

जौ की आनुवंशिक विविधता: कृषि में स्थिरता और उत्पादकता का आधार

मधु पटियाल¹ एवं संतोष कुमार बिश्नोई²

¹भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद-भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, क्षेत्रीय केंद्र, शिमला, हिमाचल प्रदेश

²भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद- भारतीय गेहूं एवं जौ अनुसंधान संस्थान

जौ एक प्राचीन अन्न है, जिसे कई संस्कृतियों में हजारों वर्षों से उगाया जा रहा है। यह महत्वपूर्ण खाद्य स्रोत है जो सूखा-सहिष्णु, कम पानी में भी अच्छी उपज देता है। जौ में उच्च पोषण तत्व होते हैं जिसमें फाइबर, विटामिन बी, प्रोटीन, और खनिज जैसेकि आयरन, मैग्नीशियम और फॉस्फोरस शामिल हैं। इसमें बीटा-ग्लूकन होता है जो कोलेस्ट्रॉल कम करने और हृदय स्वास्थ्य में सुधार करने में मदद करता है। इसका उपयोग विभिन्न खाद्य उत्पादों में किया जाता है, जैसे दलिया, सूप, ब्रेड, और बीयर उत्पादन में। जौ का उपयोग औद्योगिक रूप से माल्टिंग, पशु चारा, और जैव ईंधन उत्पादन में किया जा रहा है। प्राचीन काल में जौ का उपयोग मदिरा उत्पादन और औषधीय प्रयोजनों के लिए किया जाता था। क्योंकि यह फसल मिट्टी की उर्वरता बनाए रखने और फसल चक्र में विविधता लाने में मदद करती है इसलिय यह सतत कृषि के लिए महत्वपूर्ण योगदान दे सकती है। आज, आधुनिक कृषि में जौ की उन्नत किस्में विकसित की जा रही हैं, जो जलवायु

सहिष्णुता, रोग प्रतिरोधकता, और उच्च पोषण गुणवत्ता वाली हैं।

जौ की आनुवंशिक विविधता इसकी अनुकूलन क्षमता, पोषण मूल्य, और विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियों में उगना और इसकी विश्व भर में खेती होने में सहयोग देती है। आनुवंशिक विविधता का मुख्य स्रोत हैं- विभिन्न प्रजातियाँ, स्थानीय लैंडरेस, और जंगली रिश्तेदार हैं। यह विविधता विभिन्न जैविक और अजैविक तनावों के प्रति सहिष्णुता प्रदान करती है। जंगली जौ (*Hordeum spontaneum*) और घरेलू जौ (*Hordeum vulgare*) मृदा विविधता और पारिस्थितिकी कृषि में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं जिससे मिट्टी में विविधता और उत्पादकता क्षमता को बेहतर बनाया जा सकता है। जंगली जौ आमतौर पर कम उपजाऊ, नत्रजन और फॉस्फोरस की कम उपलब्धता, और शुष्क मिट्टी में उगता है, जिससे इसमें सूखा-सहिष्णुता गुण विकसित होते हैं। यह विभिन्न धातुओं और लवणीय मिट्टी में भी जीवित रह सकता है, जिससे यह प्रदूषित क्षेत्रों में भी उगाया जा सकता है। इसके विपरीत घरेलू जौ को उर्वर, दोमट,

अच्छी जल निकासी वाली मिट्टी, और उर्वरकों और जैविक संशोधन की आवश्यकता होती है जिससे इसकी उपज अधिक और अनाज की गुणवत्ता बेहतर होती है।

आधुनिक जौ प्रजनन तकनीकों में कई वैज्ञानिक और जैविक विधियाँ शामिल हैं, जो उपज, गुणवत्ता, और जलवायु सहनशीलता को बेहतर बनाने में सहायक होती हैं। प्रमुख तकनीकें जैसे कि- मार्कर-असिस्टेड चयन (Marker-Assisted Selection - MAS) जौ की आनुवंशिक विविधता का विश्लेषण करके वांछनीय लक्षणों की पहचान और चयन में मदद करती हैं; जीनोमिक चयन (Genomic selection) संपूर्ण जीनोम डेटा का उपयोग करके उच्च उपज और रोग प्रतिरोधी किस्मों का विकास; और CRISPR/Cas9 जौ के जीनोम में सटीक परिवर्तन करने में मदद करती हैं।

जौ का गृहीकरण (Domestication) इतिहास
जौ दुनिया की सबसे पुरानी फसलों में से एक है, जिसकी खेती लगभग 9000 ईसा पूर्व से की जा रही है। इसकी उत्पत्ति मुख्यतः फर्टाइल क्रिसेंट (इजराइल, सीरिया, जोर्डन, तुर्कमेनिस्तान) में हुई। भारत में सिंधु घाटी सभ्यता में जौ की खेती के प्रमाण पाए गए हैं, जो इसके प्राचीन कृषि महत्व को दर्शाते हैं। मिस्र और मेसोपोटामिया में 5000 ईसा पूर्व से जौ का उपयोग खाद्य और मदिरा उत्पादन के लिए किया जाता था। इसके अलावा चीन और दक्षिण-पूर्व एशिया में

1500 ईसा पूर्व में जौ की खेती के प्रमाण मिले हैं, जिससे यह दर्शाता है कि यह अनाज वैश्विक स्तर पर फैल चुका था। भारत में जौ का धार्मिक और सांस्कृतिक महत्व रहा है। अथर्ववेद में इसे 'यव' के रूप में उल्लेखित किया गया है, और इसे धार्मिक अनुष्ठानों में उपयोग किया जाता रहा है।

जीन पूल (Gene Pool)

जीन पूल किसी पौधों या जानवरों की आनुवंशिक विविधता को दर्शाता है। इसे तीन भागों में वर्गीकृत किया जाता है: प्राथमिक (Primary), द्वितीयक (Secondary), और तृतीयक (Tertiary) जीन पूल। प्राथमिक जीन पूल में वे जीव आते हैं जो एक ही प्रजाति के होते हैं और आपस में आसानी से संकरण कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, घरेलू जौ की विभिन्न किस्में प्राथमिक जीन पूल का हिस्सा हैं। द्वितीयक जीन पूल में वे जीव आते हैं जो निकट संबंधी प्रजातियाँ होती हैं और इनमें सीमित संकरण संभव होता है। इसमें जंगली जौ शामिल है जिसे घरेलू जौ के सुधार के लिए उपयोग किया जाता है। तृतीयक जीन पूल में वे दूरस्थ प्रजातियाँ आती हैं जिनमें संकरण मुश्किल होता है और इसके लिए विशेष तकनीकों जैसे कि भ्रूण बचाव (embryo rescue) या जीन स्थानांतरण (gene transfer) की आवश्यकता पड़ती है। इसके अंतर्गत संबंधित घास प्रजातियाँ या अन्य *Hordeum* प्रजातियाँ आती हैं। इन तीन जीन पूल स्तरों

का उपयोग जौ सुधार में किया जाता है ताकि जौ की उपज, रोग रोधकता, जलवायु सहिष्णुता, और पोषण गुणवत्ता को बढ़ाया जा सके।

जौ की आनुवंशिक विविधता के प्रमुख पहलू:

1. जंगली और घरेलू जौ - जंगली और घरेलू जौ के बीच आनुवंशिक संबंध कृषि विकास के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। जंगली जौ, घरेलू जौ के लिए एक मूल्यवान आनुवंशिक संसाधन है, क्योंकि इसमें रोग प्रतिरोधक क्षमता, सूखा सहिष्णुता, और पोषण गुणवत्ता जैसी विशेषताएँ पाई जाती हैं। जंगली जौ विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियों में विकसित होता है, जिससे यह घरेलू जौ की विविधता बढ़ाने में सहायक होता है।
2. जौ की किस्में - जौ की किस्मों में व्यापक आनुवंशिक विविधता पाई जाती है जो इसे विभिन्न कृषि और औद्योगिक उपयोगों के लिए उपयुक्त बनाती है। जौ के विभिन्न प्रकार होते, जैसे- छिलकेदार (hulled) और बिना छिलके वाला (hull-less) जौ; दो-पंक्तीय (two-row) और छह-पंक्तीय (six-row) जौ; तथा वसंत और शीतकालीन जौ, दो-पंक्तीय जोकि जौ में आनुवंशिक विविधता को दर्शाता है।
3. रोग प्रतिरोधकता - जौ की आनुवंशिक विविधता इसे पीला रतुआ, पत्ती धब्बा, और अन्य रोगों के प्रति प्रतिरोधक बनाती है। जौ की कुछ किस्मों में प्राकृतिक

प्रतिरोधक क्षमता होती है, जिससे पत्तियों की क्षति कम होती है।

4. गुणसूत्रीय विविधता - जौ की गुणसूत्रीय विविधता इसकी आनुवंशिक संरचना को परिभाषित करती है। जौ में सात गुणसूत्र जोड़े ($2n=14$) होते हैं। कुछ गुणसूत्रों में ऐसे जीन होते हैं जो अनाज के आकार, संख्या, और भराव को प्रभावित करते हैं।
5. मोलिक्यूलर मार्कर और जीन एडिटिंग - आधुनिक तकनीकों जैसे क्वांटिटेटिव ट्रेट लोकस (QTL) मैपिंग, मार्कर, और CRISPR/Cas9 का उपयोग आनुवंशिक सुधार में क्रांतिकारी परिवर्तन ला रही हैं। इन तकनीकों का जौ में आनुवंशिक सुधार के लिय उपयोग किए जा रहा है जिससे चयन प्रक्रिया अधिक सटीक और प्रभावी होती जा रही है और साथ ही साथ जीनोम में सटीक परिवर्तन किए जाते हैं।

जौ की आनुवंशिक विविधता का कृषि में उपयोग

जौ की आनुवंशिक विविधता के कई लाभ हैं जो इसकी उत्पादकता, स्थिरता और अनुकूलन क्षमता को बढ़ाते हैं। इसके प्रमुख लाभ निम्नलिखित हैं:

- **जलवायु अनुकूलन क्षमता और स्थिरता:** जौ के विभिन्न आनुवंशिक प्रकारों में सूखा-सहिष्णुता, ऊष्णकटिबंधीय और समशीतोष्ण जलवायु में अनुकूलन की क्षमता होती है जिनसे उच्च और निम्न तापमान सहन करने वाली किस्में

विकसित की जा सकती हैं। लैंडरेस और जंगली रिश्तेदारों से सहिष्णुता वाले जीनों को शामिल करके जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम किया जा सकता है। जौ में *HvDhn1* - सूखा सहिष्णुता संबंधित जीन है जो प्रतिकूल पर्यावरणीय परिस्थितियों में जौ की वृद्धि को बनाए रखता है।

- **रोग और कीट प्रतिरोधकता:** आनुवंशिक विविधता के कारण जौ को विभिन्न रोगों जैसे पीला रतुआ, पत्ती धब्बा, और जौ की फफूंदी के प्रति प्रतिरोधी बनाया जा सकता है। कीटों के प्रति सहिष्णुता बढ़ाने के लिए चयनात्मक प्रजनन, QTL मैपिंग और मार्कर का उपयोग किया जाता है।
- **उपज और गुणवत्ता में सुधार:** आनुवंशिक विविधता के माध्यम से उच्च उपज देने वाली और पोषण-समृद्ध किस्मों का विकास कर के उनमें प्रोटीन, फाइबर, और बीटा-ग्लूकन की मात्रा बढ़ाई जा सकती है।
- **मोलिक्यूलर सुधार और जीन एडिटिंग:** CRISPR/Cas9 और QTL मैपिंग जैसी तकनीकों का उपयोग करके जौ की आनुवंशिक विशेषताओं को बेहतर बनाया जा सकता है। विशिष्ट जीनों को लक्षित करके फसल की स्थिरता और उत्पादकता बढ़ाई जा सकती है। QTL मैपिंग के माध्यम से जौ की उपज और गुणवत्ता को बढ़ाने वाले जीनों की पहचान की जाती

है। जैसे कि *HvNAM-1* अनाज की गुणवत्ता और पोषण स्तर को नियंत्रित करता है; *HvLox-1* - यह जीन माल्टिंग गुणवत्ता को प्रभावित करता है और अनाज के स्वाद को सुधारने में सहायक होता है।

- **सतत कृषि और खाद्य सुरक्षा:** आनुवंशिक विविधता खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करती है क्योंकि विभिन्न किस्में अलग-अलग परिस्थितियों में उगाई जा सकती हैं। जौ की सूखा-सहिष्णु किस्में विकसित की गई हैं जो कम पानी की उपलब्धता में भी अच्छी उपज देती हैं। जौ को अन्य फसलों के साथ मिलाकर उगाने से मिट्टी की उर्वरता बनी रहती है जो कि टिकाऊ कृषि पद्धति का एक अधर है।

जौ की आनुवंशिक विविधता को बढ़ाने और सुधारने में जैव-प्रौद्योगिकी की भूमिका
आधुनिक जैव-प्रौद्योगिकी तकनीकों के माध्यम से जौ की किस्मों को अधिक उत्पादक, रोग प्रतिरोधी और जलवायु सहिष्णु बनाया जा सकता है।

- **मार्कर-असिस्टेड चयन (Marker-Assisted Selection - MAS):** आनुवंशिक मार्करों की सहायता से जौ की उन्नत किस्मों का चयन कम समय में आसानी से किया जाता है। यह तकनीक पारंपरिक प्रजनन की तुलना में अधिक सटीक और तेज़ परिणाम उपलब्ध कराती है।

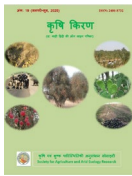
- **क्वांटिटेटिव ट्रेट लोकस (QTL) मैपिंग:** QTL मैपिंग के माध्यम से जौ की आनुवंशिक विशेषताओं को पहचाना जाता है, जिससे उपज, गुणवत्ता, और सहिष्णुता को बेहतर बनाया जा सकता है। यह तकनीक जौ की सूखा, लवणीयता, और पोषक तत्व अवशोषण क्षमता को बढ़ाने में मदद करती है। उदाहरण के रूप में *HvSalt1* - लवणता सहिष्णुता को बढ़ाने वाला जीन है जिससे जौ खारे पानी की परिस्थितियों में भी अच्छा प्रदर्शन करता है।
- **जीन संपादन (Gene Editing) और CRISPR/Cas9:** CRISPR/Cas9 तकनीक का उपयोग करके जौ की आनुवंशिक संरचना को संशोधित किया जा सकता है जैसे कि वैज्ञानिकों ने पीला रतुआ और पत्ती धब्बा जैसे रोगों के प्रति प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाने के लिए CRISPR/Cas9 का उपयोग किया है। इसके अलावा जौ की कुछ किस्मों में *HvMLO* जीन को संशोधित किया गया है, जिससे पाउडरी मिल्ड्यू रोग के प्रति प्रतिरोधकता बढ़ी है।
- **दोगुनी हाप्लॉइडी (Doubled Haploidy) तकनीक :** यह विधि शुद्ध और स्थिर आनुवंशिक किस्मों को उत्पन्न करने में सहायक है और इससे जौ की नई किस्मों को तेजी से विकसित किया जाता है, जिससे प्रजनन प्रक्रिया में तेजी आती है।

माल्टिंग गुणवत्ता को बढ़ाने के लिए हाप्लॉइडी तकनीक का उपयोग किया गया है, जिससे खाद्य और पेय उद्योग में जौ का उपयोग अधिक प्रभावी हुआ है।

- **बायोइन्फॉर्मेटिक्स और जीनोमिक्स:** जौ की आनुवंशिक विविधता को समझने और सुधारने के लिए बायोइन्फॉर्मेटिक्स और जीनोमिक्स का उपयोग किया जाता रहा है जिससे इसकी आनुवंशिक संरचना का विश्लेषण करके नई और बेहतर किस्में विकसित की जा सकती हैं। जौ के संपूर्ण जीनोम अनुक्रमण (Whole Genome Sequencing) के माध्यम से महत्वपूर्ण जीनों की पहचान की गई है, जो उपज, गुणवत्ता, और रोग प्रतिरोधकता को नियंत्रित करते हैं। RNA-Seq तकनीक का उपयोग करके जौ के जीन अभिव्यक्ति पैटर्न का अध्ययन किया गया है, जिससे विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियों में इसकी प्रतिक्रिया को समझा जा सकता है।

जौ के संरक्षण तकनीक

जौ के संरक्षण में *इन-विट्रो* (*in-vitro*) और *इन-विवो* (*in-vivo*) तकनीकों का महत्वपूर्ण योगदान है। *इन-विट्रो* संरक्षण में जौ की कोशिकाओं, ऊतकों, या भ्रूणों को नियंत्रित परिस्थितियों में प्रयोगशाला में संरक्षित किया जाता है। इसमें ऊतक संवर्धन (Tissue Culture), क्रायोप्रीजर्वेशन (Cryopreservation) और जीन बैंक में



संग्रह द्वारा जौ को रखा जाता है। *इन-विवो* संरक्षण में जौ की आनुवंशिक विविधता को प्राकृतिक परिस्थितियों में संरक्षित किया जाता है जैसेकि फील्ड जर्मप्लाज्म बैंक, फार्मर कंजर्वेशन या फिर वन्य संरक्षण।

अंतरराष्ट्रीय और राष्ट्रीय आनुवंशिक संसाधन संरक्षण संस्थान

अंतरराष्ट्रीय संस्थान:

- ❖ ICARDA (International Center for Agricultural Research in Dry Areas) - यह संस्थान जौ के आनुवंशिक संसाधनों के संरक्षण और जौ सुधार में कार्य करता है।
- ❖ FAO (Food and Agriculture Organization) - FAO वैश्विक स्तर पर फसल आनुवंशिक संसाधनों के संरक्षण में योगदान देता है।
- ❖ CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research) - जौ सहित विभिन्न फसलों के आनुवंशिक संसाधनों का संरक्षण में कार्य करता है।

राष्ट्रीय आनुवंशिक संसाधन बैंक: राष्ट्रीय आनुवंशिक संसाधन बैंक भारत में आनुवंशिक विविधता के संरक्षण और प्रबंधन के लिए एक महत्वपूर्ण पहल है। इसका उद्देश्य विभिन्न पौधों और जीवों की आनुवंशिक सामग्री को संरक्षित करना और भविष्य की पीढ़ियों के लिए खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करना है। राष्ट्रीय जीन बैंक भारतीय कृषि

अनुसंधान परिषद (Indian Council of Agricultural Research) (ICAR) के तहत भा.कृ.अनु.प.- राष्ट्रीय पादप आनुवंशिक संसाधन ब्यूरो, नई दिल्ली (ICAR-NBPGR) (National Bureau of Plant Genetic Resources, New Delhi) में स्थित है, जहाँ 4.7 लाख से अधिक फसल जनन्द्रव संरक्षित हैं। यह कृषि जैव विविधता के संरक्षण, खाद्य सुरक्षा, और टिकाऊ कृषि प्रणालियों को समर्थन देने के लिए विकसित किया गया है। भारत में भा.कृ.अनु.प.- राष्ट्रीय पादप आनुवंशिक संसाधन ब्यूरो जौ सहित विभिन्न फसलों के आनुवंशिक संसाधनों का संरक्षण और मूल्यांकन करता है। इसके अलावा भा.कृ.अनु.प.-भारतीय गेहूँ एवं जौ अनुसंधान संस्थान, करनाल (ICAR-IIWBR) (Indian Institute of Wheat and Barley Research, Karnal,) भी जौ की उन्नत किस्मों के विकास और संरक्षण में सक्रिय है।

जौ के जीनोमिक संसाधन

जौ के जीनोमिक संसाधन इसकी आनुवंशिक विविधता, रोग प्रतिरोधकता, और जलवायु अनुकूलन क्षमता को समझने और सुधारने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। जौ के जीनोमिक संसाधनों में कई महत्वपूर्ण किस्में और आनुवंशिक स्टॉक शामिल हैं जो निम्नलिखित हैं:



नाम	INGR सं.	नवीन अनूठी विशेषताएँ
BHS 490 (BBM 879)	INGR25007	पीले रतुए की सभी पैथोटाइप के लिए प्रतिरोध
DWRBG28	INGR2500	जल्दी पकना (112 दिन) और उच्च प्रोटीन (14.2%)
BHS 489 (BBM 863)	INGR24063	पीले रतुए के सभी पैथोटाइप के लिए अंकुर प्रतिरोध रखने वाला छिलका रहित जौ
EC0578359-SEL	INGR24020	लवणता सहिष्णुता (200 mM NaCl).
DWRBG25	INGR24019	उच्च बीटा ग्लूक (8.0%dwb) तथा उच्च प्रोटीन (16.1%dwb)
DWRBG19; RMB2103	INGR23086	कम β -ग्लूकन (3.7% dwb)
IC113045-Sel	INGR23088	सूखा सहिष्णुता
DWRBG9 (tested as HLR-20)	INGR2212	मकई पत्ती एफिड से प्रतिरोधी छिलके वाली जौ की लैंडरेस
UPB 1065	INGR20083	कम बीटा ग्लूकेन (<3.5%), उच्च माल्ट गुणवत्ता विशेषता
EC492301	INGR1905	बिना बालों वाली स्पाइक्स
DWRB191	INGR19012	उच्च अनाज जस्ता
DWRB180	INGR17046	स्पाट ब्लॉच के लिए प्रतिरोधी

जौ के जीनोमिक संसाधनों के प्रमुख पहलू

1. जौ का जीनोम अनुक्रमण

- जौ का जीनोम अनुक्रमण पूरा किया जा चुका है, जिससे इसकी आनुवंशिक संरचना को बेहतर तरीके से समझा जा सकता है।

- जीनोमिक डेटा का उपयोग जौ की रोग प्रतिरोधकता, सूखा सहिष्णुता, और पोषण सुधार के लिए किया जाता है।

2. जीनोमिक चयन और सुधार1

- मार्कर-असिस्टेड चयन और QTL मैपिंग के माध्यम से जौ की उन्नत किस्मों का विकास किया जाता है।

- CRISPR/Cas9 जैसी जीन संपादन तकनीकों का उपयोग करके जौ की आनुवंशिक विशेषताओं को संशोधित किया जाता है।

3. जौ के जीन बैंक और आनुवंशिक संसाधन केंद्र

- राष्ट्रीय पादप आनुवंशिक संसाधन ब्यूरो और भारतीय गेहूँ एवं जौ अनुसंधान संस्थान जैसे संस्थान जौ के आनुवंशिक संसाधनों का संरक्षण और मूल्यांकन करते हैं।
- इन संसाधनों का उपयोग वैज्ञानिक अनुसंधान और फसल सुधार के लिए किया जाता है।

4. रोग प्रतिरोधकता और जलवायु अनुकूलन

- जीनोमिक अनुसंधान के माध्यम से जौ को पीला रतुआ, पती धब्बा, और फफूंदी जैसी बीमारियों के प्रति प्रतिरोधी बनाया जाता है।
- उन्नत किस्में प्रतिकूल जलवायु परिस्थितियों में भी अच्छी उपज देती हैं।

5. बायोइन्फॉर्मेटिक्स और डेटा विश्लेषण

- जौ के जीनोमिक डेटा का विश्लेषण करने के लिए बायोइन्फॉर्मेटिक्स और मशीन लर्निंग का उपयोग किया जाता है।
- इससे वैज्ञानिकों को जौ की आनुवंशिक विविधता को समझने और नई किस्मों को विकसित करने में मदद मिलती है।

भविष्य में जौ के आनुवंशिक संसाधनों के संरक्षण और सुधार के लिए रणनीतियाँ

जौ के आनुवंशिक संसाधन कृषि में खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। जौ के आनुवंशिक संसाधनों के संरक्षण और सुधार के लिए कई रणनीतियाँ अपनाई जा सकती हैं। *इन-विट्रो* और *इन-विवो* संरक्षण विधियों को और अधिक उन्नत किया जाना चाहिए ताकि जौ की आनुवंशिक विविधता को दीर्घकालिक रूप से संरक्षित किया जा सके। जीनोमिक चयन और जीन संपादन तकनीकों जैसे CRISPR/Cas9 और मार्कर-असिस्टेड चयन का उपयोग करके उच्च उपज, रोग प्रतिरोधकता, और जलवायु सहिष्णुता वाली किस्मों का विकास किया जाना चाहिए। इसके अलावा, क्वांटिटेटिव ट्रेट लोकस मैपिंग के माध्यम से जौ की आनुवंशिक विशेषताओं को पहचाना जाए, जिससे वैज्ञानिक अधिक सटीक और प्रभावी सुधार कर सकेंगे। बायोइन्फॉर्मेटिक्स और मशीन लर्निंग का उपयोग करके जौ की आनुवंशिक संरचना का विश्लेषण किया जाए। साथ ही, अंतरराष्ट्रीय और राष्ट्रीय आनुवंशिक संसाधन बैंक के सहयोग से आनुवंशिक संसाधनों का आदान-प्रदान और संरक्षण किया जाए।

आनुवंशिक विविधता फसल की उत्पादकता के साथ-साथ गुणवत्ता को बढ़ाने में सहायक होती है। इसके अलावा विभिन्न जैविक और अजैविक तनावों के प्रति अधिक सहिष्णु भी प्रदान करती है। आनुवंशिक संसाधनों का संरक्षण और उपयोग पारंपरिक प्रजनन



विधियों के साथ-साथ CRISPR/Cas9, QTL मैपिंग, और मार्कर-असिस्टेड चयन जैसी उन्नत तकनीकों की सहायता से किया जाता है जिससे उच्च उपज देने वाली, रोग प्रतिरोधी, और जलवायु अनुकूल किस्मों का विकास होता है। राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय स्तर पर जौ की आनुवंशिक विविधता को संरक्षित करने और इसके सतत उपयोग को बढ़ावा देने में ध्यान देना होगा। इन संसाधनों

का सतत उपयोग और संरक्षण न केवल जौ के उत्पादन को बढ़ाने में सहायक होगा, बल्कि जलवायु परिवर्तन और बढ़ती वैश्विक खाद्य मांग के संदर्भ में भी एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगा। इसलिए, जौ की आनुवंशिक विविधता को संरक्षित करना और इसे आधुनिक तकनीकों के साथ एकीकृत करना अति आवश्यक है।