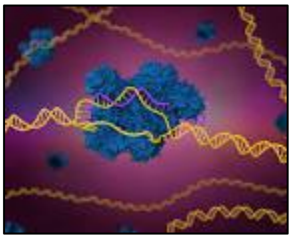
कृषि कुंभ हिंदी मासिक पत्रिका	खण्ड 05 भाग 04, (सितंबर, 2025) पृष्ठ संख्या 06–10

भारत की प्रमुख खाद्य फसलों में जीनोम संपादन के उपयोग की संभावनाएँ



डॉ. राजेन्द्र सिंह[1], सुधा बत्ता[2] एवं डॉ. सविता जांडईक[3]
[1]भाकृअनुप–केन्द्रीय आलू अनुसंधान संस्थान, शिमला (हिमाचल प्रदेश 171001)
[2]जैव प्रौद्योगिकी विभाग, हिमाचल प्रदेश विश्वविद्यालय, शिमला (हिमाचल प्रदेश)
[3]डॉ. यशवंत सिंह परमार यूनिवर्सिटी ऑफ हॉर्टिकल्चर एंड फॉरेस्ट्री नौणी, सोलन (हिमाचल प्रदेश), भारत।

Email Id: – rangar2015@gmail.com

परिचय

वर्तमान परिदृश्य में, नीति निर्माताओं के सामने सबसे बड़ी चुनौती बढ़ती आबादी के लिए खाद्य सुरक्षा प्रदान करना है। सन् 2050 तक, मानव जनसंख्या 10 अरब तक पहुँच जाएगी और दुनिया को भोजन उपलब्ध कराने के लिए, वैश्विक खाद्य उत्पादन में 60–100 प्रतिशत की वृद्धि आवश्यक है। बढ़ती जनसंख्या दर के अलावा,अत्यधिक तापमान में उतार–चढ़ाव, कृषि भूमि की कम उपलब्धता, बढ़ते जैविक और अजैविक तनाव खेती और खाद्य उत्पादन के लिए महत्वपूर्ण बाधाएँ हैं। समय के साथ–साथ फसल सुधार में योगदान देने वाली प्रौद्योगिकियों का विकास उत्पादन को बढ़ाने में उपयोगी सिद्ध हो सकता है.

पिछले तीन दशकों से, ट्रांसजेनिक तकनीकों का उपयोग बुनियादी पादप जीव विज्ञान को समझने और फसल सुधार के लिए भी किया जाता रहा है। हालाँकि, परपोषी जीनोम में ट्रांसजीनों का एकीकरण गैर–विशिष्ट, कभी–कभी अस्थिर होता है और खाद्य फसल प्रजातियों के मामले में यह सार्वजनिक चिंता का विषय है।

पिछले दशक में, साइट–विशिष्ट न्यूक्लिऐज के साथ जीनोम संपादन तकनीकों के उपयोग ने पशु और पादप दोनों प्रणालियों में सटीक जीन संपादन का सफलतापूर्वक प्रदर्शन किया है।

उन्नत जैव प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में तकनीकों का विकास हो रहा है और इनका उपयोग आलू इत्यादि फसलों में भी अधिक मात्रा में रेजिस्टेंट स्टार्च के उत्पादन को बढ़ाने एवं परिष्कृत स्टार्च के उत्पादन को न्यूनतम करने के लिए किया जा सकता है।

जिंक फिंगर न्यूक्लिऐसेस, ट्रांसक्रिप्शन एक्टिवेटर–लाइक इफेक्टर न्यूक्लिऐसेस , और क्लस्टर्ड रेगुलरली इंटरस्पेस्ड शॉर्ट पैलिंड्रोमिक रिपीट्स (क्रिस्पर कैस 9) जैसे आधुनिक तकनीकें अत्यधिक कुशल है और सटीक जीनोम संपादन के तहत फसलों के प्रमुख कृषि संबंधी लक्षणों के आवश्यकता अनुसार सुधार में उपयोगी हैं।

मनुष्यों की आहार संबंधी आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए, फसलों में जीनोम संपादन आदि तकनीकों का उपयोग आवश्यक है। जीनोम संपादन जो एक क्रांतिकारी माध्यम है के द्वारा फसल सुधार और कार्यात्मक जीनोमिक्स के लिए एक सटीक और कम लागत वाली प्रभावी विधि उपयोगी सिद्ध हो सकती है। स्थान–विशिष्ट उत्परिवर्तन के माध्यम से क्रांतिकारी जीनोम संपादन तकनीक एक अगली पीढ़ी की प्रजनन तकनीक है जो का वादा करती है। जीनोम संपादन की तीन तकनीकों में से क्रिस्पर कैस–9 द्वारा, प्रमुख जीनों में हेरफेर करने की पर्याप्त क्षमता है, जिन्हें फसलों की विशिष्ट मांगों एवं कृषि संबंधी

आवश्यकताओं के अनुसार प्रयोग में लाया जा सकता है।

फसल सुधार के लिए क्रिस्पर कैस–9 अनुप्रयोगः कई फसलों के लिए जीनोम अनुक्रमों की उपलब्धता और जीनोम संपादन विधियों में प्रगति ने लगभग किसी भी वांछित विशेषता के लिए प्रजनन की संभावनाएँ खोल दी हैं।

जिंक फिंगर न्यूक्लिऐज, ट्रांसक्रिप्शन एक्टिवेटर–लाइक इफेक्टर न्यूक्लिऐज जैसी जीनोम संपादन तकनीकों में प्रगति ने आणविक जीवविज्ञानियों के लिए किसी भी रुचिकर जीन को अधिक सटीकता से लक्षित करना संभव बना दिया है। हालाँकि, ये पद्धतियाँ महंगी और समय लेने वाली हैं क्योंकि इनमें जटिल चरण शामिल हैं जिनके लिए प्रोटीन इंजीनियरिंग की आवश्यकता होती है। पहली पीढ़ी के जीनोम संपादन उपकरणों के विपरीत, क्रिस्पर कैस–9 जीनोम संपादन में सरल डिजाइनिंग और क्लोनिंग विधियाँ शामिल हैं । फसल पौधों में प्राथमिक क्रिस्पर कैस–9 मॉड्यूल को शामिल करते हुए अवधारणा–सिद्धांत प्रदर्शनों के बाद, फसल पौधों में लक्ष्य विशिष्टता में सुधार और लक्ष्य–बाह्य विभाजन को कम करने के लिए कई संशोधित कैस–9 कैसेट का उपयोग किया गया है।

पादप जैव प्रौद्योगिकीविदों ने क्रिस्पर कैस–9 आधारित जीनोम संपादन उपकरणों का उपयोग करके फसल सुधार लाने पर ध्यान केंद्रित किया है और ऐसे अध्ययन भी प्रस्तुत किए हैं जिनमें क्रिस्पर कैस–9 का उपयोग जैविक और अजैविक तनाव सहनशीलता बढ़ाने के लिए किया गया है। इन तकनीकों के अनुप्रयोग से वांछित गुणों वाली गैर–आनुवंशिक रूप से संशोधित (गैर–जीएमओ) फसलों का विकास होगा जो जैविक और अजैविक तनाव स्थितियों में उपज क्षमता बढ़ाने में योगदान दे सकती हैं। जीन संपादन की क्रिस्पर कैस–9 विधि को अब तक लगभग 20 फसल प्रजातियों या विभिन्न लक्षणों में अपनाया गया है, जिनमें उपज में सुधार, जैविक और अजैविक तनाव प्रबंधन शामिल हैं। रोगजनक सूक्ष्मजीवों द्वारा लगाया गया जैविक तनाव रोग–प्रतिरोधी फसलों के विकास में गंभीर चुनौतियाँ उत्पन्न करता है और संभावित उपज हानि के 42 प्रतिशत से अधिक के लिए जिम्मेदार है और खाद्य उत्पादन में वैश्विक गिरावट में 15 प्रतिशत का योगदान देता है।

विभिन्न प्रमुख फसलों में जीनोम संपादन तकनीकों का प्रयोग, निम्नलिखित विवरणानुसार, उपयुक्त और प्रभावी सिद्ध हो सकता है (चित्र 1)।

1. क्रिस्पर कैस–9 तकनीक द्वारा धान में जीनोम संपादन

भारत, विश्व में धान उत्पादन के क्षेत्र में दूसरा स्थान रखता है। चावल भारत में सबसे अधिक उगाई जाने वाली खाद्य फसल है। अधिक क्षेत्र में उगाए जाने के साथ–साथ, धान की नई प्रजातियाँ में विभिन्न कृषि–संबंधी लक्षणों के सुधार की संभावनाएँ सदैव बनी रहती हैं। सामान्यतः, धान की उत्पादकता को प्रभावित करने वाले कुछ प्रमुख कृषि–संबंधी लक्षणों का वर्णन नीचे प्रस्तुत किया गया है।

रोग प्रतिरोधक क्षमताः धान की किस्म में बैक्टीरियल लीफ ब्लाइट जैसे रोगों से लड़ने के लिए प्रतिरोधक जीनों को सक्रिय या असक्रिय किया जा सकता है। धान की नई प्रजातियाँ में ओएस स्वीट जीन को टारगेट करके बैक्टीरिया के प्रवेश को रोका जा सकता है, और उसे रोकने के प्रयास काफी हद तक सफल भी सिद्ध हुए हैं।

कीट प्रतिरोध क्षमताः धान की नई प्रजातियाँ में क्रिस्पर कैस–9 के द्वारा कीटों से बचाव के लिए बीटी जीन जैसे जीनों को जोड़ने या संशोधित करने की दिशा में काम हो रहा है।

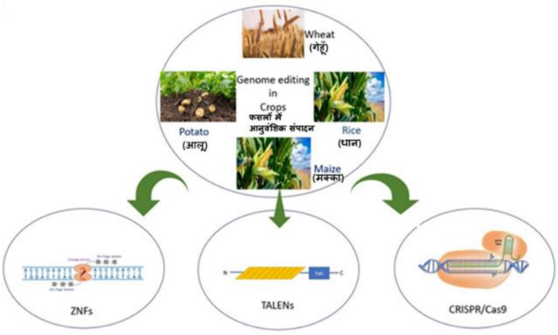
सूखा और बाढ़ सहनशीलताः धान की नई प्रजातियाँ में ओएसपीवाईएल, ओएसएनएसी, ओएसडीआरईबी जैसे तनाव–सहिष्णु जीनों को संशोधित कर चावल को कठोर पर्यावरणीय परिस्थितियों के प्रति सहनशील बनाया जा रहा है।

उपज में वृद्धिः धान की नई प्रजातियाँ में ओएसएसपीएल14, ओएसजीआरएफ4 जैसे जीनों में संपादन कर पौधे की बनावट, शाखाओं की संख्या और दानों की मात्रा बढ़ाई जा रही है।

भोजन की गुणवत्ता में सुधारः धान में कम अमाइलोज या बढ़े हुए पोषक तत्व जैसे आयरन और जिंक के स्तर को क्रिस्पर कैस–9 द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है।

परागण और संकरण नियंत्रण: धान की नई प्रजातियाँ में क्रिस्पर कैस–9 से फूल आने के समय और पराग जनन को नियंत्रित कर संकरण प्रजनन को कुशल बनाया जा सकता है।

जीनोम संपादन द्वारा अजैव–संशोधित किस्मों का निर्माण: धान की नई प्रजातियाँ में क्रिस्पर कैस–9 के जरिए बिना विदेशी डीएनए जोड़े ही जीन में परिवर्तन किया गया है, जिससे यह जैविक और नियमों के अनुसार अधिक स्वीकार्य हो गया है।



चित्र 1:जीनोम संपादन तकनीकों का प्रमुख खाद्य फसलों के सुधार में योगदान

2. गेहूं में क्रिस्पर कैस–9 तकनीक के लाभ

भारत गेहूं उत्पादन में विश्व में दूसरे स्थान पर है। देश में गेहूं का उत्पादन धान के बाद दूसरा सबसे अधिक है। गेहूं भारत के उत्तरी और उत्तर–पश्चिमी राज्यों में प्रमुखता से खाई जाने वाली फसल है। जीनोम संपादन तकनीक, जैसे क्रिस्पर कैस–9, गेहूं को रोग, कीट, सूखा, लवणता एवं तापीय तनाव जैसे जैविक और अजैविक कारकों के प्रति अधिक सहनशील बनाने में सहायक हो सकती है, जिससे इसकी पैदावार और गुणवत्ता में सुधार संभव है (चित्र 1)।

सटीक जीन संपादन: क्रिस्पर कैस–9 तकनीक द्वारा किसी विशेष जीन को लक्ष्य बनाकर संपादन किया जा सकता है। गेहूं का जीनोम बहुत जटिल और बड़ा (हेक्साप्लॉइड) होता है, जिसमें एक ही जीन की कई प्रतियाँ होती हैं। क्रिस्पर कैस–9 से इन प्रतियों में से किसी विशेष को लक्षित किया जा सकता है।

रोग प्रतिरोध की किस्मों का निर्माण: क्रिस्पर कैस–9 की मदद से ऐसे जीन हटाए जा सकते हैं जो पौधे को बीमारियों के प्रति संवेदनशील बनाते हैं, जैसे पाउडरी मिल्ड्यू, रस्ट रोग और इससे कीटनाशकों पर निर्भरता घटती है।

सूखा और गर्मी सहनशीलता की किस्मों का विकास: तनाव से संबंधित जीनों का संपादन कर गेहूं को जलवायु परिवर्तन जैसे हालात में बचा कर उपज बढ़ोतरी बनाए रखा जा सकता है।

उपज में वृद्धि करने की किस्मों का विकास: गेहूं में फूलने का समय, पौधे की संरचना, और दाने के आकार को नियंत्रित करने वाले जीनों के संपादन से उपज को बेहतर किया जा सकता है।

एलर्जी कम करने की किस्मों का विकास: गेहूं में पाए जाने वाले ग्लूटेन प्रोटीन को संशोधित कर इसकी एलर्जिक प्रतिक्रिया को कम किया जा सकता है।

खरपतवारनाशी प्रतिरोध किसमें विकसित करना: क्रिस्पर कैस–9 से ऐसे जीन बदले जा सकते हैं जिससे गेहूं खरपतवारनाशी दवाओं को सहन कर सकता है, जिससे खरपतवारों से बेहतर मुकाबला किया जा सके।

तेज प्रजनन चक्र वाली किस्मों का विकास: पारंपरिक प्रजनन विधियाँ गेहूं में बहुत धीमी और जटिल होती हैं। क्रिस्पर कैस–9 की सहायता से तेज प्रजनन चक्र वाली किस्मों का विकास किया जा सकता है।तेज प्रजनन चक्र वाली किस्मों को इस तकनीक से विकसित करके गेहूं की उत्पादकता को बढ़ाया जा सकता है और समय की बचत की जा सकती है।

गैर अनुवांशिक किस्मों का विकास (नॉन–ट्रांसजेनिक): क्रिस्पर कैस–9 का उपयोग बिना किसी बाहरी (विदेशी) डीएनए को जोड़े भी किया जा सकता है, जिससे यह कम विवादास्पद और उपभोक्ताओं के लिए अधिक स्वीकार्य बन सकता है। यह किस्म पर्यावरण के अनुकूल होगी तथा गेहूं की ऐसी किस्म होने के कारण हानिरहित मानी जाएगी। साथ ही, इसमें प्रत्यक्ष डीएनए समावेशन न होने के कारण इसे

अनुवांशिक इंजीनियरिंग मूल्यांकन समिति की अनुमति की आवश्यकता नहीं होगी।

3. क्रिस्पर कैस–9 तकनीक द्वारा मक्का में जीनोम संपादन

भारत विश्व स्तर पर मक्का उत्पादन में सातवें स्थान पर स्थित है। देश के भीतर, मक्का, धान एवं गेहूँ के पश्चात तीसरे स्थान पर सर्वाधिक उगाई जाने वाली खाद्य फसल के रूप में स्थापित है। यह न केवल मानव उपभोग के लिए, बल्कि पशु आहार एवं औद्योगिक उपयोगों के लिए भी महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती है। मक्का उत्पादन को बढ़ावा देने तथा किसानों की आर्थिक स्थिति में सुधार लाने के उद्देश्य से जीनोम संपादन के माध्यम से उन कृषि–संबंधी लक्षणों को लक्षित किया जा सकता है, जो प्रतिकूल पर्यावरणीय स्थितियों में भी फसल की गुणवत्ता एवं उत्पादकता बनाए रखने में सहायक हों। क्रिस्पर कैस–9 एक उन्नत और सटीक जीन संपादन तकनीक है, जिसका उपयोग मक्का के जीनोम को संशोधित करने के लिए किया जा रहा है। यह तकनीक मक्का की उपज, गुणवत्ता, रोग प्रतिरोध और जलवायु सहनशीलता बढ़ाने में मदद करती है।

मक्का में क्रिस्पर कैस–9 के प्रमुख लाभ

- **रोग प्रतिरोधक क्षमता की किस्मों का विकास** : मक्का को नॉर्दर्न लीफ ब्लाइट, ग्रे लीफ स्पॉट जैसे रोगों से बचाने के लिए क्रिस्पर कैस–9 का उपयोग करके प्राकृतिक प्रतिरोधक जीनों को सक्रिय किया जा रहा है। मक्का की किस्मों में जेडएमसीसीटी जीन को टारगेट कर फंगल रोग प्रतिरोध क्षमता बढ़ाई गई है (चित्र 1)।
- **कीट प्रतिरोध किस्मों का विकास:** क्रिस्पर कैस–9 के माध्यम से बीटी प्रोटीन से संबंधित जीनों में सुधार कर मक्का को स्टेम बोरर और फॉल आर्मी वॉर्म जैसे कीटों से बचाने की दिशा में काम हो रहा है।
- **उपज में सुधार:** मक्का की किस्मों में जेडएमडब्ल्यूयूएस और जेडएमबीबीएम जैसे जीनों के संपादन से कॉलर डिष्थ, कान की लंबाई और दानों की संख्या में वृद्धि की जा रही है। क्रिस्पर कैस–9 से पिरामिडिंग लक्षण को एक साथ विकसित किया जा सकता है।
- **जलवायु सहनशील किस्मों का विकास :** मक्का की किस्मों में जेडएमडीआरईबी2ए और जेडएमएनएफ–वाईबी जैसे जीनों को संपादित कर मक्का को सूखा और गर्मी के प्रति सहनशील बनाया जा रहा है।
- **पोषण गुणवत्ता में सुधारः** प्रोटीन, और स्टार्च की मात्रा में बदलाव कर मक्का की पोषण गुणवत्ता को बेहतर बनाने की दिशा में काम हो रहा है। विशेषतः एमिनो एसिड, लाइसिन की मात्रा बढ़ाने के लिए जीन को टारगेट किया गया है।
- **गैर अनुवांशिक संपादन की क्षमता (नॉन–ट्रांसजेनिक):** मक्का में क्रिस्पर कैस–9 का उपयोग करते हुए ऐसे संपादन किए जा रहे हैं जिनमें कोई विदेशी डीएनए नहीं जोड़ा गया, जिससे इसे नियमित स्वीकृति और उपभोक्ताओं की स्वीकार्यता मिल सकती है।

4. क्रिस्पर कैस–9 तकनीक द्वारा आलू में जीनोम संपादन

भारत का आलू उत्पादन विश्व में दूसरे स्थान पर आता है। देश में आलू की खेती प्रमुख फसलों में गिनी जाती है और यह किसानों के लिए आय का एक महत्वपूर्ण स्रोत है। क्रिस्पर कैस–9 तकनीक ने आलू जैसे जटिल और टेट्राप्लॉइड फसल (चार सेट जीनोम वाली) में जीन संपादन को आसान बना दिया है (चित्र 1)। यह तकनीक वैज्ञानिकों को बिना बाहरी डीएनए जोड़े, आलू की गुणवत्ता, रोग प्रतिरोध और भंडारण क्षमता बढ़ाने की सुविधा देती है। आलू की फसल में क्रिस्पर कैस–9 का प्रयोग निम्नलिखित तरीकों से किया जा सकता है:

आलू में क्रिस्पर कैस–9 के प्रमुख लाभ

- **भंडारण क्षमता और गुणवत्ता में सुधारः** क्रिस्पर कैस–9 से विनव जैसे जीन को हटाकर कम तापमान पर आलू स्टोरेज के दौरान शर्करा जमाव को इस समस्या को रोकने के लिए विभिन्न वैज्ञानिक प्रयास किए जा रहे हैं।। इससे एक्रिलामाइड जैसे कैंसरकारी तत्वों का बनना कम होता है जब आलू को तला जाता है।

- **आलू में कंद की गुणवत्ता और पोषण में सुधारः** जीन संपादन द्वारा अत्यधिक स्टार्च, कम शर्करा, या प्रोटीन बढ़ाने वाले गुणों को विकसित किया जा सकता है। ऐमिलोज रहित स्टार्च वाला आलू (कम स्टार्च वाले) बनाने में क्रिस्पर कैस–9 के निर्माण में उपयोगी सिद्ध होगा।
- **रोग प्रतिरोध किस्मों का विकास :** आलू को प्रभावित करने वाले प्रमुख रोग जैसेः लेट ब्लाइट, अर्ली ब्लाइट, बैक्टीरियल विल्ट, आलू सिस्ट नेमाटोड से बचाव हेतु संभावित प्रतिरोधी जीन को सक्रिय या जोड़ने पर शोध हो रहा है।
- **आलू में टेट्राप्लॉइड संपादन की क्षमताः** आलू में 4 जीनोमिक प्रतियाँ होती हैं। क्रिस्पर कैस–9 से सभी प्रतियों को एक साथ संपादित करना संभव है। उदाहरणः जीबीएसएस1 जीन को चारों प्रतियों में संपादित कर वैक्सी आलू तैयार किया गया।

निष्कर्षः

क्रिस्पर कैस–9 तकनीक ने धान (चावल) जैसे प्रमुख खाद्य फसल में जीनोम संपादन को सटीक, प्रभावी और बहु–उपयोगी बना दिया है। इस तकनीक के माध्यम से वैज्ञानिक रोगों, कीटों और प्रतिकूल जलवायु परिस्थितियों के प्रति प्रतिरोधक किस्में विकसित कर पा रहे हैं। इसके अलावा, उपज में वृद्धि, पोषण सुधार, और संकरण नियंत्रण जैसे गुणों को लक्षित कर कृषि उत्पादकता और गुणवत्ता दोनों में सुधार किया जा रहा है। विशेष रूप से, गैर–परदेशी संपादन की संभावनाएं इस तकनीक को नैतिक, उपभोक्तावादी और नियामकीय दृष्टिकोण से अधिक स्वीकार्य बनाती हैं। अतः यह कहा जा सकता है कि क्रिस्पर कैस–9 तकनीक धान (चावल) की खेती में नई क्रांति ला रही है और यह भविष्य की खाद्य सुरक्षा, पोषण सुधार, और जलवायु अनुकूल कृषि के लिए एक अत्यंत उपयोगी उपकरण सिद्ध हो रही है। क्रिस्पर कैस–9 तकनीक ने गेहूं जैसी जटिल और बहु–जीन प्रतियों वाली फसल में जीनोम संपादन को संभव और प्रभावशाली बना दिया है। इसके माध्यम से वैज्ञानिक सटीक रूप से उन जीनों को लक्षित कर सकते हैं जो उपज, गुणवत्ता, रोग प्रतिरोध, और पर्यावरणीय सहनशीलता जैसे महत्वपूर्ण लक्षणों को नियंत्रित करते हैं। यह तकनीक न केवल पारंपरिक प्रजनन की तुलना में तेज और अधिक सटीक है, बल्कि यह बिना विदेशी डीएनए जोड़े भी काम कर सकती है, जिससे इसे जैव सुरक्षा और उपभोक्ता स्वीकृति दोनों दृष्टिकोणों से अधिक उपयुक्त माना जा रहा है। इस प्रकार, क्रिस्पर कैस–9 तकनीक गेहूं में खाद्य सुरक्षा, पोषण सुधार और जलवायु अनुकूल कृषि की दिशा में एक महत्वपूर्ण और परिवर्तनकारी साधन बन चुकी है।

क्रिस्पर कैस–9 तकनीक मक्का की परंपरागत और जैविक खेती के बीच एक सेतु बन रही है। यह वैज्ञानिकों को तेजी से उच्च–गुणवत्ता, रोग–प्रतिरोधी, और पर्यावरण–सहनशील किस्में विकसित करने में सक्षम बना रही है। क्रिस्पर कैस–9 तकनीक से आलू की खेती और प्रसंस्करण को बेहतर बनाना संभव हो गया है। इससे रोग–प्रतिरोधी, पोषण–समृद्ध और प्रोसेसिंग–फ्रेंडली किस्में विकसित की जा रही हैं, जो भविष्य की खाद्य सुरक्षा और गुणवत्ता दोनों के लिए उपयोगी हैं।

क्रिस्पर कैस–9 तकनीक ने आलू जैसे जटिल और बहु–जीनोमिक (टेट्राप्लॉइड) फसल में जीनोम संपादन को सरल, तेज और अधिक सटीक बना दिया है। इसके माध्यम से रोग–प्रतिरोध, भंडारण क्षमता, पोषण गुणवत्ता और प्रोसेसिंग के अनुकूल गुणों को विकसित करना संभव हुआ है। यह तकनीक वैज्ञानिकों को बिना परदेशी डीएनए जोड़े, नॉन–जीएमओ आलू की किस्में विकसित करने की सुविधा देती है, जो उपभोक्ताओं और नियामक संस्थाओं दोनों के लिए अधिक स्वीकार्य हैं। इस प्रकार, क्रिस्पर कैस–9 आलू की खेती को अधिक टिकाऊ, लाभकारी और भविष्य के खाद्य संकट के लिए तैयार बनाने में एक क्रांतिकारी उपकरण के रूप में उभर रहा है। क्रिस्पर कैस–9 तकनीक का प्रमुख फसलों में उपयोग करके किसानों की आमदनी में वृद्धि की जा सकती है, जिससे आने वाले समय में देश की खाद्य सुरक्षा को सुनिश्चित और सुरक्षित किया जा सकेगा।