वाली किस्में ५० टन/हेक्टेयर तक उपज देती हैं। जबकि बहु-कटाई वाली ज्वार की उपज १००-१२० टन/हेक्टेयर होती है।

उपयोगिता पैटर्न

भारत में ज्वार की खेती का मुख्य उद्देश्य भोजन है। एफएओ (२०२३) के अनुसार, कुल ४.४२ मिलियन टन उत्पादित अनाज (२०१८-२०) में से, ९०.७ प्रतिशत, १.४ प्रतिशत, ३.३ प्रतिशत और ४.६ प्रतिशत क्रमशः खाद्य, चारा, अन्य (गैर-खाद्य, बीज और प्रसंस्करण) और हानि के लिए जाता है।

निर्यात

२०२२ के दौरान, १८.६४ मिलियन अमेरिकी डॉलर मूल्य के ४३,६२० टन ज्वार का निर्यात किया गया। ज्वार के निर्यात में बीज और मुख्य दोनों उद्देश्य शामिल हैं।

समर्थन मूल्य

ज्वार भारत में न्यूनतम समर्थन मूल्य (MSP) वाली दूसरी बाजरा फसल है। २०२५-२६ सीज़न के लिए, ज्वार का न्यूनतम समर्थन मूल्य क्रमशः संकर और मालदानी अनाज के लिए ३६६९० रुपये और ३७४९० रुपये प्रति टन है।

बीज उत्पादन

ज्वार अक्सर पर-परागण वाली फसल होती है और प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए, २०० मीटर की पृथक्करण दूरी की सिफारिश की जाती है। खुले परागण वाली किस्मों (ओ.पी.वी) का बीज गुणन अनुपात १६० होता है।

संकर बीज उत्पादन

संकर बीज उत्पादन एक महत्वपूर्ण आर्थिक गतिविधि है और निजी कंपनियाँ किसानों की मदद से अनुबंध के आधार पर प्रमाणित संकर बीज उत्पादन कर रही हैं। अच्छे संकर बीज उत्पादन के लिए, पुष्पन अवस्था के दौरान २७-३२ डिग्री सेल्सियस का तापमान सबसे अच्छा होता है और रात का तापमान लंबे समय तक ११ डिग्री सेल्सियस से नीचे नहीं गिरना चाहिए। पुष्पन और बीज विकास अवस्थाएँ वर्षा के साथ मेल नहीं खानी चाहिए, क्योंकि परागणों का क्षय और दानों में फंफूँ का प्रकोप बीज की गुणवत्ता को खराब कर सकता है। ज्वार के बीज का उत्पादन मुख्यतः महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, राजस्थान और गुजरात राज्यों में खरीफ मौसम के दौरान किया जाता है, जबकि अन्य ज्वार उत्पादक क्षेत्रों में, यह रबी या ग्रीष्म ऋतु के दौरान किया जाता है। खरीफ के अलावा अन्य मौसमों में उत्पादित बीजों का अंकुरण और ओज अच्छा होता है। अनुकूल पारिस्थितिक परिस्थितियों के कारण रबी में बीज उत्पादन मुख्यतः आंध्र प्रदेश और कर्नाटक के निकटवर्ती भाग में केंद्रित है।

प्रमाणित बीज उत्पादन में पराग आपूर्ति के लिए भूखंड के चारों ओर आर-लाइन की ४ पंक्तियों के साथ ५:२ के अनुपात में ए:आर लाइनों की रोपाई शामिल है। ए-लाइन (मादा लाइन) को ६० से.मी x २० से.मी की दूरी पर (८ किग्रा/हेक्टेयर बीज) लगाया जाता है, जबकि आर लाइन (पुनर्स्थापना लाइन, नर जनक) को ६० से.मी की ठोस पंक्तियों (४ किग्रा/हेक्टेयर बीज) में लगाया जाता है। पुष्पन का समन्वय बीज जमाव के लिए महत्वपूर्ण है, जिसके लिए बीज उत्पादन स्थल पर जनक पुष्पन के समय की उचित समझ होना आवश्यक है। वृद्धि नियामकों, एमएच ५०० पी.पी.एम (शीघ्र जनक में पुष्पन में देरी), सीसीसी ३०० पी.पी.एम, ५० किग्रा एन/हेक्टेयर की अतिरिक्त खुराक (पिछड़े हुए जनक में पुष्पन को बढ़ाने के लिए उपयोग किया जाता है) और १ प्रतिशत यूरिया छिड़काव (विलंबित जनक में पुष्पन को बढ़ावा देता है) का उपयोग समन्वय में सहायता करता है। एक जनक की चयनात्मक सिंचाई का उपयोग दोनों जनक में समकालिक पुष्पन लाने के लिए भी किया जाता है। छोटे जनक को उभरी हुई मेड़ों पर और लम्बे जनक को खाँचों में लगाकर जनक में ऊंचाई में अंतर की समस्या को कुछ हद तक दूर किया जा सकता है। पराग उत्पादन और फैलाव में सुधार के लिए २ प्रतिशत बोरेक्स का छिड़काव करने की भी सलाह दी जाती है। पराग फैलाव के लिए नर पौधे को थपथपाना या खाली डस्टर से नर सिरों पर हवा फूंकने की सलाह दी जाती है। संकर बीज उत्पादन के लिए बीज के खेतों को अन्य ज्वार के खेतों से अलग करना आवश्यक है। प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए २०० मीटर (आधार बीज के लिए ३०० मीटर) और जॉनसन घास से ४०० मीटर की अलगाव दूरी बनाए रखी जाती है। रोगिंग (फूल आने के दौरान प्रतिदिन ऑफ-टाइप, पराग शेडर, रोगग्रस्त पौधों को हटाना) संकर बीज उत्पादन की एक महत्वपूर्ण गतिविधि है। कटाई और थ्रेसिंग अलग-अलग की जानी चाहिए, पहले नर पंक्तियाँ, फिर मादा (संकर बीज)। इष्टतम परिस्थितियों में संकर बीज उत्पादन (ए लाइन से) ३००० किग्रा/हेक्टेयर तक।

भारत में ज्वार के संकर बीज का उत्पादन अनुकूल कृषि-जलवायु परिस्थितियों, मज़बूत संस्थागत ढाँचे और सक्रिय सार्वजनिक-निजी भागीदारी वाले राज्यों में केंद्रित है। संकर बीज उत्पादन के प्रमुख खिलाड़ी नीचे दिए गए हैं (तालिका १९)।

तालिका १९. प्रमुख ज्वार संकर बीज उत्पादक राज्य

राज्य	भूमिका और हाइलाइट्स
मध्य प्रदेश	बड़े पैमाने पर सर्टिफाइड बीज उत्पादन; खरीफ और रबी दोनों हाइब्रिड के लिए आदर्श
आंध्र प्रदेश	मजबूत निजी क्षेत्र की भागीदारी; हाइब्रिड बीज उत्पादन के लिए आईसीएआर-आईआईएमआर के साथ सक्रिय MoU
कर्नाटक	चारा और अनाज ज्वार हाइब्रिड में प्रमुख योगदानकर्ता; उपयुक्त कृषि-जलवायु क्षेत्र
तमिलनाडु	उन्नत बीज प्रसंस्करण बुनियादी ढांचा; मल्टीकट चारा हाइब्रिड उत्पादन में सक्रिय
तेलंगाना	ICAR-IIMR, हैदराबाद; ज्वार प्रजनन और बीज समन्वय के लिए केंद्रीय केंद्र
महाराष्ट्र	मानसून के बाद के मौसम की ज्वार बीज प्रणालियों पर हावी; मजबूत सार्वजनिक-निजी बीज नेटवर्क
उत्तर प्रदेश	चारा ज्वार हाइब्रिड पर ध्यान केंद्रित; पंतनगर केंद्र ब्रीडर और सर्टिफाइड बीज का योगदान देता है
राजस्थान	खरीफ ज्वार हाइब्रिड बीज उत्पादन में उभरता हुआ खिलाड़ी; शुष्क भूमि हाइब्रिड के लिए उपयुक्त

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या

आई.सी.ए.आर.-भारतीय श्री अन्न अनुसंधान संस्थान (आई.आई.एम.आर) संकर विकास और बीज प्रसार का समन्वय करता है। १० राज्यों में स्थित एआईसीआरपी-ज्वार केंद्र, क्षेत्र-विशिष्ट संकर परीक्षणों और बीज उत्पादन में सहायता प्रदान करते हैं। राज्य कृषि विश्वविद्यालय, प्रजनक और आधारभूत बीज गुणन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। आईआईएमआर के साथ समझौता ज्ञापनों के तहत, आंध्र प्रदेश, महाराष्ट्र और तेलंगाना में निजी बीज कंपनियाँ बीज उत्पादन में सक्रिय भूमिका निभा रही हैं।

अनाज के लिए संकर किस्मों का बीज गुणन अनुपात १००-१२० होता है, जबकि चारे के लिए संकर किस्मों का बीज गुणन अनुपात १०० होता है।

अध्याय ४ : रागी (फिंगर मिलेट)

वैज्ञानिक नाम: *एल्यूसिन कोराकाना* (बाएं) गार्टन



चित्र ४७. रागी का खेत दृश्य
(स्रोत: आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

रागी को "गरीबों की फसल" या "अकाल की फसल" भी कहा जाता है, जो कम लागत वाली कृषि में भी उचित उपज देती है। खाद्य एवं कृषि संगठन इसे "भविष्य का स्मार्ट भोजन" मानता है। बाजरा और ज्वार के बाद रागी भारत की तीसरी सबसे महत्वपूर्ण बाजरा फसल है। हालाँकि, मिलेट्स में इसकी औसत अनाज उपज सबसे अधिक है। पोषक तत्वों से भरपूर अनाज, उच्च जल उपयोग दक्षता, जलवायु लचीलापन और उत्कृष्ट अनाज भंडारण गुणवत्ता के कारण भारत में बाजरा दुनिया के अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में एक आदर्श मुख्य खाद्य फसल बन गया है। बाजरा मुख्य अनाजों में कैल्शियम (364 ± 58 मिली ग्राम/100 ग्राम) का सबसे समृद्ध स्रोत है और इसमें दूध की तुलना में तीन गुना अधिक **Ca** होता है। इसके अलावा, रागी में उच्च आहार फाइबर (10 प्रतिशत-18 प्रतिशत), संतुलित प्रोटीन (6 प्रतिशत-13 प्रतिशत), खनिज (2.5 प्रतिशत-3.5 प्रतिशत), फाइटेट्स (0.48 प्रतिशत), टैनिन (0.61 प्रतिशत), फेनोलिक यौगिक (0.3 प्रतिशत-3 प्रतिशत) भी होते हैं।

यह कर्नाटक, उत्तराखंड, ओडिशा राज्यों और देश के कई पहाड़ी क्षेत्रों में एक मुख्य भोजन है। यह मुख्य रूप से अनाज के लिए उगाया जाता है और इसका भूसा चारे के रूप में उपयोगी होता है। हरा भूसा साइलेज बनाने के लिए उपयुक्त होता है। यह मधुमेह से पीड़ित व्यक्तियों के लिए भी अच्छा है। भारत में, रागी १.२४४ मिलियन हेक्टेयर में उगाई जाती है जिसका वार्षिक उत्पादन १.९७७ मिलियन टन (२०२४-२५) है। यह उत्पादन इसे दुनिया का सबसे बड़ा उत्पादक बनाता है। कर्नाटक, तमिलनाडु, महाराष्ट्र, उत्तराखंड, ओडिशा और आंध्र प्रदेश इसके उत्पादन के प्रमुख राज्य हैं। एक प्रमुख खरीफ वर्षा आधारित फसल के रूप में, इसे तमिलनाडु, कर्नाटक और आंध्र प्रदेश में जून-जुलाई में; महाराष्ट्र, उड़ीसा, बिहार, उत्तराखंड, मध्य प्रदेश और गुजरात में जून के दौरान; और उत्तराखंड और हिमाचल प्रदेश के ऊँचाई वाले पहाड़ी इलाकों में अप्रैल-मई में बोया जाता है (तालिका २०)। इसे कर्नाटक, तमिलनाडु और आंध्र प्रदेश में सितंबर-अक्टूबर में लगाकर शीत ऋतु (रबी) में और कर्नाटक, तमिलनाडु, आंध्र प्रदेश और बिहार में जनवरी-फरवरी में लगाकर ग्रीष्मकालीन सिंचित फसल के रूप में भी उगाया जाता है।

तालिका २०. भारत के प्रमुख उत्पादक राज्यों में रागी का क्षेत्रफल, उत्पादन और उपज (२०२४-२५)

राज्य	क्षेत्रफल (मिलियन हेक्टेयर)	कुल का प्रतिशत	उत्पादन (मिलियन टन)	कुल का प्रतिशत	उपज किग्रा/हेक्टेयर)
कर्नाटक	0.879	70.43	1.359	68.74	1546
तमिलनाडु	0.064	5.13	0.242	12.24	3765
उत्तराखंड	0.065	5.21	0.103	5.21	1583
महाराष्ट्र	0.069	5.53	0.096	4.86	1397
ओडिशा	0.053	4.25	0.046	2.33	872
आंध्र प्रदेश	0.023	1.84	0.033	1.67	1456
अरुणाचल प्रदेश	0.028	2.24	0.029	1.47	1038
बाकी राज्य	0.067	5.37	0.069	3.49	1030
कुल	1.248	100	1.977	100	1584

स्रोत: आर्थिक एवं सांख्यिकी निदेशालय, डीएसीएंडएफडब्ल्यू, उत्पादन में उनकी हिस्सेदारी के प्रतिशत के अवरोही क्रम में व्यवस्थित स्थिति

जलवायु संबंधी आवश्यकताएँ

रागी उष्ण कटिबंधीय और उपोष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों की फसल है और इसे समुद्र तल से २,४०० मीटर की ऊँचाई तक पहाड़ी ढलानों के साथ-साथ मैदानी इलाकों में भी सफलतापूर्वक उगाया जा सकता है। यह नम जलवायु में सबसे अच्छी तरह उगता है। इसे १०० सेमी तक वर्षा वाले क्षेत्रों में, मुख्यतः खरीफ मौसम में सीधी बुवाई वाली फसल के रूप में उगाया जाता है। पर्याप्त नमी सुनिश्चित होने और तापमान १५ डिग्री सेल्सियस से ऊपर होने पर, रागी पूरे वर्ष उगाया जा सकता है। अधिक वर्षा और कम सिंचाई वाले क्षेत्रों में, इसे रोपाई वाली फसल के रूप में भी उगाया जा सकता है। इसे ग्रीष्मकालीन फसल के रूप में और दक्षिण भारत में रबी की फसल के रूप में भी उगाया जाता है, लेकिन उत्तर भारत में मुख्य रूप से खरीफ की फसल के रूप में। रागी गर्म जलवायु पसंद करता है। अंकुरण के लिए आवश्यक न्यूनतम तापमान ८-१० डिग्री सेल्सियस है। २६-२९ डिग्री सेल्सियस का औसत तापमान वृद्धि के लिए इष्टतम है। २० डिग्री सेल्सियस से कम तापमान पर फसल की पैदावार कम हो जाती है। यह फसल सूखा सहन करने में अच्छी है, लेकिन पाले के प्रति अत्यधिक संवेदनशील है।

मिट्टी

यह विभिन्न प्रकार की उर्वरता वाली विभिन्न प्रकार की मिट्टियों में उगाया जाता है। यह छिद्रयुक्त और अच्छी जल निकासी वाली मिट्टियों को पसंद करता है। अनाजों में इसकी लवणता सहन करने की क्षमता सबसे अच्छी होती है। जलोढ़ और दोमट मिट्टियाँ इस फसल के लिए उपयुक्त होती हैं। गहरी वर्टिसोल और पथरीली मिट्टियाँ खराब जल निकासी और कम उर्वरता के कारण इस फसल के लिए उपयुक्त नहीं हैं। हालाँकि, यह कम उर्वरता वाली सीमांत भूमि पर भी उग सकता है। इसे ४.५-७.५ pH मान वाली मिट्टियों में उगाया जा सकता है। अर्ध-शुष्क उष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों की अधिकांश मिट्टियाँ, जहाँ रागी उगाया जाता है, वर्तमान में मुख्य और सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी से ग्रस्त हैं, क्योंकि लगातार फसल उगाई जाती है, उर्वरकों का कम उपयोग होता है, फसल अवशेषों का पुनर्चक्रण नहीं किया जाता है, और कार्बनिक पदार्थों का कम प्रयोग होता है, जो मिलकर पैदावार को सीमित कर रहे हैं।

भूमि की तैयारी

चूँकि बीज छोटे होते हैं, इसलिए भूमि की अच्छी तैयारी आवश्यक है, जो मोल्डबोर्ड हल से गहरी जुताई और फिर कल्टीवेटर चलाकर और समतल करके की जाती है। उत्तराखंड में, जहाँ बार-बार जुताई करना मुश्किल होता है, मिट्टी की प्रभावी खुदाई और पलटाई, बारहमासी खरपतवारों को हटाना, भूमि को समतल बनाना, उथली नाली के साथ अंदर की ओर ढलान प्रदान करना अतिरिक्त वर्षा जल को निकालने में मदद करता है।

किस्में

१९६९ से अखिल भारतीय समन्वित मिलेट्स सुधार परियोजना (एआईसीएमआईपी) के तत्वावधान में देशी और विदेशी जर्मप्लाज्म का उपयोग करके १५० से अधिक किस्में विकसित की गई हैं। १९८६ में बेंगलुरु में मुख्यालय के साथ एक अलग लघु मिलेट्स सुधार परियोजना (एआईसीएसएमआईपी) की स्थापना के साथ सुधार को और गति मिली है (२०२३ से, एआईसीएसएमआईपी का मुख्यालय आईआईएमआर, हैदराबाद में स्थानांतरित कर दिया गया है)। अधिकांश किस्में शुद्ध वंश (७२) और आवर्तक चयन (६६) विधियों द्वारा विकसित की गई हैं। उत्परिवर्तन प्रजनन (९) और सोमा क्लोनल चयन (GN 4 और डैप्लोईड-2) ने भी बेहतर किस्म के विमोचन में योगदान दिया है। उच्च उपज देने वाली, सूखा और विस्फोट प्रतिरोधी किस्मों का विकास रागी में सुधार का केंद्र बिंदु है। फसल अवधि के आधार पर रागी की किस्मों को मुख्यतः तीन प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है: शीघ्र पकने वाली (९०-१०० दिन), मध्यम अवधि (१००-११० दिन) और विलंबित पकने वाली (>११० दिन)। विभिन्न राज्यों में खेती के लिए अनुशंसित प्रमुख रागी किस्में नीचे तालिका २१ में दी गई हैं।

तालिका २१. विभिन्न राज्यों के लिए रागी की अनुशंसित किस्में

राज्य	किस्में
कर्नाटक	डीएचएफएम-78-3, वकुला (पीपीआर 2700), अर्जुन (ओईबी-526), वीएल मंडुआ 376 (वीएल 376), वीएल मंडुआ 352 (वीएल 352), जीपीयू 67, जीपीयू 66, जीपीयू 48, जीपीयू 45, जीपीयू 28, पीआर 202, एमआर 1, एमआर 6, इंडफ 7, एमएल-365, केएमआर 340, केएमआर 301, केएमआर 204, केएमआर-630, सीएफएमवी-1 (इंद्रावती), वेगावती (वीआर-929), हगारी रागी (एचआर-13), सिरि (केएमआर-316), एमएल-322
तमिलनाडु	वीएल मंडुआ 376 (वीएल 376), अर्जुन (ओईबी-526), जीपीयू 28, सीओ-15, टीएनएयू 946 (सीओ 14), वेगावती (वीआर-929), सीओ 13, सीओ 12, सीओ 9, एटीएल-1 (टीएनईसी 1285), सीएफएमवी-3 (एकविजय), सीएफएमवी-1 (इंद्रावती), ओयूएटी कलिंगा फिंगर मिलेट-2 (श्रीप्रवा /सीएफएमवी 7), एटीएल-2 (टीएनईसी 1294)
आंध्र प्रदेश और तेलंगाना	वीएल मंडुआ 376 (वीएल 376), वीएल मंडुआ 352 (वीएल 352), वीआर 847, पीआर 202, वीआर 708, वीआर762, वीआर 900, वीआर 936 (हिमा), वकुला (पीपीआर-2700), वेगावती (वीआर-929), वीएल-988, सीएफएमवी-1 (इंद्रावती), तिरुमाला (पीपीआर-1012) सीएफएमवी-2 (जीरा), सीएफएमवी-3 (एकविजय), गौतमी (पीआर-10-45), पालम रागी -38 (पीआरएस 38), गोस्थनाई (वीआर 1099)
झारखंड	वीएल मंडुआ 379 (वीएल 379), वीएल मंडुआ 376 (वीएल 376), वीएल मंडुआ 352 (वीएल 352), ए 404, बीएम 2, बीएम-3
ओडिशा	वीएल मंडुआ 376 (वीएल 376), वीएल मंडुआ 352 (वीएल 352), अर्जुन (ओईबी-526), ओईबी 10, ओयूएटी 2, बीएम 9-1, ओईबी 526, ओईबी 532, सीएफएमवी-1 (इंद्रावती), सीएफएमवी-2 (जीरा), श्री रत्न (ओयूएटी कलिंगा फिंगर मिलेट-1)

उत्तराखंड	वीएल 379, वीएल मंडुआ 376 (वीएल 376), वीएल मंडुआ 352 (वीएल 352), वीएल 348, वीएल 324, वीएल315, वीएल 149, वीएल 146, पीईएस 400, पीआरएम 1, पीआरएम 2, वीएल-378, वीएल-382, छत्तीसगढ़ रागी-3 (बीआर-14-3), वीएल मंडुआ 400 (सीएफएमवी-5), वीएल मंडुआ 402, वीएल मंडुआ 409, वीएल मंडुआ 408 (सीएफएमवी 6), वीएल मंडुआ 410 (सीएफएमवी 8)
छत्तीसगढ़	छत्तीसगढ़ रागी-2 (बीआर-336), अर्जुन (ओईबी-526), वीएल मंडुआ 376 (वीएल 376), वीएलमंडुआ 352 (वीएल 352), वीएल 324, वीएल 315, वीएल 149, इंदिरा रागी-1, छत्तीसगढ़ रागी-3 (बीआर-14-3), बीआर7, जीपीयू 28, पीआर 202, वीआर 708 और ओईबी-526, ओईबी-532, सीएफएमवी-2 (जीरा), ओयूएटी कलिंगा फिंगर मिलेट-2 (श्रीप्रवा/सीएफएमवी 7)
महाराष्ट्र	वीएल मंडुआ 376 (वीएल 376), फुले नाचनी 1 (केओपीएन)। 235), केओपीएलएम 83, दापोली 1, दापोली 2 (एससीएन-6), फुले कसारी (केओपीएन 942), दापोली -3, सीएफएमवी-2 (जीरा), सीएफएमवी-3 (एकविजय), ओयूएटी कलिंग फिंगर मिलेट-2 (श्रीप्रवा /सीएफएमवी 7)
गुजरात	वीएल मंडुआ 376 (वीएल 376), वीएल मंडुआ 352 (वीएल 352), जीएनएन7, जीएनएन 6, जीएन 5, जीएन 4, जीएन-8, सीएफएमवी-2 (जीरा), सीएफएमवी-3 (एकविजय)
बिहार	वीएल मंडुआ 379 (वीएल 379), अर्जुन (ओईबी-526), वीएल मंडुआ 376 (वीएल 376), वीएल मंडुआ 352 (वीएल 352), आरएयू 8, वीएल379, ओईबी 526, ओईबी 532, छत्तीसगढ़ रागी-3 (बीआर-14-3), वीएल मंडुआ 410 (सीएफएमवी 8)
मध्य प्रदेश	वीएल मंडुआ 379 (वीएल 379), वीएल मंडुआ 376 (वीएल 376), वीएल मंडुआ 352 (वीएल 352), जीपीयू 28, पीआर 202, छत्तीसगढ़ रागी-3 (बीआर-14-3), वीएल मंडुआ 408 (सीएफएमवी 6)
असम	वीएल मंडुआ 410 (सीएफएमवी 8)
सभी राज्य	वेगवती (वीआर-929)

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या

लवणता सहनशील किस्में: भारत में विकसित लवणता सहनशील किस्मों में शामिल हैं: सीओ11 (ईसी 4849: उच्च उपज: 3.5 से 4.0 टन/हेक्टेयर), सूखा और लवणता सहनशील, प्रकाशकाल के प्रति असंवेदनशील और शीघ्र पकने वाली: 110 दिन); निर्मल (विस्फोट प्रतिरोधी, लवणीय मिट्टी के लिए उपयुक्त, कम अवधि: 110 दिन); एमएल 365, जीपीयू 28, जीपीयू 67 और त्रिची-1।

उच्च प्रोटीन किस्में: सीओ -9 (9.6 प्रतिशत प्रोटीन), हंसा और पीआरएम -2 (>9 प्रतिशत प्रोटीन) भारत में विकसित उच्च प्रोटीन वाली फिंगर किस्में हैं।

बुवाई/रोपण समय

बाजरा सीधी बुवाई और रोपाई, दोनों विधियों से उगाया जाता है। इसलिए रागी की बुवाई का इष्टतम समय क्षेत्र और फसल के वर्षा आधारित या सिंचित होने पर निर्भर करता है। वर्षा आधारित फसल होने के कारण, इसकी बुवाई दक्षिण-पश्चिम मानसून के आगमन के साथ होती है और तदनुसार, बुवाई का समय जून (दक्षिण) से अगस्त (उत्तर) तक होता है। कर्नाटक जैसे दक्षिणी राज्यों में, अगेती खरीफ फसल के लिए बुवाई अप्रैल या मई में शुरू हो सकती है। सिंचित परिस्थितियों में, बुवाई का समय लचीला होता है, जो रबी (अक्टूबर से मार्च) तक और कुछ क्षेत्रों में ग्रीष्म (जनवरी से मई) तक भी बढ़ सकता है। उत्तराखंड में,

मध्य और ऊँचे पहाड़ों में फसल मई-जून के दौरान और घाटियों में जून/जुलाई के दौरान बोई जाती है। बिहार, झारखंड, महाराष्ट्र और ओडिशा में फसल मई-जून के दौरान बोई जाती है। कर्नाटक, तमिलनाडु और आंध्र प्रदेश राज्यों में सिंचित रबी फसल के रूप में, इसे सितंबर और अक्टूबर के दौरान बोया जाता है।

बीज दर और बुवाई/रोपण

रागी की फसल बीजों की छिटक कर या पंक्ति में बुवाई करके और नर्सरी में उगाए गए पौधों की रोपाई करके उगाई जा सकती है। महाराष्ट्र के कोंकण क्षेत्र में, उखाड़े गए पौधों को खेत में छिटक कर बोया जाता है ताकि रोपाई में श्रम की आवश्यकता कम हो (अवतानी विधि)। रोपाई से सर्वोत्तम अनाज उपज प्राप्त होती है, जबकि छिटक कर बोई गई फसल से सबसे कम।

अधिक उपज प्राप्त करने के लिए ०.४-०.५ मिलियन/हेक्टेयर की पौध संख्या इष्टतम है। पंक्ति में बुवाई आदर्श है और पंक्तियों के बीच २२.५-३० से.मी की दूरी रखने वाले बीज ड्रिल का उपयोग किया जाना चाहिए। रागी के बीज बहुत छोटे होते हैं (४०० बीज/ग्राम) और ड्रिल बुवाई के लिए अनुशंसित बीज दर १० किलो ग्राम/हेक्टेयर है जिसमें लगभग ४ मिलियन बीज होंगे। इसलिए, जब बीज ड्रिल का उपयोग किया जाता है, तब भी पंक्तियों के भीतर पौधों को पतला करना, पौधों के बीच ७.५-१० सेमी की दूरी छोड़ना, का पालन करना चाहिए। प्रतिरोपित फसल के लिए, आवश्यक पौध/हेक्टेयर उगाने के लिए ४-५ किलो ग्राम बीज पर्याप्त होते हैं (प्रति हेक्टेयर रोपाई के लिए १५० वर्ग मीटर क्षेत्र पर नर्सरी की आवश्यकता होती है)।

नर्सरी उगाना और रोपाई

१.२ मीटर (४ फीट) चौड़ी, ७.५ मीटर (२५ फीट) लंबी और १० सेमी ऊँची बारीक नर्सरी बीज क्यारियाँ तैयार की जाती हैं। ५० किलोग्राम अच्छी तरह से सड़ी हुई गोबर की खाद के साथ १.००-०.५०-०.७५ किलोग्राम एसएसपी-एमओपी- जिंक सल्फेट /क्यारी डालें। आमतौर पर मई-जून के महीनों में, हर ७.५ सेमी की दूरी पर पंक्तियाँ खोलकर (४-५ किलोग्राम) बीज बोएँ। बीज को मिट्टी/रेत/पानी से ढक दें। जब पौध २ सप्ताह की हो जाए, तो ०.५ किलोग्राम यूरिया/क्यारी डालें। २१-२५ दिन पुराने पौधे रोपाई के लिए आदर्श होते हैं। हालाँकि, रागी गहनता प्रणाली (SRGI) में, १०-१२ दिन पुराने पौधों का उपयोग किया जाता है। अच्छी तरह से तैयार मुख्य खेत में, २०-२५ सेमी x ८-१० सेमी की दूरी पर १-२ पौधे/पौधे रोपे जाते हैं। चूँकि नर्सरी तैयार करने और रोपने में भारी श्रमशक्ति लगती है, इसलिए महाराष्ट्र के कोंकण क्षेत्र में, उखाड़े गए पौधों को मुख्य खेत में फैला दिया जाता है (रोपण की अवतनी विधि)। कुछ क्षेत्रों में, पौधों को देसी हल से खोदी गई नाली में रोप दिया जाता है और अगली बार हल चलाने पर पौधों की जड़ों पर मिट्टी चढ़ा दी जाती है। एसआरजीआई में, एकल पौधे को ३०-६० सेमी की दूरी पर वर्गाकार रोपण पैटर्न में रोपा जाता है। पौधों को २-३ सेमी गहराई में रोपना चाहिए। रोपने के तीसरे दिन खेत में सिंचाई करनी चाहिए। रोपी गई फसल बारिश के दौरान नहीं गिरती।

रागी सघनीकरण प्रणाली (एसआरजीआई)

उच्च उपज के लिए कर्नाटक के हावेरी जिले के किसानों द्वारा ४० वर्षों में रागी सघनीकरण प्रणाली (एसएफएमआई) या गुली/गुनी/नेट्टी विधि विकसित की गई है। एसएफएमआई में रोपी गई फसल उगाना शामिल है। हालाँकि, यह पारंपरिक रोपाई से अलग है। एसएफएमआई युवा और स्वस्थ पौधों (१०-१२ दिन) को व्यापक अंतराल (पंक्तियों और पौधों के बीच ४५-६० से.मी पर वर्ग पैटर्न में) में जैविक खाद की प्रचुर मात्रा के साथ रोपाई के लिए उपयोग करता है। खरपतवारों को हटाते समय और उखाड़े गए खरपतवारों को गीली घास के रूप में छोड़ते समय बेहतर जड़ वायु संचार के लिए बार-बार अंतर-खेती की जाती है। रोपाई के १५-४५ दिनों के बाद, हल्के वजन के बोर्ड (कोराडू / लकड़ी का तख्ता/लकड़ी का लट्टा) पौधों को

झुकाने (तनाव देने) के लिए अलग-अलग दिशाओं में पौधों के ऊपर खींचा जाता है, जिसके परिणामस्वरूप मेरिस्टेमेटिक ऊतकों से जड़ों और टिलर्स का अधिक विकास होता है, जिसके परिणामस्वरूप उच्च फसल वृद्धि होती है (चित्र ४८ और ४९)।



चित्र ४८. फसल के ऊपर कोराडू/लकड़ी का लट्टा/तख्त रखना चित्र ४९. फसल के ऊपर लकड़ी का लट्टा रखना

स्रोत: त्रिवेणी यू. एनजीआरएयू, विजयनगरम, आंध्र प्रदेश

गैर सरकारी संगठनों, व्यावसायिक विकास सहायता जैसे कि प्रधान (झारखंड), प्रगति (ओडिशा), जन विज्ञान संस्थान (उत्तराखंड), कृषि प्रौद्योगिकी प्रबंधन एजेंसी (ATMA), छत्तीसगढ़ आदि राज्यों के माध्यम से, इस प्रणाली को मान्य किया गया है और सफलतापूर्वक उन्नत किया गया है।

बीज उपचार

प्रभावी ब्लास्ट प्रबंधन के लिए स्पूडोमोनास फ्लोरेसेंस पीएफ २ (०.६ प्रतिशत) से बीज उपचार की सिफारिश की जाती है।

खाद और उर्वरक

रागी की फसल वर्षा आधारित और सिंचित दोनों स्थितियों में उर्वरक के प्रयोग के प्रति अच्छी प्रतिक्रिया देती है, हालाँकि दोनों स्थितियों के लिए प्रयोग की मात्रा अलग-अलग होती है। वर्षा आधारित फसल के लिए, ५ टन गोबर की खाद के साथ ४०-२०-२० किग्रा/हेक्टेयर $N-P_2O_5-K_2O$ मिलाने की सिफारिश की जाती है। ओडिशा में, ग्लिरिसिडिया हरी पत्ती खाद (२.५-५.० टन/हेक्टेयर) का प्रयोग न केवल पोषण लाभ प्राप्त करने के लिए, बल्कि मल्लिंग लाभ (खरपतवार दमन और नमी संरक्षण) के लिए भी किया जाता है। गोबर खाद (एफवाईएम) और ग्लिरिसिडिया से २५ प्रतिशत एन और यूरिया से शेष ५० प्रतिशत के साथ एकीकृत एन पोषण यूरिया के माध्यम से १०० प्रतिशत एन आवेदन के लिए आशाजनक पाया गया। इसके अलावा, ५ टन गोबर खाद (एफवाईएम) /हेक्टेयर + एज़ोस्फिरिलम बीज उपचार के साथ ७५ प्रतिशत अनुशंसित एन का आवेदन १०० प्रतिशत एन उर्वरक के लिए आशाजनक था। सिंचित फसल को १००-५०-५० किलो ग्राम/हेक्टेयर $N-P_2O_5-K_2O$ के साथ लागू किया जाता है। सिंचित फसल के लिए, १५० किलो ग्राम एन/हेक्टेयर तक भी प्रतिक्रिया देखी जाती है। अम्लीय मिट्टी में, ५० किलो ग्राम मैगनीशियम/हेक्टेयर और १६.८ किलो ग्राम कैल्शियम/हेक्टेयर का आवेदन फसल के लिए फायदेमंद पाया गया। एन (N) टॉप ड्रेसिंग के लिए आईआईएमआर द्वारा फिंगर रागी लीफ कलर चार्ट (एलसीसी) विकसित किया गया था इस प्रकार यह इष्टतम प्रदर्शन के लिए नाइट्रोजन पोषण को समायोजित करता है (गंगथ्या और तारासत्यवती, २०२४)।

सभी उर्वरकों को वर्षा आधारित फसल के लिए आधार के रूप में, बुवाई के समय मिट्टी में ८-१० सेमी गहराई पर लगाया जाना चाहिए। अनुकूल वर्षा के तहत, ५० प्रतिशत नाइट्रोजन आधार के रूप में और शेष को बुवाई के ४ और ६ सप्ताह बाद २ बराबर हिस्सों में डाला जाता है। खरीफ २०२१ और २०२२ के

दौरान बैंगलोर, मंड्या, रांची और विजयनगरम में एआईसीएसएमआईपी अध्ययनों से संकेत मिलता है कि पुष्पगुच्छ आरंभ, पुष्पन और दाना विकास अवस्थाओं में ७५ प्रतिशत (बुवाई के बाद के दिन) के साथ २.० प्रतिशत १९-१९-१९ एन-पी-के उर्वरक पर्ण छिड़काव से १०० प्रतिशत आर डी एफ (उर्वरक की अनुशंसित खुराक) आवेदन की तुलना में २३.२ प्रतिशत अधिक अनाज उपज (३०९१ किग्रा/हेक्टेयर) प्राप्त हुई।

जैव-उर्वरक

बीजों को एज़ोस्फिरिलम ब्रासिलेंस (एन-फिक्सिंग जीवाणु) और एस्परगिलस अवामोरी (पी-घुलनशील कवक) से २५ ग्राम/किग्रा बीज की दर से उपचारित करना लाभदायक होता है। एनपी जैवउर्वरकों का तरल रूप (४ मि.ली/किग्रा) वाहक आधारित जैवउर्वरकों के लिए आशाजनक पाया गया। यदि बीजों को बीज-ड्रेसिंग रसायनों (थिरम: २.५ ग्राम/किग्रा बीज) से उपचारित करना है, तो बीजों को पहले बीज-ड्रेसिंग रसायनों से और फिर बुवाई के समय जैव-उर्वरकों से उपचारित करें।

जैविक रागी पोषण

जैविक रागी उत्पादन में, ग्लिरिसिडिया हरी पत्ती खाद, गोबर खाद (एफवाईएम) और एनपी जैव-उर्वरक उपयोगी पाए गए। ४५ डीएस पर सनहेम्प हरी खाद (एसजीएम) के साथ बेसल के रूप में ६.५ टन/हेक्टेयर गोबर खाद (एफवाईएम) का प्रयोग और ३ प्रतिशत पंचकाव्य का पर्णिय छिड़काव तमिलनाडु में आशाजनक रहा। उत्तराखंड की वर्षा आधारित परिस्थितियों में जैविक खेती के लिए विशेष रूप से विकसित। विभिन्न राज्यों में रागी (वर्षा आधारित और सिंचित) के लिए उर्वरक अनुशंसा नीचे दी गई तालिका २२ में दी गई है।

तालिका २२. विभिन्न राज्यों में रागी के लिए अनुशंसित उर्वरक

राज्य	उर्वरक (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O किग्रा/हेक्टेयर)	
	वर्षा आधारित	सिंचाई वाली
आंध्र प्रदेश	40:20:20	60:30:30
बिहार	40:20:20	40:20:20
झारखंड	40:20:20	40:20:20
गुजरात	40:20:10	-
हिमाचल प्रदेश	40:20:00	-
कर्नाटक	50:40:25	100:50:50
महाराष्ट्र	25:20:00	50:25:0
छत्तीसगढ़	60:30:20	-
मध्य प्रदेश	40:40:00	-
ओडिशा	40:20:20	60:20:20
तमिलनाडु, उत्तराखंड	40-60:20-30:20	90:45:45

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या

खरपतवार प्रबंधन

हालांकि इस फसल में खरपतवारों को दबाने की क्षमता होती है, फिर भी खरपतवार रागी की उत्पादकता के लिए गंभीर खतरा हैं। सिंचित रोपित रागी के लिए, रोपण से पहले ४-६ सप्ताह और वर्षा आधारित बीज वाली फसल के लिए, पहले ५ सप्ताह फसल-खरपतवार प्रतिस्पर्धा के लिए महत्वपूर्ण अवधि के रूप में पहचाने जाते हैं। अनियंत्रित खरपतवार रागी की फसल को नुकसान पहुँचाते हैं और उपज में ५ से ७५ प्रतिशत तक की कमी लाते हैं। रागी की फसल में घास, सेज या चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों की तुलना में अधिक प्रतिस्पर्धी पाई गई। रागी के जंगली रिश्तेदार (एल्यूसिन इंडिका (एल.) गार्टन, और ई. अफ्रिकाना

(एल.) गार्टन) रागी के हानिकारक खरपतवार माने जाते हैं क्योंकि वे खेती की गई रागी के समान होते हैं और केवल पुष्पन अवस्था में ही पहचाने जा सकते हैं। भारत भर में रागी की फसल के साथ अस्सी से अधिक खरपतवार प्रजातियाँ पाई गई हैं। स्ट्राइगा एशियाटिका (एक वार्षिक अनिवार्य अर्ध-परजीवी, अर्थात्, जिसके जीवन चक्र की परिपक्व अवस्था में ही क्लोरोफिल युक्त वर्णक होते हैं) भारत में रागी की फसल पर परजीवी है और एक गंभीर समस्या उत्पन्न करता है।

बुवाई के २०-२५ दिन बाद (बुवाई के बाद) से १५ दिनों के अंतराल पर दो बार हाथ से निराई या गुड़ाई करने की सलाह दी जाती है। सिंचित क्षेत्रों में, ०.७५ किग्रा/हेक्टेयर मेटोक्स्यूरॉन या ०.१ किग्रा प्रति हेक्टेयर ऑक्सीफ्लुरोफेन का छिड़काव, २५-३० दिनों तक खरपतवारों के प्रबंधन में प्रभावी होता है। बेन्सल्फ्यूरॉन-मिथाइल (०.६ प्रतिशत जी) + प्रीटिलाक्लोर (६.० प्रतिशत जी) ०.७५ किग्रा ए.आई./हेक्टेयर (तैयार मिश्रण) या ब्यूटाक्लोर ०.७५ किग्रा/हेक्टेयर या ऑक्साडायर्जिल : १५०-२०० ग्राम ए.आई./हेक्टेयर या प्रीटिलाक्लोर ०.५ किग्रा ए.आई./हेक्टेयर अन्य अनुशंसित पूर्व-उद्भव शाकनाशी (३ डीएस/डीएटी) हैं। पूर्व-उद्भव शाकनाशी का प्रयोग और ३०-३५ डीएस/डीएटी पर एक बार हाथ से निराई, रागी की फसल (रोपाई की गई और सीधी बोई गई दोनों फसलों) के लिए सबसे प्रभावी खरपतवार प्रबंधन प्रदान करता है।

सुनिश्चित वर्षा और सिंचित क्षेत्रों में, 2,4-डी ना हाल के दिनों में (रोपाई और सीधी बुवाई वाली दोनों फसलों के लिए) उगने के बाद (१५-२० डीएस/डीएपी) या बिस्पायरिबैक सोडियम १५ ग्राम ए.आई./हेक्टेयर या पेनोक्ससुलम (२० ग्राम ए.आई./हेक्टेयर की दर से) छिड़काव की सिफारिश की गई है।

मेटोलाक्लोर २.२ किग्रा ए.आई./हेक्टेयर की दर से स्ट्राइगा को मेज़बान जड़ प्रणाली से जुड़ने से ८० प्रतिशत तक रोका जा सकता है। क्लोरोसल्फ्यूरॉन + डिकैम्बा का उगने के बाद छिड़काव भी स्ट्राइगा प्रबंधन में प्रभावी है।

जल प्रबंधन और नमी संरक्षण

मुख्यतः वर्षा आधारित खरीफ फसल (८९ प्रतिशत) के रूप में, रागी की खेती सिंचाई के बिना की जाती है। इस प्रकार, एक वर्षा आधारित फसल, केवल हरे जल अर्थात् वर्षा जल का उपयोग करती है। हालाँकि, जहाँ भी मौसम में लंबे समय तक सूखा रहता है, वहाँ कल्ले निकलने और फूल आने के समय सिंचाई अधिक उपज प्राप्त करने के लिए अनुकूल होती है। रागी की फसल में नमी के लिए पुष्पन सबसे महत्वपूर्ण अवस्था है। खरीफ २०२१ और २०२२ के दौरान बेंगलुरु, हागरी, जगदलपुर और कराईकल में किए गए अध्ययनों से रागी की फसल के लिए नमी संरक्षण में फसल अवशेष मल्टः ५.० टन/हेक्टेयर + हाइड्रोजेल (७.५ किग्रा/हेक्टेयर) के उपयोग की उपयोगिता का संकेत मिला है और इस प्रकार अनाज और भूसे की पैदावार में सुधार हुआ है। सूखा सहिष्णु किस्में (के-1, दिब्या सिन्हा और केएम-65) उत्पादन पर सूखे के प्रतिकूल प्रभावों को दूर करने में उपयोगी हैं। कथित तौर पर इन किस्मों में सूखा-अनुकूल लक्षण होते हैं, जिनमें हरा-भरा रहना, मजबूत जड़ प्रणाली, बैंगनी रंग, जल्दी फूल आना और परिपक्वता शामिल हैं। पीआर-202, उदय, केएमआर-340 औरएमएल-365 भारत में जारी की गई अन्य सूखा सहिष्णु रागी किस्में हैं।

रबी मौसम में, फसल को कल्ले निकलने, फूल आने और दाने बनने के चरणों के साथ २-३ सिंचाई की आवश्यकता होती है। रोपाई की गई फसल को रोपण के ३ दिन बाद अतिरिक्त सिंचाई की आवश्यकता होती है, जिससे फसल का एक समान विकास सुनिश्चित होता है। पौध लगने के बाद, स्वस्थ और मजबूत विकास को प्रोत्साहित करने के लिए २ सप्ताह तक पानी नहीं दिया जाता है। रागी के लिए कुल पानी की

आवश्यकता लगभग ३५० मि.मी होती है। खरीफ मौसम में भारी वर्षा के समय जल निकासी अधिक महत्वपूर्ण होती है।

फसल प्रणाली

रागी कई मिश्रित, अंतर-फसल प्रणालियों, फसल चक्रों और कृषि वानिकी प्रणालियों का एक घटक है। देश के विभिन्न भागों में नाइजर/एमरैथस/सोयाबीन के साथ मिलेट्स की मिश्रित फसल भी अपनाई जाती है।

विभिन्न दलहनी फसलों जैसे अरहर, सोयाबीन, मूंग, कुल्थी, आम सेम और मूंगफली के साथ रागी की अंतर-फसल आम है। जैविक नाइट्रोजन स्थिरीकरण और दलहनी फसलों द्वारा फास्फोरस का घुलनशीलता/संचालन, रागी के बेहतर प्रदर्शन में सहायक होता है। कम नाइट्रोजन के प्रयोग से नाइट्रोजन स्थिरीकरण बेहतर होता है, हालाँकि, अनाज होने के कारण रागी को प्रचुर मात्रा में नाइट्रोजन उर्वरक की आवश्यकता होती है। इसलिए, दलहनी फसल के विकसित होने के बाद रागी की रोपाई लाभकारी हो सकती है। ६०:१३. ३:२५ किग्रा/हेक्टेयर की दर से नाइट्रोजन: फास्फोरस: पोटेशियम का प्रयोग, मिलेट्स-अनाज दलहनी फसलों (अरहर और मूंगफली) की फसल प्रणाली के प्रदर्शन को अधिकतम करता है। २:४ के पंक्ति अनुपात में, शीघ्र पकने वाली अरहर और रागी की अंतर-फसल से मध्यम अवधि वाली किस्म की तुलना में अधिक उत्पादकता और लाभ प्राप्त हुआ। हरी खाद वाली फलीदार फसल डेस्मोडियम के साथ रागी की अंतर-फसल से, एकल-फसल की तुलना में रागी की उपज में वृद्धि हुई, मुख्यतः रागी से जुड़े कीटों (स्ट्रिगा हर्मोथिका और अनाज तना छेदक) को नियंत्रित करके। इसी प्रकार, रागी और मूंग की अंतर-फसल से सर्कोस्पोरा पत्ती धब्बा और पत्ती मरोड़ रोग में कमी देखी गई है। महाराष्ट्र के कोल्हापुर क्षेत्र में रागी को गन्ने के साथ पुनः अंतर-फसल के रूप में उगाया जाता है। विभिन्न राज्यों में अपनाई जाने वाली अंतर-फसल प्रणालियाँ नीचे तालिका २३ में दी गई हैं।

रागी आधारित फसल चक्र या रिले फसल चक्र आम हैं, जैसे मक्का-रागी, आलू-रागी, और मूंगफली-रागी। रागी के साथ दलहनी फसलों को शामिल करने से रागी की उर्वरक नाइट्रोजन की ज़रूरत कम हो सकती है, क्योंकि दलहनी फसलों द्वारा सहजीवी रूप से स्थिर नाइट्रोजन, बाद की रागी फसल में स्थानांतरित हो जाता है, जो अंतर- और मिश्रित फसल प्रणालियों में नहीं देखा जाता है। चावल-सूरज-भाग-राजू फसल प्रणाली में, २५ प्रतिशत एन-पी-के उर्वरक बचत संभव पाई गई। रागी के महत्वपूर्ण फसल चक्र तालिका २४ में नीचे दिए गए हैं।

तालिका २३. रागी अंतरफसल प्रणालियाँ।

राज्य	अंतरफसलीकरण
कर्नाटक, तमिलनाडु और आंध्र प्रदेश	रागी + अरहर (8-10:2)
	रागी + फील्ड बीन (8:1)
	रागी + सोयाबीन (4:1)
बिहार	रागी + अरहर (6:2)
उत्तराखंड	वजन के आधार पर 90:10 के अनुपात में रागी और सोयाबीन के बीज एक साथ मिलाए गए; रागी + फ्रेंच बीन (1:3)
उत्तर पहाड़ी क्षेत्र	रागी + सोयाबीन
महाराष्ट्र (कोल्हापुर)	रागी + काला चना / मूंग बीन (6-8 : 1) (उप-पहाड़ी क्षेत्र); रागी + मोठ बीन (8:2), रागी + भिंडी (4:2); रागी + गन्ना रिले अंतरफसलीकरण

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या नोट: + का अर्थ है अंतरफसल

तालिका २४. भारत में रागी आधारित महत्वपूर्ण फसल चक्र

राज्य	फसल चक्र
उत्तर भारत	रागी- मूंग/उड़द/चावल बीन/सोयाबीन रागी- सरसों/जौ/अलसी/तंबाकू/चना रागी + सोयाबीन - जई (उत्तराखंड)
उत्तर बिहार	बगीचे की ज़मीन के लिए आलू-धान-रागी
दक्षिण भारत	रागी- कुलथी/अरहर/मूंगफली रागी-आलू-मक्का/रागी, रागी-गन्ना और रागी-तंबाकू चावल-सनहेम्प-रागी
दक्कन का पठार (दक्षिण कर्नाटक)	रागी-आलू-मक्का या रागी-प्याज-रागी
निश्चित वर्षा वाले क्षेत्र	लोबिया/मूंग/तिल- जल्दी पकने वाली रागी (सीधी बोई गई या रोपी गई)

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या. **नोट:** +का अर्थ है अंतरफसल; - का अर्थ है फसल चक्र

रागी को कई कृषि वानिकी प्रणालियों में एकीकृत किया गया है। शुरुआती चार वर्षों (आंध्र प्रदेश, कर्नाटक और तेलंगाना) के दौरान इसकी खेती बाँस (महाराष्ट्र), ग्लिरिसिडिया सेपियम (कर्नाटक), ग्रेविया ऑपोसिटिफोलिया (उत्तराखंड) और मेलियथ दुबिया के अंतर्गत की जाती है। सीताफल + रागी और आंवला + रागी भारत में विकसित अन्य आशाजनक कृषि वानिकी प्रणालियाँ हैं।

कीट प्रबंधन : रागी कई कीटों से प्रभावित होता है, जिनमें आर्मीवर्म, कटवर्म, तना छेदक, पत्ती एफिड, टिड्डे, ग्रे वीविल, तना मक्खी और बाली इल्लियाँ प्रमुख हैं।

आर्मीवर्म और कटवर्म

ये प्रारंभिक अवस्था में दिखाई देते हैं और कटाई तक जारी रहते हैं। इल्लियाँ प्रारंभिक अवस्था में पौधों के आधार को काट देती हैं, जिससे ऐसा प्रतीत होता है जैसे पालतू जानवरों ने उन्हें चर लिया हो। ये रात में सक्रिय रहते हैं और दिन में पत्थरों और ढेलों के नीचे छिप जाते हैं। पौधों की वृद्धि की बाद की अवस्थाओं में, ये कीट पत्ती भक्षक के रूप में कार्य करते हैं। ये चक्रीय प्रकृति के होते हैं।

प्रबंधन : लक्षण दिखाई देने पर क्विन्तॉलफॉस १.५ प्रतिशत (२४ किग्रा/हेक्टेयर) का छिड़काव करें। १० किग्रा चावल की भूसी + १ किग्रा गुड़ + १ लीटर क्विन्तॉलफॉस (२५ प्रतिशत ई.सी) युक्त ज़हरीले चारे का प्रयोग करें। छोटी-छोटी गोलियाँ बनाकर शाम के समय खेतों में बिखेर दें।

पत्ती/प्ररोह एफिड (हिस्टेरोनुरा सेटेरिया)

यह फसल की पूरी वृद्धि अवधि के दौरान होता है और पत्ती एफिड सभी घास वाले पौधों और घासों पर आक्रमण कर सकता है। इसके शिशु और वयस्क कोमल पत्तियों और तने से रस चूसते हैं जिससे पौधे की शक्ति कम हो जाती है और विकास अवरुद्ध हो जाता है, खासकर अगस्त-सितंबर के महीनों में। ये अंकुर अवस्था में ३० दिनों तक गंभीर नुकसान पहुँचा सकते हैं। यहाँ तक कि पुष्पगुच्छ भी पूरी तरह से एफिड से ढक जाती हैं। डाइमथोएट (०.०५ प्रतिशत) या क्विन्तॉलफॉस (०.०५ प्रतिशत) का १.७ मि.ली/लीटर पानी की दर से छिड़काव पत्ती एफिड्स का प्रभावी ढंग से प्रबंधन करता है।

जड़ एफिड (टेट्रान्यूरा निग्रियाडोमिनलिस [सासाकी])

यह कर्नाटक के रागी उत्पादक क्षेत्रों में स्थानिक है। जड़ प्रभावित पौधों में मुरझाना, अत्यधिक कल्ले निकलना, विकास अवरुद्ध होना, समय से पहले पकना और जड़ों का सूखना दिखाई देता है। जड़ क्षेत्र में काली चींटियों की उपस्थिति एफिड संक्रमण को दर्शाती है। एफिड्स द्वारा विषाणु रोगों का संचरण फसल

के नुकसान को और बढ़ा देता है। डाइमथोएट (०.०५ प्रतिशत) या किनालफॉस (०.०५ प्रतिशत) का १.७ मि.ली/लीटर पानी की दर से छिड़काव जड़ एफिड्स का प्रभावी ढंग से प्रबंधन करता है। कोक्सीनेलिडे और सिरफिडे (पैरागस ऑरेटस) शिकारी जड़ एफिड प्रबंधन में सहायक होते हैं।

गुलाबी तना छेदक (सेसमिया इनफेरेंस वॉकर)

गुलाबी तना छेदक बहुभक्षी (गन्ना, ज्वार, चावल, गेहूँ और मक्का) होता है। यह वर्षा आधारित और खरीफ फसलों की तुलना में रबी और ग्रीष्म ऋतु की सिंचित रागी फसलों को अधिक पसंद करता है। हालाँकि, सफेद तना छेदक (सैलूरिया इनफिसिया वॉकर) रागी की फसल के लिए विशिष्ट है और एकभक्षी है। दोनों छेदक रागी उगाने वाले राज्यों (कर्नाटक, तमिलनाडु, ओडिशा और आंध्र प्रदेश) में व्यापक रूप से वितरित हैं। इस कीट के अंडे पत्ती के आवरण और चक्र के बीच समूहों में दिए जाते हैं। अंडों से निकले लार्वा का भोजन पत्ती के क्षतीकरण से शुरू होता है जिससे नई पत्तियों में छोटे-छोटे पिन के छेद बन जाते हैं। तीसरे चरण के लार्वा पौधे के आधार की ओर पलायन करते हैं और अंदर छेद कर देते हैं जिससे केंद्रीय प्ररोह सूख जाता है और "मृत हृदय" (डेड हार्ट) बन जाता है। परिपक्व पौधों में, लार्वा आंतरिक ऊतकों पर भोजन करते समय सुरंग बनाते हैं।

प्रबंधन

- पिछली फसल के अवशेषों को जोतने से इनोकुलम का फैलाव रुक जाता है।
- विकसित पौधों को मिट्टी से ढकने से बोरर का प्रकोप कम होता है।
- बीटी (बैसिलस थुरिंजिएंसिस) का २ ग्राम/लीटर की दर से ३० दिनों के अंतराल पर पत्तियों पर छिड़काव करने से लार्वा क्षति कम होती है।
- नीम का तेल, नीम की पत्तियों का अर्क और नीम बीज गिरी अर्क (**NSKE**) जैसे वानस्पतिक पदार्थ तना छेदक के वयस्क कीटों के अंडे देने को रोकते हैं।
- डाइमथोएट या मेटासिस्टॉक्स ०.०७ प्रतिशत का छिड़काव बोरर के नियंत्रण में मदद करता है।
- कार्टाप हाइड्रोक्लोराइड (४ प्रतिशत जीआर) को २० किग्रा/हेक्टेयर की दर से ३० दिनों के अंतराल पर मिट्टी में डालने से रबी मौसम में गुलाबी तना छेदक का सबसे अच्छा प्रबंधन होता है। यह एक प्रणालीगत कीटनाशक है जिसका प्राकृतिक शत्रुओं पर बहुत कम प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है।
- कुछ गुलाबी तना छेदक संक्रमण प्रतिरोधी किस्में उपलब्ध हैं (पीआरएम **9002**, केओपीएन-**933**, ओईबी-**28**, आरएयू-**8** और चंपाबती) और उनकी खेती संक्रमण और उपज हानि को कम करने में उपयोगी है।

ईयरहेड कैटरपिलर

लेपिडोप्टेरान ईयरहेड कैटरपिलर की कई प्रजातियाँ, जैसे क्रिप्टोब्लैक्स एंगुस्टिपेनेला हैम्प्स, सी. ग्लिडिएला (मिल), यूब्लेम्मा (ऑटोबा) सिलिकुला स्विन्ह, हेलिकोवर्पा आर्मिगेरा (हब.), कैकोसिया एपिसिटा म्यूर, स्टैथमोपोडा थियोरिस मेयर, आर्किप्स माइकेसेनस (**Wik.**) और सितोट्रोगा सेरेलेल्ला (ओलिव.) रागी की फसल को संक्रमित करती हैं और कभी-कभी गंभीर कीट बन जाती हैं। ईयरहेड कैटरपिलर रागी का पुष्पगुच्छ पर आटे की अवस्था में दिखाई देते हैं और कटाई तक बने रहते हैं। इल्लियाँ परिपक्व बीजों को कुतरती हैं और अपने मल और आधे खाए हुए दानों से एक महीन जाल बनाती हैं। इससे मृतजीवी कवक और भी अधिक आकर्षित होते हैं। किनालफॉस 1.5 प्रतिशत का 24 किग्रा/हेक्टेयर की दर से छिड़काव करें। थायोडिकार्ब ७६ डब्ल्यू.पी (१.० ग्राम प्रति लीटर), एसीफेट ७५ घुलनशील चूर्ण (१.५ ग्राम प्रति लीटर), प्रोफेनफॉस ५० इमल्सीफायबल सांद्र (२.० मिली लीटर प्रति लीटर), किनालफॉस २५ इमल्सीफायबल सांद्र (२.० मिली लीटर प्रति लीटर), किनालफॉस १.५ प्रतिशत (२४ किग्रा/हेक्टेयर), लैम्ब्डा साइहैलोथिन ५ इमल्सीफायबल सांद्र (०.६ मिली लीटर प्रति लीटर), नोवुल्यूरॉन १० इमल्सीफायबल सांद्र (१.५ मिली लीटर प्रति लीटर), फेनवेलरिट ०.४ धूल रूप या क्लोरपाइरीफॉस १.५ धूल रूप (२५ किग्रा प्रति हेक्टेयर) और

क्लोरपाइरीफॉस २० इमल्सीफायबल सांद्र (२.० मिली लीटर प्रति लीटर) ईयरहेड कैटरपिलर की विभिन्न प्रजातियों को कम करने में प्रभावी पाए गए हैं।

ग्रास हॉपर

ग्रास हॉपर रागी पर भी टिड्डों का हमला होता है। मैलथियान 5 प्रतिशतडी या मिथाइल पैराथियान स्प्रे का छिड़काव टिड्डा क्षति के विरुद्ध प्रभावी है।



चित्र ५०. रागी में ग्रास हॉपर से नुकसान (स्रोत: डॉ. पी. गनिगर, यूएएस, बेंगलुरु)



चित्र ५१. रागी का पत्ता ब्लास्ट (स्रोत: डॉ. के.बी. पलात्रा, यूएएस, बेंगलुरु)



चित्र ५२. रागी का नैक ब्लास्ट

सूत्रकृमि

रागी कई सूत्रकृमियों से प्रभावित होती है।रोटिलेंचुलस रेनिफॉर्मिस रागी और सांवा को प्रभावित करता देखा गया। कृष्णप्पा एट अल. (2002) ने बताया कि कर्नाटक में रागी की 4.8 प्रतिशत फसल क्षेत्र आर. रेनिफॉर्मिस से प्रभावित है। जड़ों पर सामान्य बौनापन और भूरे से काले रंग का मलिनकिरण, पौधे की ऊँचाई में कमी, कल्लों की संख्या, अंगुलियों की संख्या, बालियों के वजन और भूसे के वजन में कमी देखी गई। हरी खाद (कृष्णप्पा एट अल., २००२), और उसके बाद कार्बोफ्यूरान 3 ग्रैन्यूल्स: 1 किग्रा प्रति हेक्टेयर (ज्योति और सुंदरबाबू, १९९८), स्पूडोमोनास फ्लोरेसेंस अंकुर की जड़ को ३० मिनट तक डुबोना (२.५ ग्राम प्रति लीटर पानी) + रोपण के ३० दिन बाद २.५ किग्रा प्रति हेक्टेयर मिट्टी में प्रयोग, ट्राइकोडर्मा विरिडे: ४ ग्राम प्रति वर्ग मीटर की दर से मिट्टी में प्रयोग, आर. रेनिफॉर्मिस का दमन (राजेंद्रन और कन्नायन, २०००)।

रोग प्रबंधन : विभिन्न रोगों में, रागी मुख्य रूप से ब्लास्ट, अंकुर झुलसा, उकठा, कोमल फफूँदी, कंड, डैम्पिंग-ऑफ, सर्कोस्पोरा लीफ स्पॉट आदि से प्रभावित होता है, जिससे भारी क्षति होती है और आर्थिक नुकसान हो सकता है।

ब्लास्ट (पाइरिकुलरिया ग्रिसिया) (पूर्ण अवस्था: मैग्रापोर्थे ग्रिसिया)।

ब्लास्ट मिलेट्स को अंकुरण से लेकर दाना बनने तक सभी विकास चरणों में प्रभावित करता है और तदनुसार इसके लक्षण अंकुर, पत्ती, डंठल और उंगली पर देखे जा सकते हैं। न्यूनतम तापमान (१५-२५ डिग्री सेल्सियस), सापेक्षिक आर्द्रता >८५ प्रतिशत और रुक-रुक कर होने वाली बारिश ब्लास्ट के लिए अनुकूल जलवायु प्रदान करती है।

पत्ती ब्लास्ट: इसके विशिष्ट लक्षणों में पानी से भीगना और घावों के चारों ओर एक हरितहीन वलय, साथ ही पत्तियों पर धूसर कोर वाले अण्डाकार या हीरे के आकार के घाव शामिल हैं। अनुकूल परिस्थितियों में, धब्बे बड़े हो जाते हैं, ठोस हो जाते हैं, और पत्ती के ब्लेड ब्लास्ट का रूप ले लेते हैं (चित्र ५१)।

नैक ब्लास्ट: नैक ब्लास्टके शुरुआती लक्षण अक्सर एक फैला हुआ, काले रंग का घाव होता है जो पुष्पगुच्छ से एक से दो इंच नीचे होता है। इससे दाने की मात्रा और वजन में उल्लेखनीय कमी आती है और साथ ही पुष्पगुच्छ की बंध्यता में वृद्धि होती है और यह रोग की सबसे खतरनाक अवस्था है (चित्र ५२)। रागी के ब्लास्ट का जीवन चक्र चित्र ५३ में दिया गया है।

प्रबंधन

- रोग प्रतिरोधी किस्मों का उपयोग (जीपीयू 26, जीपीयू 28 और जीपीयू 48 (रत्न), जीपीयू 66, पीआरएम-2, वीएल 380, वीएल 386, वीएल 399, वीएल 400, सीएफएमवी 1 और सीएफएमवी 2 किस्में नेक और फिंगर ब्लास्ट के प्रति अत्यधिक प्रतिरोधी हैं)।
- २ ग्राम/किग्रा की दर से कार्बेन्डाजिम और ट्राइकोडर्मा हार्जियानम से बीज उपचार
- फूल आने पर और १० दिन बाद ०.३ प्रतिशत स्पूडोमोनास फ्लोरेसेंस या ०.१ प्रतिशत कार्बेन्डाजिम या ०.०६ प्रतिशत ट्राइसाइक्लाज़ोल का पत्तियों पर छिड़काव।



चित्र ५३. रागी ब्लास्ट का जीवन चक्र चित्र ५४. रागी का भूरा धब्बा रोग चित्र ५५. रागीका सर्कोस्पोरापत्ती धब्बा (जीवन एट अल., 2021) (स्रोत: डॉ. के.बी. पलत्रा, यूएएस, बेंगलुरु)

भूरा धब्बा (डेचस्लेरा नोडुलोसम) पत्ती झुलसा या अंकुर झुलसा

रोग पत्ती के पटल या आवरण (पुराने पौधों) पर भूरे से गहरे भूरे रंग के धब्बों के रूप में दिखाई देता है। उँगलियाँ और गर्दन संक्रमित हो सकती हैं और गंभीर संक्रमण होने पर गर्दन टूट सकती है या पौधे से अलग हो सकती है। पुष्पगुच्छ भुरभुरे हो जाते हैं और दानों का रंग बदल जाता है। सूखे और पोषक तत्वों की कमी वाली फसलें इस रोग से अधिक प्रभावित होती हैं। संक्रमण के लिए ३०-३२ डिग्री सेल्सियस तापमान इष्टतम है। पुष्पगुच्छ निकलने के दौरान और दाने बनने से पहले उच्च सापेक्ष आर्द्रता और रुक-रुक कर होने वाली बारिश से बालियों में भारी संक्रमण होता है और उपज में कमी आती है (चित्र ५४)।

प्रबंधन

- उचित पोषण और जल प्रबंधन द्वारा इस रोग का प्रभावी ढंग से प्रबंधन किया जा सकता है।
- २-३ ग्राम/किग्रा बीज की दर से कार्बेन्डाजिम ५० डब्ल्यू.पी या थाइरम ४० प्रवाही सांद्रण से बीजोपचार करने से पूर्व-उद्भव आर्द्रिकरण (डैम्पिंग ऑफ) अंकुर झुलसा रोग पर पूर्ण नियंत्रण पाया जा सकता है क्योंकि यह रोग मुख्यतः बीज जनित होता है। द्वितीयक संक्रमण को २ ग्राम मैन्कोज़ेब ७५ डब्ल्यू.पी या कार्बेन्डाजिम १२ प्रतिशत + मैन्कोज़ेब ६३ प्रतिशत डब्ल्यू.पी (१ ग्राम /लीटर पानी की दर से) छिड़काव करके कम किया जा सकता है।

कोमल फफूंदी (स्क्लेरोपथोरा मैक्रोस्पोरा) या हरी पुष्पगुच्छ या क्रेजी टॉप रोग

प्रभावित पौधों की गांठें छोटी (अविकसित) होती हैं और उनमें प्रचुर मात्रा में कल्ले निकलते हैं। पौधे गुच्छेदार और झाड़ीदार दिखाई देते हैं। अक्सर पत्तियों पर हल्के पीले रंग के पारभासी धब्बे दिखाई देते हैं। हरी बाली दाने बनने के समय प्रकट होती है और बालियों को पूरी तरह से हरे, संकरे पत्तों में बदल देती है जिससे पूरी तरह से बंजरपन हो जाता है। पूरी बाली झाड़ी जैसी दिखाई देती है जो एक विशिष्ट हरी बाली के लक्षण को दर्शाती है।

प्रबंधन : निचले क्षेत्रों में अच्छी जल निकासी व्यवस्था, फसल चक्र और संक्रमित पौधों की रौंगिंग और २ ग्राम/किग्रा बीज की दर से मेटालैक्सिल ३५ प्रतिशत घुलनशील धूल जैसे कार्बनिक मर्क्युरियल्स से बीज उपचार करने से रोग का प्रकोप कम होता है।

रागी मक्का स्ट्रीक वायरस (सिकाडुलिना चिनाई द्वारा संचारित) और रागी मोटल स्ट्रीक वायरस (सिकाडुलिना बिपंक्टेला, सी. चिनाई द्वारा संचारित)

रागी मोटल स्ट्रीक वायरस का संक्रमण पत्तियों की शिराओं के साथ नियमित गहरे हरे धब्बों के रूप में तब प्रकट होता है जब पौधे ४-६ सप्ताह के हो जाते हैं। पत्तियों पर धारियाँ और हरित हीनता अक्सर देखी जाती है। निचली पत्तियों पर सफेद धब्बों के रूप में दिखाई देने वाले लक्षण, धब्बेदार प्रकार के होते हैं। प्रभावित पौधों में अक्सर विकास अवरुद्ध और छोटी पुष्पगुच्छ होती हैं। यह सिकाडेलिड लीफहॉपर द्वारा संचारित होता है।

प्रबंधन : विषाणु जनित रोगों को सीधे नियंत्रित नहीं किया जा सकता, लेकिन नुकसान का प्रबंधन गुप्त रूप से किया जा सकता है। रागी को मक्का या ज्वार के पास न बोलने से संक्रमण का खतरा कम हो सकता है। रोगवाहकों (लीफहॉपर) के प्रबंधन के लिए नीम आधारित स्प्रे या कीटनाशकों का प्रयोग करें। समय पर बुवाई, फसल चक्र और संक्रमित पौधों को हटाने से रोग का प्रसार कम हो सकता है।

सेरकोस्पोरा लीफ स्पॉट (सेरकोस्पोरा इल्यूसिनिस)

हिमालय का एक महत्वपूर्ण पर्ण रोग जहाँ तापमान $< 20^{\circ}\text{C}$ होता है और भारी वर्षा होती है। जल्दी बोई गई फसल इस रोग से अधिक प्रभावित होती है और जून महीने में संक्रमण अधिक होता है। संक्रमण पुरानी पत्तियों से शुरू होकर नई पत्तियों तक फैलता है। प्रारंभिक लक्षण पीले प्रभामंडल वाले लाल-भूरे रंग के धब्बों के रूप में दिखाई देते हैं जो बड़े घावों में बदल जाते हैं और जले हुए दिखाई देते हैं (चित्र ५५)। खेत की सफाई और १५ दिनों के अंतराल पर ०.०५ प्रतिशत कार्बेन्डिज़िम का छिड़काव रोग का प्रभावी प्रबंधन करेगा।

कटाई

अगेती किस्मों के लिए फसल लगभग ९५ से ११० दिनों में और मध्यम से देर से पकने वाली किस्मों के लिए ११५ से १२५ दिनों में पक जाती है, जो क्षेत्र और किस्म पर निर्भर करता है। पुष्पगुच्छ की कटाई साधारण दरांती से की जाती है और भूसे को ज़मीन के पास से काटा जाता है। कुछ स्थानों पर वर्षा आधारित परिस्थितियों में, पुष्पगुच्छ सहित पूरे पौधे को काटकर, ढेर लगाकर और फिर गहाई करके निकाला जाता है। रागी की किफायती और शीघ्र कटाई के लिए, कंबाइन और रीपर से कटाई का सहारा लिया जाता है। खरीफ २०२२ के दौरान बेंगलुरु और मांड्या में **AICSMIP** अध्ययनों से पता चला है कि हाथ से कटाई की तुलना में संयुक्त मशीन कटाई और रीपर कटाई से रागी की कटाई के लिए आवश्यक श्रम में क्रमशः ८५ और ७० प्रतिशत की बचत होती है।

उपज

सीधी बुवाई वाली फसल में २.५-३ टन/हेक्टेयर अनाज और ६- ७ टन/हेक्टेयर चारा प्राप्त किया जा सकता है। रागी तीव्रीकरण पद्धति (**SRGI**) के अंतर्गत, ५ टन/हेक्टेयर तक अनाज की उपज प्राप्त होती है। रागी के भूसे से पौष्टिक चारा बनता है।

निर्यात

२०२२ के दौरान, ६.५३ मिलियन अमेरिकी डॉलर मूल्य के २११६० टन रागी का निर्यात किया गया।

समर्थन मूल्य

रांग रागी भारत में न्यूनतम समर्थन मूल्य वाली तीसरी रागी फसल है। २०२५-२६ सीज़न के लिए, रागी के दाने का न्यूनतम समर्थन मूल्य ४८८६० रुपये प्रति टन अनाज है।

बीज उत्पादन

रांग रागी एक स्व-परागण वाली फसल है और प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए, ५ मीटर की पृथक्करण दूरी पर्याप्त है। इससे आनुवंशिक शुद्धता बनाए रखने में मदद मिलती है। इसकी बीज गुणन दर १:८० है।

अध्याय ५ : कांगनी

वैज्ञानिक नाम: *सेटेरिया इटालिका* (एल.)ब्यूव



चित्र ५६. कांगनी का खेत दृश्य

(स्रोत: आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

कांगनी, जिसे इतालवी मिलेट्स और जर्मन मिलेट्स भी कहा जाता है, अपनी सूखा सहनशीलता के कारण भारत के अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में वर्षा आधारित फसल के रूप में मुख्य रूप से उगाया जाता है। कांगनी उत्पादन (१.७४ मिलियन टन) के मामले में चीन पहले स्थान पर है (झांग एवं अन्य, २०२२), उसके बाद भारत ०.०५६ मिलियन टन के साथ (मुंधे एवं अन्य, २०२५) दूसरे स्थान पर है। भारत में, १९९० के दशक के दौरान अधिक लाभदायक फसलों के आगमन के कारण खेती के क्षेत्रफल में भारी गिरावट आई है। वर्तमान में, कांगनी की खेती आंध्र प्रदेश, कर्नाटक, महाराष्ट्र, तमिलनाडु, राजस्थान, मध्य प्रदेश, उत्तर प्रदेश और पूर्वोत्तर राज्यों में सीमित क्षेत्र में की जाती है। कुरनूल, कडप्पा और अनंतपुर (आंध्र प्रदेश), महबूब नगर और रंगारेड्डी (तेलंगाना)। बेल्लारी, कोप्पल, चित्रदुर्ग, बेलगाम, गडग, दावणगेरे और धारवाड़ (कर्नाटक), पूर्वी सियांग, सियांग, ऊपरी सियांग, निचली दिबांग घाटी, तिरप, लोंगडिंग, चांगलांग, नामसाई, शियोमी (अरुणाचल प्रदेश) और पश्चिमी गारो हिल्स (मेघालय) कांगनी की खेती के प्रमुख जिले हैं।

यह कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, आहारिय रेशों, विटामिनों और खनिजों का एक समृद्ध स्रोत है। कांगनी में पोषण संबंधी और पोषण-विरोधी घटक (फाइटिक एसिड, टैनिन और कुल फेनोलिक यौगिक) होते हैं। विभिन्न फाइटोकेमिकल्स प्रतिरक्षा प्रणाली को उत्तेजित करने, ट्यूमर कोशिकाओं के विभाजन दर को कम करने और प्राकृतिक इंसुलिन के स्तर को बढ़ाने में भूमिका निभाने के लिए जाने जाते हैं। कांगनी का सेवन टाइप २ मधुमेह के जोखिम को कम कर सकता है और उच्च ग्लाइसेमिक इंडेक्स के स्तर को कम कर सकता है। कांगनी के पॉलीफेनोल्स कोलाइटिस से जुड़े कार्सिनोजेनेसिस के कारण होने वाले आंत माइक्रोबायोटा विकारों में सुधार कर सकते हैं।

जलवायु आवश्यकताएँ

कांगनी को उष्णकटिबंधीय और समशीतोष्ण क्षेत्रों में कम और मध्यम वर्षा (५०-७५ सेमी) दोनों में उगाया जा सकता है। इसे २००० मीटर की ऊँचाई पर भी उगाया जा सकता है। यह १६ से २६ डिग्री सेल्सियस तापमान के बीच बेहतर बढ़ता है, हालाँकि यह ३५ डिग्री सेल्सियस तक के तापमान को सहन कर सकता है।

मिट्टी

कांगनी अच्छी जल निकासी वाली रेतीली से लेकर भारी चिकनी मिट्टी (लवणीय मिट्टी को छोड़कर) में अच्छी तरह उग सकती है, लेकिन अच्छी पैदावार के लिए इसे काफी उपजाऊ मिट्टी की आवश्यकता होती है। लाल दोमट, जलोढ़ और काली कपास मिट्टी सहित हल्की मिट्टी इसकी खेती के लिए उपयुक्त हैं। यह

जलभराव वाली मिट्टी या अत्यधिक सूखे को सहन नहीं कर सकती। तटस्थ pH वाली मिट्टी आदर्श होती है और इसे 5.5-7.5 pH रेंज में उगाया जा सकता है।

भूमि तैयारी

कांगनी को खेत की ज्यादा तैयारी की आवश्यकता नहीं होती है। मानसून आने से पहले, खेत की एक बार मोल्ड बोर्ड हल से जुताई कर देनी चाहिए। मानसून के आगमन पर, उत्तर भारत में खेत की जुताई स्थानीय हल से दो बार या दक्षिण भारत में ब्लेड हैरो से करनी चाहिए।

बुवाई समय

वर्षा आधारित फसलों की बुवाई का इष्टतम समय राज्य के अनुसार अगस्त-सितंबर (तमिलनाडु), जुलाई-अगस्त (कर्नाटक), जुलाई के पहले पखवाड़े (आंध्र प्रदेश) से जुलाई के दूसरे और तीसरे सप्ताह (महाराष्ट्र) तक भिन्न होता है। तमिलनाडु में, खरीफ सिंचित फसल जून के आरंभ से जुलाई के अंत तक और ग्रीष्मकालीन सिंचित फसल जनवरी में बोई जाती है। उत्तर प्रदेश और बिहार के मैदानी इलाकों के लिए, मध्य जून बुवाई का इष्टतम समय है।

फसल को पंक्ति बुवाई और छिटकवाँ दोनों विधियों से बोया जाता है, हालाँकि पंक्ति बुवाई वाली फसल में अंतर-संस्कृति के माध्यम से खरपतवार प्रबंधन में लाभ होता है।

बीज दर और अंतराल

२५-३० से.मी x ८-१० से.मी (पंक्ति x पौधा) की रोपण ज्यामिति मानकीकृत है और इस प्रकार ४-४.५ लाख/हेक्टेयर इष्टतम पौध संख्या है। पंक्ति बुवाई के लिए ८-१० किग्रा/हेक्टेयर और छिटककर बोई जाने वाली फसल के लिए १५ किग्रा/हेक्टेयर बीज दर पर्याप्त है। २ ग्राम/किग्रा की दर से मेटालैक्सिल या कार्बेन्डाजिम से बीज उपचार करना लाभदायक है।

किस्में

भारत के विभिन्न राज्यों के लिए उच्च उपज क्षमता वाली कई किस्में जारी की गई हैं और नीचे सूचीबद्ध हैं (तालिका २५)।

तालिका २५. विभिन्न राज्यों के लिए कांगनी की अनुशंसित किस्में

राज्य	किस्में
आंध्र प्रदेश और तेलंगाना	रेनाडु (एसआईए 3223), गरुड़ (एसआईए 3222), सूर्यनंदी (एसआईए 3088), एसआईए 3156, एसआईए 3085, लेपाक्षी, एसआईए 326 (प्रसाद), पीएस 4, नरसिम्हराया (एसआईए 2662), कृष्णादेवराय (एसआईए 2593), सीएफएक्सएमवी -1 (आईआईएमआर एफएक्सएम 7), सीएफएक्सएमवी -3 (जीपीयूएफ-16)
बिहार	आरएयू-2 (राजेंद्र कौनी 1), सूर्यनंदी (एसआईए 3088), एसआईए 3156, एसआईए 3085, पीएस 4, सीएफएक्सएमवी -3 (जीपीयूएफ-16)
कर्नाटक	डीएचएफटी 109-3, एचएमटी 100-1 (उच्च टिलरिंग और हरा प्रकार), सिया 3156, सूर्यनंदी (एसआईए 3088), सिया 3085, सिया 326 (प्रसाद), पीएस 4, नरसिम्हराया (एसआईए 2662), हगारी नवाने -46, सीएफएक्सएमवी -1 (आईआईएमआर एफएक्सएम 7), सीएफएक्सएमवी -2 (एफएक्सवी 647), सीएफएक्सएमवी -3 (जीपीयूएफ-16)
महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, झारखंड और छत्तीसगढ़	एसआईए 326 (प्रसाद), पीएस 4, सीएफएक्सएमवी-2 (एफएक्सवी 647)

तमिलनाडु	सीओ-7 (रस्ट रेसिस्टेंट, हाई प्रोटीन: 14 प्रतिशत), टीएनएयू 43, टीएनएयू-186, टीएनएयू 196, सीओ 1, सीओ 2, सीओ 4, सीओ 5, के2, के3, सूर्यनदी (एसआईए 3088), एसआईए 3156, एसआईए 3085, पीएस 4, एटीएल-1 (टीएनएसआई 331)
उत्तर प्रदेश	पीआरके 1, पीएस 4, सिया 3088, 3085, श्रीलक्ष्मी, नरसिम्हाराया (एसआईए 2662), SiA 326 (प्रसाद), S-114
उत्तराखंड	पीएस 4, पीआरके 1, श्रीलक्ष्मी, सिया 326, सिया 3156, सिया 3085, वीएल मंडुआ 410 (सीएफएमवी 8)
राजस्थान	प्रताप कंगनी-1 (एसआर 51), एसआर 11, एसआर 16 (मीरा), सिया 3085, सिया 3156, पीएस 4 (उच्च बीज उपज और प्रचुर मात्रा में कल्ले निकलने वाली सिया 326 की एक उत्परिवर्ती किस्म)
असम	एएयू-जीएसजी-कॉन 1 (गोसाईगांव कैवन; पीली बीज वाली), वीएल मंडुआ 410 (सीएफएमवी 8)

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या

खाद और उर्वरीकरण

कांगनी के पोषण का सबसे आम तरीका खाद डालना है, हालाँकि, पर्याप्त उर्वरक प्रयोग से बेहतर उपज प्राप्त होती है। बुवाई से 2-3 सप्ताह पहले ५ टन/हेक्टेयर गोबर की खाद या कम्पोस्ट का प्रयोग किया जाता है। खाद के अलावा, २० से ४०-२० किग्रा/हेक्टेयर $N-P_2O_5$ के प्रयोग की अनुशंसा की जाती है। पोटेशियम उर्वरकों की कोई अनुशंसा नहीं है। हालाँकि अध्ययनों से संकेत मिलता है कि एक क्विंटल कांगनी उत्पादन के लिए, अकार्बनिक और एकीकृत तरीकों के तहत क्रमशः ३.६१ किग्रा और ४.१९ किग्रा पोटेशियम ऑक्साइड (K_2O) की आवश्यकता होती है। कांगनी में पोटेशियम उर्वरीकरण अनाज की उपज, प्रकाश संश्लेषण क्षमता और कार्बोहाइड्रेट चयापचय को बढ़ाने में महत्वपूर्ण है। हाल के क्षेत्रीय अध्ययनों ने इष्टतम अनुप्रयोग दरों और शारीरिक प्रतिक्रियाओं के बारे में विस्तृत जानकारी प्रदान की है, विशेष रूप से अल्फिसोल्स जैसी पोटेशियम की कमी वाली मिट्टी वाले क्षेत्रों में। तिरुपति, आंध्र प्रदेश के अल्फिसोल्स में, जहाँ देशी K की मात्रा कम से मध्यम थी, ३० किग्रा/हेक्टेयर पोटेशियम ऑक्साइड (K_2O) के प्रयोग से प्रतिक्रिया देखी गई, जबकि नंदयाल, आंध्र प्रदेश के वर्टिसोल्स में, जहाँ देशी पोटेशियम की मात्रा अधिक थी, पोटेशियम उर्वरक के प्रयोग से कोई प्रतिक्रिया नहीं देखी गई। तमिलनाडु के सिंचित फॉक्सटेल मिलेट्स के लिए, २२ किग्रा/हेक्टेयर पोटेशियम ऑक्साइड का प्रयोग आशाजनक रहा। यदि मृदा में प्रयोग संभव न हो, तो पोटेशियम सल्फेट (1 प्रतिशत) का पर्णयि छिड़काव एक विकल्प है। संपूर्ण उर्वरकों का प्रयोग मूल रूप से किया जाता है, हालाँकि, निराई-गुड़ाई के बाद अनुकूल नमी की स्थिति में २० किग्रा नाइट्रोजन की टॉप ड्रेसिंग से फसल का प्रदर्शन बेहतर होता है। राज्यवार उर्वरक अनुशंसाएँ तालिका २६ में दी गई हैं।

तालिका २६. विभिन्न राज्यों में कांगनी के लिए उर्वरकों की अनुशंसित खुराक

राज्य	उर्वरक की खुराक ($N:P_2O_5$ किग्रा/हेक्टेयर)
आंध्र प्रदेश	40:30
झारखंड और तमिलनाडु	40:20
कर्नाटक	30:15
महाराष्ट्र और अन्य राज्य	20:20

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या

जैविक कांगनी पोषण

५-१० टन/हेक्टेयर गोबर की खाद का प्रयोग, बीजामृत से बीजोपचार, प्राकृतिक उर्वरक (एनपी) और बुवाई के २० दिन बाद ३ प्रतिशत पंचगव्य का पत्तियों पर छिड़काव, जैविक रूप से उगाए गए कांगनी की पोषण संबंधी आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए पर्याप्त पाया गया।

खरपतवार प्रबंधन

कांगनी से जुड़ी खरपतवार वनस्पतियाँ अत्यधिक विविध हैं और मौसम, कृषि-पारिस्थितिक स्थिति और प्रबंधन के स्तर के आधार पर बदलती रहती हैं। प्रारंभिक वृद्धि के दौरान, कांगनी की धीमी गति से बढ़ने वाली छतरी इसे खरपतवार प्रतिस्पर्धा के प्रति संवेदनशील बनाती है। अंकुर निकलने के बाद के शुरुआती ४-६ सप्ताह खरपतवार हटाने के लिए महत्वपूर्ण अवधि माने जाते हैं। पूरे फसल मौसम में खरपतवारों की उपस्थिति के कारण कांगनी में अनाज की उपज में ५० प्रतिशत की हानि दर्ज की गई। इस प्रकार, खरपतवार से जुड़ी फसल उपज हानि को कम करके उत्पादकता बढ़ाने की गुंजाइश है।

प्रभावी खरपतवार प्रबंधन के लिए, पंक्ति में बोई गई फसल में दो अंतर-खेती और एक हाथ से निराई और छिटकाई वाली फसल में दो हाथ से निराई आवश्यक है। आंध्र प्रदेश के अनंतपुर में बीज बोने के २० और ४० दिन बाद दो बार हाथ से निराई करना सबसे अच्छा पाया गया है। कांगनी में खरपतवार प्रबंधन के लिए, उगने से पहले ७० ग्राम/हेक्टेयर की दर से ऑक्साडायर्जिल या ०.७५ किग्रा/हेक्टेयर की दर से प्रेटिलाक्लोर या १५ ग्राम/हेक्टेयर की दर से पाइराज़ोसल्फ्यूरॉन-एथिल का प्रयोग और उसके बाद २० दिन बाद अंतर-खेती की सिफारिश की जाती है। २, ४-डी सोडियम लवण का २०-२५ दिन बाद १.० किग्रा ए.आई./हेक्टेयर की दर से प्रयोग, चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों के प्रभावी प्रबंधन में सहायक होता है।

जल प्रबंधन

कांगनी मूलतः वर्षा आधारित खरीफ मौसम की फसल है और इसकी सिंचाई बहुत कम होती है। इसमें उल्लेखनीय सूखा सहनशीलता और उच्च जल उपयोग दक्षता है। हालाँकि, लंबे समय तक सूखे की स्थिति में, दो सिंचाई, पहली २५-३० दिन बाद और दूसरी ४०-४५ दिन बाद, सफल फसल संवर्धन और अधिक उपज में सहायक होती है।

शुरुआती सूखा (सिर फूटने से पहले) कांगनी के लिए अधिक हानिकारक होता है। सूखा प्रभावित कांगनी में टहनियों की लंबाई में उल्लेखनीय कमी देखी गई, जबकि जड़ों की लंबाई में वृद्धि देखी गई। सूखा प्रवण क्षेत्रों में प्रसाद और टीएनएयू-१८६ जैसी सूखा सहनशील किस्मों का चयन उपयोगी है। जल्दी पकने वाली किस्में (सूर्यनंदी पूरे देश के लिए उपयुक्त, प्रताप कांगनी १, राजस्थान के लिए उपयुक्त) भी पैदावार पर सूखे के प्रतिकूल प्रभावों को कम करने में प्रभावी हैं।

फसल प्रणाली

आंध्र प्रदेश में कांगनी + मूंगफली (२:१) या कांगनी + अरहर/कपास की ५:१ अनुपात में अंतर-फसल लोकप्रिय है। कांगनी + अरंडी (७:१) की अंतर-फसल भी आंध्र प्रदेश के लिए आशाजनक है। यदि आंध्र प्रदेश में मानसून जल्दी और अनुकूल हो, तो कांगनी की बुवाई ४५ सेमी की कतारों के अंतराल पर की जाती है और जब कांगनी पकने के करीब हो, तो रबी ज्वार को रिले फसल के रूप में लगाया जाता है। कर्नाटक में, सोयाबीन (१:२ या २:४), मूंगफली (१:६), फील्ड बीन/हॉर्सग्रेन (४:२) के साथ कांगनी की अंतर-फसल आशाजनक पाई गई। तमिलनाडु के पश्चिमी क्षेत्र में सिंचित परिस्थितियों में, कांगनी की सब्जी (३:१) के साथ कांगनी की अंतर-फसल सबसे अधिक उत्पादक और लाभदायक पाई गई। भारत में रागी + कांगनी की अंतर-फसल भी की गई।

आंध्र प्रदेश की मध्यम गहरी काली मिट्टी में, दो फसलें उगाना, जैसे कि कांगनी - सरसों / मूंग / सूरजमुखी / अरहर, अकेले कांगनी की तुलना में अधिक लाभदायक है। कर्नाटक में, कांगनी-कुसुम चक्र अपनाया जाता है। आंध्र प्रदेश के

नादयाल में काली कपास मिट्टी में, अगेती कांगनी-चना चक्र, परती-चना प्रणाली की तुलना में अधिक लाभदायक पाया गया। कांगनी-चना प्रणाली की उत्पादकता, नमी संरक्षण के बिना की तुलना में, मृदा नमी संरक्षण के साथ अधिक थी। कांगनी कई कृषि वानिकी प्रणालियों का एक घटक है: कांगनी की खेती मेलिया दुबिया (कर्नाटक) और मेलिया अजेदारच (गुजरात, मध्य प्रदेश और राजस्थान) में की जाती है।

कीट-कीट प्रबंधन

अंकुर मक्खी कांगनी के महत्वपूर्ण कीटों में से एक है। आर्मिर्वर्म, कटवर्म और पत्ती खुरचने वाला भृंग, जो कभी-कभी गंभीर रूप में दिखाई देते हैं, फसल के अन्य कीट हैं।

शूट फ्लार्ड (एथेरिगोना एट्रिपैल्पिस विडेमैन)

कांगनी में शूट फ्लार्ड के संक्रमण से मृत हृदय (डेड हार्ट) बनते हैं जिससे उपज में कमी आती है। शूट फ्लार्ड बुवाई से लेकर ६ सप्ताह की आयु तक फसल को नुकसान पहुँचाती है। इसके प्रभाव से, मध्य प्ररोह सूखने लगते हैं और प्रारंभिक अवस्था में मृत हृदय के विशिष्ट लक्षण दिखाई देते हैं और बाद की अवस्थाओं में अत्यधिक कल्ले निकलते हैं जो भी प्रभावित होते हैं। इसका अधिकतम प्रकोप जुलाई के अंत से अगस्त के प्रारंभ तक होता है (चित्र ५७)।



चित्र ५७. फॉक्सटेल बाजरा 'डेड हार्ट' प्रणाली (स्रोत: डॉ. पी. गनिगर, यूएएस, बेंगलुरु)



चित्र ५८. कांगनी का ब्लास्ट रोग (स्रोत: डॉ. के.बी. पलन्ना, यूएएस, बेंगलुरु)

प्रबंधन

मानसून की शुरुआत में फसल की जल्दी बुवाई और अधिक बीज दर (अनुशांसित दर से १.५ गुना) का उपयोग, पौध मृत्यु दर को कम करने में सहायक होगा। थायोमेथोक्सम ३० प्रवाही सांद्रण (१० मि.ली/किग्रा बीज की दर से) बीज उपचार, प्ररोह मक्खी के प्रबंधन में बहुत प्रभावी है। कार्बोफ्यूरान ३ प्रतिशत कणिकाओं को ३० किग्रा/हेक्टेयर की दर से नालियों में या बुवाई से पहले बिखेरकर प्रयोग करने की सलाह दी जाती है।

रोग प्रबंध

कांगनी के प्रमुख रोग ब्लास्ट, स्मट, लीफ स्पॉट और डाउनी मिल्ड्यू हैं। शीथ ब्लाइट (राइज़ोक्टोनिया सोलानी), बैक्टीरियल लीफ ब्लाइट (स्यूडोमोनास एवेने), रस्ट (यूरोमाइसेस सेटेरिया-इटालिया), और उडाबट्टा (एफेलिस प्रजाति) फसल के छोटे रोग हैं।

ब्लास्ट (पाइरिकुलरिया सेटेरिया)

ब्लास्ट, कांगनी का एक प्रमुख रोग है। ब्लास्ट से उपज में ६० प्रतिशत तक की हानि हो सकती है। यह रोग धुरी के आकार के धब्बों के रूप में प्रकट होता है जो अनुकूल परिस्थितियों में बड़े होकर आपस में मिल जाते हैं और पत्ती के सिरे से आधार की ओर ब्लास्ट जैसा रूप धारण कर लेते हैं (चित्र ५८)।

५० प्रतिशत फूल आने पर ०.०५ प्रतिशत कार्बेन्डाजिम (०.२ प्रतिशत) का छिड़काव करने और उसके १० दिन बाद दूसरा छिड़काव करने से ब्लास्ट रोग से बचा जा सकता है। रोग प्रबंधन में प्रतिरोधी किस्मों जैसे एसआर-118, एसआर-102, जेएनएससी-33, आरएस- 179, एसटी-5307 की खेती उपयोगी होती है। रोग के प्रकोप को कम करने के लिए नाइट्रोजन का विभाजित छिड़काव और कवकनाशी के छिड़काव के बाद टॉप ड्रेसिंग की खुराक देने की सलाह दी जाती है।

स्मट (उस्टिलागो क्रैमेरी कोएम)

यह रोग पुष्पगुच्छ बनते समय प्रकट हुआ। शुरुआत में फूलों में हल्के भूरे से गहरे भूरे रंग के सोरी दिखाई दिए, जो बाद में काले हो गए। यह कवक बालियों में अधिकांश दानों को प्रभावित करता है, लेकिन कभी-कभी बाली का अंतिम भाग निकल सकता है, जिससे फूलों और पेलिया के आधारीय भागों में सोरी उत्पन्न हो जाती है। सोरी के फटने के बाद, संक्रमित बालियों पर बीजाणुओं का गहरा काला चूर्ण आसानी से देखा जा सकता है।

स्मट प्रबंधन के लिए, बुवाई से २४ घंटे पहले कार्बेन्डाजिम, या थाइरम से ३ ग्राम/किग्रा की दर से बीज उपचार उपयोगी है। बीजों को ५२ डिग्री सेल्सियस पर १० मिनट तक गर्म पानी से उपचारित करने से सतह पर मौजूद बीजाणु नष्ट हो जाएंगे।

कोमल फफूंदी (स्क्लेरोस्पोरा ग्रैमिनिकोला)

भारत में यह मृदा जनित रोग महाराष्ट्र, तमिलनाडु, कर्नाटक, आंध्र प्रदेश, बिहार और कश्मीर राज्यों में प्रचलित है। कुछ वर्षों में इसने ५० प्रतिशत तक नुकसान पहुँचाया है। रोगग्रस्त पौधे बौने हो जाते हैं, उनमें टिल्लर का अत्यधिक विकास होता है और पत्तियों पर लंबाई में पीली-हरी धारियाँ दिखाई देती हैं। पुष्पीय भागों में पत्ती की संरचना दिखाई देती है जो पीली पड़ जाती है। गंभीर संक्रमण होने पर, पुष्पगुच्छ नहीं बनते।

प्रबंधन

खेत में मेटालैक्सिल का ३ ग्राम/लीटर पानी में छिड़काव रोग नियंत्रण में सहायक होता है और बीज उपचार भी रोग नियंत्रण में सहायक होता है। जैव नियंत्रण कारकों जैसे ट्राइकोडर्मा हार्जियानम (२० ग्राम/किग्रा बीज), स्फ़ूडोमोनास फ्लोरेसेंस या बैसिलस प्रजाति (१० ग्राम/किग्रा बीज) से बीज उपचार भी उपयोगी है। संक्रमित पौधों के अवशेषों को इकट्ठा करने और हटाने से खेत में इनोकुलम को कम करने में मदद मिलती है। देरी से बुवाई रोग को कम करने में सहायक होती है। डाउनी मिल्ड्यू प्रतिरोधी किस्मों (अखिल भारतीय खेती के लिए अनुशंसित 'एसआईए-3085' और राजस्थान के लिए जारी मीरा (एसआर-16) की खेती उपयोगी है।

लीफ स्पॉट (कोक्लिओबोलस सेटेरिया)

कवक आमतौर पर लीफ स्पॉट का कारण बनता है जो विशेष रूप से आर्द्र परिस्थितियों में प्रकाश संश्लेषण क्षमता और उपज को कम कर सकता है। कवक की एक लैंगिक अवस्था (टेलीओमॉर्फ) और एक अलैंगिक अवस्था (एनामॉर्फ, जिसे अक्सर बाइपोलारिस के अंतर्गत वर्गीकृत किया जाता है) होती है। कोनिडिया आमतौर पर फ्यूसीफॉर्म और बहुकोशिकीय होते हैं, जो अनुकूल परिस्थितियों में तेज़ी से फैलने में सहायक होते हैं।

कार्बेन्डाजिम ३ ग्राम/किग्रा बीज की दर से बीजोपचार या कार्बेन्डाजिम ५० डब्ल्यू.पी. १ ग्राम/लीटर की दर से पर्णाय छिड़काव, पत्ती धब्बों के प्रबंधन में सहायक होता है। जीपीयू 27, एसआईए 3039, एसआईए 3059, एसआईए 3066, एसआईए 3088, टीएनएयू 213, और टीएनएयू 235 जैसी भूरे धब्बों के प्रतिरोधी किस्मों का चयन रोग की घटनाओं को कम करने में उपयोगी हो सकता है।

उडबट्टा रोग (एफेलिस ओराइजी)

यह चावल का एक सामान्य रोग है, लेकिन उच्च आर्द्रता, उच्च पौध घनत्व और संक्रमित बीजों के उपयोग के कारण कांगनी में भी देखा गया है। पुष्पगुच्छ काले, सीधे, सिगार के आकार की संरचनाओं के रूप में दिखाई देते हैं, जो अगरबत्ती जैसे दिखते हैं (इसलिए इसका नाम उडबट्टा पड़ा, जिसका संस्कृत में अर्थ "धूप" होता है)। संपूर्ण पुष्पगुच्छ कवक माइसीलियम और बीजाणुओं द्वारा प्रतिस्थापित हो जाता है और बीज निर्माण नहीं होता।

कार्बेन्डाजिम, या थिरम से २ ग्राम/किग्रा बीज की दर से बीजोपचार या बीजों को ५२ डिग्री सेल्सियस पर १० मिनट तक गर्म पानी से उपचारित करना इसके प्रबंधन में उपयोगी है।

कटाई का समय

फसल ८०-१०० दिनों में पक जाती है। फसल की कटाई तब की जाती है जब पुष्पगुच्छ सूख जाती हैं, या तो पूरे पौधे को दरांती से या पुष्पगुच्छ को अलग-अलग काटकर। फसल की कटाई आमतौर पर खरीफ मौसम में सितंबर से अक्टूबर और रबी मौसम में जनवरी से फरवरी के बीच की जाती है। पर्यावरणीय परिस्थितियों के आधार पर, उपज और गुणवत्ता को कम करने वाला एक अन्य महत्वपूर्ण कारक मिलेट्स का गिरना है। वैकल्पिक रूप से, फॉक्सटेल मिलेट्स की फसल की कटाई के लिए रीपर का उपयोग किया जा सकता है। दाने को पुष्पगुच्छों से अलग करने के लिए फसल को ऑल क्रॉप थ्रेशर से छाना जाता है। उपज का वर्गीकरण बेहतर मूल्य प्राप्ति में सहायक होता है।

उपज

अनाज: १.५-१.८ टन/हेक्टेयर और भूसा: २-४ टन/हेक्टेयर।

बीज उत्पादन

कांगनी एक स्व-परागण वाली फसल है और प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए, ५ मीटर की पृथक्करण दूरी पर्याप्त है। इससे आनुवंशिक शुद्धता बनाए रखने में मदद मिलती है। इसकी बीज गुणन दर १: ८०-१०० है।

अध्याय ६: कुटकी

वैज्ञानिक नाम: *पैनिकम सुमाट्रेंस* (रोथ एक्स रोम.एंड शुल्ट).



चित्र ५९. कुटकी का खेत दृश्य
(स्रोत: आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)



चित्र ६०. छोटे बाजरे में पैनिकल का बनना
(स्रोत: आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

कुटकी को मलयालम में चामा, कन्नड़ में सम, तमिल में समाई, तेलुगु में समा और हिंदी में कुटकी के नाम से जाना जाता है। यह एक वार्षिक शाकीय पौधा है, जो सीधे या मुड़े हुए पत्तों के साथ ३० से.मी से १०० से.मी की ऊँचाई तक बढ़ता है। पत्तियाँ रेखिक होती हैं, जिनमें कभी-कभी रोएँदार लैमिना और झिल्लीदार रोएँदार लिग्यूल होते हैं। पुष्पगुच्छ 4 से 15 से.मी लंबे होते हैं और 2 से 3.5 मि.मी लंबे होते हैं। दाना गोल और चिकना, 1.8 से 1.9 मि.मी लंबा होता है। यह एक अद्भुत मिलेट्स है जो सभी आयु वर्ग के लोगों के लिए उपयुक्त है। यह कब्ज को रोकने में मदद करता है और पेट से जुड़ी सभी समस्याओं को ठीक करता है। यह पुरुषों के वीर्य की संख्या में सुधार करता है। यह अनियमित मासिक धर्म की समस्या वाली महिलाओं के लिए भी मददगार है। इसमें मौजूद उच्च फाइबर शरीर में वसा के जमाव को कम करने में मदद करता है। कुटकी में प्रति 100 ग्राम 8.7 ग्राम प्रोटीन, 75.7 ग्राम कार्बोहाइड्रेट, 5.3 ग्राम वसा और 1.7 ग्राम खनिज होते हैं।

इस अनाज को मधुमेह रोग से पीड़ित रोगियों के लिए चावल के विकल्प के रूप में अनुशंसित किया जाता है। लेसिथिन की उच्च मात्रा के कारण यह फसल भोजन और चारे के लिए उपयुक्त है, जो आसान पाचन को बढ़ावा देता है। कुटकी में आहारिय फाइबर का अच्छा स्रोत होने के कारण हाइपो-ग्लाइसेमिक इंडेक्स होता है। गर्मियों में सेवन करने पर इसकी शीतलता के कारण इसे ठंडा भोजन भी कहा जाता है। हाल ही में इसकी खेती का विवरण उपलब्ध नहीं है। हालाँकि, २०१५-१६ के आँकड़ों के अनुसार, इसकी खेती २,३४,००० हेक्टेयर में की जाती है और इसका अनाज उत्पादन १, २७,००० टन है (हरिप्रसन्ना, २०२३)।

जलवायु आवश्यकताएँ

कुटकी की खेती पूरे भारत में कर्नाटक, तमिलनाडु, ओडिशा, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़, झारखंड, आंध्र प्रदेश, उत्तराखंड, महाराष्ट्र और गुजरात राज्यों में की जाती है। यह सूखे और जलभराव दोनों स्थितियों को सहन कर सकता है। इसकी खेती समुद्र तल से 2000 मीटर की ऊँचाई तक की जा सकती है।

मिट्टी

कुटकी को जलभराव वाली मिट्टी सहित कई प्रकार की मिट्टी में उगाया जा सकता है। गहरी, दोमट, उपजाऊ और कार्बनिक पदार्थों से भरपूर मिट्टी इसके लिए आदर्श होती है। यह कुछ हद तक लवणता

और क्षारीयता को सहन कर सकती है। इसे देश के आदिवासी समुदाय द्वारा सीमांत भूमि पर उगाया जाता है।

भूमि तैयारी

कुटकी के लिए प्रभावी मृदा प्रबंधन उत्पादकता बढ़ाने, पोषक तत्वों के उपयोग की दक्षता बढ़ाने और दीर्घकालिक मृदा स्वास्थ्य बनाए रखने की कुंजी है, खासकर भारत में वर्षा आधारित और सीमांत क्षेत्रों में। डिस्क हल और उसके बाद कल्टीवेटर, रोटोवेटर द्वारा पारंपरिक जुताई मिट्टी में वायु संचार, नमी बनाए रखने, जड़ों के प्रवेश और सूक्ष्मजीवी गतिविधि, और पोषक तत्वों की उपलब्धता में सुधार करने में सहायक होती है। जुताई से खाद डालने में भी मदद मिलती है।

किस्में

कुटकी की दो प्रजातियाँ हैं: नाना और रोबस्टा। नाना प्रजाति के पौधे छोटे पुष्पक्रम (14-15 से.मी), सीधे, खुले और घनी शाखाओं वाले होते हैं, जिनकी शाखाएँ परिपक्व होने पर झुक जाती हैं। रोबस्टा प्रजाति के पौधे ऊँचे (120-190 से.मी) होते हैं जिनमें लंबे पुष्पक्रम (20-45 से.मी) होते हैं जो सघन रूप से खुलते हैं और अत्यधिक शाखाओं वाले होते हैं। नाना प्रजाति के कुटकी में रोबस्टा की तुलना में लौह, जस्ता और प्रोटीन की मात्रा अधिक होती है। विभिन्न राज्यों के लिए अनुशंसित उन्नत और लोकप्रिय किस्मों की सूची तालिका २७ में दी गई है।

तालिका २७. विभिन्न राज्यों के लिए कुटकी की अनुशंसित किस्में

राज्य	किस्में
ओडिशा	ओएलएम-203, ओएलएम-208, ओएलएम-217 (कलिंग सौन 217), बीएल-6, डीएचएलएम-36-3, डीएचएलएम-14-1
मध्य प्रदेश	जेके-4, जेके 8, जेके 36, जेके-137, बीएल-6, डीएचएलएम-36-3, सीएलएमवी 3 (एलएमवी 539)
आंध्र प्रदेश	ओएलएम 203, जेके 8, बीएल-6, डीएचएलएम-36-3, सीएलएमवी-1 (जयकार समा-1)
तमिलनाडु	पैयूर 2, टीएनएयू 63, सीओ 3, सीओ-4, के1, ओएलएम-203 (तारिणी), ओएलएम-20, बीएल-6, डीएचएलएम-36-3, डीएचएलएम-14-1, सीएलएमवी-1
छत्तीसगढ़	जेके 8, बीएल 6, जेके-137, बीएल-4, जेके 36, डीएचएलएम-36-3, बीएल-41-3 (छत्तीसगढ़ सोनकुटकी), सीएलएमवी 3 (एलएमवी 539)
कर्नाटक	ओएलएम 203, जेके 8, बीएल-6, डीएचएलएम-36-3, डीएचएलएम-14-1, सीएलएमवी-1
गुजरात	जीवी-1, जीवी-2, जीएनवी-3, जीवी-4, ओएलएम 203, जेके 8, बीएल-6, डीएचएलएम-36-3, डीएचएलएम-14-1, सीएलएमवी-1
महाराष्ट्र	फुले एकादशी (केओपीएलएम-83), जेके 8, ओएलएम-203, बीएल-6, डीएचएलएम-36-3, डीएचएलएम-14-1, सीएलएमवी-1
हिमाचल प्रदेश	सीओ-2, बीएयू-3

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या

बुवाई के समय

कुटकी की फसल खरीफ और रबी दोनों मौसमों में उगाई जाती है। खरीफ मौसम में, कुटकी की बुवाई तमिलनाडु में जून के महीने से ओडिशा में मध्य जून तक और मध्य प्रदेश और कर्नाटक राज्यों में जून के

अंत से जुलाई के पहले सप्ताह तक की जाती है। रबी मौसम में, कुटकी की बुवाई तमिलनाडु में सितंबर-अक्टूबर के महीनों में की जाती है।

बीज दर, और अंतराल

कुटकी की बुवाई छिटक कर और पंक्तियों में की जाती है। शुष्क भूमि के संसाधन विहीन किसान छिटक कर बुवाई करते हैं और इस प्रकार उन्हें अधिक बीज (१२ किग्रा/हेक्टेयर) की आवश्यकता होती है। अंतर-कृषि कार्यों में आसानी और उच्च उत्पादकता के लिए पंक्ति में बुवाई को प्राथमिकता दी जाती है। ८-१० से.मी की पौधे-से-पौधे की दूरी के साथ २२.५ से.मी की पंक्तियों में पंक्ति में बुवाई की सिफारिश की जाती है। बुवाई की गहराई ५ से.मी से अधिक नहीं होनी चाहिए। पंक्ति में बोई गई फसल के लिए ८ किलो ग्राम बीज/हेक्टेयर की आवश्यकता होती है।

खाद और उर्वरक

कुटकी कम उर्वरक की मांग वाली फसल है, हालाँकि, उच्च उपज देने वाली किस्मों को विशेष रूप से कम उपजाऊ मिट्टी में पर्याप्त उर्वरक की आवश्यकता होती है। ग्रीष्मकालीन जुलाई में बुवाई से एक महीने पहले ५-१० टन/हेक्टेयर गोबर की खाद का प्रयोग बेहतर फसल पोषण और नमी संरक्षण में सहायक होता है। इसके अतिरिक्त, ४०-२०-२० किग्रा/हेक्टेयर **N-P₂O₅-K₂O** का प्रयोग वांछनीय है। २०२१ के दौरान कोल्हापुर, नंदयाल और वाघई में अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना (एआईसीआरपी) के अध्ययनों से पता चला है कि पुष्पगुच्छ बनने और पुष्पन अवस्था के दौरान ५० प्रतिशत उर्वरक की अनुशंसित खुराक का प्रयोग बेसला के रूप में और २ प्रतिशत १९-१९-१९ एन-पी-के उर्वरक का पर्ण छिड़काव आशाजनक है। सूखे की स्थिति में यह और भी अधिक आवश्यक है। विभिन्न राज्यों के लिए उर्वरक अनुशंसाएँ नीचे तालिका २८ में दी गई हैं।

तालिका २८. विभिन्न राज्यों के लिए कुटकी के उर्वरकों की अनुशंसित खुराक

राज्य	उर्वरक की खुराक (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O किग्रा/हेक्टेयर)
आंध्र प्रदेश	20:20:0
बिहार और उड़ीसा	20:10:0
तमिलनाडु	40:20:0
अन्य राज्य	20:20:0

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या

जैव-उर्वरक

फसल पोषण और इस प्रकार बीज उपज में सुधार के लिए एग्रीबैक्टीरियम रेडियोबैक्टर और एस्परगिलस अवामोरी जैव-उर्वरकों से बीजों का टीकाकरण किया जाता है। २०२१ के दौरान जगदलपुर (छत्तीसगढ़), मांड्या (कर्नाटक) और विजयनगरम (आंध्र प्रदेश) में ए.आई.सी.आर.पी अध्ययनों से यह पाया गया कि तरल जैव-उर्वरक (४-५ मिली/किग्रा बीज) से बीज उपचार के बाद ५०० किग्रा गोबर की खाद/हेक्टेयर के साथ ६-७.५ लीटर तरल जैव-उर्वरकों को नालियों में मिट्टी में डालना आशाजनक है।

खरपतवार प्रबंधन

प्रभावी खरपतवार प्रबंधन के लिए पंक्तिबद्ध बोई गई फसल में दो अंतर-खेती और एक हाथ से निराई तथा चौड़ी पत्ती वाली फसल में दो हाथ से निराई आवश्यक है। चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों के नियंत्रण में, 2, 4-डी सोडियम लवण (८० प्रतिशत) का १.० किग्रा प्रति हेक्टेयर की दर से २०-२५ दिनों के अंतराल पर प्रयोग प्रभावी होता है।

जल एवं नमी प्रबंधन

कुटकी एक वर्षा आधारित फसल है, जिससे स्थिर उपज के लिए मृदा नमी संरक्षण अनिवार्य हो जाता है। ओडिशा, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़ राज्यों में सूखा सहिष्णु किस्म 'ओएलएम-20' और बिहार पठार एवं झारखंड में शीघ्र पकने वाली (५५-६० दिन) किस्म 'बिरसा गुंडली 1' की खेती की सिफारिश की जाती है। महत्वपूर्ण अवस्थाओं पर सिंचाई करने से फसल की सफलता और उच्च उपज की संभावना बढ़ जाती है। उच्च एवं स्थिर उपज के लिए दो सिंचाई, पहली २५-३० दिनों के अंतराल पर और दूसरी ४५-५० दिनों के अंतराल पर, करने की सिफारिश की जाती है।

फसल प्रणाली

कुटकी कई मिश्रित, अंतरफसलीय और फसल चक्रों का एक घटक है। कर्नाटक और ओडिशा में उड़द (४:२ पंक्ति अनुपात) के साथ कुटकी की अंतर-फसल और कर्नाटक में ही कुल्थी (कुल्थी) के साथ, मध्य प्रदेश में तिल/सोयाबीन (२:१ पंक्ति अनुपात) के साथ और मध्य प्रदेश तथा दक्षिण बिहार में अरहर (२:१ पंक्ति अनुपात) के साथ अंतर-फसल सबसे प्रमुख हैं। तमिलनाडु में, कुटकी + मूंगफली (१: ६) प्रणाली आशाजनक रही। इन चक्रों में, नाइजर और सरसों के साथ कुटकी की अंतर-फसल प्रमुख हैं। ए.आई.सी.आर.पी के बहु-स्थानीय प्रायोगिक परिणामों ने कुसुम या कांगनी, मसूर के साथ इसके अंतर-फसल की संभावना का संकेत दिया।

कीट-कीट प्रबंधन

कुटकी में कई कीट पाए जाते हैं और इनसे आर्थिक नुकसान बहुत कम होता है।

अंकुर मक्खी (एथेरिगोना पुल्ला विडे)

यह सबसे गंभीर कीट है जो उपज में भारी नुकसान पहुँचाता है। इसके विशिष्ट लक्षण मृत मक्खियाँ (चित्र ६१) हैं। मानसून की शुरुआत के साथ जल्दी बुवाई करना नियंत्रण का एक प्रभावी और सस्ता तरीका है। प्ररोह मक्खी सहिष्णु किस्मों (बीएल-4, जेके-4, जेके-36, ओएलएम-208 और ओएलएम-217) की खेती, बुवाई के ७ वें दिन १५०० पी.पी.एम नीम/एजाडिरैक्टिन का छिड़काव और क्लोरपाइरीफॉस २० ईसी @ २.५ मि.ली/किलो ग्राम बीज के साथ बीज उपचार से प्ररोह मक्खी का प्रबंधन किया जा सकता है।



चित्र ६१. कुटकी पर शूट फ्लाई के 'डेड हार्ट' लक्षण
(स्रोत: डॉ. पी. गनिगर, यूएस, बेंगलुरु)

तना छेदक

वानस्पतिक अवस्था में लार्वा तने में छेद करके बढ़ती हुई टहनियों को खाता है। इससे मध्य टहनियाँ सूख जाती हैं, जिसे "मृत हृदय" भी कहा जाता है। तने में सुरंग बनने से यह कमज़ोर हो जाती है और बाद में झुक जाती है। पौधों में पुष्पगुच्छों का उद्भव और दानों का भराव कम होता है।

समय से पहले बुवाई करने से छेदक का संक्रमण कम होता है। ट्राइकोग्रामा चिलोनिस (अंडा परजीवी), ब्यूवेरिया बेसियाना या मेटारिज़ियम एनिसोप्लिया (कीटनाशक कवक) जैसे जैव नियंत्रण एजेंटों से बीजों का उपचार कीटों के प्रकोप को कम करने में उपयोगी होगा। इमिडाक्लोप्रिड या थायमैथोक्साम ५ ग्राम/किग्रा बीज की दर से बीज उपचार उपयोगी है।

शूट फ्लाई (एथेरिगोना पुल्ला)

शूट फ्लाई को कुटकी का एक नियमित कीट बताया गया है। प्रारंभिक वनस्पति अवस्थाओं के दौरान, यह मध्य में उगने वाले अंकुर को निशाना बनाकर काफी नुकसान पहुँचाता है, जिससे "मृत हृदय" और कम विकसित कलियाँ बनती हैं। यदि संक्रमण पुष्पगुच्छ के आरंभ तक जारी रहता है, तो सफेद पुष्पगुच्छ बन जाती हैं।

शूट फ्लाई के प्रबंधन के लिए इमिडाक्लोप्रिड ६०० प्रवाही सांद्रण (५ मि.ली/किग्रा) बीज की दर से बीज उपचार की सिफारिश की गई थी (कुमार और चन्नवीरस्वामी, २०१५)

दीमक

शुष्क भूमि प्रणालियों में, जहाँ जैविक अवशेषों का संचय और नमी की कमी की स्थितियाँ मौजूद हैं, दीमक कुटकी की खेती के लिए एक गंभीर खतरा बन रहे हैं।

प्रभावित फसल में अंकुरों का मुरझाना या सूखना, फसल का बिखराव, विशेष रूप से हल्की मिट्टी में, दिखाई देता है और इसे अक्सर सूखे या पोषक तत्वों की कमी समझ लिया जाता है।

रोग प्रबंधन

कुटकी में ब्लास्ट, धारीदार पत्ती और आवरण धब्बा (राइज़ोक्टोनिया सोलानी), अनाज स्मट, रस्ट, फुट रॉट, उदबट्टा (एफेलिस ओराइज़ी) और विषाणु रोग देखे गए हैं। इन रोगों में, अनाज स्मट सबसे महत्वपूर्ण और कभी-कभी समस्याजनक होता है।

स्मट (मैकलपिनोमाइसेस शर्मा वैकी)

यह रोग अंडाशयीय है और इसके लक्षण अनाज बनने की अवस्था में दिखाई देते हैं। प्रभावित अंडाशय स्मट सोरस में बदल जाता है, लेकिन सामान्य अनाज की तुलना में आकार में नहीं बढ़ता है। कुछ देर से विकसित होने वाले दाने हरे रंग के रहते हैं और सामान्य अनाज की तुलना में आकार में थोड़े बड़े हो जाते हैं। ऐसे हरे, स्वस्थ दिखने वाले दानों को दबाने पर बीजाणु निकलते हैं।

प्रबंधन

२ ग्राम/किग्रा बीज की दर से कार्बेन्डाजिम या कार्बोक्सिन और ट्राइकोडर्मा विराइड से बीज उपचार स्मट प्रबंधन में प्रभावी रहा है। ओएलएम-217, डीएचएलएम-14-1 और ओएलएम-203 जैसी किस्मों ने अनाज स्मट के प्रति प्रबल प्रतिरोधक क्षमता दिखाई है।

रस्ट (यूरोमाइसिस लिनियरिस बर्क और ब्रूम)

यह रोग फसल को सभी विकास चरणों में प्रभावित कर सकता है; हालाँकि, नुकसान तभी गंभीर होता है जब संक्रमण फूल आने से पहले शुरू होता है।

प्रबंधन

रस्ट प्रतिरोधी किस्मों जैसे ओएलएम-217, डीएचएलएम-14-1 और ओएलएम-123 का उपयोग और ०.२ प्रतिशत मैन्कोज़ेब ७५ डब्ल्यू.पी का छिड़काव रस्ट के प्रबंधन में कुछ हद तक मदद करता है।

कटाई

खरीफ मौसम की फसल - सितंबर से अक्टूबर; रबी फसल - जनवरी से फरवरी।

उपज

अनाज - १.२-१.५ टन/हेक्टेयर और भूसा - २.०-२.५ टन/हेक्टेयर।

निर्यात

कुटकी के निर्यात पर कोई अलग से आँकड़े उपलब्ध नहीं हैं।

बीज उत्पादन

कुटकी एक स्व-परागण वाली फसल है और प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए, ५ मीटर की पृथक्करण दूरी पर्याप्त है। इससे आनुवंशिक शुद्धता बनाए रखने में मदद मिलती है। इसकी बीज गुणन दर १:८०-१०० है।

अध्याय ७ : चेना

वैज्ञानिक नाम: *पैनिकम मिलिएसियम* (एल.)



चित्र ६२. चेना का प्रक्षेत्र दृश्य

(स्रोत: आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

चेना को पनिवारागु (तमिल और मलयालम), बर्रे (हिंदी), बरगु (कन्नड़), वारिगुलु/वारागलु (तेलुगु), वारी (मराठी), चेनो (गुजराती), चीना (बंगाली और पंजाबी) नामों से भी जाना जाता है। चेना भारत में उगाया जाने वाला एक महत्वपूर्ण लघु बाजरा है। यह फसल शीघ्र पकने के कारण सूखे से बच सकती है। उथली जड़ों वाली और कम अवधि (६०-९० दिन) वाली फसल होने के कारण, जिसमें अपेक्षाकृत कम पानी की आवश्यकता होती है, यह सूखे की अवधि से बच जाती है और इसलिए, शुष्क भूमि वाले क्षेत्रों में गहन खेती के लिए बेहतर संभावनाएँ प्रदान करती है। असिंचित परिस्थितियों में, चेना आमतौर पर खरीफ मौसम में उगाया जाता है, लेकिन जिन क्षेत्रों में सिंचाई की सुविधा उपलब्ध है, वहाँ इसे उच्च तीव्रता वाले चक्रों में ग्रीष्मकालीन कैच फ़सल के रूप में लाभदायक रूप से उगाया जाता है। सभी लघु बाजारों में, चेना (13.21 प्रतिशत) में सबसे अधिक प्रोटीन होता है। इसके प्रोटीन में ल्यूसीन, फेनिलएलनिन और मेथियोनीन का अनुपात अधिक होता है, लेकिन लाइसिन कम होता है। चेना कार्बोहाइड्रेट (74 ग्राम कार्बोहाइड्रेट/100 ग्राम), कच्चे रेशे (5.5 ग्राम/100 ग्राम आटा) का अच्छा स्रोत है। चेना संभवतः भारत में उत्पन्न हुआ। यह भारत से दुनिया के अन्य भागों में फैला है। इसकी उत्पत्ति संभवतः पैनिकम साइलोपोडियम से हुई होगी, जो बर्मा, भारत और मलेशिया में जंगली अवस्था में पाया जाता है।

भारत में चेना मुख्यतः मध्य प्रदेश, पूर्वी उत्तर प्रदेश, बिहार, तमिलनाडु, महाराष्ट्र, तेलंगाना, आंध्र प्रदेश और कर्नाटक में उगाया जाता है। भारत में, २०१५-१६ के दौरान ४०,००० हेक्टेयर क्षेत्र में इसकी खेती की गई, जिससे २२,००० टन अनाज उत्पादन हुआ (हरि प्रसन्ना, २०२३)।

जलवायु आवश्यकताएँ

चेना मुख्य रूप से एक स्व-परागण वाला लघु-दिवसीय पौधा है और यह गर्म जलवायु की फसल है। यह अत्यधिक सूखा प्रतिरोधी है और इसे कम वर्षा वाले क्षेत्रों में उगाया जा सकता है। यह उल्लेखनीय सूखा सहनशीलता प्रदर्शित करता है और शुष्क, अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में भी उगने की क्षमता रखता है, जिससे ३३०-३५० मि.मी तक की वार्षिक वर्षा वाले बीज उत्पन्न होते हैं। इसकी जल-उपयोग दक्षता बहुत अधिक है, जिसके परिणामस्वरूप सभी अनाज फसलों में सबसे कम पानी की आवश्यकता होती है। इसकी वृद्धि

अवधि बहुत कम (६० से १०० दिन) होती है और यह कुछ हद तक जल ठहराव को भी सहन कर सकता है। इसकी खेती समुद्र तल से १,२०० से ५,००० मीटर की ऊँचाई तक की जा सकती है। चेना की खेती के लिए इष्टतम तापमान २० से ३० डिग्री सेल्सियस के बीच होता है। ३० डिग्री सेल्सियस से अधिक तापमान पर, इसकी वानस्पतिक वृद्धि और पुष्पन रुक जाता है, और इसके मुख्य तने छोटे हो जाते हैं जो सूखे को सहन कर सकते हैं।

मिट्टी

चेना भारी और खराब दोनों तरह की मिट्टी में उगाया जा सकता है, जिसकी बनावट रेतीली दोमट से लेकर काली कपास की चिकनी मिट्टी तक भिन्न हो सकती है। मोटी रेत चेना की खेती के लिए उपयुक्त नहीं है। अच्छी जल निकासी वाली, कंकर रहित और कार्बनिक पदार्थों से भरपूर दोमट या बलुई दोमट मिट्टी, चेना की खेती के लिए आदर्श होती है। जिस मिट्टी पर इसे उगाया जाता है उसका pH मान ५.५ - ६.५ होता है। यह १.५ से ९.५ डेसिसीमेंस प्रति मीटर की सीमा में मृदा लवणता को सहन कर सकता है। चेना की लवणता सहन करने वाली किस्मों/उपजातियों में क्लोरोफिल-ए की मात्रा अधिक पाई गई, जो दर्शाता है कि क्लोरोफिल-ए की मात्रा लवण सहनशीलता से जुड़ी है। चेना क्षारीकरण के प्रति अधिक सहनशील पाया गया। इसे पोषक तत्वों की बहुत कम आवश्यकता होती है।

भूमि की तैयारी

पिछली फसल की कटाई के तुरंत बाद, मिट्टी को धूप में रखने और अधिक नमी बनाए रखने के लिए खेत की जुताई कर देनी चाहिए। मानसून के आगमन पर, भूमि को दो या तीन बार जुताई करनी चाहिए और फिर अंत में समतल करना चाहिए। जब इसे गर्मियों में उगाया जा रहा हो, तो भूमि की तैयारी से पहले एक सिंचाई अवश्य करनी चाहिए। जैसे ही मिट्टी काम करने लायक स्थिति में आ जाए, तीन बार जुताई और फिर पाटा लगाकर हैरो चलाकर बीज क्यारी तैयार कर लेनी चाहिए। चेना को एक ठोस और साफ बीज क्यारी की आवश्यकता होती है, लेकिन यह गहरी जुताई से अच्छी तरह विकसित नहीं होती।

किस्में

१८६० में पहली शुद्ध वंशावली किस्म 'राम चीना' से शुरू होकर कई उन्नत किस्में विकसित की गई हैं। चेना, प्रजाति ओवाटम में अन्य प्रजातियों की तुलना में लौह, जस्ता, कैल्शियम और प्रोटीन की मात्रा काफी अधिक थी। विभिन्न राज्यों के लिए अनुशंसित उन्नत और लोकप्रिय किस्मों की सूची नीचे तालिका २९ में दी गई है।

तालिका २९. विभिन्न राज्यों के लिए चेना/प्रोसो मिलेट की अनुशंसित किस्में

राज्य	किस्में
तमिलनाडु और पुडुचेरी	सीओ-5 (टीएनएयू-143), टीएनएयू-151, टीएनएयू-164, टीएनएयू-145, टीएनएयू 202, सीओ-4, के-1, के-2, सीओ-3, सीओ-2, जीपीयूपी-21, जीपीयूपी-8, जीपीयूपी-25 (पीएमवी-42), एटीएल-1 (टीएनपीएम-230), डीएचपीएम-8-3 (सीपीआरएमसी-2), पीएमवी-480 (वीपी-021)*
उत्तराखंड	पीआरसी-1, टीएनएयू-145, टीएनएयू-164, टीएनएयू-151, जीपीयूपी-25, एटीएल-1 (टीएनपीएम-230)
कर्नाटक	जीपीयूपी-8, जीपीयूपी-21, जीपीयूपी-25, टीएनएयू-145, टीएनएयू-151, टीएनएयू-164, टीएनएयू-202, एटीएल-1 (टीएनपीएम-230), डीएचपीएम-2769, पीएमवी-442, डीएचपीएम-8-3 (सीपीआरएमसी-2),
बिहार	बीआर-7, टीएनएयू-164, टीएनएयू-145, पीआर-18, टीएनएयू-202, टीएनपीएम-230, एटीएल-1 (टीएनपीएम-230), पीएमवी-480 (वीपी-021)*

आंध्र प्रदेश	सागर, नागार्जुन, सीओ-4, सीओ-3, टीएनएयू-151, टीएनएयू-164, टीएनएयू-202, जीपीयूपी-25, एटीएल- (टीएनपीएम-230), डीएचपीएम-8-3 (सीपीआरएमसी-2), पीएमवी-480 (वीपी-021)*
उत्तर प्रदेश	भावना, पीआरसी-1, टीएनएयू-145, टीएनएयू-164, टीएनएयू-151, जीपीयूपी-5, एटीएल-1 (टीएनपीएम-230)

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या; *२०२५ जारी किया

बुवाई के समय

चेना साल भर उगाया जाता है। खरीफ की फसल के रूप में, इसे मानसून की शुरुआत के साथ बोया जाता है। सिंचित रबी की फसल के रूप में, इसे तमिलनाडु और आंध्र प्रदेश में सितंबर-अक्टूबर में बोया जाता है। इसे बिहार और उत्तर प्रदेश में मार्च और मई के दूसरे पखवाड़े में कैच फ़सल के रूप में बोया जाता है। गर्मियों के दौरान, रबी की फसल की कटाई के तुरंत बाद प्रोसोमिलेट बोना वांछनीय होगा।

बीज दर और अंतराल

बीज दर बुवाई की विधि पर निर्भर करती है, जिसमें छिटपुट रूप से बोई जाने वाली फसल को पंक्तिबद्ध रूप से बोई जाने वाली फसल (१० किग्रा/हेक्टेयर) की तुलना में ३०-५० प्रतिशत अधिक बीज की आवश्यकता होती है। अंकुरण और रोग-मुक्ति के संबंध में गुणवत्ता वाले बीजों के महत्व पर ज़ोर देने की आवश्यकता नहीं है। प्रोसोमिलेट को २५ से.मी की दूरी पर पंक्तियों में बोया जाता है और पौधे से पौधे के बीच १० से.मी की दूरी रखी जाती है। अनुकूल मृदा नमी, अर्थात् उच्च वर्षा और सिंचित परिस्थितियों (१.५ से २ से.मी) में उथली बुवाई और वर्षा आधारित कम वर्षा वाली परिस्थितियों में थोड़ी गहरी बुवाई (३ से ४ से.मी) की जाती है। चेना की बुवाई छिटकवाँ विधि और पंक्तिबद्ध बुवाई द्वारा की जाती है। पंक्तिबद्ध बुवाई बेहतर अंकुरण सुनिश्चित करती है, बीज की आवश्यकता को कम करती है और छिटकवाँ बुवाई की तुलना में अंतर-कृषि कार्यों को सुविधाजनक बनाती है।

खाद और उर्वरक

चेना एक अल्पावधि फसल होने के कारण, अन्य अनाजों की तुलना में अपेक्षाकृत कम मात्रा में पोषक तत्वों की आवश्यकता होती है। अच्छी फसल प्राप्त करने के लिए, सिंचित परिस्थितियों में सामान्य उर्वरक अनुशंसाएँ ५०-3०-२० किग्रा/हेक्टेयर **N-P₂O₅-K₂O** हैं। संपूर्ण फास्फोरस और पोटेशियम उर्वरकों को ५० प्रतिशत नाइट्रोजन के साथ बुवाई के समय मूल मात्रा के रूप में दिया जाता है और शेष नाइट्रोजन पहली सिंचाई के समय डाला जाता है। वर्षा आधारित परिस्थितियों में, २५-१५-१० किग्रा/हेक्टेयर **N-P₂O₅-K₂O** उर्वरक की मात्रा पर्याप्त होती है। यदि जैविक खाद उपलब्ध हो, तो इसे बुवाई से लगभग एक महीने पहले ४ से १० टन/हेक्टेयर की दर से मिट्टी में मिलाया जा सकता है। विभिन्न राज्यों के लिए आवश्यक उर्वरक इस प्रकार हैं (तालिका ३०)।

तालिका ३०. विभिन्न राज्यों में उर्वरक अनुशंसाएँ

राज्य	उर्वरक की खुराक (N-P ₂ O ₅ किग्रा/हेक्टेयर)
आंध्र प्रदेश और अन्य राज्य	20:20
बिहार और तमिलनाडु	20:10
उत्तर प्रदेश	40:20

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या

खरपतवार प्रबंधन

खरपतवारों के कारण चेना की उत्पादकता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है, खासकर खरीफ मौसम में। अधिक उपज प्राप्त करने के लिए, बुवाई के बाद शुरुआती 4-5 सप्ताह तक फसल को खरपतवार मुक्त रखना चाहिए।

पंक्तिबद्ध बुवाई में दो अंतर-खेती और एक हाथ से निराई और उगने के बाद **2,4-डी** सोडियम लवण (८० प्रतिशत) का २०-२५ दिनों के अंतराल पर १.० किग्रा प्रति हेक्टेयर की दर से छिड़काव खरपतवार प्रबंधन के लिए अनुशंसित है। पेंडिमेथालिन का १.० किग्रा या ऐट्राज़िन ०.५६ किग्रा प्रति हेक्टेयर (उभरने से पहले) छिड़काव और उसके बाद रोपाई के २० दिन बाद यांत्रिक निराई से एकीकृत खरपतवार प्रबंधन प्राप्त होता है। पुआल, सूखी घास या सूखे पत्तों जैसी जैविक सामग्री से मल्टिचिंग करने से खरपतवारों का दमन होता है।

जल प्रबंधन

खरीफ मौसम में बोए जाने वाले चेना को आमतौर पर सिंचाई की आवश्यकता नहीं होती है। प्रोसो मिलेट्स को पानी की बहुत कम (२००-५०० मि.मी) आवश्यकता होती है और इसका ९० प्रतिशत से अधिक भाग वर्षा से प्राप्त होता है। सिंचाई के लिए सीमित जल उपलब्धता के दौरान पुष्पगुच्छ निकलने का चरण सबसे महत्वपूर्ण अवधि होती है। इसलिए, यदि लंबे समय तक सूखा रहता है, तो टिलरिंग अवस्था में उपज बढ़ाने के लिए एक सिंचाई अवश्य करनी चाहिए। हालाँकि, ग्रीष्मकालीन फसल को मिट्टी के प्रकार और जलवायु परिस्थितियों के आधार पर दो से चार सिंचाई की आवश्यकता होगी। पहली सिंचाई बुवाई के २५-३० दिन बाद और दूसरी सिंचाई बुवाई के लगभग ४०-४५ दिन बाद करें। प्रोसो मिलेट्स की उथली जड़ प्रणाली के कारण, अधिक सिंचाई की सलाह नहीं दी जाती है। अन्य अनाजों की तुलना में सिंचाई से प्रोसो मिलेट्स की उपज में काफी वृद्धि होती है (३२.५७ किग्रा/हेक्टेयर-से.मी)।

वर्षा आधारित खेती के लिए, कम अवधि वाली अगेती किस्मों (टीएनपीएम-230 डीएचपीएम-2769, नागार्जुन, भावना, सीओ-3, सीओ-5, टीएनएयू-202) की खेती की सिफारिश की जाती है। पुआल, सूखी घास या सूखे पत्तों जैसी जैविक सामग्री से मिट्टी को ढकने से मिट्टी की नमी बरकरार रहती है।

फसल प्रणाली

अपनी कम अवधि (६०-७५ दिन) के कारण, चेना कई फसल प्रणालियों में अच्छी तरह से फिट हो सकता है। बिहार और उत्तर प्रदेश में २:१ अनुपात में मूंग के साथ इसकी अंतर-फसल सबसे महत्वपूर्ण है। चेना कई फसलों के साथ उगाया जाता है। फसल चक्रों में चेना-गेहूँ/जौ; चेना-चना, मक्का-आलू-चेना या मक्का-गेहूँ-चेना शामिल हैं। पश्चिमी बिहार में आलू के साथ चेना चक्र प्रमुख है। महाराष्ट्र में कृषि-वानिकी पद्धति का पालन करते हुए चेना बांस के साथ उगाया जाता है।

कीट-पतंग प्रबंधन

शूट फ्लाई चेना का प्रमुख कीट है। हाल ही में फॉल आर्मी वर्म संक्रमण की भी सूचना मिली है।

शूट फ्लाई (एथेरिगोना पुल्ला)

प्ररोह मक्खी चेना का सबसे गंभीर कीट है जिससे उपज में भारी नुकसान (८० प्रतिशत या १०० प्रतिशत तक) होता है। चेना की फसल में डेड हार्ट के लक्षण चित्र ६३ में दिए गए हैं।

प्रबंधन

मानसून की शुरुआत के साथ जल्दी बुवाई करना नियंत्रण का एक प्रभावी और सस्ता तरीका है। बीज दर में वृद्धि, डेड हार्ट वाले पौधों को पतला करना और नष्ट करना भी सहायक है। खेत की तैयारी के समय मिट्टी में बुवाई से पहले ३० किग्रा/हेक्टेयर की दर से कार्बोफ्यूथ्रान ३ प्रतिशत कण डालें।

शूट फ्लाई सहिष्णु चेना किस्मों (जीपीयूपी 21, जीपीयूपी-8, बीआर-7, टीएनएयू 145, टीएनएयू 151, टीएनएयू-164, सीओ-4) शूट फ्लाई प्रवण क्षेत्रों में वांछित है।



चित्र ६३. चेना के मृत हृदय लक्षण
(स्रोत: डॉ. पी. गनिगर, यूएएस, बेंगलुरु)।

फाल आर्मीवर्म

चेना में भी फाल आर्मीवर्म से नुकसान की सूचना मिली (चित्र ६४)।



चित्र ६४. चेना पैनिकल का फॉल आर्मी वर्म
(स्रोत: डॉ. पी. गनिगर, यूएएस, बेंगलुरु)

सूत्रकृमि

चेना में एफेलेन्कोइड्स बेसेई का संक्रमण पाया गया। सूत्रकृमि निर्जलजैविक अवस्था में ग्लूमस के नीचे स्थानीयकृत पाए गए। प्रति बीज औसतन १.८ सूत्रकृमि के साथ १६ सूत्रकृमि दर्ज किए गए। ये लार्वा फसलों की मध्य में उगने वाली टहनियों को खाते हैं।

बीजों को १ प्रतिशत H_2O_2 में ३ घंटे तक भिगोकर और फिर ४८ डिग्री सेल्सियस पर १५ मिनट तक गर्म पानी में उपचारित करके उन्मूलन किया जाता है, अन्यथा बिना भिगोए बीजों को ५० डिग्री सेल्सियस पर १५ मिनट तक रखकर पूर्ण उन्मूलन दर्ज किया गया (गोटके और माथुर, १९९३)।

रोग प्रबंधन

हेड स्मट और ग्रेन स्मट (स्फैसेलोथेका सोरघी / यूस्टिलागो क्रैमेरी), लीफ स्पॉट महत्वपूर्ण रोग हैं। ब्लास्ट, धारीदार पत्ती और आवरण धब्बा, कोमल फफूंदी (स्क्लेरोस्पोरा ग्रैमिनिकोला (सैक.) जे. श्रॉट.), उदाबट्टा (एफेलिस ओराइज़ी सिड.) और मेलानोसिस फसल के अन्य छोटे और उभरते रोग हैं।

शीर्ष स्मट (सोरोस्पोरियम पास्पली-थुनबर्गी)

संपूर्ण पुष्पक्रम एक धूसर-सफ़ेद झूठी झिल्ली से घिरे एक सोरस में परिवर्तित हो जाता है। पौधे के परिपक्व होने पर यह झिल्ली फट जाती है, जिससे गहरे भूरे रंग का बीजाणु समूह और स्मटित पुष्पगुच्छ के संवहनी ऊतक उजागर हो जाते हैं। यह रोगजनक मिट्टी में जीवित रहता है और बाह्य रूप से बीज जनित टेलिओस्पोर के रूप में संचारित होता है। उच्च आर्द्रता और उच्च तापमान इस कवक के प्रसार के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ हैं।

प्रबंधन

- ३ ग्राम/किग्रा बीज की दर से कार्बोक्सिन जैसे कार्बनिक-पारा यौगिकों से बीजों का उपचार या गर्म पानी से उपचार (५५ डिग्री सेल्सियस पर ७-१२ मिनट तक गर्म पानी में बीजों को भिगोना) स्मट प्रबंधन में उपयोगी है।
- स्मट प्रतिरोधी किस्मों जैसे टीएनएयू 145, टीएनएयू 151, टीएनएयू 218, टीएनएयू 164, डीएचपीआरएमवी-2769, टीएनएयू 148, सीओ-5 की खेती वांछनीय है।

रतुआ(यूरोमाइसेस लीनियरिस बर्क और ब्रूम)

रतुआ प्रतिरोधी किस्मों (टीएनएयू 164, टीएनएयू 145, टीएनएयू 204, टीएनएयू 218, टीएनएयू 220 और सीओ 5) की खेती की सिफारिश की जाती है।

जीवाणु धारी रोग/जीवाणु पत्ती झुलसा रोग (एसिडोवोरेक्स एवेने उपप्रजाति एवेने)

बाढ़ के बाद के वर्षों में यह रोग अधिक गंभीर होता है, जिससे यह जलवायु परिवर्तन के लिए एक गंभीर चिंता का विषय बन गया है। पौधों की छोटी अवस्थाओं में, रोगाणु के कारण पौधे बौने हो जाते हैं और उनकी मृत्यु हो जाती है (चित्र ६५)। उत्तराखंड के पहाड़ी क्षेत्रों में पत्ती झुलसा प्रतिरोधी किस्म (पीआरसी-1) का उपयोग वांछनीय है।

कर्नेल स्मट (स्पैसेलोथेका सोरघी /उस्टिलागो क्रैमेरी कॉर्न)

इस रोग को आवृत स्मट/कर्नेल स्मट भी कहा जाता है क्योंकि इसके लक्षणों में दानों का सफ़ेद, धूसर रंग की थैलियों (स्मट सोरी) में बदल जाना शामिल है। ये सोरी क्लैमाइडोस्पोर्स से भरे होते हैं जो काले पाउडर के रूप में दिखाई देते हैं और बाहरी बीज जनित रोगाणु के रूप में रोग के प्रसार के लिए ज़िम्मेदार होते हैं। को-5 (टीएनएयू-143) दाना स्मट के प्रति प्रतिरोधी है।



चित्र ६५. चेना फसलका पत्ती झुलसा रोग चित्र ६६. चेना पैनिकलका पत्तीधब्बा चित्र ६७. चेना पैनिकल में कोमल फफूंदी के लक्षण

(स्रोत: डॉ. के.बी. पलत्रा, यूएएस, बेंगलुरु)

पत्ती धब्बा (बाइपोलारिस पैनिकी-मिलियासी (समानार्थी: हेल्मिन्थोस्पोरियम पैनिकी-मिलियासी)

पत्ती धब्बा, चेना के गंभीर रोगों में से एक है। यह एक बीज संचारित रोग है जो संक्रमित पत्तियों पर भूरे रंग के आयताकार धब्बों के रूप में दिखाई देता है। बीज सड़न, कोलियोट्राइल स्पॉट और अंकुर झुलसा बीज संक्रमण के सामान्य लक्षण हैं (चित्र ६६)।

खेती के लिए पत्ती धब्बा प्रतिरोधी किस्मों ('पीआरसी-1', जीपीयूपी 8, सीओ-5, आरएयूएम-7 आदि) का चयन वांछनीय है। द्वितीयक संक्रमण को रोकने के लिए फूल आने के समय बीज उपचार और/या ०.०५ प्रतिशत कार्बेन्डाजिम का छिड़काव करने की सलाह दी गई है।

कोमल फफूंदी

कोमल फफूंदी रोग चेना में भी देखा गया (चित्र ६७)

कटाई और गहाई

चेना अधिकांश किस्मों में बुवाई के ६५-७५ दिनों के बाद कटाई के लिए तैयार हो जाता है। फसल की कटाई तब करें जब वह पकने वाली हो। चेना की समस्याएँ, खासकर बरसात के बाद और गर्मी के मौसम में, गिरना और टूटना हैं। ऊपरी बालियों के सिरे पर लगे बीज, निचले बीजों और बाद के पुष्पगुच्छों के पकने से पहले ही पक जाते हैं और टूट जाते हैं। इसलिए, फसल की कटाई तब करनी चाहिए जब लगभग

दो-तिहाई बीज पक जाँएँ। न गिरने वाली और न टूटने वाली किस्मों (K-2) की खेती उपयोगी है। फसल की गहाई हाथ या बैलों से की जाती है।

उपज

उन्नत पद्धतियों के साथ, २.०-२.५ टन अनाज और ५.०-६.० टन प्रति हेक्टेयर भूसा प्राप्त करना संभव है।

निर्यात

वोल्ज़ा के भारत निर्यात आंकड़ों के अनुसार, भारत ने अक्टूबर २०२३ से सितंबर २०२४ (पिछले माह तक, **Till Training Month, TTM**) तक जैविक चेना की ३ खेपों का निर्यात किया। भारत से अधिकांश जैविक चेना निर्यात संयुक्त राज्य अमेरिका, संयुक्त अरब अमीरात और हांगकांग को होता है। वैश्विक स्तर पर, जैविक चेना का शीर्ष निर्यातक भारत है। (<https://www.volza.com/p/organic-proso-millet/export/export-from-india/>)।

बीज उत्पादन

चेना एक स्व-परागण वाली फसल है और प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए, ५ मीटर की पृथक्करण दूरी पर्याप्त होती है। इससे आनुवंशिक शुद्धता बनाए रखने में मदद मिलती है। इसकी बीज गुणन दर १: ८०-१०० है।

अध्याय ८ : कोदो

वैज्ञानिक नाम: *पस्पलम स्क्रोबिकुलटम* (एल.)



चित्र ६८. कोदो का खेत दृश्य

(स्रोत: आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

कोदो एक अत्यधिक सूखा प्रतिरोधी फसल है। यह सभी खाद्यान्नों में सबसे मोटा होता है। कोदो को गौ घास, चावल घास, खाई बाजरा भी कहा जाता है। यह मूल निवासी पास्पलम या भारतीय क्राउन घास है। इसकी उत्पत्ति उष्णकटिबंधीय अफ्रीका में हुई है और अनुमान है कि इसे ३००० साल पहले भारत में पाला गया था। यह अनाज एक कठोर बीज आवरण से ढका होता है जिसे पकाने से पहले हटा देना चाहिए। इस अनाज में **8.3** प्रतिशत प्रोटीन, **1.4** प्रतिशत वसा, **65.6** प्रतिशत कार्बोहाइड्रेट और **2.9** प्रतिशत राख होती है। मधुमेह के रोगियों के लिए चावल के विकल्प के रूप में इस अनाज की सिफारिश की जाती है।

भारत कोदो का प्रमुख उत्पादक है। इसकी खेती भारत के कई राज्यों, जैसे मध्य प्रदेश, उत्तर प्रदेश, पश्चिम बंगाल, आंध्र प्रदेश, तमिलनाडु, राजस्थान आदि में की जाती है। हालाँकि, २०१५-१६ के आँकड़ों के अनुसार, इसकी खेती १,९६,००० हेक्टेयर (हरिप्रसन्ना, २०२३) में की जाती है, जिसका अनाज उत्पादन ९४,००० टन है (मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़, तमिलनाडु, गुजरात, उत्तर प्रदेश और ५०,०००, १७,०००, १२,०००, ७,००० और ७,००० टन कोदो का उत्पादन)। डिंडोरी और मंडला मध्य प्रदेश के दो जिले हैं जहाँ कोदो का क्षेत्रफल और उत्पादन सबसे अधिक है।

जलवायु आवश्यकताएँ

कोदो मुख्यतः गर्म और शुष्क जलवायु में उगाया जाता है। यह अत्यधिक सूखा सहिष्णु है और इसलिए इसे उन क्षेत्रों में उगाया जा सकता है जहाँ वर्षा कम और अनियमित होती है। यह केवल ४० से ५० से.मी वार्षिक वर्षा वाले क्षेत्रों में अच्छी तरह पनपता है। कोदो जलभराव के प्रति अत्यधिक संवेदनशील होता है।

मृदा

कोदो कंकरीली और पथरीली ऊपरी भूमि की खराब मिट्टी से लेकर दोमट मिट्टी तक उगाया जाता है। संतोषजनक वृद्धि के लिए गहरी, दोमट, उपजाऊ और कार्बनिक पदार्थों से भरपूर मिट्टी उपयुक्त होती है। इस फसल की निर्बाध वृद्धि के लिए पर्याप्त नमी वाली अच्छी जल निकासी वाली मिट्टी आवश्यक है। कोदो

में अंकुरण अवस्था के दौरान भारी धातुओं (तांबा और जस्ता) के प्रति सहनशीलता का स्तर सबसे अधिक होता है।

किस्में

विभिन्न राज्यों के लिए अनुशंसित उन्नत और लोकप्रिय किस्मों की सूची नीचे तालिका ३१ में दी गई है।

तालिका ३१. विभिन्न राज्यों के लिए कोदो बाजरा की अनुशंसित किस्में

राज्य	किस्में
मध्य प्रदेश	जेके 439, आरबीके 155, जेके 13, जेके 65 और जेके 48, जेके 137, आरके 390-25, जेके 106, जीपीयूके 3, जेके-98, डीएसपी-9-1, टीएनएयू-86, सीकेएमवी 1 (एटीएल-2), दाहोद कोदो (सीकेएमवी 2), छत्तीसगढ़ कोदो-03 (बीके-36), सीकेएमवी 4(एटीएल-3), टीएनपीएससी 328 (केएमवी 528)*
तमिलनाडु	केएमवी 20 (बंबन), सीओ 3, टीएनएयू 86, जीपीयूके 3, आरके 390-25, एटीएल1 (टीएनपीएससी 176), सीकेएमवी 1 (एटीएल-2), छत्तीसगढ़ कोदो-03 (बीके-36), दाहोद कोदो (सीकेएमवी 2), सीकेएमवी 4(एटीएल-3)
गुजरात	जीके 1 और जीके 2, जीपीयूके 3, जेके-13, जेके-65, आरके 390-25, गुजरात आनंद कोडरा-3 (जीएके-3), गुजरात कोदो बाजरा 4 (दाहोद कोडरा-4), सीकेएमवी 1 (एटीएल-2), दाहोद कोदो (सीकेएमवी 2), सीकेएमवी 4(एटीएल-3), सीकेएमवी 5(एटीएल-4), टीएनपीएससी 328 (केएमवी 528)*
छत्तीसगढ़	आरबीके 155 और जेके 439, इंदिरा कोदो-1 (बीके-1), इंदिरा कोदो-48, जीपीयूके 3, जेके-65, जेके-98, छत्तीसगढ़ कोदो-2, छत्तीसगढ़ कोदो-03 (बीके-36), आरके 390-25, टीएनएयू-86, सीकेएमवी 1 (एटीएल-2), दाहोद कोदो (सीकेएमवी 2), सीकेएमवी 4(एटीएल-3), सीकेएमवी 5(एटीएल-4), टीएनपीएससी 328 (केएमवी 528)*
कर्नाटक	जीपीयूके 3, आरबीके 155, आरके 390-25, टीएनएयू-86, सीकेएमवी 1 (एटीएल-2), छत्तीसगढ़ कोदो-03 (बीके-36), दाहोद कोदो (सीकेएमवी 2)
झारखंड	सीकेएमवी 4 (एटीएल-3), टीएनपीएससी 328 (केएमवी 528)*
आंध्र प्रदेश	सीकेएमवी 4(एटीएल-3), सीकेएमवी 5(एटीएल-4)

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या * २०२५ में रिलीज़

बुवाई समय

भारत में कुटकी की बुवाई का इष्टतम समय क्षेत्र और मौसम के अनुसार अलग-अलग होता है, लेकिन आमतौर पर यह मानसून की शुरुआत के साथ मेल खाता है। इसी प्रकार, वर्षा आधारित फसल मानसून की शुरुआत के साथ बोई जाती है और विभिन्न राज्यों में बुवाई का इष्टतम समय जून के मध्य से जुलाई के अंत तक होता है। मध्य प्रदेश और छत्तीसगढ़ में, जून के अंतिम सप्ताह से जुलाई के पहले सप्ताह तक का समय इष्टतम है। बुवाई मध्य मई से शुरू हो सकती है, खासकर तमिलनाडु और आंध्र प्रदेश के कुछ हिस्सों में जहाँ सिंचाई की स्थिति अच्छी है। आंध्र प्रदेश और तमिलनाडु में रबी की फसल सितंबर-अक्टूबर में बोई जाती है।

बीज दर और अंतराल

लाइन में बोई गई फसल, छिटकाई वाली फसल की तुलना में बेहतर प्रदर्शन करती है क्योंकि इससे अंतर-खेती और खरपतवार प्रबंधन में सुविधा होती है और इसलिए छिटकाई वाली फसल (१५ किग्रा/हेक्टेयर) की तुलना में कम बीज दर (१० किग्रा/हेक्टेयर) की आवश्यकता होती है। २२.५ से.मी x १० से.मी का अंतराल इष्टतम है और बुवाई उथली (३-४ से.मी गहराई) होनी चाहिए। २ ग्राम/किग्रा बीज की दर से कार्बोन्डाजिम या कार्बोक्सिन से बीज उपचार (अनाज के स्मट और अन्य फफूंद संक्रमण से बचाव) की सलाह दी जाती है।

खाद और उर्वरक

जैविक खाद का प्रयोग हमेशा लाभदायक होता है क्योंकि यह फसल के पौधों को आवश्यक पोषक तत्व प्रदान करने के साथ-साथ मिट्टी की जल धारण क्षमता को बेहतर बनाने में भी मदद करता है। बुवाई से लगभग एक महीने पहले फसल को ५-१० टन/हेक्टेयर गोबर की खाद से खाद देना चाहिए। ४०-२०-२० किग्रा/हेक्टेयर नाइट्रोजन- P_2O_5 - K_2O उर्वरक की खुराक की सिफारिश की जाती है। सभी उर्वरकों का प्रयोग कुंडों में बुवाई के समय करना चाहिए। मध्य प्रदेश और छत्तीसगढ़ के उच्च वर्षा वाले क्षेत्रों और सिंचित फसलों के लिए, नाइट्रोजन का विभाजित प्रयोग (आधा आधारीय और आधा बुवाई के ३५-४० दिन बाद) लाभकारी होता है।

जैव-उर्वरक

बीजों को एज़ोस्फिरुलम ब्रासिलेंस (नाइट्रोजन स्थिरीकरण जीवाणु) और एस्परगिलस अवामौरी (फॉस्फेट घुलनशील कवक) से २५ ग्राम/किग्रा की दर से उपचारित करना लाभदायक होता है।

खरपतवार प्रबंधन

पौधों की वृद्धि की प्रारंभिक अवस्था में खरपतवारों को नियंत्रित करना आवश्यक है। खरपतवारों से कोदो मिलेट्स की उपज ३०-६० प्रतिशत तक कम हो जाती है। आमतौर पर १५ दिनों के अंतराल पर दो बार निराई-गुड़ाई पर्याप्त होती है। पंक्तिबद्ध बोई गई फसल में हाथ से कुदाल या पहिये वाले कुदाल से निराई-गुड़ाई की जा सकती है। बेहतर खरपतवार प्रबंधन के लिए बुवाई के लगभग २० और ३५ दिन बाद दो बार हाथ से निराई-गुड़ाई और २-३ बार अंतर-खेती आवश्यक है। २० दिनों के अंतराल पर एक अंतर-खेती और ४० दिनों के अंतराल पर एक बार हाथ से निराई-गुड़ाई करने से पूरे मौसम में खरपतवार प्रबंधन संभव होता है। २, ४-डी सोडियम लवण (८० प्रतिशत) का १.० किग्रा ए.आई./हेक्टेयर की दर से २०-२५ दिन बाद प्रयोग चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों के प्रबंधन में प्रभावी है। सोल कोदो में चौड़ी पत्ती वाले और घास वाले खरपतवारों के प्रबंधन में बेन्सल्फ्यूरॉन-मिथाइल + प्रीटिलाक्लोर का ०.०६ + ०.४९५ किग्रा ए.आई./हेक्टेयर की दर से पूर्व-उद्भव प्रयोग प्रभावी पाया गया। २५-३० दिन बाद एक अंतर-खेती के साथ इसका प्रयोग पूरे मौसम में खरपतवार प्रबंधन प्रदान करता है। सोल कोदो में २० ग्राम ए.आई./हेक्टेयर की दर से बिसपाइरिबैक-सोडियम का प्रयोग भी व्यापक स्पेक्ट्रम खरपतवार प्रबंधन में प्रभावी था। ३०-३५ दिन बाद एक अंतर-खेती के साथ इसका प्रयोग पूरे मौसम में खरपतवार प्रबंधन प्रदान करता है।

स्ट्राइगा प्रबंधन

कोदो में स्ट्राइगा एशियाटिका और एस. डेंसिफ्लोरा के आक्रमण की सूचना मिली है। कोदो में स्ट्रिगा डेंसिफ्लोरा के कारण उपज में ४२.४ से ६५.८ प्रतिशत तक की कमी दर्ज की गई है, जो किस्मों और संक्रमण के स्तर पर निर्भर करता है। नाइट्रोजन की उच्च मात्रा वाले जैविक उर्वरकों का उपयोग पोषक जड़ों से उत्तेजक स्राव को कम करने की प्रक्रिया द्वारा स्ट्रिगा के संक्रमण को कम करने के लिए किया जा सकता है। ऐसा कहा जाता है कि नाइट्रोजन की उच्च मात्रा पोषक पौधे से स्ट्रिगोलैक्टोन के उत्पादन को कम करती है और स्ट्रिगा के बीजों के अंकुरण को भी बाधित करती है। ट्राइकोडर्मा प्रजाति, एज़ोस्फिरिलम प्रजाति और ग्लोमस इंटराडाइसिस से समृद्ध गोबर की खाद और वर्मिन कम्पोस्ट का मिट्टी में प्रयोग कोदो में स्ट्रिगा एशियाटिका के प्रबंधन में सहायक रहा। कोदो की २९ किस्में, अर्थात् जीपीयूके १, जीपीयूके ३, जीपीयूके ५, जेके ४१, जेके १३, जेके ६५, आरबीके १५५, आरपीएस ५१७, आरपीएस ५३०, आरपीएस ५३१, आरपीएस ५४१, आरपीएस ५९४, आरपीएस ६०६, आरपीएस ६८७, आरपीएस ६९७, आरपीएस ७४३, आरपीएस ७४४, आरपीएस ७४५, आरपीएस ९७१, डीपीएस ३६, ५४, टीएनएयू ८६, टीएनएयू ९६, टीएनएयू १४१, बीके ३, बीके २१, केओपीएन ८, केओपीएन २१ और केओपीएन २२, स्ट्रिगा प्रति प्रतिरोधी पाया गया।

सिंचाई प्रबंधन

दबाव की अवधि के दौरान, नमी के दबाव की गंभीरता और मिट्टी के प्रकार के आधार पर हर ४-७ दिनों में सिंचाई की आवश्यकता होती है। पहली सिंचाई २५-३० दिन बाद और दूसरी सिंचाई ४०-४५ दिन बाद। भारी और लगातार बारिश के दौरान खेत से अतिरिक्त वर्षा जल की निकासी आवश्यक है।

फसल प्रणाली

कोदो कई मिश्रित, अंतर-फसल और फसल चक्रों का एक अभिन्न अंग है। अंतर-फसल प्रणालियों में, मध्य प्रदेश राज्य में कोदो + अरहर / मूंग / उड़द / सोयाबीन (२:१) लाभदायक हैं। कोदो + कुल्थी (४:२) अन्य आशाजनक अंतर-फसल प्रणालियाँ हैं। मध्य प्रदेश में कोदो-नाइजर-कोदो का फसल चक्र सबसे टिकाऊ है। डिंडोरी, भारत में ९ वर्षों (२०११-२०२०) तक किए गए अध्ययनों में पाया गया कि नाइजर-सोयाबीन-कोदो और कोदो-सोयाबीन-कोदो हाल के दिनों में सबसे अधिक लाभदायक फसल चक्र हैं।

कीट-नाशक प्रबंधन

शूट फ्लाई (एथेरिगोना सिम्प्लेक्स)

यह एकमात्र गंभीर कीट है और बुवाई के १० दिन बाद दिखाई देता है जिसके परिणामस्वरूप "मृत हृदय" (चित्र ६९) हो जाते हैं। गंभीर प्रकोप वाले वर्षों में यह उपज में उल्लेखनीय हानि (३९-४९ प्रतिशत) का कारण बन सकता है।

खेत की तैयारी के समय मिट्टी में बुवाई से पहले ३० किग्रा/हेक्टेयर कार्बोफ्यूथ्रान कणिकाएँ डालें। देर से बुवाई करने से शूट फ्लाई का प्रकोप बढ़ जाता है, इसलिए मानसून की शुरुआत के साथ बुवाई करना लाभदायक होता है। जुलाई के दूसरे पखवाड़े से पहले फसल की बुवाई करना आशाजनक है। अधिक बीज दर (अनुशंसित बीज दर का १.५ गुना) का उपयोग भी अस्थिभंग मक्खी के खतरे से निपटने में मदद करता है। प्ररोह मक्खी प्रतिरोधी किस्मों की खेती: जेके१३, आरपीएस ५१५, आरपीएस ५८४, आरपीएस ८१०, आरपीएस ८३४, आरपीएस ८४२, आरपीएस ८४६, आरपीएस ८७१, आरपीएस ८७२, आरपीएस ९३८, आरपीएस ९७४, आईक्यूएस १४७-१, आदि उपयोगी हैं।



चित्र ६९. कोदो के मृत हृदय लक्षण
(स्रोत: डॉ. पी. गनिगर, यूएएस, बेंगलुरु)



चित्र ७०. स्मट संक्रमित कोदो पुष्पगुच्छ
(स्रोत: डॉ. के.बी. पलान्ना, यूएएस, बेंगलुरु)

रोग प्रबंधन

रस्ट (प्यूकिनिया सबस्ट्रिएटा एलिस और बार्थोल)।

पत्तियों पर भूरे रंग के दाने दिखाई देते हैं। यह रोग प्रकाश संश्लेषण में बाधा डालता है और उपज में काफी कमी लाता है। घास के पोषकों को इकट्ठा करके नष्ट करना रोग के प्रबंधन में आंशिक रूप से

उपयोगी है। मैन्कोज़ेब ७५ डब्ल्यू.पी (०.२ प्रतिशत) का पत्तियों पर छिड़काव रोग को कम करने में प्रभावी है।

हेड स्मट (सोरोस्पोरियम पास्पली-थुनबर्गी (हेन.) एस. इटो)

यह एक बीज जनित रोग है। भारत में, यह सबसे पहले बिहार और आंध्र प्रदेश में देखा गया था। यह भारत में कोदो का एक स्थानिक रोग बन गया है। रोग के निदानात्मक लक्षण फसल में पुष्पन से लेकर गुंथे हुए फूल आने तक दिखाई देते हैं। रोगग्रस्त पौधों की वृद्धि अवरुद्ध हो जाती है। संक्रमित पौधों के लगभग सभी पुष्पगुच्छ एक लंबे स्मट सोरस में बदल जाते हैं जिसकी लंबाई 2.1 से 14.6 से.मी और चौड़ाई 0.1 से 0.6 से.मी तक होती है। प्रारंभ में, विकसित हो रहा स्मट सोरस एक मलाईदार झिल्ली से ढका रहता है। परिपक्व होने पर, यह झिल्ली फट जाती है और टेलिओस्पोर्स का काला द्रव्यमान दिखाई देता है (चित्र ७०)।

प्रबंधन

- बीजों को ५५ डिग्री सेल्सियस पर ७-१२ मिनट तक गर्म पानी में भिगोएँ।
- हेड स्मट रोग के प्रबंधन का सबसे सस्ता तरीका प्रतिरोधी किस्में (केएमवी 8, केएमवी 20, जेके 41, जेके 62, जेके 65, जेके 106, जीपीयूके-3 और जेके 13) उगाना है। जीपीएलएम-78, जीपीएलएम-96, जीपीएलएम-176, जीपीएलएम-322, जीपीएलएम-364, जीपीएलएम-621, जीपीएलएम-641, जीपीएलएम-679 और जीपीएलएम-720 तथा आरके-31, आरके-65-18, आरके-87-9, आरके-106, आरके-162, आईसी-769, डीपीएस-486, डीपीएस-516, डीपीएस-542, डीपीएस-672, डीपीएस-700, डीपीएस-727 कोदो में प्रतिरोधी स्रोत हैं।
- कवकनाशी से बीज उपचार: कार्बेन्डाजिम, मैन्कोजेब, कार्बोक्सिन, क्लोरोथालोनिल, या थिरम (२ ग्राम/किग्रा) और टेबुकोनाज़ोल (१.५ ग्राम/किग्रा) रोग के प्रबंधन में प्रभावी है।
- यह रोग लाल बजरी और लाल मिट्टी की तुलना में काली मिट्टी में अधिक देखा गया। उथली बुवाई से अंकुर जल्दी निकलते हैं और शीर्ष कंड (हेड स्मट) का प्रकोप कम होता है।

शीथ रॉट (सरोक्लेडियम ओराइज़ी (सवादा) डब्ल्यू. गैम्स और डी. हॉक्सवर्थ)

यह रोग तमिलनाडु राज्य में, विशेष रूप से वृंदाचलम क्षेत्र में व्यापक रूप से फैला हुआ है। जिन क्षेत्रों में धान के बाद कोदो रबी या ग्रीष्मकालीन फसल के रूप में उगाया जाता है, वहाँ संक्रमित माइसीलियम चावल की फसल के अवशेषों द्वारा ले जाया जाता है जो प्राथमिक रोग निरोधक के रूप में कार्य करता है। यह रोग पुष्पगुच्छ के उद्भव को प्रभावित करता है और अनाज की उपज में कमी लाता है। युवा पुष्पगुच्छ को घेरे हुए सबसे ऊपरी पत्ती आवरण पर घावों के रूप में लक्षण दिखाई देते हैं। अंततः दानों का रंग बदल जाता है और इससे बीज की गुणवत्ता प्रभावित होती है।

उड़बट्टा रोग (एफेलिस ओराइज़ी सिड)

बालेंसिया ओराइज़ीसाटिवी एच. इस रोगजनक की आदर्श अवस्था है। यह पेनिसेटम, कुटकी और सायनोडोन डेक्लिऑन के अलावा कोदो में भी पाया जाता है। २००८ में, इसे पहली बार कुटकी पर अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना, जीकेवीके फार्म, बेंगलुरु, कर्नाटक में रिपोर्ट किया गया था। यह कोदो के एक छिटपुट रोग की तरह फैलता है और आरबीके १५५ किस्म में इसका प्रकोप सबसे अधिक होता है। इस रोग का नाम इसलिए रखा गया है क्योंकि पुष्पगुच्छ अगरबत्ती जैसा दिखता है और इसीलिए इसका नाम उड़बट्टा रोग रखा गया है। इस रोग के लक्षण पुष्पगुच्छ के प्रारंभिक चरण में दिखाई देते हैं।

एरगॉट या शर्करा रोग (क्लैविसेप्स पास्पली स्टीवंस एंड हॉल)

यह रोग कोदो के खेती योग्य और जंगली दोनों रूपों में पाया जाता है। परिपक्व स्वलेरोटिया लकवा और यहाँ तक कि पशुओं की मृत्यु का कारण बनता है। संक्रमित फूलों से मीठा और चिपचिपा द्रव निकलता है,

इसलिए इसे मधुरस या शर्करा रोग कहा जाता है। निकलने के बाद, ये द्रव भूरे रंग के पदार्थों में कठोर हो जाते हैं। परिपक्वता के साथ, पुष्पगुच्छ के दानों में एरगॉट बनता है।

पत्ती झुलसा

टर्नेरिया अल्टरनेटा (फ्रांसीसी) कीस्ल के कारण होने वाला यह रोग कोदो का एक अन्य छोटा और उभरता हुआ रोग है (चित्र ७१)।



चित्र ७१. बैडेड शीथ और लीफ ब्लाइट से संक्रमित कोदो
(स्रोत: डॉ. के.बी. पलन्ना, यूएएस, बेंगलुरु)

कटाई

खरीफ मौसम में, उत्तरी भारत में फसल सितंबर या अक्टूबर के महीने में कटाई के लिए तैयार हो जाती है और रबी मौसम में, जनवरी से फरवरी तक कटाई की जाती है। कोदो की सभी किस्मों में पौधों का गिरना एक आम और बड़ी समस्या है। जल्दी पकने वाली किस्में (जेके 76), बुवाई की तारीख को समायोजित करना, पंक्तियों के बीच की दूरी बढ़ाना, या पंक्ति में पौधों की संख्या कम करना, कोदो की गिरती समस्या को कम करने में मददगार फसल प्रबंधन पद्धतियाँ हैं।

उपज

उन्नत पद्धतियों से, प्रति हेक्टेयर १.५-१.८ टन अनाज और ३.०-४.० टन भूसा प्राप्त किया जा सकता है।

निर्यात

वोल्ज़ा के भारत निर्यात आंकड़ों के अनुसार, भारत ने जून २०२४ से मई २०२५ (पिछले माह तक, **Till Training Month, TTM**) तक कोदो की ८०० खेपों का निर्यात किया। ये निर्यात १६५ भारतीय निर्यातकों द्वारा २८४ खरीदारों को किए गए। विश्व स्तर पर, कोदो के शीर्ष तीन निर्यातक भारत, श्रीलंका और मिस्र हैं। भारत से कोदो का अधिकांश निर्यात संयुक्त राज्य अमेरिका, संयुक्त अरब अमीरात और कनाडा (<https://www.volza.com/p/kodo-millet/export/export-from-india/>) को जाता है।

कोदो विषाक्तता

उत्तर भारत, विशेष रूप से उत्तर प्रदेश और मध्य प्रदेश से कोदो विषाक्तता की सूचना मिली थी। यह कोदो के उन दानों के सेवन के कारण हुआ था जिनकी परिपक्वता और कटाई वर्षा के साथ हुई थी,

जिसके परिणामस्वरूप दानों में फफूंद संक्रमण हो गया और कोदो जहरीला हो गया, जिसे स्थानीय रूप से मतावना कोदो या मतोना कोदो के नाम से जाना जाता है।

अध्ययनों से संकेत मिलता है कि यह बीजों के एस्परगिलस और पेनिसिलियम वंश के माइकोटॉक्सिन उत्पादक कवकों से संदूषण के कारण हुआ था, जो एक माइकोटॉक्सिन, साइक्लोपियाज़ोनिक एसिड (सीपीए) उत्पन्न करते हैं। कोदो विषाक्तता की पहली पहचान ८० के दशक के मध्य में हुई थी।

कोदो विषाक्तता के कटाई-पूर्व प्रबंधन में फसल चक्रण, समय पर रोपण और कटाई, फसल के समय के साथ मौसम के अंत में होने वाली बारिश से बचने के लिए रोपण तिथि को समायोजित करना, खेत में पौधों की इष्टतम संख्या बनाए रखना, कीट प्रबंधन पद्धतियों को अपनाकर फसल के कीटों और रोगों को नियंत्रित करने के लिए आवश्यक सावधानियां बरतना, फसल की सही परिपक्वता (अनाज में १८-२० प्रतिशत नमी) पर कटाई करना और फसल को अधिक पकने से बचना शामिल है। उचित कटाई-पश्चात अनाज प्रबंधन पद्धतियों जैसे उचित सुखाने (अनाज को १०-१३ प्रतिशत नमी तक शीघ्र सुखाने), भंडारण (७० प्रतिशत या उससे कम सापेक्ष आर्द्रता और १२ प्रतिशत या उससे कम अनाज की नमी पर) और प्रसंस्करण (लेम्मा और पेलिया को हटाने के लिए अनाज को पीसना) को अपनाकर कोदो विषाक्तता को कम किया जा सकता है, जिससे माइकोटॉक्सिन उत्पादन की संभावना कम होगी और इस प्रकार कोदो विषाक्तता प्रबंधन में सहायता मिलेगी।

बीज उत्पादन

कोदो अक्सर पर-परागण वाली फसल होती है और प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए, १००-२०० मीटर की पृथक्करण दूरी पर्याप्त होती है। इससे आनुवंशिक शुद्धता बनाए रखने में मदद मिलती है। इसकी बीज गुणन दर १: ८०-१०० है।

अध्याय ९: सांवा

वैज्ञानिक नाम: *एकिनोइक्लोआ फ्र्यूमेंटीसिया* (लिंक)



चित्र ७२. सांवा का खेत दृश्य

(स्रोत: आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

सांवा, जिसे "सांवा" (उत्तर प्रदेश, बिहार और दिल्ली), "झंगोरा" (उत्तराखंड), "भागर और सावा बाजरा" (मराठी), "मोरियो और समो" (गुजराती), "श्यामक" और "सामक" (हिंदी), "समाई" (तमिल), "ऊदालु और समालु" (तेलुगु), आदि नामों से भी जाना जाता है, मूलतः धान के खेतों में उगने वाला एक खरपतवार है और भारत में मिलेट्स के मुख्य खाद्य पदार्थ के रूप में विकसित हो रहा है। इसे चारे के लिए भी उगाया जाता है। लगभग १२ प्रतिशत प्रोटीन की मात्रा के साथ, सांवा एक अत्यधिक सुपाच्य प्रोटीन स्रोत है जिसमें कैलोरी भी अपेक्षाकृत कम होती है। सांवा को और भी विशिष्ट बनाता है इसका कार्बोहाइड्रेट प्रोफाइल, जिसकी औसत मात्रा ५१.५ से ६२.० प्रतिशत के बीच होती है। सांवा किस्मों में असाधारण रूप से उच्च कुल आहार फाइबर सामग्री (७ प्रतिशत) की सूचना मिली थी, जो शरीर की फाइबर की आवश्यकता को १०० प्रतिशत पूरा कर सकती है यदि प्रति दिन १०० ग्राम सांवा का सेवन किया जाए (आईसीएमआर, २०२०)। यह पहाड़ियों में विशेष रूप से हिमालय और पहाड़ी और आदिवासी क्षेत्रों की महत्वपूर्ण सामग्री में काफी लोकप्रिय है। यह बिहार, तमिलनाडु, महाराष्ट्र और मध्य प्रदेश में भी कम पैमाने पर उगाया जाता है।

सांवा दुनिया के गर्म और समशीतोष्ण क्षेत्रों में उगाई जाने वाली एक प्राचीन बाजरा फसल है। सांवा की कई खेती और जंगली प्रजातियों में से दो सबसे लोकप्रिय प्रजातियां इचिनोक्लोआ फ्र्यूमेंटीसिया (भारतीय सांवा) और ई। एस्कुलेंटा (जापानी सांवा) हैं। इसकी खेती एशिया में व्यापक रूप से की जाती है भारत में २०१५-१६ के दौरान ९६००० हेक्टेयर में बाजरा उगाया गया और अनाज उत्पादन ७३००० टन रहा (हरिप्रसन्ना, २०२३)। उत्तराखंड में, बाजरा कुल चारे की खपत का ११.५ प्रतिशत था, जो इसकी प्रमुखता को दर्शाता है। तमिलनाडु, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, कर्नाटक और पूर्वोत्तर राज्य अन्य राज्य हैं जहाँ बाजरा की खेती की जाती है।

सांवा एक छोटी अवधि की फसल है जो लगभग बिना किसी निवेश के प्रतिकूल पर्यावरणीय परिस्थितियों में उग सकती है और विभिन्न जैविक और अजैविक तनावों का सामना कर सकती है। यह एक लंबी, सीधी फसल है जिसकी ऊँचाई ५०-९५ सेमी तक होती है, लेकिन तने और पत्तियों का रंग हरा होता है। इसकी पत्तियाँ चपटी, चिकनी या बिना लिग्यूल वाली थोड़ी रोएँदार होती हैं। इसका दाना कैरियोप्सिस और सफेद या पीले रंग का होता है।

जलवायु आवश्यकताएँ

सांवा में व्यापक अनुकूलन क्षमता होती है और यह गर्मियों के मौसम में समुद्र तल से २००० मीटर की ऊँचाई तक उग सकता है। तापमान दोनों प्रजातियों की वृद्धि में एक प्रमुख भूमिका निभाता है और कम तापमान (१५/१० डिग्री सेल्सियस दिन/रात) पर वृद्धि रुक जाती है और पौधे के विकास विशेष रूप से पत्ती क्षेत्र और सूखे वजन को प्रभावित करता है। ई. फ्रुमेंटेसिया की उचित वृद्धि के लिए इष्टतम तापमान सीमा क्रमशः २७-३३ डिग्री सेल्सियस और १५-२२ डिग्री सेल्सियस दिन और रात है। ई. एस्कुलेंटा में कम तापमान के प्रति बेहतर सहनशीलता थी और ई. फ्रुमेंटेसिया की तुलना में सापेक्ष वृद्धि दर में बहुत कम कमी देखी गई। सांवा कई प्रकार के प्रकाशकालों, छोटे दिनों (८-१३ घंटे) और लंबे दिनों (१६ घंटे) में विकसित और प्रजनन कर सकता है। छोटे दिन की परिस्थितियों में, पौधे छोटे होते हैं और फूल जल्दी, फिर भी प्रचुर मात्रा में आते हैं; सीओ (केवी) 2, एमडीयू-1, पीआरजे1, टीएनईएफ 301, टीएनईएफ 204, टीएनईएफ 361, टीएनईएफ 364, वीएल 29, सांवा की लवणता-सहिष्णु किस्मों में से कुछ हैं। ताज़े तोड़े गए बीजों में जन्मजात बीज प्रसुप्ति देखी गई जो ४ से ४८ महीनों तक भिन्न होती है।

मिट्टी

सांवा कम नमी धारण करने वाली मिट्टी और कम आर्द्र जलवायु में अच्छी तरह उग सकता है। इसलिए, बलुई दोमट मिट्टी और लाल लैटेराइट मिट्टी सांवा उगाने के लिए सबसे उपयुक्त हैं।

किस्में

विभिन्न राज्यों के लिए अनुशंसित महत्वपूर्ण किस्में तालिका ३२ में दी गई हैं।

तालिका ३२. विभिन्न राज्यों के लिए सांवा की अनुशंसित किस्में

राज्य	किस्में
उत्तराखंड	वीएल 172, वीएल मदीरा 207, पीआरजे 1, वीएल 29, पीआरएस 1, डीएचबीएम-93-3, डीएचबीएम -23-3
उत्तर प्रदेश।	वीएल 172 और वीएल 207, अनुराग, वीएल 29, डीएचबीएम-93-3, कंचन, डीएचबीएम -23-3
तमिलनाडु	सीओ 1, सीओ 2 (टीएनएयू-43), वीएल 181, वीएल 29, डीएचबीएम-93-3, डीएचबीएम-23-3, एमडीयू-1 (उच्च Fe : 16 mg/g), सीबीवाईएमवी-1 (बीएमवी 611)
कर्नाटक	वीएल 172, आरएयू 11, वीएल 181, डीएचबीएम-93-3, डीएचबी-93-2, डीएचबीएम -23-3, सीबीवाईएमवी-1 (बीएमवी 611)
गुजरात	गुजरात बंटी- 1, डीएचबीएम-93-3, वीएल-172, डीएचबीएम -23-3
बिहार	वीएल मदीरा 181
महाराष्ट्र	फुले बारती-1 (केओपीबीएम 46), डीएचबीएम -23-3
राजस्थान	ईआर 64 (प्रताप सावन 1)
आंध्र प्रदेश, मध्य प्रदेश और तेलंगाना	सीबीवाईएमवी-1 (बीएमवी 611)

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या

बुवाई की अवधि

यह फसल साल भर उगाई जाती है। खरीफ की वर्षा आधारित फसल के रूप में, इसे जून से जुलाई के दौरान मानसून की शुरुआत के साथ बोया जाता है। पहाड़ी क्षेत्रों (उत्तराखंड और पूर्वोत्तर भारत) में अप्रैल-मई के महीनों में मानसून

की शुरुआत से पहले सूखी बुवाई की जाती है। उत्तराखंड के मध्य और ऊँचे पहाड़ी क्षेत्रों में, फसल अप्रैल/मई के महीनों में बोई जाती है, जबकि घाटियों में, इसे मई/जून के दौरान बोया जाता है। तमिलनाडु में, रबी वर्षा आधारित फसल के रूप में, इसे सितंबर से अक्टूबर के दौरान बोया जाता है और सिंचित फसल के रूप में, इसकी बुवाई फरवरी से मार्च के महीनों में की जाती है।

बीज दर और अंतराल

यह फसल छिटकवाँ और पंक्तिबद्ध दोनों विधियों से बोई जाती है। पंक्तिबद्ध बुवाई से अंतर-खेती, बेहतर खरपतवार प्रबंधन की सुविधा मिलती है और इस प्रकार छिटकवाँ बुवाई की तुलना में बेहतर उपज मिलती है। पंक्तिबद्ध बुवाई से छिटकवाँ बुवाई (१५ किग्रा/हेक्टेयर) की तुलना में कम बीज की आवश्यकता (८-१० किग्रा/हेक्टेयर) होती है। प्रत्यारोपित फसल के लिए सबसे कम बीज (५-६ किग्रा/हेक्टेयर) की आवश्यकता होती है और इसे विलंबित मानसून की स्थिति, उत्तराखंड में सीढ़ीनुमा खेती और अंतर-फसल प्रणालियों में अपनाया जाता है, जहाँ घटक फसलों के बीच पंक्तियों के बीच सटीक अंतराल बनाए रखना आवश्यक होता है। नर्सरी में उगाए गए ३-४ पत्तियों वाले और १५-२० दिन की उम्र में स्वस्थ जड़ प्रणाली वाले पौधों को मुख्य खेत में प्रत्यारोपित किया जाता है। २५ से.मी x १० से.मी की दूरी इष्टतम है और बुवाई उथली (३-४ से.मी गहराई) करनी चाहिए।

बीज उपचार से अंकुरण बढ़ता है, पौध की शक्ति बढ़ती है और रोगों से सुरक्षा मिलती है। २-३ ग्राम/किग्रा बीज की दर से थिरम से बीज उपचार करने से बीज जनित रोगों जैसे अनाज का काँटा और सिर का काँटा से सुरक्षा मिलती है।

खाद और उर्वरक

बुवाई से लगभग एक महीने पहले ५-१० टन/हेक्टेयर की दर से अच्छी तरह सड़ी हुई गोबर की खाद और २० से ४०:२० किग्रा/हेक्टेयर की दर से नाइट्रोजन: फास्फोरस उर्वरक का प्रयोग लाभकारी होता है। उत्तर प्रदेश, बिहार और तमिलनाडु में नाइट्रोजन की मात्रा आंध्र प्रदेश और अन्य राज्यों (२० किग्रा/हेक्टेयर) की तुलना में अधिक (४० किग्रा/हेक्टेयर) है। उगाई गई फसल और सिंचित परिस्थितियों में अनुकूल नमी के तहत, नाइट्रोजन को दो बराबर भागों में (प्रत्येक आधार पर ५० प्रतिशत और २५ दिन के बाद) देने की सलाह दी जाती है। रोपी गई फसल को ६० किग्रा/हेक्टेयर तक अधिक नाइट्रोजन की आवश्यकता होती है। अनुकूल नमी, सिंचित और रोपी गई परिस्थितियों में संतुलित उर्वरक, जिसमें नाइट्रोजन और फास्फोरस पोषक तत्वों के अलावा २० किग्रा K₂O/हेक्टेयर शामिल है, की सलाह दी जाती है।

जैव-उर्वरक

जैव-उर्वरकों (फॉस्फोबैक्टीरिया + एज़ोस्फिरिलम: २० ग्राम/किग्रा बीज) से बीज उपचार आशाजनक रहा। हालाँकि, एज़ोस्फिरिलम लिपोफेरम (नाइट्रोजन फिक्सर), बैसिलस मेगाटेरियम (पराबैंगनी घुलनशील जीवाणु) और फ्रेट्यूरिया ऑरेंटिया (पोटेशियम घुलनशील जीवाणु) युक्त तरल जैव-उर्वरक संघ से ४ मिली/किग्रा बीज की दर से बीज उपचार या मिट्टी में बुवाई के समय उर्वरकों की अनुशंसित खुराक के साथ (रात भर इनक्यूबेट किए गए ५०० किग्रा गोबर की खाद में ६२५ मि.ली तरल जैव-उर्वरक मिलाया जाता है) मानकीकृत किया गया है ताकि मिलेट्स की अधिक उपज प्राप्त की जा सके और यह पारंपरिक बीज उपचार की तुलना में आशाजनक है (सोम्यलता एवं अन्य, २०२३)।

खरपतवार प्रबंधन

खरपतवार, सांवा की महत्वपूर्ण जैविक दबाव हैं, विशेष रूप से छिटक कर बोई जाने वाली फसल में और उपज में ६० प्रतिशत तक की कमी दर्ज की गई है। प्रभावी खरपतवार प्रबंधन उच्च अनाज उपज के लिए पूर्वापेक्षित है। पंक्ति में बोई जाने वाली फसल में दो अंतर-खेती और एक हाथ से निराई करने से उचित खरपतवार प्रबंधन मिलता है, जबकि छिटक कर बोई जाने वाली फसल में दो हाथ से निराई पर्याप्त है। रोपी गई फसल खरपतवारों पर बढ़त रखती है क्योंकि १५-२० दिन पुराने पौधे रोपे जाते हैं। बढ़ती मैनुअल श्रम लागत और पशुओं की घटती भारवाहक शक्ति के कारण शाकनाशी का उपयोग बढ़ रहा है।

बेनसल्फ्यूरॉन-मिथाइल + प्रेटिलाक्लोर @ ०.०६ + ०.४९५ किग्रा ए.आई./हेक्टेयर का प्री-इमर्जेस अनुप्रयोग घास वाले, चौड़ी पत्ती वाले और सेज प्रकार के खरपतवार प्रबंधन में प्रभावी पाया गया। 2, 4-डी सोडियम लवण (८० प्रतिशत) का १.० किग्रा ए.आई./हेक्टेयर की दर से २०-२५ दिन बाद उगने के बाद प्रयोग करने से चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार का प्रबंधन होता है।

जल प्रबंधन

आम तौर पर, सांवा की फसल को सिंचाई की आवश्यकता नहीं होती है। हालाँकि, यदि सूखा लंबे समय तक बना रहे, तो २५-३० दिनों पर और पुष्पगुच्छ बनने की अवस्था (४५-५० दिनों) पर सिंचाई करने से स्थिर उपज प्राप्त होती है। भारी वर्षा से अतिरिक्त पानी को खेत से निकाल देना हमेशा बेहतर होता है।

फसल प्रणाली

सांवा की कपास, अरहर या कम अवधि वाली दलहनी फसलों के साथ मिश्रित फसल उगाई जाती है। उत्तराखण्ड में बाजरा (९० प्रतिशत) और सोयाबीन/अमरान्थस (१० प्रतिशत) के बीज मिश्रण (भार के अनुसार) की बुवाई की गई। उत्तराखण्ड के लिए सांवा और अमरान्थस (४:१) की अंतर-फसल भी उपयुक्त थी।

सांवा और राइस बीन अथवा नाइजर की ४:१ पंक्ति अनुपात वाली अंतरफसल प्रणाली उत्तराखंड में आशाजनक सिद्ध हुई। हरियाणा में सांवा और मूंग की १:५ अथवा २:४ पंक्ति अनुपात वाली अंतरफसल प्रणाली उत्पादकता, लाभप्रदता और भूमि उपयोग दक्षता के दृष्टिकोण से आशाजनक पाई गई, जब इसकी तुलना केवल सांवा की खेती से की गई (जाट एवं अन्य, २०२४)। उत्तराखंड में, सांवा को कृषि वानिकी पद्धति में ग्रेविया ऑपोसिटिफोलिया (एक झाड़ी/छोटा पेड़) के साथ उगाया जाता है।

कीट-पतंग प्रबंधन

सांवा के प्रमुख कीट गुलाबी तना छेदक और प्ररोह मक्खी हैं।

शूट फ्लाई (अल्थेरिगोना फाल्काटा)

यह एक गंभीर कीट है जो उपज में भारी हानि पहुँचाता है। संक्रमण आमतौर पर अंकुरण अवस्था (१-५ पत्ती अवस्था) के दौरान शुरू होता है और अंकुर निकलने के एक से चार सप्ताह बाद क्षति होती है। अंडों से निकलने पर, कीड़े अंकुर के मध्य प्ररोहों में छेद कर देते हैं और सक्रिय वृद्धि बिंदु को नष्ट कर देते हैं, जिससे "मृत हृदय" बनते हैं (चित्र ७३, ७४)। वे टहनियों के सड़ते हुए केंद्र को खाते हैं और परिणामस्वरूप केंद्रीय टहनियों को नष्ट कर देते हैं, पौधे में टिलर्स निकल आते हैं और वे झाड़ीनुमा दिखने लगते हैं और कुछ मामलों में पौधे मर जाते हैं।



चित्र ७३. बाजरे की शूट फ्लाई
(स्रोत: डॉ. पी. गनिगर, यूएएस, बेंगलुरु)



चित्र ७४. मृत हृदय लक्षण
(स्रोत: डॉ. पी. गनिगर, यूएएस, बेंगलुरु)

प्रबंधन

मानसून की शुरुआत के साथ जल्दी बुवाई करना शूट फ्लाई प्रबंधन का एक प्रभावी और सस्ता तरीका है। उत्तराखंड राज्य में इमिडाक्लोप्रिड ६०० प्रवाही सांद्रण (५ मि.ली/किग्रा बीज या थायमेथोक्साम ७० घुलनशील चूर्ण २ ग्राम/किग्रा बीज से बीज उपचार करने से प्ररोह मक्खी का प्रभावी प्रबंधन हुआ। नीम के तेल (५ मि.ली/लीटर) का छिड़काव भी प्ररोह मक्खी का मध्यम प्रबंधन प्रदान करता है। उपरोक्त बीज उपचार विधियों के कारण प्ररोह मक्खी का अंडे देना कम हो जाता है।

खरीफ मौसम में, अर्थात् शूट फ्लाई की चरम गतिविधि के दौरान, जल्दी बुवाई से बचने और खेतों में समकालिक बुवाई करने से प्ररोह मक्खी का जमाव कम होता है। फलियों के साथ अंतर-फसल लगाने से कीट चक्र बाधित होने की सूचना मिली है।

शूट फ्लाई प्रतिरोधी किस्मों (वीएल 207, वीएल 172, टीएनएयू 151, टीएनएयू 155, कोपबीएम-46, टीएनईएफ-204 और डीएचबीएम 996) की खेती से कीटों से होने वाले नुकसान में कमी आई।

गुलाबी तना छेदक (सेसमिया इनफेरेस वॉकर)

गुलाबी तना छेदक तने और डंठल क्षेत्र में छेद करके "मृत हृदय" और "सफेद बाली" के लक्षण पैदा करता है और मिलेट्स की फसल को भारी आर्थिक नुकसान पहुँचाता है।

प्रबंधन

मदुरै में बुवाई के ३५ और ५० दिन बाद ३ प्रतिशत नीम के तेल का पत्तियों पर छिड़काव प्रभावी पाया गया। 'टीएनईएफ-204' और 'डीएचबीएम 996' किस्में तना छेदक के प्रति प्रतिरोधी पाई गईं।

दीमक

दीमक युवा पौधों पर हमला करते हैं, जड़ों और तनों में सुरंग बनाते हैं। संक्रमित पौधे मुरझा जाते हैं, सूख जाते हैं, या जगह-जगह मर जाते हैं, जिन्हें अक्सर नमी की कमी समझ लिया जाता है। हल्की मिट्टी, कम कार्बनिक पदार्थ और देरी से बुवाई वाली मिट्टी में नुकसान अधिक होता है।

बुवाई के समय मिट्टी में क्लोरपाइरीफॉस ५ धूल ३५ किग्रा/हेक्टेयर की दर से मिलाएँ। जब खड़ी फसल में कीटों का प्रकोप दिखाई दे, तो क्लोरपाइरीफॉस २० ई.सी को ५ लीटर पानी में घोलकर ५० किग्रा मिट्टी में मिलाएँ और 1 हेक्टेयर में समान रूप से छिड़कें, फिर हल्की सिंचाई करें। बुवाई से पहले मिथाइल पैराथियान (२ प्रतिशत) धूल २०-२५ किग्रा/हेक्टेयर की दर से डालें।

रोग प्रबंधन

ग्रेन स्मट सांवा का प्रमुख रोग है। एंथ्रेक्नोज, हेड स्मट (यूस्टिलागो कुसगैली), सर्कोस्पोरा लीफ स्पॉट (सर्कोस्पोरा फुजीमैकुलन्स), लीफ ब्लाइट (हेल्मिन्योस्पोरियम कुसगैली) और शीथ ब्लाइट (राइज़ोक्टोनिया सोलानी) अन्य कम महत्वपूर्ण रोग हैं।

अनाज स्मट (उस्टिलागो पैनिकि-फ्रुमेंटेसी)

सांवा का अनाज स्मट एक बाह्य बीज जनित कवक रोग है जो अनाज की गुणवत्ता और उपज (६१ प्रतिशत तक) को काफी कम कर देता है, खासकर उत्तराखंड के आर्द्र पहाड़ी क्षेत्रों में।

रोग दाना बनने की अवस्था में प्रकट होता है, आमतौर पर जब तापमान २०-२५ डिग्री सेल्सियस के बीच होता है। यह कवक अंडाशय को सीधे संक्रमित करता है, जिससे बीज की जगह स्मट बीजाणु आ जाते हैं। प्रत्येक बाली में केवल कुछ दाने ही प्रभावित होते हैं, पूरा पुष्पगुच्छ प्रभावित नहीं होता। संक्रमित दाने सामान्य से २-३ गुना बड़े हो जाते हैं। प्रभावित दानों की सतह रोएँदार या रोएँदार, अक्सर धूसर-काले रंग

की हो जाती है। स्मटयुक्त दाने बीजाणुओं से भरी गोल थैलियों के रूप में दिखाई दे सकते हैं (चित्र ७५)। शीर्ष स्मट से संक्रमित पुष्पगुच्छ चित्र ७६ में दिया गया है।



चित्र ७५. अनाज स्मट से संक्रमित सांवा पैनिकल (स्रोत: डॉ. के.बी. पलान्ना, यूएएस, बेंगलुरु)



चित्र ७६. हेड स्मट से संक्रमित सांवा पैनिकल (स्रोत: डॉ. के.बी. पलान्ना, यूएएस, बेंगलुरु)

प्रबंधन

२.५ ग्राम/किग्रा बीज की दर से थाइरम या १ ग्राम/किग्रा की दर से कार्बेन्डाजिम से बीज उपचार और बीजों को ५५ डिग्री सेल्सियस पर ७-१२ मिनट तक गर्म पानी में भिगोना अनाज स्मट प्रबंधन में उपयोगी है।

स्मट प्रतिरोधी किस्मों ("पीआरजे-1" और "यूआरजे-4 ") की खेती प्रबंधन में सहायक है। हाल ही में जारी की गई कई किस्में (वीएल29, वीएल 172 और वीएल 207, के1, ईआर 64, टीएनएयू 143, टीएनएयू 25, टीएनएयू 63, वीएल 10, पीआरबी 903, डीएचबीएमवी 56-6, आरबीएम93-3, आरबीएम 82, आरबीएम 78, आरबीएम 85) खेती के लिए उनका चयन वांछनीय है। खेत से संक्रमित पौधों को रौंगिंग करना रोग के प्रसार को कम करने में उपयोगी है। फसल चक्रण रोग के प्रबंधन में उपयोगी रहा।

पत्ती धब्बा या झुलसा (हेल्मिन्थोस्पोरियम कुसगैली)

यह आर्द्र परिस्थितियों में सांवा की फसल का एक पर्णाय कवक रोग है। यह बीज ब्रोन रोग है और दूषित बीजों के उपयोग से रोग की गंभीरता बढ़ जाती है। इससे पत्तियों का समय से पहले जीर्ण होना और प्रकाश संश्लेषण क्षेत्र में कमी आ सकती है, जिससे अनाज की उपज और गुणवत्ता प्रभावित होती है।

यह रोग युवा पत्तियों पर सूक्ष्म, अंडाकार से आयताकार, हल्के भूरे धब्बों के रूप में दिखाई देता है जो समय के साथ बड़े होकर पीले रंग के प्रभामंडल के साथ गहरे भूरे रंग में बदल जाते हैं। कई धब्बे मिलकर बड़े परिगलित धब्बे बनाते हैं। गंभीर रूप से संक्रमित पत्तियाँ सूख जाती हैं और समय से पहले ही मर जाती हैं जिससे झुलसा रोग दिखाई देता है (चित्र ७७)। उन्नत अवस्था में, गर्दन के ऊतकों का रंग बदल जाता है और वे कमजोर हो जाते हैं, जिससे पुष्पगुच्छ झुक जाती हैं या टूट जाती हैं।

प्रबंधन

चूँकि यह एक बीज जनित रोग है, इसलिए प्रणालीगत कवकनाशी (थिरम ४ ग्राम/किग्रा बीज) से बीज उपचार और कॉपर ऑक्सीक्लोराइड ०.२ प्रतिशत (१५ दिनों के अंतराल पर दोहराएँ) या मैन्कोज़ेब १.२५ किग्रा/हेक्टेयर की दर से पत्तियों पर छिड़काव करने से रोग के प्रबंधन में मदद मिलती है।



चित्र ७७. धारीदार पत्ती और आवरण धब्बा रोग से तबाह हुई सांवा की फसल
(स्रोत: डॉ. के.बी. पलत्रा, यूएएस, बेंगलुरु)

कटाई

फसल की कटाई तब करनी चाहिए जब वह पक जाए। इसे ज़मीन से दरांती की मदद से काटा जाता है और लगभग एक सप्ताह तक खेत में रखा जाता है, उसके बाद बैलों के पैरों तले रौंदकर थ्रेसिंग की जाती है।

उपज

उन्नत उत्पादन तकनीकों का पालन करके १.२-१.५ टन/हेक्टेयर अनाज उपज और २.०-२.५ टन/हेक्टेयर भूसा उपज प्राप्त की जा सकती है। रोपी गई फसल से २.८ टन/हेक्टेयर अनाज उपज प्राप्त होने की सूचना मिली है।

प्रसंस्करण

सांवा अनाज को मानव उपभोग के लिए उपयुक्त बनाने से पहले छिलका उतारने की आवश्यकता होती है। छिलका उतारने का काम पारंपरिक रूप से ओखली में बार-बार कूटकर किया जाता है, जो समय लेने वाला और श्रमसाध्य होता है क्योंकि दाने लेम्मा और पेलिया में मजबूती से बंद होते हैं। हाथ से प्रसंस्करण में लगने वाला श्रम मिलेट्स की खपत में कमी का एक महत्वपूर्ण कारण है। बीज का छोटा आकार भी इस फसल के प्रसंस्करण को कठिन बना देता है।

निर्यात

अनुमानतः लगभग १.००० मीट्रिक टन/वर्ष, जिसे अक्सर अन्य बाजारों के साथ बंडल करके भारत से साबुत अनाज, आटा, फ्लेक्स, और खाने के लिए तैयार मिश्रण के रूप में निर्यात किया जाता है। संयुक्त अरब अमीरात, सऊदी अरब, नेपाल, अमेरिका, जर्मनी, जापान प्रमुख आयातक हैं।

बीज उत्पादन

सांवा अक्सर पर-परागण वाली फसल होती है और प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए, १००-२०० मीटर की पृथक्करण दूरी पर्याप्त होती है। इससे आनुवंशिक शुद्धता बनाए रखने में मदद मिलती है। इसकी बीज गुणन दर १: ८०-१०० है।

अध्याय १०: ब्राउनटॉप मिलेट्स

वैज्ञानिक नाम: *ब्राचियारिया रामोसा*



चित्र ७८. ब्राउनटॉप मिलेट्स का खेत दृश्य

(स्रोत: आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद)

ब्राउनटॉप मिलेट्स अनाज और हरे चारे, दोनों के लिए उगाया जाता है। इसका ग्लाइसेमिक इंडेक्स (जीआई) कम होता है, इसलिए इसके सेवन से कोलेस्ट्रॉल कम होता है। यह ग्लूटेन मुक्त होता है और फाइबर, आयरन, कैल्शियम, मैग्नीशियम और कई खनिजों से भरपूर होता है। इसे कन्नड़ में 'कोरले' और तेलुगु में 'ऊडालु और सामालु' के नाम से जाना जाता है। भारत में नवपाषाण युग के दौरान, भूरे रंग के मिलेट्स को एक निर्वाह फसल के रूप में उगाया जाता था। तीसरी सहस्राब्दी ईसा पूर्व की शुरुआत से ही दक्षिण भारत की अन्य फसलों के साथ-साथ ब्राउनटॉप मिलेट्स भी खेतों में मौजूद था (फुलर, २०१६)। नवपाषाण काल में कृषि-पशुपालन प्रणाली बहुत प्रचलित थी और बाजरा-फलीदार मिश्रित फसलें कृषि प्रणाली की एक मानक विशेषता थीं। दूसरी सहस्राब्दी ईसा पूर्व के दौरान दक्कन से यह तमिलनाडु और गुजरात तक पहुँच गया। ब्राउनटॉप मिलेट्स के दाने ओडिशा और गंगा के मैदानों में बिखरे हुए स्थानों पर देखे गए। इसके अलावा, सातवीं शताब्दी ईस्वी तक महाराष्ट्र के पैठण नामक स्थान पर ब्राउनटॉप मिलेट्स की उपस्थिति देखी गई। भारत में, इसकी उपस्थिति कुटकी के एक सामान्य खरपतवार के रूप में देखी जाती है। इसे बूंदेलखंड क्षेत्र में सीमित मात्रा में और कर्नाटक के तुमकुरु, चित्रदुर्ग और चिक्कबल्लपुर जिलों और आंध्र प्रदेश के अनंतपुर जिले के वर्षा आधारित क्षेत्रों में बड़े पैमाने पर उगाया और खाया जाता है। इसे २०१७-१८ से एआईसीआरपी- कुटकी के तहत पेश किया गया है और उत्पादन तकनीक को परिष्कृत किया गया है।

वैश्विक स्तर पर, भारत क्षेत्रफल और उत्पादन दोनों के मामले में ब्राउनटॉप मिलेट्स का सबसे बड़ा उत्पादक है। दक्षिण भारत में दो प्रकार के भूरे-शीर्ष मिलेट्स की खेती की जाती है, अर्थात् शाखित प्रकार और गोल पुष्पगुच्छ, कन्नड़ भाषा में इन्हें क्रमशः चदुरू-कोरले और दुंडु-कोरले के नाम से जाना जाता है। गोल पुष्पगुच्छ प्रकार अधिक उपज देता है, लेकिन शाखित प्रकार कीटों और रोगों के प्रति संवेदनशील होता है।

ब्राउनटॉप मिलेट्स में नमी की मात्रा (11.9 प्रतिशत), वसा (1.89 प्रतिशत), फाइबर (8.20 प्रतिशत), प्रोटीन (8.89 प्रतिशत), और कार्बोहाइड्रेट (71.32 प्रतिशत) और ऊर्जा (338.0 किलो कैलोरी) होती है। यह आयरन (7.72 मिलीग्राम), कैल्शियम (28 मिलीग्राम), फास्फोरस (276 मिलीग्राम), पोटेशियम (60

मिलीग्राम), मैंगनीज (1.99 मिलीग्राम), मैग्नीशियम (94.5 मिलीग्राम), तांबा (1.23 मिलीग्राम), सोडियम (7.6 मिलीग्राम) और जिंक (2.5 मिलीग्राम) से भरपूर होता है। ब्राउनटॉप मिलेट्स में सफेद किस्म की तुलना में फेनोलिक यौगिकों का स्तर अधिक होता है।

ब्राउनटॉप मिलेट्स पोएसी परिवार की एक वार्षिक/ बारहमासी गर्म मौसम की घास है। पौध संरक्षण के पहलू में, फसल का अधिक महत्व है क्योंकि यह टमाटर और मिर्च में रूट-नॉट नेमाटोड आबादी को दबाता है भाले के आकार के और बाल रहित पत्ती के ब्लेड २-२५ सेमी लंबे और ४-१४ मिमी चौड़े होते हैं। फूल अनिश्चित प्रकृति के और डंठल वाले होते हैं, हालाँकि, पुष्पक्रम खुला और फैला हुआ होता है, जिसमें एक सरल अक्ष होता है। केंद्रीय अक्ष से १-८ सेमी लंबे पुष्पक्रमों की संख्या ३-१५ होती है। फूल सफेद होते हैं और दीर्घवृत्ताकार बीज भूरे रंग के होते हैं। ब्राउन-टॉप बाजरा की रेशेदार जड़ें ६० सेमी गहराई तक प्रवेश कर सकती हैं। फसल की अवधि लगभग ६० से ७५ दिन होती है।

जलवायु आवश्यकताएँ

ब्राउनटॉप मिलेट्स आंशिक छाया में उगने का एक अनूठा गुण रखता है जो फलों के बागों में भी इसे अपनाने के व्यापक विकल्प सुनिश्चित करता है। यह ६० से ७५ दिनों में पकने वाली छोटी अवधि की फसल है। यह समुद्र तल से २५०० मीटर की ऊँचाई तक बढ़ सकता है। ब्राउनटॉप बाजरा ११° सेल्सियस से कम तापमान में जीवित नहीं रह सकता है। नमी की कमी इसकी खेती में सबसे बड़ी बाधा है और इसकी खेती ७५-१२५ सेमी वर्षा वाले क्षेत्रों में की जाती है।

मिट्टी

भूरा-शीर्ष बाजरा पूर्ण सूर्य के प्रकाश में ५-६.५ pH वाली रेतीली दोमट मिट्टी को पसंद करता है, हालाँकि, इसे आंशिक छाया में भी उगाया जा सकता है। भूरा-शीर्ष बाजरा समुद्र तल से २४५० मीटर की ऊँचाई तक चट्टानी, उथली मिट्टी में उगता है और लगभग सभी ऊँची भूमि की मिट्टी के अनुकूल है। इस फसल में पौधों के ऊतकों में सीसा और जस्ता जमा करने की क्षमता होती है, इसलिए इसे दूषित मिट्टी के उपचार के लिए माना जाता है। कम उपजाऊ मिट्टी, लवणता और अपर्याप्त जल निकासी ब्राउनटॉप मिलेट्स के उत्पादन में बाधा डाल रहे हैं। कोयंबटूर, तमिलनाडु में गमले में की गई खेती के अध्ययनों ने (अभिज्ञा एवं अन्य, २०२४) ब्राउनटॉप मिलेट्स की अम्लीय और मध्यम लवणीय मिट्टी की परिस्थितियों के अनुकूल होने का संकेत दिया है।

किस्में

विभिन्न राज्यों के लिए अनुशंसित उन्नत और लोकप्रिय किस्मों की सूची तालिका ३३ में दी गई है।

तालिका ३३. विभिन्न राज्यों के लिए ब्राउनटॉप मिलेट्स की अनुशंसित किस्में

राज्य	किस्में
उत्तराखंड	जीपीयूबीटी-6, एचबीआर-2
कर्नाटक	बीटीवी 30 (डीएचबीटी 11-5) और बीटीवी 31 (डीएचबीटीएम 13-7), जीपीयूबीटी-2, एके1, एके2
आंध्र प्रदेश	वीजेडएम-1, बीटीवी 31 (डीएचबीटीएम 13-7),
तमिलनाडु और महाराष्ट्र	बीटीवी 31 (डीएचबीटीएम 13-7)

स्रोत: लेखक की स्वयं की व्याख्या

बुवाई समय

खरीफ फसल के रूप में, जून से जुलाई अधिकांश राज्यों (आंध्र प्रदेश, कर्नाटक, महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, ओडिशा और छत्तीसगढ़) के लिए आदर्श बुवाई का समय है, जो मानसून की शुरुआत के साथ मेल खाता

है। सिंचित फसल के रूप में, इसे तमिलनाडु में मई में बोया जा सकता है। बेंगलुरु में किए गए अध्ययनों से पता चला है कि रबी और ग्रीष्म ऋतुओं में क्रमशः अक्टूबर का दूसरा पखवाड़ा और जनवरी का दूसरा पखवाड़ा बुवाई के लिए सबसे अच्छा समय है। तमिलनाडु में, रबी मौसम के दौरान, सितंबर में बुवाई की सिफारिश की जाती है। बिहार और उत्तर प्रदेश जैसे राज्यों में, कैच फसल के रूप में, इसे मई से सितंबर तक बोया जाता है।

बीज दर और अंतराल

बीज दर बुवाई विधि के अनुसार भिन्न होती है, पंक्ति में बुवाई में १०-१२ किग्रा/हेक्टेयर से लेकर छिटक कर बुवाई में २५-३० किग्रा/हेक्टेयर तक। पंक्ति में बुवाई छिटक कर बुवाई के लिए उपयुक्त है।

२०१९ के दौरान बेंगलुरु, जगदलपुर, कोल्हापुर, विजयनगरम में किए गए अध्ययनों से पता चला है कि ३० से.मी x १० से.मी की दूरी सबसे अच्छी है। अत्यधिक उपजाऊ मिट्टी और अनुकूल नमी वाले क्षेत्रों में, ४५ से.मी x १० से.मी की दूरी उपयुक्त है।

खाद और उर्वरक

बुवाई से लगभग एक महीने पहले ५-१० टन/हेक्टेयर की दर से गोबर की खाद (FYM) का प्रयोग करने की सलाह दी जाती है। २०१९ के दौरान बेंगलुरु, जगदलपुर, कोल्हापुर, विजयनगरम में किए गए अध्ययनों से पता चला है कि ४०-२० किग्रा/हेक्टेयर नाइट्रोजन-P₂O₅ इष्टतम है। २०२० के दौरान अठियांदल और बेंगलुरु में किए गए अध्ययनों से पता चला है कि नाइट्रोजन उर्वरकों के अलावा २० किग्रा/हेक्टेयर K₂O का प्रयोग अनाज और चारा उपज बढ़ाने में उपयोगी है। कृषि अनुसंधान केंद्र, बलजीगापाड़े, चिक्कबल्लापुर जिला, कर्नाटक (पूर्वी शुष्क क्षेत्र) में किए गए अध्ययनों में, ३०-२०-१० किग्रा/हेक्टेयर N-P₂O₅-K₂O के साथ ६.२५ टन/हेक्टेयर गोबर की खाद का प्रयोग उपज और अनाज की गुणवत्ता के लिए आशाजनक साबित हुआ।

जैव-उर्वरक

२०२० के दौरान अठियांदल, बेंगलुरु और कोल्हापुर में किए गए अध्ययनों से संकेत मिलता है कि बुवाई के समय तरल जैव-उर्वरक (४-५ मि.ली/किग्रा बीज) से बीज उपचार या ५०० किग्रा गोबर की खाद/हेक्टेयर के साथ ६-७.५ लीटर की दर से फरो में प्रयोग, आर डी एफ (उर्वरक की अनुशंसित खुराक) प्रयोग (१५०३ और ६६६२ किग्रा/हेक्टेयर अनाज और भूसा उपज) की तुलना में अधिक उपज (१८४६ और ८२६१ किग्रा अनाज और भूसा उपज) प्राप्त करने के लिए आशाजनक है। बीजों को जीवाणु एंडोफाइट्स मिथाइलोबैक्टीरियम प्रजाति से टीका लगाना। और बैसिलस एमिलोलिकेफेसिएन्स ऑक्सिन उत्पन्न करता है, फॉस्फेट को घुलनशील बनाता है और फफूंदजन्य संक्रमण, फ्यूजेरियम को रोकता है और इस प्रकार पौध वृद्धि को बढ़ावा देता है।

खरपतवार प्रबंधन

ब्राउनटॉप मिलेट्स को खरपतवारों से कड़ी प्रतिस्पर्धा का सामना करना पड़ता है, खासकर शुरुआती चरणों में घासों से (क्योंकि उन्हें आसानी से पहचाना नहीं जा सकता)। यह प्रतिस्पर्धा नमी के लिए होती है क्योंकि यह वर्षा आधारित फसल है। अनुकूल नमी और सिंचित परिस्थितियों में खरपतवार प्रकाश और पोषक तत्वों के लिए भी प्रतिस्पर्धा करते हैं, जिससे अनाज की उत्पादकता कम हो जाती है। अच्छी तरह से जुते हुए खेत में पंक्तियों और अंतर-संस्कृति में फसल बोने से खरपतवारों का मुख्य दबाव कम हो जाएगा। रासायनिक खरपतवार नियंत्रण के विकल्प सीमित हैं।

जल प्रबंधन

ब्राउनटॉप मिलेट्स सूखा-सहिष्णु फसल है, लेकिन नियमित रूप से पानी देने से, खासकर शुष्क अवधि के दौरान, इसे लाभ होता है। अत्यधिक पानी से जड़ सड़ सकती है, इसलिए मिट्टी को अच्छी तरह से सूखा

रखना महत्वपूर्ण है। मल्ट्र लगाने से खरपतवार की वृद्धि को दबाकर और मिट्टी के तापमान को नियंत्रित करके मिट्टी की नमी बनाए रखने में मदद मिल सकती है।

फसल प्रणाली

इसकी कम वृद्धि अवधि और छाया सहन करने की क्षमता के कारण, इसे कैच, कवर और नर्स फसल के रूप में उगाया जा सकता है। भूरा बाजरा सूरजमुखी, मक्का, ज्वार, सोयाबीन और दालों जैसी अन्य फसलों के साथ अंतर-फसल या पट्टी फसल के रूप में उगाया जा सकता है। कर्नाटक के धारवाड़ में किए गए अध्ययनों से पता चला है कि मूंगफली/सोयाबीन (४:२ या २:१) के साथ भूरा बाजरा की अंतर-फसल, अकेले ब्राउनटॉप मिलेट्स की खेती की तुलना में आर्थिक रूप से लाभदायक है।

नवधान्य आंध्र प्रदेश के रायलसीमा क्षेत्र (अनंतपुरम, चित्तूर, कडप्पा और कुरनूल जिले) के वर्षा आधारित किसानों की एक पारंपरिक मिश्रित फसल प्रणाली है जिसमें मूंगफली, ज्वार, बाजरा, अरहर, लोबिया, फील्ड बीन, हरी बीन, केनाफ, अरंडी आदि के अलावा भूरा बाजरा भी शामिल है। इमली के पेड़ों में अंतर-फसल के रूप में ब्राउनटॉप मिलेट्स की खेती दक्षिण भारत के शुष्क क्षेत्रों में आम है।

कीट प्रबंधन

सामान्यतः, ब्राउनटॉप मिलेट्स में अन्य अनाजों की तुलना में बहुत कम कीट होते हैं।

शूट फ्लार्ड (एथेरिगोना प्रजाति रोंड)

शूट फ्लार्ड ब्राउनटॉप मिलेट्स का प्रमुख कीट है और इससे उपज में भारी हानि होती है। बुवाई से लेकर ६ सप्ताह पुरानी फसल तक इसके लक्षण देखे गए। परिणामस्वरूप, मध्य प्ररोह सूखने लगता है और प्रारंभिक अवस्था में "मृत हृदय" और बाद की अवस्था में प्रचुर मात्रा में कल्ले निकलने के विशिष्ट लक्षण दिखाई देते हैं (चित्र ७९)।



चित्र ७९. ब्राउनटॉप मिलेट्समें मृत हृदय लक्षण



चित्र ८०. ब्राउनटॉप मिलेट्स में धारीदार पत्ती धब्बा और आवरण धब्बा रोग के लक्षण



चित्र ८१. ब्राउनटॉप मिलेट्स में धारीदार पत्ती रोग के लक्षण

(स्रोत: डॉ. पी. गनिगर, यूएएस, बेंगलुरु)

(स्रोत: डॉ. के.बी. पलन्ना, यूएएस, बेंगलुरु)

प्रबंध

मानसून की शुरुआत के साथ जल्दी बुवाई करना नियंत्रण का एक प्रभावी और सस्ता तरीका है। 'जीपीयूबीटी-5' किस्म प्ररोह मक्खी के प्रति प्रतिरोधी है।

रोग प्रबंधन

ब्राउनटॉप मिलेट्स में, पत्ती झुलसा/भूरा धब्बा, पत्ती प्रध्वंस और रतुआ प्रमुख रोग हैं।

धारीदार झुलसा (राइज़ोक्टोनिया सोलानी)

यह ब्राउनटॉप मिलेट्स का एक उभरता हुआ बीज जनित रोग है। सूडोमोनास फ्लोरेसेंस + ट्राइकोडर्मा विरिडे + बैसिलस सबटिलिस या केवल टी. विरिडे से समृद्ध गोबर की खाद/वर्मीकम्पोस्ट का २ किग्रा. प्रति टन खाद की दर से मिट्टी में प्रयोग बहुत प्रभावी है। वैलिडामाइसिन या हेक्साकोनाज़ोल से २ मि.ली/लीटर पानी + १ पर्णिय छिड़काव से बीज उपचार बहुत प्रभावी है। 'एचबीआर-2' किस्म धारीदार झुलसा के विरुद्ध आशाजनक थी।

पत्ती धब्बा (बाइपोलारिस सेटेरिया शूमेकर)

इस रोग की पहली रिपोर्ट २०१८ में बेंगलुरु, कर्नाटक में आई थी और यह ७५ प्रतिशत तक पौधों को संक्रमित कर सकता है। रोग की प्रारंभिक अवस्था में, पत्तियों के दोनों ओर पीले रंग के प्रभामंडल वाले छोटे भूरे धब्बे उभर आते हैं। जैसे-जैसे संक्रमण बढ़ता है, ये धब्बे बड़े होकर आपस में मिल जाते हैं, जिससे एक झुलसा हुआ रूप धारण कर लेते हैं (चित्र ८० और ८१)। इसके लक्षण बी. सेटेरिया द्वारा प्रेरित मक्का पत्ती धब्बा रोग के लक्षणों से काफी मिलते-जुलते थे।

कार्बेन्डाजिम १ ग्राम/किग्रा बीज की दर से बीजोपचार और मैन्कोज़ेब (०.२ प्रतिशत) का एक पर्णिय छिड़काव अनुशंसित है। फसल अवशेषों को हटाना इनोकुलम को कम करने में उपयोगी है। अर्का माइक्रोबियल कंसोर्टिया से १० ग्राम/किग्रा बीज की दर से बीजोपचार + एज़ोक्सीस्ट्रोबिन २३ प्रतिशत एस.सी या प्रोपिकोनाज़ोल २५ प्रतिशत ई.सी दोनों का १ मि.ली/लीटर की दर से ३५-४० दिनों के अंतराल पर छिड़काव, पत्ती झुलसा रोग का सर्वोत्तम प्रबंधन प्रदान करता है। ब्लास्ट (पाइरिकुलरिया ग्रिसिया (सीके) गीले मौसम में संक्रमण गंभीर होता है। पत्तियों पर भूरे रंग के धुरी के आकार के बिंदुओं में विकसित होने वाले कई छोटे भूरे धब्बे इसकी प्रमुख विशेषता हैं। बाद में धब्बे बड़े हो जाते हैं और आपस में मिलकर ब्लास्ट जैसा रूप ले लेते हैं। इनमें भूरे किनारों वाले राख-भूरे रंग के केंद्र भी होते हैं। कल्म नोड्स नीचे धँस सकते हैं और काले हो सकते हैं। पुष्पगुच्छों के आधार पर, भूरे से काले धब्बे बढ़ जाते हैं और अक्सर पुष्पगुच्छों के नीचे गर्दन को घेर लेते हैं। नम परिस्थितियों में, नोड्स और गर्दन पर कोनिडिया और

कोनिडियोफोर की प्रचुरता विकसित हो जाती है। जब गर्दन का ब्लास्ट गंभीर होता है, तो पुष्पगुच्छ दिखाई नहीं देते। स्पाइकलेट में संक्रमण विकसित होता है और वह काला हो जाता है। नैक का प्रारंभिक संक्रमण दानों को भरने से रोकता है और पुष्पगुच्छों को सीधा रखता है। बाद में संक्रमण के कारण आंशिक रूप से भरे हुए पुष्पगुच्छ गिर जाते हैं। ब्लास्ट रोग को व्यापक अंतराल पर रोपण और नाइट्रोजन उर्वरक की मात्रा को नियंत्रित करके रोका जा सकता है। प्रतिरोधी प्रकारों की अनुपस्थिति में ब्लास्ट को नियंत्रित करने

के लिए अक्सर कई प्रकार के रसायनों का उपयोग किया जाता है। रस्ट यूरोमाइसिस प्रजाति भूरे-शीर्ष मिलेट्स पर रस्ट रोग का कारण बनती है। इसके लक्षणों में बड़ी संख्या में छोटे भूरे, आयताकार भूरे रस्ट के दाने शामिल हैं, जो अक्सर पत्ती के दोनों ओर सीधी पंक्तियों में होते हैं। अनुकूल परिस्थितियों में, ये पत्ती के आवरण, तने और तनों पर भी बनते हैं, जिससे फसल के सभी विकास चरणों पर प्रभाव पड़ता है। गंभीर संक्रमण के कारण पत्तियाँ बहुत जल्दी सूख जाती हैं (चित्र ८२)। प्रतिरोधी किस्मों का उपयोग, वैकल्पिक और सहपार्श्विक पोषकों को हटाने से रस्ट का प्रकोप कम होता है। जल्दी बोई गई फसल रस्ट के प्रकोप से बच जाती है। क्लोरोथेलोनिल (०.१ प्रतिशत) या मैन्कोज़ेब (०.२ प्रतिशत) या हेक्साकोनाज़ोल (०.१ प्रतिशत) या प्रोपिकोनाज़ोल का पत्तियों पर छिड़काव करें। (०.१ प्रतिशत) जंग प्रबंधन के लिए प्रभावी है। जीपीयूबीटी 6, और डीएचबीटी 11-5 (बीटीवी 30) जंग के लिए मध्यम रूप से प्रतिरोधी पाए गए।



चित्र ८२. ब्राउनटॉप मिलेट्स के पत्तों में जंग के लक्षण

(स्रोत: डॉ. के.बी. पलन्ना, यूएएस, बेंगलुरु)

कोमल फफूंदी (स्क्लेरोस्पोरा ग्रैमिनिकोला (सैक) या "हरी बाली रोग")

यह रोग नम परिस्थितियों में सबसे गंभीर होता है। पौधे मुकुट से अत्यधिक टिलरिंग और तने के साथ अक्षीय कलियों के विकास के कारण बौने हो जाते हैं। फूलों के भागों में पत्ती जैसी संरचनाएँ विकसित होती हैं जिनमें कोई दाना नहीं बनता। गीले या आर्द्र मौसम में संक्रमित ऊतक पर कोमल धूसर वृद्धि, जो कोनिडिया और कोनिडियोफोर होती है, विकसित होती है। जैसे-जैसे पौधे परिपक्व होते हैं, पत्तियाँ भूरी, परिगलित और फटी या बिखरी हुई हो जाती हैं।

कवकनाशी से बीज उपचार और प्रभावी उर्वरक प्रबंधन पद्धतियों को अपनाने से रोग की संभावना कम होती है।

कटाई

फसल की कटाई उसके पकने पर करनी चाहिए। टूटना एक समस्या है, और पुष्पगुच्छ के फटने से होने वाले दाने के नुकसान को कम करने के लिए, सुबह जल्दी कटाई करना आदर्श है। चारे के लिए, पहले ५०-६० दिनों के अंतराल पर कटाई और ३० दिन बाद दूसरी कटाई की सिफारिश की गई थी।

उपज

ब्राउनटॉप मिलेट्स की अनाज और भूसी की उपज १.०-१.५ टन/हेक्टेयर और ५-६ टन/हेक्टेयर के बीच भिन्न होती है।

निर्यात

ब्राउनटॉप मिलेट्स का निर्यात नगण्य है, अनुमानित ५०० मीट्रिक टन/वर्ष से कम, और अधिकांशतः अन्य छोटे मिलेट्स के साथ बंडल में। निर्यात साबुत अनाज, आटे, फ्लेक्स, रेडी-टू-ईट मिश्रण के रूप में होता है। संयुक्त अरब अमीरात, सऊदी अरब, नेपाल, श्रीलंका, अमेरिका, जर्मनी प्रमुख आयातक हैं।

बीज उत्पादन

ब्राउनटॉप मिलेट्स एक स्व-परागण वाली फसल है (कभी-कभी हवा और कीड़ों से पर-परागण होता है)। इसलिए, प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए, आमतौर पर ५ मीटर की पृथक्करण दूरी पर्याप्त होती है। इससे आनुवंशिक शुद्धता बनाए रखने में मदद मिलती है। ब्राउनटॉप मिलेट्स की बीज गुणन दर १: ३००-५०० है।

अध्याय ११: फ़ोनियो

वैज्ञानिक नाम: डिजिटेरिया सैंगुइनैलिस (बाँ) स्कोप



चित्र ८३. बाईं ओर की महिला सिकिया पकड़े हुए है (मध्य प्रदेश)।
(स्रोत: कृष्ण प्रसाद गोविंदैया)

फोनियो को मध्य प्रदेश में क्रेबग्रास, फिंगर ग्रास या सिकिया, मेघालय के खासी पहाड़ियों में रायशान भी कहा जाता है। डिजिटेरिया हॉलर (पैनिकोइडी: पोएसी) वंश में, चार प्रजातियाँ हैं जो कृषि प्रणालियों और लोगों के लिए भोजन उपलब्ध कराने में अत्यंत महत्वपूर्ण हैं या रही हैं: सफेद फोनियो (डिजिटेरिया एक्सिलिस), काला फोनियो (डिजिटेरिया इबुरूआ), रायशान (डिजिटेरिया कॉम्पेक्टा (रोथ) वेल्डकैंप), और पोलिश बाजरा (डिजिटेरिया सैंगुइनैलिस (एल.) स्कोप)। सफेद फोनियो (डी. एक्सिलिस) या फंडी, फिडी, आचा या "भूखा चावल"। यह सबसे अधिक उगाया जाने वाला डिजिटेरिया (पश्चिम अफ्रीका में उगाया जाने वाला) है, जहाँ यह ग्रामीण क्षेत्रों में निर्वाह कृषि के लिए विशेष रूप से महत्वपूर्ण है। काला फोनियो (डिजिटेरिया इबुरूआ) या इबुरू, यह साहेल क्षेत्र के ठीक नीचे बेनिन, टोगो और नाइजीरिया के छोटे क्षेत्रों तक ही सीमित है। यह सफेद फोनियो की तुलना में अपेक्षाकृत कम लोकप्रिय है क्योंकि कथित तौर पर इसका छिलका उतारना और भी कठिन है और टोगो में इसका उपयोग "चैपलो" नामक बीयर बनाने के लिए किया जाता है। डिजिटेरिया की एक तीसरी खाद्य फसल, रायशान (डिजिटेरिया कॉम्पेक्टा पर्यायवाची: डिजिटेरिया कूसियाटा var. एस्कुलेंटा बोर.) एक बाजरा है जिसकी खेती शिलांग (मेघालय, भारत) के पास खासी पहाड़ियों में की जाती है, जो एक आर्द्र उच्चभूमि वातावरण है और मेघालय की खासी पहाड़ियों के लिए स्थानिक है। हुकर (1857) ने पास के असम और खासी पहाड़ियों में उस फसल की खेती का वर्णन किया है जिसे पहले पास्पलम सेंग्विनेल var. कम्प्यूटेम (auct. non Hook.f.) नाम दिया गया था। पोर्टेरेस (1957) ने लिखा है कि 1950 के दशक में भी पास के असम में लगभग 100 एकड़ भूमि पर इसकी खेती हो रही थी अप्रैल-मई में वर्षा आधारित फसल के रूप में बोई जाने वाली रायशान में गुच्छेदार वृद्धि होती है जो अगस्त तक 20-30 अंकुर प्रदान करती है और सितंबर तक, अंकुर के प्रत्येक अंतिम भाग में एक स्पाइक (20 से.मी लंबा) और बीज होते हैं और फसल मक्का, सोयाबीन और चावल की मुख्य फसलों की कटाई के बाद अक्टूबर में काटी जाती है। पौधे की ऊंचाई १.००-१.२५ मीटर होती है (सिंह और अरोड़ा, १९७२)।

फोनियो जिसे सिकिया (केकड़ा घास, फिंगर घास) कहा जाता है, पारंपरिक रूप से भारत के मध्य प्रदेश के डिंडोरी जिले में बैगा आदिवासी समुदाय द्वारा उगाया जाता है। घास की रोटी भी कहा जाता है, यह

विशेष बाजरा बैगा समुदाय के बाहर ज्ञात नहीं है। यह एक जंगली बारहमासी घास की प्रजाति है जो बेवर के भूखंडों में प्राकृतिक रूप से उगती है, जो बैगाओं द्वारा की जाने वाली स्थानांतरित खेती का एक रूप है। बाजरा अपने छोटे दानों के लिए जाना जाता है इसके दाने हल्के पीले रंग के होते हैं और कुटकी से छोटे होते हैं। यह चावल से ज़्यादा पेट भरने वाला होता है। इसका इस्तेमाल दलिया बनाने में किया जाता है, और २५० ग्राम चावल से एक व्यक्ति की दिन भर की ज़रूरतें पूरी हो सकती हैं। बेवर की खेती (स्थानांतरित खेती) में, बड़े कुटकी, कांग, कतकी और सिकिया को बिना हल जोते आंशिक रूप से या पूरे खेत में छिटकवाँ विधि से बोया जाता है। यह फसल बिना कीटनाशकों और उर्वरकों के उगाई जाती है।

ऐसा माना जाता है कि पोलिश मिलेट्स (डिजिटेरिया सैग्विनैलिस) की खेती पूर्वी यूरोप में १५००-१६०० के दशक के दौरान की गई थी, जिसे पहले जानबूझकर क्रोएशिया या लेबनान के एक मठ के बगीचे में उगाया गया था, फिर उत्तर की ओर बढ़कर जर्मनी, हंगरी और बाद में पोलैंड और यूक्रेन में फैल गया। **NESFAS** (नॉर्थ ईस्ट स्लो फूड एंड एग्रोबायोडायवर्सिटी सोसाइटी) द्वारा खापमाव और रसोंग (मौकित्रू ब्लॉक, पूर्वी खासी हिल्स के गाँव) में किए गए २०१८ के सहभागी मानचित्रण अभ्यास से पता चलता है कि स्थानीय समुदाय द्वारा चार बाजरा प्रजातियाँ उगाई जा रही हैं (पोहतम, २०२४), अर्थात् डिजिटेरिया सैग्विनैलिस (जिसे आमतौर पर क्रैबग्रास, फिंगर ग्रास और फोनियो के नाम से जाना जाता है), फिंगर बाजरा, कांगनी और कोइक्स लैक्रिमा-जोबी।

जलवायु आवश्यकताएँ

रायशान की विशेषता गर्म समशीतोष्ण क्षेत्रों (लगभग १५०० मीटर ऊँचाई) वाले वर्षा आधारित उच्चभूमि के लिए अद्वितीय अनुकूलन क्षमता है और खासी जनजातियों के बीच इसका सांस्कृतिक महत्व इसे संरक्षण और विशिष्ट बाज़ार विकास के लिए एक आशाजनक उम्मीदवार बनाता है। इसकी गुच्छेदार वृद्धि और गांठदार जड़ें मिट्टी को स्थिर करने और पहाड़ियों से कटाव को रोकने में मदद करती हैं।

मिट्टी

रायशान मेघालय की खासी पहाड़ियों में अम्लीय **pH (५.५-६.५ pH)** वाली अच्छी जल निकासी वाली दोमट मिट्टी में अच्छी तरह उगता है।

बुवाई की तिथियाँ

रायशान को खासी पहाड़ियों में अप्रैल-मई के दौरान वर्षा आधारित फसल के रूप में बोया जाता है और सितंबर-अक्टूबर के दौरान इसकी कटाई की जाती है।

बीज दर और अंतराल

रायशान, मेघालय की खासी पहाड़ियों में उगाया जाने वाला एक विशिष्ट बाजरा है, जिसके औपचारिक कृषि संबंधी आँकड़े सीमित हैं। हालाँकि, क्षेत्रीय अवलोकनों और अत्यंत छोटे बीजों वाली फोनियो और कुटकी जैसी समान डिजिटेरिया प्रजातियों के आधार पर, छिटकाने के लिए ८-१० किग्रा/हेक्टेयर और पंक्ति बुवाई में ६-८ किग्रा/हेक्टेयर बीज दर की आवश्यकता होती है। इष्टतम पौध संख्या स्थापना के लिए ≥ 20 प्रतिशत अंकुरण दर वाले ताजे, अनुपचारित बीजों का प्रयोग करें। चूँकि इसे मक्का या फलियों के साथ उगाया जाता है, इसलिए प्रतिस्पर्धा से बचने के लिए लगभग २० प्रतिशत कम बीज दर का उपयोग किया जाता है।

पंक्तिबद्ध बुवाई की स्थिति में, पंक्तियों के बीच २०-२५ सेमी और पौधों के बीच १०-१५ सेमी की दूरी इष्टतम होती है। बीजों को ४-६ घंटे तक गर्म पानी में भिगोना अंकुरण बढ़ाने में उपयोगी साबित हुआ।

भूमि की तैयारी

हल्की जुताई और हल्की जुताई से बीज-मिट्टी का संपर्क बेहतर होता है और इस प्रकार, विशेष रूप से पंक्तिबद्ध बुवाई वाली फसल में अंकुरण बेहतर होता है।

किस्में

रायशान के लिए औपचारिक प्रजनन कार्यक्रम सीमित हैं, दो अलग-अलग रूपों को मान्यता प्राप्त है: (१) जंगली प्रकार, जो पूर्वोत्तर भारत के पहाड़ी इलाकों में पाए जाते हैं और जिनके पौधे छोटे और दाने छोटे होते हैं और (२) खासी आदिवासियों द्वारा उगाए जाने वाले प्रकार, जिनमें पौधे लंबे, कांटे लंबे और दाने मोटे होते हैं।

खाद और उर्वरीकरण

मेघालय में रायशान को न्यूनतम बाहरी निवेश के साथ ऊँची भूमि पर उगाया जाता है, लेकिन इष्टतम उपज और मृदा स्वास्थ्य के लिए संतुलित पोषण आवश्यक है। खासी पहाड़ियों में मृदा संरचना, सूक्ष्मजीवी गतिविधि और दीर्घकालिक उर्वरता में सुधार के लिए जैविक खाद (५-१० टन/हेक्टेयर की दर से गोबर की खाद) का उपयोग किया जाता है। बुवाई से ४५ दिन पहले सेसबानिया या सनहेम्प हरी खाद डालने से रायशान फसल में नाइट्रोजन की आपूर्ति बढ़ जाएगी। २००-३०० किग्रा/हेक्टेयर की दर से तेल की खली (नीम, अरंडी) न केवल नाइट्रोजन धीरे-धीरे छोड़ेगी बल्कि कीटों के नियंत्रण में भी सहायक होगी। चूँकि रायशान एक छोटे बीज वाला बाजरा है जिसकी पोषक तत्वों की आवश्यकता कम होती है, इसलिए उर्वरकों की कम से मध्यम मात्रा का प्रयोग उपयोगी होता है। अधिक उपज के लिए यूरिया के माध्यम से २०-३० किग्रा, एसएसपी (SSP) या अस्थि चूर्ण के माध्यम से १५-२० किग्रा P_2O_5 और एमओपी या लकड़ी की राख के माध्यम से १०-१५ किग्रा K_2O की उर्वरक खुराक की सिफारिश की जाती है। संपूर्ण फास्फोरस उर्वरकों के साथ ५० प्रतिशत नाइट्रोजन का प्रयोग आधार के रूप में किया जाता है, शेष नाइट्रोजन की २५-३० दिनों के अंतराल पर टॉप ड्रेसिंग के साथ, हल्की वर्षा या सिंचाई के बाद आदर्श रूप से अनुशंसित है। एज़ोस्फिरिलम और फॉस्फेट सॉल्यूबिलाइजिंग बैक्टीरिया (पीएसबी) जैसे जैव उर्वरकों का प्रयोग नाइट्रोजन स्थिरीकरण और फास्फोरस संचलन के माध्यम से फसल पोषण में सहायता करेगा।

खरपतवार प्रबंधन

मेघालय के ऊपरी इलाकों में उगाया जाने वाला छोटे बीजों वाला बाजरा होने के कारण, रायशान को तेज़ी से बढ़ने वाले वार्षिक खरपतवारों से, विशेष रूप से शुरुआती विकास चरणों के दौरान, प्रतिस्पर्धा का सामना करना पड़ता है। खरपतवारों से प्रतिस्पर्धा के लिए रायशान की शुरुआती अवस्थाएँ (१५-३५ दिन) सबसे संवेदनशील होती हैं। इस चरण के दौरान खरपतवार नियंत्रण उपज हानि को रोकता है और स्वस्थ फसल की स्थापना सुनिश्चित करता है।

छितराई और पंक्ति में बोई गई दोनों फसलों में २०-२५ दिन और ४० दिन पर दो बार हाथ से निराई करना संभव है। पंक्ति में बोई गई फसल में पंक्तियों के बीच हल्की कुदाल या फिंगर वीडर का उपयोग करके पंक्तियों के बीच निराई करना संभव है। आज तक किसी भी शाकनाशी के उपयोग की सूचना नहीं है।

चूँकि सिकिया पारंपरिक रूप से बेवार प्रणालियों (स्थानांतरित खेती) में उगाया जाता है, इसलिए जैव विविधता द्वारा खरपतवार का दबाव स्वाभाविक रूप से कम होता है।

नमी प्रबंधन

रायशान आमतौर पर मेघालय की ऊपरी भूमि वर्षा आधारित प्रणालियों में उगाया जाता है, लेकिन अतिरिक्त सिंचाई से अंकुरण, कल्ले निकलने और दाना भरने में उल्लेखनीय सुधार हो सकता है, खासकर अनियमित वर्षा में। नमी की कमी के लिए पुष्पगुच्छों का विकास सबसे महत्वपूर्ण चरण है, इस अवस्था में सिंचाई बेहतर उपज के साथ सफल फसल उत्पादन में उपयोगी होती है। बैगा समुदाय द्वारा सिकिया की खेती मुख्यतः वर्षा आधारित फसल के रूप में की जाती है।

फसल प्रणाली

रायशान मक्का या फलियों (सोयाबीन और चावल की फलियाँ) की मिश्रित फसल के रूप में फलता-फूलता है। रायशान के बीजों को मक्का, सोयाबीन और चावल की फलियों में बोया जाता है। मध्य प्रदेश और छत्तीसगढ़ में बैगा खेती में सिकिया को अरहर या लोबिया जैसी फलियों के साथ मिलाने से नाइट्रोजन की उपलब्धता स्वाभाविक रूप से बढ़ सकती है।

उपज

रायशान में ०.८ टन/हेक्टेयर अनाज की उपज दर्ज की गई। वर्षाशान का भूसा लगभग १५०० मीटर और उससे अधिक ऊँचाई पर, जहाँ पाला पड़ना आम बात है, मवेशियों के लिए सर्दियों के चारे के रूप में उपयोगी होता है। कभी-कभी भूसे को सूअरबाड़े में कीचड़युक्त गोबर पर डाल दिया जाता है, जहाँ सूअरों द्वारा रौंदने से यह और सड़ जाता है, और इस मिश्रण का उपयोग अगली बुवाई में खाद के रूप में किया जाता है। रायशान अनाज को ओखल और मूसल से हाथ से छीलकर चावल या दलिया की तरह खाया जाता है।

दीपन्विता गीता नियोगी (२०१८) के अनुसार, कुछ ग्रामीण २-३ हेक्टेयर बियागा की खेती से लगभग ३०० किलो ग्राम सिकिया प्राप्त करते हैं। सिकिया अनाज को धूप में सुखाकर मिट्टी की कोठियों (पारंपरिक बर्तनों) में संग्रहित किया जाता है, जिससे इसे २० वर्षों तक सुरक्षित रखा जा सकता है। सिकिया अनाज के बाहरी छिलके के सख्त होने के कारण, इसे मूसर, एक भारी लकड़ी के मूसल, से छीला जाता है।

निर्यात

फ़ोनियो का कोई निर्यात नहीं हुआ क्योंकि उत्पादन स्वयं कम है।

बीज उत्पादन

देश में संगठित बीज उत्पादन प्रणालियाँ अभी विकसित नहीं हुई हैं।

अध्याय १२: टेफ

वैज्ञानिक नाम: एराग्रोस्टिस टेफ (जुक.) ट्रॉटर



चित्र ८४-ए. कर्नाटक के गडग स्थित पाटिल के खेत में टेफ की कटाई
(स्रोत: श्री पाद्रे, गडग)



चित्र ८४-बी. कर्नाटक के गडग स्थित पाटिल के खेत में टेफ की सफाई करती महिलाओं की एक टीम
(स्रोत: श्री पाद्रे, गडग)

टेफ को दुनिया के विभिन्न हिस्सों में "विलियम्स लव ग्रास, टेफा और वार्षिक गुच्छा घास" के नाम से जाना जाता है। टेफ, एक सूखा-प्रतिरोधी सी-४ फसल है जिसे भारत में केंद्रीय खाद्य प्रौद्योगिकी अनुसंधान संस्थान (सीएफटीआरआई), मैसूर द्वारा अमेरिकी कृषि विभाग के सहयोग से एक संभावित सुपरफूड के रूप में प्रस्तुत किया गया है। टेफ की १९ किस्मों पर किए गए अध्ययनों से पता चला है कि सफेद और भूरे रंग के टेफ भारतीय परिस्थितियों में उगाने के लिए उपयुक्त हैं। १९८६ में बैंगलोर, भारत में आयोजित प्रथम लघु बाजरा कार्यशाला में इसे भारत में लघु बाजरा समूह में शामिल किया गया था।

तदनुसार, इसकी खेती भारत के कर्नाटक राज्य के मैसूर, सिरसी (उत्तर कन्नड़), हावेरी, गडग और रायचूर जिलों में छोटे-छोटे क्षेत्रों में की जाती है। सीएफटीआरआई, मैसूर और कदंब फाउंडेशन, सिरसी क्रमशः उत्तर और दक्षिण कर्नाटक में टेफ के प्रचार और खेती के लिए प्रमुख संगठन हैं। इसकी खेती गडग, कर्नाटक से लेकर पेनुकोंडा, आंध्र प्रदेश तक फैली हुई है। इथियोपिया में, तीन प्रमुख प्रकार पहचाने जा सकते हैं: सफेद (नेच), लाल (के) और मिश्रित (सेरगेग्रा)। उच्च वर्ग के लोग लाल (भूरे) टेफ की तुलना में सफेद टेफ को अधिक पसंद करते हैं। इथियोपिया में अनाज को पकाया और पीसा जाता है।

टेफ के दाने ग्लूटेन मुक्त होते हैं। अकांशा एट अल. (२०१८) के अनुसार, १०० ग्राम टेफ दाने में प्रोटीन (11.0 प्रतिशत), वसा (2.5 प्रतिशत), कार्बोहाइड्रेट (70.2 प्रतिशत), फाइबर (3 प्रतिशत), नमी (10.5 प्रतिशत), राख (2.8 प्रतिशत), कैल्शियम (165.2 मिलीग्राम), आयरन (15.7 मिलीग्राम), तांबा (2.6 मिलीग्राम), मैग्नीशियम (181 मिलीग्राम), मैंगनीज (3.8 मिलीग्राम), फॉस्फोरस (425.4 मिलीग्राम), पोटेशियम (380 मिलीग्राम), सोडियम (15.9 मिलीग्राम) और जिंक (4.8 मिलीग्राम) होते हैं।

टेफ के भूसे का उपयोग पशुओं के चारे के रूप में सबसे अच्छा होता है। टेफ घास कच्चे प्रोटीन (9-14 प्रतिशत), अम्लीय डिटर्जेंट फाइबर (32-38 प्रतिशत), तटस्थ डिटर्जेंट फाइबर (५३-६५ प्रतिशत), कुल पाच्य

पोषक तत्वों (५५-६४ प्रतिशत) और अन्य कुटकी के भूसे की तुलना में उच्च सापेक्ष आहार मान (८०-१२० प्रतिशत) का एक समृद्ध स्रोत है।

जलवायु आवश्यकता

टेफ विभिन्न जलवायु परिस्थितियों में उगाया जा सकता है, जहाँ वार्षिक वर्षा ४५० से ५५० मि.मी और दैनिक तापमान १५ से २७ डिग्री सेल्सियस तक होता है।

मिट्टी

इसकी खेती तटस्थ पीएच वाली मिट्टी में की जाती है, फिर भी यह ५ से नीचे के पीएच (pH) तक अम्लता को सहन कर सकती है।

भूमि की तैयारी

फसल को विशेष रूप से छितराई या पंक्तिबद्ध बुवाई की स्थितियों के लिए अच्छी बीज क्यारी तैयार करने की आवश्यकता होती है। बुवाई के बाद मिट्टी को पलटने से बीज-से-मिट्टी का संपर्क बेहतर हो सकता है और अंकुरण में वृद्धि हो सकती है।

बुवाई की तिथियाँ

एक मानसूनी फसल होने के नाते, इसकी बुवाई मानसून की शुरुआत के साथ होती है और जून-जुलाई के महीनों में होती है। देर से खरीफ और जल्दी रबी की बुवाई के लिए, शेष मिट्टी की नमी या अतिरिक्त सिंचाई के साथ, बुवाई अगस्त-अक्टूबर तक की जा सकती है। सिंचित परिस्थितियों में, बुवाई अक्टूबर-दिसंबर तक की जाती है।

बीज दर और अंतराल

फसल को छिटक कर बुवाई और रोपाई दोनों तरीकों से उगाया जा सकता है। टेफ के लिए अनुशंसित बीज दर १० किग्रा/हेक्टेयर है। चूँकि टेफ के बीज बहुत छोटे होते हैं, इसलिए गहरी बुवाई से बचना चाहिए और ०.५-०.७५ से.मी गहराई पर बुवाई करना वांछनीय है। २०१९ के दौरान कर्नाटक के हावेरी में किए गए अध्ययनों से पता चला है कि रोपाई, लाइन बुवाई से बेहतर है। इसके अलावा, २०२१ के दौरान बेंगलुरु और रायचूर में किए गए अध्ययनों से पता चला है कि २१ दिन पुराने पौधों को ३० से.मी x १० से.मी के आकार में रोपना सर्वोत्तम है।

खाद और उर्वरक

स्वस्थ विकास और उच्च उपज सुनिश्चित करने के लिए टेफ को संतुलित उर्वरक की आवश्यकता होती है। २०२१ के दौरान कर्नाटक राज्य के बेंगलुरु और रायचूर में किए गए अध्ययनों से पता चला है कि २० से ३०-२०-२० किग्रा/हेक्टेयर $N-P_2O_5-K_2O$ के साथ ६ टन/हेक्टेयर गोबर की खाद टेफ की पैदावार के लिए सर्वोत्तम समेकित पोषण है।

खरपतवार प्रबंधन

टेफ प्रारंभिक अवस्था में मिट्टी से तेजी से निकलकर खरपतवारों को मात देता है और यह कई खरपतवारों पर ऐलेलोपैथिक प्रभाव डालने के लिए जाना जाता है, जिससे यह फसल वृद्धि के बाद के चरणों में

खरपतवारों के मुकाबले अधिक प्रतिस्पर्धी बन जाता है। हालाँकि, प्रारंभिक अवस्था में खरपतवारों का हस्तक्षेप टेफ की वृद्धि को काफी हद तक दबा देता है। उचित भूमि तैयारी से बढ़ती फसल पर खरपतवार के दबाव को कम करने में मदद मिलेगी। एक बार जुताई के बाद बोई गई स्थानीय टेफ किस्मों में एक बार हाथ से निराई करने से भी बिना निराई की तुलना में उपज में पर्याप्त वृद्धि होती है। फसल की ५-७ पत्ती अवस्था में 2,4-डी अमीन के माध्यम से चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार प्रबंधन की सिफारिश की जाती है और टिलरिंग अवस्था में इसका विलंबित प्रयोग टेफ के लिए विषाक्त साबित हुआ।

जल प्रबंधन

टेफ अत्यधिक नमी वाले क्षेत्रों, जैसे सूखा और जलभराव, में भी अच्छी तरह उग सकता है। यह पाया गया है कि टेफ टहनियों में नाइट्रोजन रिडक्टेस की सक्रियता बढ़ाकर जलभराव के दबाव से निपटने में सक्षम है। इसलिए इसकी खेती कम जल निकासी वाली मिट्टी में की जाती है जहाँ मक्का और गेहूँ जैसी अन्य फसलें नहीं उग पातीं। हालाँकि, फसल सिंचाई के प्रति प्रतिक्रिया करती है और पानी की कमी वाली फसल की तुलना में बेहतर उपज दे सकती है। दाना भरने की अवस्था नमी के दबाव के प्रति अधिक संवेदनशील होती है और इस अवस्था में सिंचाई करना वांछनीय है।

फसल प्रणाली

भारत में टेफ फसल प्रणाली पर कोई कार्य नहीं किया गया है। साहित्य से पता चलता है कि सूरजमुखी के साथ टेफ की मिश्रित फसल एक बहुत ही लोकप्रिय निर्वाह कृषि पद्धति है, जबकि व्यावसायिक कृषि पद्धति के रूप में फाबा बीन के साथ मिश्रित फसल से अधिक आर्थिक लाभ प्राप्त हुआ है। इसे ब्रैसाइका कैरिनाटा, कुसुम, सूरजमुखी और गेहूँ के साथ विभिन्न स्थानों पर और मक्का तथा ज्वार में रिले फसल के रूप में उगाया जाता है।

कीट प्रबंधन

टेफ कीटों के प्रति अपेक्षाकृत प्रतिरोधी है, जिसमें प्ररोह मक्खी (एथेरिगोना हाइलिनिपेनिस) एक महत्वपूर्ण कीट है। एफिड्स और आर्मीवर्म की निगरानी की सिफारिश की जाती है।

रोग प्रबंधन

उच्च आर्द्रता वाले क्षेत्रों (भारत को छोड़कर) में, हेड स्मट्स (टिलेटिया बाल्ड्राटी) और रस्ट (यूरोमाइसेस एराग्रोस्टिडिस) देखे जाते हैं।

कटाई

बेंगलुरु में टेफ ११० दिनों में पक जाता है। बेंगलुरु में देखी गई कमजोर तनों (३०-७५ प्रतिशत) के कारण टेफ में पौधों का गिरना एक समस्या है, जो उर्वरक की मात्रा बढ़ने पर बढ़ जाती है। अधिक वर्षा, हवाएँ और नाइट्रोजन उर्वरक टेफ में पौधों के गिरने की समस्या को बढ़ाते पाए गए। बिखरी हुई फसल की तुलना में, पंक्ति में बुवाई करने से पौधे का गिरना कम होता है। इथियोपिया में टेफ में पौधों की ऊँचाई और गिरने के तनाव को कम करने में, जोड़ और जुताई के चरणों के बीच १ किलोग्राम पैक्लोब्यूटाजोल का प्रयोग प्रभावी रहा। इथियोपिया में ईएमएस का उपयोग करके टेफ में अल्फा-ट्यूबुलिन-१ जीन के उत्परिवर्तन द्वारा एक गिरने-सहिष्णु किस्म "केग्रे" विकसित की गई। चूँकि टेफ के दाने बहुत छोटे होते हैं,

इसलिए सफाई बहुत श्रमसाध्य और बोझिल होती है। यदि कटाई के दौरान वर्षा होती है, तो दाने ज़मीन पर गिरकर गायब हो सकते हैं।

उपज

टेफ से प्रति पौधा १०-१२ पुष्पगुच्छ प्राप्त होती हैं, जिनका वजन लगभग ०.३ ग्राम होता है। टेफ के दानों का परीक्षण वजन ०.३१ ग्राम है। जीकेवीके, बेंगलुरु में २.२ और ३.५ टन/हेक्टेयर अनाज और चारा उपज प्राप्त की गई। बीजों के भंडारण के लिए किसी विशेष रखरखाव की आवश्यकता नहीं होती है क्योंकि यह भृंगों और अन्य भंडारण कीटों को आकर्षित नहीं करता है।

घास, पशुओं के लिए अच्छा चारा बनती है और अनाज की उपज चाहे जो भी हो, फसल ५ टन/हेक्टेयर तक चारा पैदा करती है।

प्रसंस्करण

मिलिंग की आवश्यकता नहीं है, लेकिन मैनुअल सफाई एक चुनौती है। स्थानीय बाजारों में उपभोक्ताओं और व्यापारियों का सीमित ज्ञान एक और चुनौती है।

निर्यात

अंतर्राष्ट्रीय बाजार में टेफ की कीमत बहुत अधिक (५-६ अमेरिकी डॉलर/किग्रा) मिलती है। हालाँकि, भारत से निर्यात नगण्य (लगभग १०० टन) है और अधिकांशतः पायलट शिपमेंट हैं।

बीज उत्पादन

भारत में इस फसल के लिए कोई बीज उत्पादन तकनीक विकसित नहीं की गई है।

अध्याय १३: जॉब्स टियर

वैज्ञानिक नाम: कोइक्स लैक्रिमा-जोबी



चित्र ८५ और ८६. पासीघाट, अरुणाचल प्रदेश में जॉब टियर की फसल

(स्रोत: डॉ. एल.एम. गरनायक, अनुसंधान निदेशक, सीएयू, मणिपुर)

जॉब टियर, जिसे जगराडी (संस्कृत), संकरू (हिंदी), गुड़गुड़ (बंगाली), मेगरू (गारो), सोहीव (खासी), कुंच (त्रिपुरी), अदाले (असम) कहा जाता है, एक वार्षिक, सीधी शाखाओं वाली घास है, जो १-२ मीटर ऊँची होती है, जिसमें ७-८ टिलर होते हैं, जिनमें स्पंजी आंतरिक ऊतक होते हैं और निचली गांठों से मक्के जैसी जड़ें निकलती हैं। यह घास एकलिंगी होती है, जिसके पौधे के विभिन्न भागों पर अलग-अलग नर और मादा फूल होते हैं। पत्तियाँ लंबी, चौड़ी और चपटी होती हैं, जिनमें रैखिक पत्ती ब्लेड (लांसोलेट, नुकीला और हृदयाकार) होता है। ऊपरी पत्तियों के कक्षों में ३-६ से.मी के डंठल पर पुष्पक्रम दिखाई देते हैं। मादा फूल पीले, बैंगनी या भूरे रंग के बीज उत्पन्न करते हैं; अक्सर आंसू के आकार के (इसलिए यह नाम दिया गया है) और प्रकृति में अत्यधिक टूटने वाले होते हैं। जॉब्स टियर्स एक मात्रात्मक लघु-दिवसीय पौधा है (अर्थात् यह लघु-दिवसीय परिस्थितियों में त्वरित पुष्पन करता है, लेकिन दीर्घ-दिवसीय या लघु-दिवसीय दोनों परिस्थितियों में पुष्पित होगा) जिसके लिए उच्च तापमान, प्रचुर वर्षा और उचित रूप से उपजाऊ मिट्टी की आवश्यकता होती है। इसमें अनियमित पुष्पन होता है और इसका बीज सूचकांक १६-१७ ग्राम होता है। इस फसल को पूरी तरह से पकने में १५०-१६० दिन लगते हैं।

पोषक तत्व संरचना: जॉब्स टियर्स के छिलके वाले दाने के 100 ग्राम खाद्य भाग में शामिल हैं: जल 10.1-15.0 ग्राम, प्रोटीन 9.1-23.0 ग्राम, वसा 0.5-6.1 ग्राम, कार्बोहाइड्रेट 58.3-77.2 ग्राम, रेशा 0.3-8.4 ग्राम और राख 0.7-2.6 ग्राम। जॉब्स टियर्स में उच्च मात्रा में स्टार्च (58 प्रतिशत) होता है। इसका ऊर्जा मान लगभग 1500 kJ/100 ग्राम है। प्रारंभिक वनस्पति विकास के समय जॉब्स टियर्स चारे में 29.9 प्रतिशत शुष्क पदार्थ, 8.5 प्रतिशत अपरिष्कृत प्रोटीन, 27.9 प्रतिशत अपरिष्कृत रेशा, 8.96 प्रतिशत राख, 2.7 प्रतिशत ईथर अर्क और 51.9 प्रतिशत नाइट्रोजन-मुक्त अर्क होता है।

उपयोगिता: जॉब्स टियर एक कम उपयोग की जाने वाली, बहुउद्देशीय फसल है जिसका पोषण संबंधी और सांस्कृतिक महत्व दोनों है। नागा किसान जॉब्स टियर्स को सूअर और मुर्गी के चारे के रूप में भी इस्तेमाल करते थे। कोइक्स भी इस क्षेत्र का बहुत पौष्टिक भोजन है और आमतौर पर चावल और दालों के साथ पकाया जाता है; इसके दानों का उपयोग स्थानीय शराब बनाने के लिए भी किया जाता है और इसकी जड़ों का उपयोग दवा के रूप में किया जाता है। स्थानीय रूप से प्राप्त पशु आहार के रूप में, जॉब्स टियर्स को पीसकर, तोड़कर या साबुत अनाज के रूप में पशुओं को खिलाया जा सकता है।

नरम खोल वाले जॉब्स टियर्स (कोइक्स लैक्रिमा-जोबी वर. मा-युएन) का सेवन विभिन्न रूपों में किया जाता है। छिलके उतारे हुए परिपक्व बीजों को उबालकर पके हुए चावल के साथ खाया जाता है; आटे को पानी में मिलाकर ठंडे पेय के रूप में लिया जाता है; गारो, नागा और कार्बी जनजातियाँ स्थानीय शराब बनाने के लिए और कुछ स्थानों पर मुर्गी और पशुओं के चारे के रूप में अनाज का उपयोग करती हैं। कठोर खोल वाले प्रकार (कोइक्स लैक्रिमा-जोबी वर. लैक्रिमा-जोबी) अक्सर मोतियों और आभूषणों के लिए उपयोग किए जाते हैं। हरी पत्तियों का उपयोग चारे के रूप में और सूखे पौधों का उपयोग छप्पर बनाने के लिए किया जाता है। चिकित्सीय रूप से, अनाज गुर्दे और पित्ताशय की पथरी, मासिक धर्म संबंधी विकारों, जुकाम के संक्रमण के लिए उपयोगी माने जाते हैं, और जड़ों के काढ़े का उपयोग कृमिनाशक के रूप में किया जाता है। इसके दाने को चावल, गेहूँ और मक्के की तुलना में प्रोटीन और कार्बोहाइड्रेट का अधिक समृद्ध स्रोत माना जाता है और इसमें मक्के की तुलना में फाइटोस्टेरॉल की मात्रा कम होती है। जॉब्स टियर की खेती की जाने वाली किस्मों में सख्त जड़ें होती हैं जो बहुत टिकाऊ होती हैं और इन्हें सुतली या बांधने वाली सामग्री में बनाया जा सकता है।

यह भारत में, विशेष रूप से पूर्वोत्तर राज्यों, बिहार और पश्चिम बंगाल के कुछ हिस्सों में उगाई जाने वाली एक बहुउद्देशीय फसल (भोजन, चारा और दवा के लिए) है। मेघालय की गारो पहाड़ियों में, जॉब्स टियर को मैरुकु कहा जाता है, और मेगरू की खेती की जाती है। अरुणाचल प्रदेश में, जॉब्स टियर को अन्यात/तन्यात/फोमपलिंग कहा जाता है। अरुणाचल प्रदेश के अपर सियांग, शियोमी, पूर्वी सियांग, सियांग, पश्चिमी सियांग, लेपा राडा, रॉयिंग, तेजू, अंजॉ, नामसाई, दापोरिजो, निचला सियांग, पापमपारे, कामले जिलों में जॉब्स टियर देखा जाता है। गुजरात के डांग जिले के किसानों ने भी जॉब्स टियर की उपस्थिति की सूचना दी है। खान-पान की आदतों में बदलाव और कृषक समुदाय द्वारा लाभदायक नकदी फसलों को अपनाने के कारण जॉब्स टियर के अंतर्गत खेती धीरे-धीरे कम हो रही है।

जलवायु आवश्यकताएँ

उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में यह पौधा २००० मीटर की ऊँचाई तक पाया जा सकता है। एडले को हल्की, ठंडी और आर्द्र जलवायु पसंद है। यह गर्म और उमस भरी जलवायु के अनुकूल नहीं होता, इसमें ठंड सहन करने की क्षमता कम होती है, यह सूखे को सहन नहीं कर सकता और बाढ़ की स्थिति में अच्छी तरह से बढ़ता है। यह उच्च वर्षा, मध्यम तापमान और कम सापेक्ष आर्द्रता वाली परिस्थितियों में सबसे अच्छी तरह बढ़ता है। वार्षिक तापमान ९.६-२८.८ डिग्री सेल्सियस (इष्टतम: २१.५ डिग्री सेल्सियस) और जॉब्स टियर्स उत्पादन के लिए आदर्श माने जाते हैं। इस फसल के बीज बनने के चरण के दौरान शुष्क अवधि की आवश्यकता होती है। यह फसल मैदानी इलाकों से लेकर पहाड़ियों तक समुद्र तल से २००० मीटर ऊपर तक पाई जा सकती है। काले खोल वाली एडले अधिक ऊंचाई वाले क्षेत्रों में रोपण के लिए उपयुक्त है और बौनी एडले किस्में कम ऊंचाई वाले क्षेत्रों में रोपण के लिए उपयुक्त हैं। जब जमीन का तापमान १२ डिग्री सेल्सियस से ऊपर हो, तब रोपण किया जा सकता है।

मिट्टी

यह आमतौर पर उपजाऊ, अच्छी जल निकासी वाले खेतों में ४.५-८.४ (इष्टतम: ६.२) pH वाली रेतीली दोमट मिट्टी में उगाया जाता है। यह फसल जलभराव वाली, अम्लीय और लैटेराइट मिट्टी, और निम्नीकृत, ढलान वाली भूमि पर भी उत्पादक है और इस प्रकार यह लचीली होती है।

भूमि की तैयारी

जॉब्स टियर्स को पर्याप्त अंकुरण और वृद्धि के लिए नम मिट्टी की आवश्यकता होती है। भूमि को गहरी जुताई, उसके बाद २-३ बार हैरो चलाना और प्लैकर से समतल करके तैयार किया जाना चाहिए।

बुवाई की तिथियां

सर्दियों को छोड़कर, फसल अन्य सभी समयों में उगाई जा सकती है। जून बुवाई का सबसे आदर्श समय है। चूँकि बीजों का आवरण कठोर होता है, अंकुरण को सुगम बनाने के लिए, बुवाई से पहले बीजों को कम से कम १ दिन पानी में भिगोना आवश्यक है। बीजों को आमतौर पर मिट्टी में ५-७ सेमी गहराई पर बोया जाता है। कभी-कभी, बेहतर स्थापना के लिए निचले इलाकों में ३०-३५ दिन पुराने पौधों की रोपाई की जाती है।

बीज दर और अंतराल

४० से.मी x १५ से.मी की दूरी पर पंक्तियों में बुवाई के लिए ३०-४० किग्रा/हेक्टेयर की बीज दर पर्याप्त है। छितराई बुवाई के लिए, पंक्ति बुवाई की तुलना में २५-३० प्रतिशत अधिक बीज दर (४०-५० किग्रा/हेक्टेयर) का उपयोग किया जाता है। निचले इलाकों में रोपी गई फसल (३०-३५ दिन की पौध) को कम बीज दर (२०-३० किग्रा/हेक्टेयर) की आवश्यकता होती है। वर्षा ऋतु की शुरुआत में तैयार खेतों में लगभग ५ सेमी गहराई तक बीज बोकर फसल उगाई जा सकती है। विशेष रूप से चारा उत्पादन के लिए, कलमों द्वारा प्रवर्धन संभव है।

किस्में

अनाज के उद्देश्य से: भारत में अभी तक कुछ ही प्रकार की किस्मों को विकसित किया गया है क्योंकि इस पर कोई प्रजनन कार्यक्रम नहीं है। भूमि प्रजातियाँ उत्तर पूर्वी राज्यों (मेघालय, अरुणाचल प्रदेश, मणिपुर, मिज़ोरम और नागालैंड) में उगाई जाती हैं। एनबीपीजीआर क्षेत्रीय केंद्र, उमियम (बारापानी), मेघालय ने १९८६ और २००४ के बीच पूर्वोत्तर से जॉब्स टियर्स के 50 से ज़्यादा संग्रह एकत्र किए हैं। उल्लेखनीय उच्च उपज देने वाले जीनोटाइप में आईसी-012703 (अनाज उपज: ३.१८ टन/हेक्टेयर), आईसी-089391 (अनाज उपज: ३.०० टन/हेक्टेयर) और आईसी-521338 (अनाज उपज: २.९० टन/हेक्टेयर) शामिल हैं। एनबीपीजीआर क्षेत्रीय केंद्र, भोवाली, नैनीताल (उत्तराखंड) में पूर्वोत्तर से 37 जर्मपल्म वंशों के मूल्यांकन में आईसी-0332644, आईसी-0416831 और आईसी-054017 संग्रहों को आशाजनक पाया गया।

नागालैंड के विभिन्न जिलों, जैसे जलुकी, कोहिमा, वोखा, जुन्हेबोटो और लोंगलेंग, के किसानों के खेतों से एकत्रित 10 जॉब्स टियर जर्मप्लाज्म (जेबीएन-1, जेबीएन-2, जेबीएन-3, जेबीएन-4, जेबीएन-5, जेबीएन-6, जेबीएन-7, जेबीएन-8, जेबीएन-9 और जेबीएन-10) के मूल्यांकन से पता चला है कि अन्य प्रजातियों की तुलना में अनाज की पैदावार के लिए जेबीएन-10 सर्वोत्तम है (कुमार एट अल., २०१७)।

चारे का उद्देश्य: जॉब्स टियर बायोमास पशुओं के लिए स्वादिष्ट और पौष्टिक होता है। अध्ययनों से संकेत मिलता है कि जॉब्स टियर आटा पोल्टी फीड में मक्के के आटे की जगह ले सकता है। भारत में जारी कुछ खाद्य प्रयोजन किस्मों की सूची नीचे दी गई है।

केसीए-३: बीसीकेवी, कल्याणी (२००४) में विकसित, असम, ओडिशा, झारखंड, पश्चिम बंगाल, मेघालय, बिहार राज्यों के लिए उपयुक्त और इसमें उच्च चारा उपज और नरम खोल वाला अनाज है।

केसीए-४: बीसीकेवी, कल्याणी (२००५) में विकसित, असम, ओडिशा, झारखंड, पश्चिम बंगाल, मेघालय, बिहार राज्यों के लिए उपयुक्त और इसमें केसीए-३ की तुलना में बेहतर अनाज की गुणवत्ता और अनुकूलनशीलता है।

बिधान कोइक्स-१: एक चारा किस्म, पश्चिम बंगाल, उड़ीसा, असम और उत्तरी बिहार में खेती के लिए उपयुक्त। इसकी हरे और सूखे चारे की उपज ३४.६ और ६.९ टन/हेक्टेयर है।

पूर्वोत्तर भारत में, वानस्पतिक किस्में जैसे, **var.** मा-युएन (नरम खोल वाला, खाद्य; अनाज के रूप में और पारंपरिक चिकित्सा में उपयोग किया जाता है), **var.** लैक्रिमा-जोबी (कठोर खोल वाला, जंगली प्रकार; मोतियों और अलंकरण के लिए उपयोग किया जाता है), **var.** स्टेनोकार्पा (बेलनाकार इनवोल्यूकर्स; सजावटी रूप में प्रयुक्त) और मोनिलिफ़र (मोती जैसे बीज; अक्सर आदिवासी आभूषणों और शिल्प में प्रयुक्त) सदियों से मेघालय, नागालैंड, मणिपुर, मिज़ोरम और अरुणाचल प्रदेश के आदिवासी समुदायों द्वारा पाए और उगाए जाते हैं।

खाद और उर्वरक

यह फसल पोषक तत्वों के प्रति अच्छी प्रतिक्रिया देती है। ८०:४०:४० किग्रा/हेक्टेयर **N:P₂O₅:K₂O** (५० प्रतिशत **N**, पूर्ण **P** और **K** आधार पर और शेष ५० प्रतिशत **N** फसल को काटने के बाद चारे के रूप में) के साथ १०-१२ टन/हेक्टेयर की दर से गोबर की खाद या कम्पोस्ट का प्रयोग करने की सलाह दी जाती है।

जैवउर्वरकों (एज़ोस्फिरिलम और फॉस्फोबैक्टीरिया प्रत्येक २ किग्रा/हेक्टेयर) का गोबर की खाद के साथ प्रयोग करने की सलाह दी जाती है। बुवाई से ३०-४० दिन पहले हरी खाद बायोबास (सेस्बेनिया या क्रोटेलेरिया) मिलाना वांछनीय है। पूर्वोत्तर भारत की अम्लीय मिट्टी में, हर ३ साल में एक बार १-२ टन/हेक्टेयर की दर से चूना या डोलोमाइट का प्रयोग वांछनीय है।

खरपतवार प्रबंधन

जॉब्स टियर में खरपतवार प्रबंधन के लिए २०-२५ दिनों के अंतराल पर एक बार हाथ से निराई करना पर्याप्त है। हालाँकि, दलदली क्षेत्रों में, जलीय खरपतवार जॉब्स टियर से प्रतिस्पर्धा करते हैं, जिन्हें नष्ट करने के लिए २०-२५ दिनों और ४०-४५ दिनों के अंतराल पर दो बार हाथ से निराई करना आवश्यक है। निराई के दौरान, मिट्टी ढीली हो जाती है जिससे फसल की वृद्धि, जड़ों के विकास और कल्ले निकलने में प्रभावी रूप से मदद मिलती है। फसल के लिए अभी तक किसी भी खरपतवारनाशक की सिफारिश नहीं की गई है।

जल प्रबंधन

वर्षा ऋतु में, इसे वर्षा आधारित फसल के रूप में उगाया जाता है। हालाँकि, गर्मियों के दौरान और वर्षा ऋतु के बाद, १५-२० दिनों के अंतराल पर सिंचाई की जाती है।

फसल प्रणाली

जॉब्स टियर को अक्सर अकेले या चावल या चावल की फलियों के साथ मिलाकर उगाया जाता है। नागालैंड में एल्डर (एलनस नेपालेंसिस) आधारित स्थानान्तरण खेती में, एल्डर के परागण काल के दौरान, जॉब्स टियर, मक्का और चावल जैसी फसलें उगाई जाती हैं, और इसके बाद लोबिया, रागी, पेरिला (पेरिला फ्रूटसेंस; लैमियासी), आलू, सोयाबीन, तारो और विभिन्न सब्जियों की क्रमिक फसलें उगाई जाती हैं। एल्डर एक नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाला वृक्ष है जो फ्रैंकिया जीवाणु प्रजाति वाले नोड्यूलस के माध्यम से नाइट्रोजन स्थिरीकरण करता है। इसका प्रबंधन ४ वर्षीय चक्रों के लिए किया जाता है, जिसमें २ मीटर ऊँचाई पर वृक्ष का परागण किया जाता है और २ वर्षों तक फसल उगाई जाती है और अगले दो वर्षों तक भूमि को परती छोड़ दिया जाता है। नागालैंड में स्थानान्तरण खेती के तहत, जॉब्स टियर की उपज १.१२ टन/हेक्टेयर दर्ज की गई।

कीट प्रबंधन

जॉब्स टियर को कीटों और रोगों से कोई बड़ा नुकसान नहीं होता है, इसलिए इसकी खेती आसान है। जॉब्स टियर कीटों में तना छेदक (सेसमिया इनफेरेस और ऑस्ट्रिनिया फनकिलिस), राइस स्किपर (पेलोपिडास मैथियास), पत्ती भक्षण कीट, थ्रिप (चेटानाफोथ्रिप्स ऑर्किडी), एफिड (रोपालोसिफम मैडिस) और ऊनी एफिड (सेराटोवैकुना लैनिगेरा) शामिल हैं।

रोग प्रबंधन

यह पत्ती झुलसा (फ्यूसैरियम प्रजाति, राइजोक्टोनिया सोलानी), पत्ती धब्बा (हेल्मिन्थोस्पोरियम प्रजाति), पत्ती जंग और स्मट रोगों के प्रति संवेदनशील है। चूहों और तोतों द्वारा भी बीजों को नुकसान पहुँचाया जाता है।

स्मट

उस्टिलागो कोइसिस में, सभी अंडाशय प्रभावित होकर नष्ट हो जाते हैं, जबकि उस्टिलागो लैक्रिमे-जोबी में, केवल कुछ अंडाशय प्रभावित होते हैं। नर पुष्प प्रभावित नहीं होते।

२ ग्राम/किग्रा बीज की दर से कार्बोडिज़िम से बीज उपचार करने से रोग का प्रकोप कम होता है।

रस्ट (प्यूकिनिया कोइसिस)

कवक संक्रमण होने पर, पत्ती की दोनों सतहों पर सूक्ष्म भूसे के रंग के रस्ट के दाने बन जाते हैं।

२ ग्राम/किग्रा बीज की दर से मैनकोज़ेब से बीजोपचार करने से रोग का प्रभावी रूप से नियंत्रण होता है।

कटाई

जब लगभग ८० प्रतिशत एडले के दाने भूरे हो जाएँ, तो जमीन से ऊपर तीन गांठों से तने काटकर पुष्पगुच्छ की कटाई की जाती है। कटे हुए पुष्पगुच्छों को हाथ से गहाई करके बीज को धूप में सुखाया जाता है। जॉब्स टियर के बीज रंग में भिन्न होते हैं, जिनमें अधिक मुलायम खोल वाले बीज हल्के भूरे रंग के होते हैं और कठोर खोल वाले बीजों का पेरिकार्प गहरा लाल होता है।

चारे के लिए फसल को जमीन से ३० से.मी ऊपर से ताजा काटा जाता है और प्रति वर्ष २-३ कटाई की जा सकती है, पहली कटाई फसल की वृद्धि और आवश्यकता के आधार पर बुवाई के ४५-८० दिनों के बाद की जाती है, उसके बाद ३०-४५ दिनों के अंतराल पर अगली कटाई की जाती है। इस फसल से ६०-७० टन/हेक्टेयर हरे चारे की उपज प्राप्त की जा सकती है।

उपज

जॉब्स टियर से २-४ टन/हेक्टेयर भूसी वाला अनाज प्राप्त होता है और अनाज में ३०-५० प्रतिशत छिलका (भूसी निकालने के बाद बचे अनाज की मात्रा) होता है। नरम-खोल वाले प्रकार (जैसे, मा-युएन किस्म) को संसाधित करना आसान होता है, जबकि कठोर प्रकार का उपयोग मोतियों के लिए किया जाता है। छोटे पैमाने पर भूसी निकालने और ग्रेडिंग के लिए अनुकूलित मशीनरी का अभाव एक बड़ी बाधा है। मेघालय और नागालैंड में कुछ किसान उत्पादक संगठन (एफपीओ) संशोधित चावल मिलों के साथ प्रयोग कर रहे हैं।

निर्यात

जॉब्स टियर धीरे-धीरे क्षेत्रीय और अंतर्राष्ट्रीय व्यापार में, विशेष रूप से कार्यात्मक खाद्य पदार्थों, न्यूट्रास्युटिकल्स और आदिवासी आजीविका प्रणालियों के संदर्भ में, एक विशिष्ट वस्तु के रूप में उभर रहा है। अक्सर एचएस कोड: १००८.९० (अन्य अनाज) या १२११ (औषधीय पौधे) के तहत इसका व्यापार किया जाता है। थोक निर्यात में इसकी कीमत २-४ डॉलर/किग्रा होती है। भारत (मेघालय, नागालैंड, मणिपुर, झारखंड, ओडिशा राज्य) से प्रति वर्ष लगभग १,००० मीट्रिक टन जौ का निर्यात किया जाता है, जैसे कि

साबुत अनाज, पॉलिश किया हुआ अनाज, आटा, भुने हुए स्रैक्स, हर्बल सप्लीमेंट। जापान, दक्षिण कोरिया, अमेरिका, यूरोपीय संघ (स्वास्थ्यवर्धक खाद्य और ग्लूटेन-मुक्त बाजारों के लिए) प्रमुख आयातक हैं।

बीज उत्पादन

जॉब्स टियर एक अत्यधिक पर-परागण वाली फसल है, जिसका परागण मुख्यतः वायु द्वारा होता है। इसलिए, प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए, अन्य जॉब्स टियर किस्मों या जंगली प्रकारों से ३०० मीटर की दूरी बनाए रखना आवश्यक है। इससे आनुवंशिक शुद्धता बनाए रखने में मदद मिलती है। यह दूरी पर-परागण वाले अनाजों के सामान्य मानकों के अनुरूप है और अन्य किस्मों, जंगली रिश्तेदारों या गैर-प्रमाणित खेतों से संदूषण को रोकने के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। जॉब्स टियर की बीज गुणन दर १: ५०-८० है। देश में इस फसल के लिए बीज उत्पादन प्रणालियाँ अभी विकसित होनी बाकी हैं।

संदर्भ

अभिगना, डी., कल्पना, आर., राधामणि, एस., रविचंद्रन, वी., जनकाई, पी. और गीता, पी. २०२४. ब्राउन टॉप मिलेट (ब्राचियारिया रामोसल) का प्रदर्शन समस्याग्रस्त मिट्टी के नीचे उगाया जाता है। जर्नल ऑफ एप्लाइड एंड नेचुरल साइंस, **16(2): 503-507**।

आईसीएमआर. २०२०. अनुशांसित आहार भत्ते और अनुमानित औसत आवश्यकताएँ। हैदराबाद, भारत: राष्ट्रीय पोषण संस्थान, **319** पृष्ठ।

आकांक्षा, शर्मा के. और चौहान, ई.एस. २०१८. मानव उपभोग के लिए टेफ अनाज की पोषण संरचना, भौतिक विशेषताएँ और स्वास्थ्य लाभ: एक समीक्षा। जर्नल ऑफ फार्मा इनोवेशन, **7(10): 03-07**।

कुमार, आर., योखा. के., राजेश. जी. और डेका. बी. सी. २०१७. नागालैंड की पहाड़ी परिस्थितियों में कोइक्स / जॉब्स टियर लाइन्स (कोइक्स लैक्रिमा-जोबी) का प्रदर्शन। पर्यावरण एवं पारिस्थितिकी, **35 (1बी): 440-444**.

कुमार, डी. ए. और चन्नवीरस्वामी, ए. एस. २०१५. कुटकी (पैनिकम सुमट्रेस) की बीज उपज पर शूटफ्लाई के प्रकोप के लिए पूर्व और पश्चात नियंत्रण उपाय और इसका प्रभाव। जर्नल ऑफ एक्सपेरिमेंटल जूलॉजी, **18 (2): 811-814**।

कृष्णप्पा, के., रविचंद्र, एन. जी., और रेड्डी, बी. एम. आर. २००२. सूत्रकृमि के प्रबंधन में हरी खाद की भूमिका। शंकर, एम. ए., मंजूनाथ, ए., गजानन, जी. एन., मारिराजू, एच., और लिंगप्पा, बी. एस., (संपादक), वर्षा आधारित कृषि में हरी खाद की संभावनाएँ (पृष्ठ **45-55**)।

गंगय्या, बी. और तारा सत्यवती, सी. २०२४. नाइट्रोजन प्रबंधन बाजरा/ज्वार/फिंगर बाजरा के लिए पत्ती रंग चार्ट (एलसीसी)। आईसीएआर-आईआईएमआर, राजेंद्र नगर, हैदराबाद **500 030**।

गारिन, वी., चौधरी, एस., मुरुगेसन, टी., कालियामूर्ति, एस., डायनकुम्बा, एम., हज्जारपुर, ए., चेल्लापिला, टी.एस., गुप्ता, एस.के. और खोलोवा, जे. २०२३. भारत में मिलेट्स की खेती के वातावरण का लक्षण वर्णन: विस्तारित डेटा विश्लेषण और डिजिटल उपकरणों द्वारा सक्षम स्थिति और परिप्रेक्ष्य। एग्रोनॉमी, **13(6): पृष्ठ 1607**।

गोकटे, एन. और माथुर, वी. के. १९९३. एफेलेनचोइड्स बेसेई से प्रभावित सेटारी एड्टालिका और पैनिकम मिलिएसियम के बीजों के डीनेमेटाइजेशन के लिए उपचार कार्यक्रम। नेमाटोलॉजिका, **39: 274-276**।

चैसिरिचारोएनकुल, जे., टोंगटा, एस. और इंटारापिचेट, के.ओ. २०११. कोइक्स / जॉब्स टियर (कोइक्स लैक्रिमा-जॉबी एल.) कर्नेल और आटे की संरचना और रासायनिक तथा भौतिक-रासायनिक गुण। सुरनारी जर्नल ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, **18(2): 109-122**।

जाट, आर., ढाका, ए., सिंह, बी., बिश्रोई, डीके और गोरा, एम.के. २०२४. हिसार के अर्ध-शुष्क क्षेत्र में बार्नयार्ड मिलेट इंटरक्रॉपिंग सिस्टम का मूल्यांकन। इंडियन जर्नल ऑफ एग्रोनॉमी **69(3):311-319**।

जीवन, बी., होसाहट्टी, आर., मिश्रा, के.के., सुब्बान्ना, ए.आर.एन.एस., सिंह, ए.के. और शर्मा, डी. २०२१. रागी ब्लास्ट रोग: वैश्विक पोषण सुरक्षा के लिए संभावित खतरा। अनाज फसलों के ब्लास्ट रोग में: जलवायु परिवर्तन के संदर्भ में विकास और अनुकूलन (पृष्ठ **51-57**)। चैम: स्प्रेगर इंटरनेशनल पब्लिशिंग।

ज्योति, जी. और सुंदरबाबू, आर. १९९८. रागी पर रेनिफॉर्म सूत्रकृमि, रोटिलेंचुलस रेनिफॉर्मिस के साथ वेसिकुलर-अर्बुस्कुलर माइकोराइजा की परस्पर क्रिया। इंडियन जर्नल ऑफ नेमाटोलॉजी, **28: 145-149**।

झांग, डब्ल्यू., वांग, बी., लियू, बी., चैन, जेड., लू, जी., गे, वाई. और बाई, सी. २०२२. जलवायु परिवर्तन की स्थिति में उत्तरी चीन के मैदानी क्षेत्र में कंगनी (सेटेरिया इटालिका ब्यूव.) की उपज सुधार हेतु लक्षण चयन। *एग्रोनॉमी*, **12(7)**, पृष्ठ 1500.

ठाकुर, आर.पी. और किंग, एस.बी. १९८८-ए. मिलेट्स का एरगॉट रोग। सूचना बुलेटिन संख्या 24। पटनचेरु, ए.पी. **502 324**, भारत: अर्ध-शुष्क उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों के लिए अंतर्राष्ट्रीय फसल अनुसंधान संस्थान।

ठाकुर, आर.पी. और किंग, एस.बी. १९८८-बी. मिलेट्स का स्मट रोग। सूचना बुलेटिन संख्या 25, पाटनचेरु, ए.पी. **502 324**, भारत: अर्ध-शुष्क उष्णकटिबंधीय के लिए अंतर्राष्ट्रीय फसल अनुसंधान संस्थान।

त्रिवेणी, यू., सुकन्या, टी.एस., पात्रो, टी.एस.एस.के., अनुराधा, एन., संध्या रानी, वाई., श्रीनिवास राव, एम.एम.वी., प्रवीण, बी., हेमन्त कुमार, एम., ज्योत्सना किरणमई, एम., भरतलक्ष्मी, एम., गणपति, के.एन., प्रभाकर भट्ट और टोनापी, वी.ए. २००२. गुली/गुनी/नेटी विधि: कुंवारी उपजाऊ मिट्टी में बाजरा की खेती के लिए एक वरदान। एआईसीआरपी-अंगरू, एआरएस, विजयनगरम, आंध्र प्रदेश, **20** पीपी।

दीपान्विता गीता नियोगियोन। २०१८. क्या बैगा बाजरा मुख्यधारा का हिस्सा बन सकता है? जून १४, २०१८. इन परिप्रेक्ष्य। विकल्प संगम <https://vikalpsangam.org/article>.

नारायणमूर्ति, ए. २०२३. मिलेट्स की खरीद को बढ़ावा देने की आवश्यकता है। द हिंदू बिजनेस लाइन। १९ जून, २०२३. ६ जून, २०२५ को <https://www.thehindubusinessline.com/opinion/millets-need-a-procurement-push/article66987058.ece> से प्राप्त

नुथलपति, सी., बीरो, एस., कुमार, ए., सोनकर, वी. और मुल्ला, ए. २०२३. विषम खाद्य नीतियां, विकृत अंतर-फसल समता, और पोषक-अनाज किसान। इकोनॉमिक पॉलिटिकल वीकली, **58:54-63**.

पंधारे, बालासाहेब रवि. २०१४. मैक्रोफोमिना फेजोलिना (टैसी) गोइड द्वारा उत्तेजित रबी ज्वार के चारकोल सड़न पर अध्ययन। एम.एससी (एजी) थीसिस। वसंतराव नाइक मराठवाड़ा कृषि विद्यापीठ, परभणी। <http://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810050132>

पोर्टरस, आर., १९५७. सेरेल्स खदान डु शैली डिजिटेरिया डान्स लाइंडे। जर्नल डीएग्रीकल्चर ट्रेडिशननेल एट डी बोटानिक अप्लिकी, **4(1):106-107**।

पोहताम, में. २०२४. पूर्वोत्तर भारत के बाजरे - शराब बनाने के विशेष संदर्भ में। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ हेल्थ साइंसेज एंड रिसर्च **14(9): 387-394**।

फुलर, डी. क्यू. २००६. दक्षिण एशिया में कृषि उत्पत्ति और सीमाएं: एक कार्यशील संश्लेषण। जर्नल ऑफ वर्ल्ड प्रीहिस्ट्री **20: 1-86**।

बैरेटो, आर., ब्यूनाविस्ता, आर.एम., रिवेरा, जे.एल., वांग, एस., प्रसाद, पी.वी. और सिलिवेरु, के. २०२१. टेफ (एराग्रोस्टिस टेफ) प्रसंस्करण, उपयोग और भविष्य के अवसर: एक समीक्षा। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ फूड साइंसेज एंड टेक्नोलॉजी, **56(7): 3125-3137**।

मुंधे, बी.एस., साखरे, वी.वी., अंधले, एम.डी., मोहरिल, एम.पी. और गवली, एस.आर., २०२५. कंगनी (फॉक्सटेल मिलेट)। मिलेट्स: जलवायु सहनशीलता तथा खाद्य एवं पोषण सुरक्षा हेतु फसलें (पृष्ठ **33-65**) में। संपादक: एस. ए. सीज़र एवं अन्य। सिंगापुर: स्पिंगर नेचर सिंगापुर।

मूर्ति, एम.वी.आर., सिंह, पी., वानी, एस.पी., खैरवाल, आई.एस. और श्रीनिवास, के., २००७. सिमुलेशन मॉडलिंग का उपयोग करते हुए भारत में ज्वार और मिलेट्स का उपज अंतराल विश्लेषण: कृषि पारिस्थितिकी तंत्र पर

वैश्विक विषय रिपोर्ट संख्या 37. पटनचेरु 502 324, आंध्र प्रदेश, भारत: अर्ध शुष्क उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों के लिए अंतर्राष्ट्रीय फसल अनुसंधान संस्थान। 82 पृष्ठ।

यूएसडीए मृदा संरक्षण सेवा. १९९३. सिंचाई जल आवश्यकताएँ। राष्ट्रीय इंजीनियरिंग हैंडबुक एनईएच, भाग 623, अध्याय 2, राष्ट्रीय तकनीकी सूचना सेवा

राष्ट्रीय लेखा प्रभाग (एनएडी)। २०२४. 'कृषि एवं संबद्ध क्षेत्रों से उत्पादन के मूल्य पर सांख्यिकीय रिपोर्ट (२०११-१२ से २०२२-२३)। राष्ट्रीय सांख्यिकी कार्यालय, सांख्यिकी एवं कार्यक्रम कार्यान्वयन मंत्रालय (एमओएसपीआई), भारत सरकार।

लोगवाह, टी., अनंतन, आई., भास्कराचार्य, के., वैकैया, के. और लोगवाह, टी. २०१७. भारतीय खाद्य संरचना सारणियाँ (पृष्ठ 2-58)। हैदराबाद: राष्ट्रीय पोषण संस्थान, भारतीय आयुर्विज्ञान अनुसंधान परिषद।

वांग, वार्ड., ब्रूटिंगम, ए., वेबर, ए.पी. और झू, एक्स.जी. २०१४. C-४ प्रकाश संश्लेषण के तीन विशिष्ट जैव रासायनिक उपप्रकार? एक मॉडलिंग विश्लेषण। जर्नल ऑफ एक्सपेरिमेंटल बॉटनी, 65(13): 3567-3578।

विश्वनाथन, आर., नित्या, के., विष्णुवर्धन, जे., बालासर्वनन, एस., कावेरिनाथन, के., विसलाची, डी. २०२३. भारत में गन्ने के पीले पत्ते और मोज़ेक विषाणुओं का एक नया पोषक ज्वार (सोरघम बाइकलर)। भारतीय फाइटोपैथोलॉजी, 76: 867-877।

शर्मा, एस.बी. और शर्मा, आर. १९८८. आंध्र प्रदेश में सोरघम सिस्ट नेमाटोड, हेटेरोडेरा सोरघी की घटना। इंडियन जर्नल ऑफ नेमाटोलॉजी, 18: 329.

शेट्टी, एच.एस., राज निरंजन, एस., किनी, के.आर., बिश्रोई, एच.आर., शर्मा, आर., राजपुरोहित, बी.एस., महला, आर.एस., यादव, एच.पी., गुप्ता, एस.के. और यादव, ओ.पी. २०१६. मिलेट्स का कोमल फफूंदी रोग और उसका प्रबंधन। मिलेट्स पर अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना (भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद), मंडोर, जोधपुर - 342 304. 53 पृष्ठ।

श्रीनिवास, के.पी., सुब्बा रेड्डी, सी.वी., रमेश, बी., लव कुमार, पी. और श्रीनिवासुलु, पी. २०१०. भारत में ज्वार को प्राकृतिक रूप से संक्रमित करने वाले एक वायरस की पहचान गन्ना स्ट्रीक मोज़ेक वायरस के रूप में। यूरोपियन जर्नल ऑफ प्लांट पैथोलॉजी, 127: 13-19।

सिंह, एच.बी. और अरोड़ा, आर.के. १९७२. रायशन (डिजिटेरिया प्रजाति): भारत के खासी पहाड़ियों का एक लघु बाजरा। आर्थिक वनस्पति विज्ञान, 26 (4): 376-380.

सुंदरबाबू, आर., शंकरनारायणन और जोथी, जी. १९९६. रागी से जुड़े सूत्रकृमि पर VAM और जैवउर्वरकों की परस्पर क्रिया। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ ट्रॉपिकल प्लांट डिजीजेज, 14: 85-89।

सौम्यलता, बी.एस., शुभश्री, के.एस. और सहाना, एस.आर. २०२३. तरल बायोफर्टिलाइजर कंसोर्टियम और इसके अनुप्रयोग के तरीकों के लिए बार्नयार्ड मिलेट (इचिनोक्लोआ एस्कुलेंटा एल) की प्रतिक्रिया। पर्यावरण और पारिस्थितिकी 41 (1ए): 302-307।

हरि प्रसन्ना, के. २०२३. भारत में लघु बाजरा: वर्तमान परिदृश्य और आगे की राह। इंडियन फार्मिंग, 73 (01): 38-41।

हरिचंदन, पी., सरोजनी जे. करकन्नावर और हेमलता, एस. २०२३. ब्राउनटॉप मिलेट्स की पोषण संरचना। द फार्मा इनोवेशन जर्नल, एसपी-12(8): 1861-1864।



डॉ. बी. गंगय्या

प्रधान वैज्ञानिक (सस्य विज्ञान)

भा.कृ.अनु.प.-भारतीय श्री अन्न संशोधन संस्था, हैदराबाद



डॉ. विकास कुमार

वरिष्ठ वैज्ञानिक, (खाद्य प्रौद्योगिकी)

भा.कृ.अनु.प.-भारतीय श्री अन्न संशोधन संस्था, हैदराबाद



डॉ. सी. तारा सत्यवती

निर्देशक,

भा.कृ.अनु.प.-भारतीय श्री अन्न संशोधन संस्था, हैदराबाद



भा.कृ.अनु.प. - भारतीय श्री अन्न अनुसंधान संस्थान
वैश्विक श्री अन्न उत्कृष्टता केन्द्र

राजेन्द्रनगर, हैदराबाद - 500 030. तेलंगाना, भारत

दूरभाष : +91-40-24599301, ईमेल : director.millets@icar.org.in, director.millets@gmail.com

वेबसाइट : www.millets.res.in

