कृषि के क्षेत्र में जैव आसूचनाः एक समीक्षा

रत्ना प्रभा[1], डी.पी. सिंह[2], रजनी कुमारी[3], अनिल राय[1], संजय कुमार[4]

10.18805/BKAP444

सारांश

कृषि हमारे जीवन के एक अपरिहार्य घटक का प्रतिनिधित्व करती है। विभिन्न महाद्वीपों में, विभिन्न प्रकार के अनाज और फसलें महत्वपूर्ण भोजन की भूमिका निभाती हैं। फसलों का उत्पादन और सुधार कार्य हजारों सालों से किया जा रहा है। जैव सूचना विज्ञान या जैव आसूचना एक नया उभरता हुआ अधयन्न क्षेत्र हैं, अपितु कृषि सहित विज्ञान के हर क्षेत्र में महत्वपूर्ण योगदान कर रहा है। जैव आसूचना अपने विभिन्न –ओमिक्स क्षेत्रों (जीनोमिक्स, ट्रांसक्रिपटॉमिक्स, प्रोटिओमिक्स, मेटाबोलोमिक्स) और मेटाजोनॉमिक्स सहित कृषि अनुसंधान में महत्वपूर्ण योगदान दे रहा है। जैव सूचना विज्ञान विभिन्न फसलों और कृषि उपयोगी जानवरों के बारे में जीनोमिक और विस्तृत जानकारी उपलब्ध करा रहा है, जो अंततः उन्नत किस्मों, रोग निदान, रोगजनक प्रतिरोध, रोग सहिष्णुता आदि के विकास में शोधकर्ताओं की सहायता कर रहा है। जैव आसूचना कृषि के क्षेत्र में खोजों और अध्ययनों में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है।

शब्द कुंजीः कृषि, कृषि अनुसंधान, जैव आसूचना, –ओमिक्स क्षेत्र।

Bioinformatics in Field of Agriculture: A Review

Ratna Prabha[1], D.P. Singh[2], Rajni Kumari[3], Anil Rai[1], Sanjay Kumar[4]

ABSTRACT

Agriculture represents an inevitable component of our life. Across continents, different kind of cereals and crops occupy role of important food. Domestication and improvements of crops is practiced from thousand years. Bioinformatics is a newly emerging discipline, though making significant practice in every area of science, including agriculture. Bioinformatics including different -omics fields (genomics, transcriptomics, proteomics, metabolomics *etc*) and metagenomics is making a significant contribution in field of agricultural research. Bioinformatics is making available genomic and detailed information about different crops and agricultural important animals which is ultimately assisting researchers in development of improved varieties, disease diagnostic, pathogen resistance, disease tolerance *etc.* Bioinformatics is playing a significant role in discoveries and studies in field of agriculture.

Key words: Agriculture, Agricultural research, Bioinformatics, -Omics areas.

कृषि न केवल कुछ देशों का एक प्रमुख व्यवसाय है, बल्कि जीवन, संस्कृति और रीति–रिवाज भी है। चावल, गेहूं, जौ, मक्का, बाजरा, गन्ना जैसे अनाज हमेशा से ही विभिन्न महाद्वीपों में मानव आबादी के महत्वपूर्ण भोजन माने जाते रहे हैं। हजारों वर्षों से, लोग इन फसलों की घरेलू किस्मों को वांछित विशेषताओं के साथ बनाने के लिए प्रजनन और चयन का उपयोग कर रहे हैं। स्वाद, पोषण गुणवत्ता और उत्पादकता में महत्वपूर्ण प्रगति हो चुकी है, विशेष रूप से ''हरित क्रांति'' के दौरान जो 1960–1970 में हुई थी।

अब हमें तीन महत्वपूर्ण बिंदुओं (कम पोषण भूमि, ऊर्जा संसाधनों की कमी और अप्रत्याशित जलवायु परिवर्तन) पर विचार करते हुए निरंतर बढ़ती दुनिया की जनसंख्या की पोषण संबंधी खाद्य आपूर्ति करने के लिए कृषि विज्ञान में अधिक

[1]ICAR-Indian Agricultural Statistics Research Institute, New Delhi-110 012, India.
[2]ICAR-Indian Institute of Vegetable Research, Varanasi-221 305, Uttar Pradesh, India.
[3]ICAR-Research Complex for Eastern Region, Patna-800 014, Bihar, India.
[4]Bihar Veterinary College, Bihar Animal Sciences University, Patna-800 014, Bihar, India.

Corresponding Author: Ratna Prabha, ICAR-Indian Agricultural Statistics Research Institute, New Delhi-110 012, India.
Email: ratna.prabha@icar.gov.in

How to cite this article: Prabha, R., Singh, D.P., Kumari, R., Rai, A. and Kumar, S. (2022). Bioinformatics in Field of Agriculture. Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika. 37(1): 23-26. DOI: 10.18805/BKAP444.

Submitted: 04-02-2022 **Accepted:** 22-03-2022 **Online:** 28-03-2022

उन्नत और आधुनिक जैव प्रौद्योगिकी विधियों का उपयोग करने की आवश्यकता है। दूसरे शब्दों में, हमें अनुसंधान की गति को बढ़ाने की आवश्यकता है ताकि हम भावी पीढ़ियों के लिए पर्याप्त भोजन प्रदान करने में सक्षम हो सकें।

जैव सूचना विज्ञान (या जैव आसूचना)

जैव सूचना विज्ञान (या जैव आसूचना) जीव विज्ञान, गणित और कंप्यूटर विज्ञान से बना विज्ञान का एक अंतः विषय क्षेत्र है। जैविक खोजों के तरीकों को सुचारू रूप से पूर्ण करने के लिए जैव सूचना विज्ञान आवश्यक है। ह्यूमन जीनोम प्रोजेक्ट के विकास के साथ, जीव विज्ञान का डेटा अद्‌भुत रूप से बढ़ गया। डेटा को संसाधित करने, प्रबंधित करने, व्याख्या करने और विश्लेषण करने की क्षमता पहले से कहीं अधिक महत्वपूर्ण हो गई। जैव आसूचना जैविक डेटा का प्रबंधन करने के लिए सूचना प्रौद्योगिकी का अनुप्रयोग है जो विभिन्न जीवों के जीनोम को डिकोड करने में मदद करता है। इसके अलावा, जैव आसूचना को आम तौर पर जैविक प्रयोगों में उत्पन्न डेटा के प्रसंस्करण और प्रबंधन के लिए कंप्यूटर प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग के रूप में जाना जाता है। शब्द जैव सूचना विज्ञान मूल रूप से जैविक, विशेष रूप से, जीनोमिक डेटा के बड़े संस्करणों के लिए सूचना प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग के लिए गढ़ा गया था। जैव आसूचना एक नया अनुशासन है लेकिन यह विज्ञान के प्रत्येक क्षेत्र में बहुत तेजी से प्रगति कर रहा है। जैसा कि विभिन्न जीवों की जीनोम जानकारी प्रदान करके दवा में इसका उपयोग होता है, इसी तरह कृषि के क्षेत्र में भी इस क्षेत्र का लाभ उठाया गया है।

कृषि में जैव आसूचना का प्रभाव

कृषि विज्ञान के क्षेत्र में बहुमुखी वैज्ञानिक विषयों के अध्यन्न और अनुसंधान में जैव आसूचना तथा ओमिक्स क्षेत्रों (जीनोमिक्स, ट्रांसक्रिपटॉमिक्स, प्रोटिओमिक्स इत्यादि) ने काफी सहयोग किया है (बेनकेब्लिया, 2011; होल्टन और अन्य 2013)। जीनोमिक्स, ट्रांसक्रिपटॉमिक्स, प्रोटिओमिक्स और मेटाबोलोमिक्स, संगठन की समझ और जैविक प्रणालियों की कार्यक्षमता को समझने में विशेष योगदान कर सकते हैं, विशेषकर विभिन्न परिस्थितियों में, जैसे कि शारीरिक, रोगात्मक या पर्यावरणीय परिवर्तनों से प्रभावित (बाढ़ और अन्य 2013; इस्पोसितो और अन्य 2016)।

कई प्रजातियों के पूरे जीनोम की अनुक्रमण उनके संगठन को परिभाषित करने की अनुमति देती है और उनकी कार्यक्षमता को समझने के लिए शुरुआती बिंदु प्रदान करती है। संबंधित आणविक जानकारी के उपयुक्त ज्ञान की उपलब्धि के लिए संबधित प्रयास, जैसे कि प्रतिलेख और प्रोटिओम अनुक्रमण से उत्पन्न होने वाले, जीनोम की जीन सामग्री और इसकी मुख्य कार्यक्षमता को बेहतर ढंग से चित्रित करने की आवश्यकता हैं। इन प्रयासों से वास्तव में सभी जैविक विज्ञानों के साथ–साथ कृषि में बड़ी प्रगति हुई (बाढ़ और अन्य 2013)। इसके अलावा, जीन की जटिलता और उनकी नेटवर्किंग भी मूल रूप से फसलों या पशुधन के लिए प्रजनन अभ्यास में अनुवादित होने के लिए मौलिक है, तथा उनके स्वास्थ्य, प्रतिरोध और उत्पादकता में योगदान करती है।

ओमिक्स अध्ययन के नमूने एक प्रजाति (आबादी) के एक या कई व्यक्तियों, या कई प्रजातियों (एक समुदाय) से प्राप्त कर सकते हैं (क्निएफ, 2013; वांग और अन्य 2013)। इन दृष्टिकोणों के बीच अंतर मुख्य रूप से विशिष्ट अध्ययन के उद्देश्यों में शामिल हैं। एकल दृष्टिकोणों में, संगठन और विशिष्ट कोशिकाओं, ऊतकों, या अंगों (जैसे, जड़ों, फल, रूमेन) की कार्यक्षमता की जांच की जाती है, मुख्य रूप से गुणवत्ता और आकार जैसे उभरते गुणों को प्रभावित करने वाले कारकों की पहचान करने के लिए। यह और भी अधिक जटिल लक्षणों (उदाहरण के लिए, उपज, तनावों, रोगों के प्रतिरोध) या प्रक्रियाओं (जैसे, फल पकने, विकास दक्षता, सेन्सेंस) के लक्षण वर्णन का मार्ग प्रशस्त करता है (बाढ़ और अन्य 2013)। एक ही प्रजाति की आबादी में आणविक घटकों का वर्णन आनुवांशिक परिवर्तनशीलता को प्रभावित करने वाली विकासवादी प्रक्रियाओं की समझ को दर्शाता है। यह भी व्यापक रूप से नावेल और बेहतर एलील की पहचान करके या पर्यावरणीय परिवर्तनों के जवाब में जीनोटाइप के पैटर्न और फेनोटाइपिक प्लास्टिसिटी पर आनुवंशिक भिन्नता के प्रभाव का आकलन करने के लिए जटिल मात्रात्मक लक्षणों को फैलाने में योगदान कर सकता है (जहू और अन्य 2008; सेमागन और अन्य 2010)।

मेटाजीनोमिक्स की कृषि में भूमिका

विभिन्न सूक्ष्म जीव कृषि में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं और जैव आसूचना इन जीवों की पूरी जीनोमिक जानकारी प्रदान करता है। पौधों और जानवरों के जीनोम अनुक्रमण ने भी कृषि को लाभ प्रदान किया है। जैविक अनुसंधान में विभिन्न जैव आसूचना संसाधनों के अनुप्रयोग से भंडारण, पुर्नप्राप्ति, विश्लेषण, एनोटेशन और परिणामों के विजुअलाइजेशन में मदद मिली है तथा यह पूर्ण जैविक प्रणाली को बेहतर तरीके से समझने में भी उपयोगी है। इससे पादप गुणवत्ता सुधार, पादप स्वास्थ्य देखभाल तथा विभिन्न रोगों के निदान में मदद मिलेगी (इस्पोसितो और अन्य 2016)।

समुदायों से व्युत्पन्न सामूहिक आनुवांशिक पूल के अध्ययन को ''मेटाजीनोमिक्स'' कहा जाता है (हैंडलस्मेंन और अन्य 1998)। समुदाय पर्यावरण के नमूनों, जैसे मिट्टी, समुद्री जल, या अन्य से प्राप्त कर सकता है, लेकिन यह जीवों का भी हिस्सा हो सकता है, जैसे आंत या जड़ें (इस्पोसितो और अन्य 2016)। मेटाजीनोमिक्स का उद्देश्य आमतौर पर समुदाय के प्रोकैरियोटिक घटक का वर्णन करना होता है, लेकिन एक विशिष्ट वातावरण में मौजूद विभिन्न यूकेरियोट्स का पता लगाने के लिए भी उपयोगी हो सकता है (एप्प और अन्य 2012)।

पादप, मिट्टी और पशुधन माइक्रोबायोम भी कृषि में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं क्योंकि यह पौधे की फिटनेस, मिट्टी के जैव रासायनिक गुणों को निर्धारित करता है और उपज और गुणवत्ता के लक्षण दोनों को प्रभावित करता है। हालांकि, रोगाणुओं और जिन समुदायों में वे शामिल हैं, उनके लिए बहुत कम ज्ञान उपलब्ध है। एक उदाहरण के रूप में, यह स्वीकार किया जाता है कि मिट्टी पृथ्वी पर सबसे बड़े कार्बन reservoirs में से एक है, और प्रोकैरियोट्स मिट्टी की बायोमास की एक महत्वपूर्ण मात्रा का गठन करते हैं। हालांकि, पिछले तीन दशकों में विभिन्न प्रकार के अध्ययनों से पता चला है कि, हालांकि अनुक्रमण रणनीतियों का तेजी से विकास हो रहा है, तथापि बैक्टीरिया की प्रजातियों का बड़ा हिस्सा अभी भी अज्ञात है। इसलिए माइक्रोबियल समुदायों की रूपरेखा बनाने और उनकी मुख्य कार्यात्मक विशेषताओं का वर्णन करने के लिए उपयोग की जाने वाली अधिकांश विधियों में अब पूरे डीएनए नमूने को अपनाना और पूरे नमूने पर एनजीएस का उपयोग करना शामिल हैं, अर्थात मेटाजीनोमिक्स।

कृषि में मेटाजीनोमिक्स का अनुप्रयोग मिट्टी और पौधे राइजोस्फीयर में सूक्ष्मजीवों के बीच होने वाली अंतः क्रियाओं के जटिल पैटर्न को दर्शाने के लिए उपयुक्त साबित हुआ है, साथ ही साथ विशिष्ट ऊतकों या अंगों के अधयन्न में भी इसका इस्तेमाल हुआ है। मेटाजीनोमिक्स अधयन्न के द्वारा मृदा उर्वरता तथा कृषि प्रबंधन से जुड़े सूक्ष्मजीव समुदायों के बारे में पता लगाया गया है। मेटाजीनोमिक्स के अध्ययन से पौधे के पोषण में एवं तत्वों के चक्रीकरण में मिट्टी के बैक्टीरिया की भूमिका को समझने में भी मदद मिल सकती है। इसके द्वारा, भविष्य में, नए जीनों, जैव–उत्पादों, पौधों की वृद्धि को बढ़ावा देने वाले सूक्ष्मजीवों की खोज हो सकती है, जो कई प्रासंगिक पहलुओं को समझने के लिए उपयोगी हैं जैसे कि तनाव या डिस्बिओसिस (तिम्मुस्क और अन्य 2014; वश्स्सएर–तौस्सत और अन्य 2014)।

संक्षेप में, न्यूक्लिक एसिड सीक्वेंसिंग ने सभी दृष्टिकोणों में योगदान दिया है, विशेष रूप से डाटा उत्पन्न करने में। यही कारण है कि एनजीएस प्रौद्योगिकी के हालिया सुधारों ने इन अनुसंधान क्षेत्रों में उत्पादकता और उन्नति को प्रभावित किया।

निष्कर्ष

पिछले कुछ दशको को जैव आसूचना और कम्प्यूटेशनल जीव विज्ञान का एक नया युग माना जाता है जो जीव विज्ञान में वैज्ञानिक आविष्कार की गति को बढ़ाता है। पादप बायोलॉजी के क्षेत्र में कंप्यूटर विज्ञान को शामिल करने से पिछले दशकों में पौधों से संबंधित अनुसंधान करने के तरीके में बदलाव आया है। पिछले कुछ वर्षों के दौरान सीक्वेंसिंग तकनीक में हुए विभिन्न संशोधनों के करण आज यह तकनीक काफी लागत प्रभावी हो गयी है, जिससे कोई भी प्रायोगिक लैब इन सीक्वेंसिंग विधियों का उपयोग करके अपने रुचि के जीनोम का अध्ययन कर सकती है।

कृषि में आधुनिक जैव प्रौद्योगिकी प्रगति को शामिल करने से निश्चित रूप से जैव ऊर्जा क्षेत्र, कृषि आधारित उद्योगों, कृषि उप–उत्पादों के उपयोग, पौधों के सुधार और पर्यावरण के बेहतर प्रबंधन के लिए विशाल लाभांश प्राप्त होगा। एक पौधे की प्रजातियों के नवीनतम जीनोम और ट्रांसक्रिपटॉमिक्स अनुक्रमण कई पौधों की प्रजातियों की आनुवंशिक वास्तुकला को प्रकट करने का अवसर देता है, जो विशेष रूप से वांछित जटिल लक्षणों (छवि) में सुधार के लिए आवश्यक हैं।

REFERENCES

Barh, D., Zambare, V., Azevedo, V., Omics (2013). Applications in Biomedical, Agricultural and Environmental Sciences. Boca Raton: CRC Press.

Benkeblia, N. (2011). Sustainable Agriculture and New Biotechnologies. Boca Raton: CRC Press.

Epp, L.S., Boessenkool, S., Bellemain, E.P., Haile, J., Esposito, A., Riaz, T., Erseus, C., Gusarov, V.I., Edwards, M.E., Johnsen, A. (2012). New environmental metabarcodes for analysing soil DNA: Potential for studying past and present ecosystems. Mol Ecol. 21(8): 1821-1833.

Handelsman, J., Rondon, M.R., Brady, S.F., Clardy, J., Goodman, R.M. (1998). Molecular biological access to the chemistry of unknown soil microbes: A new frontier for natural products. Chem Biol. 5(10): R245-9.

Knief, C. (2014). Analysis of plant microbe interactions in the era of next generation sequencing technologies. Front Plant Sci. 5. https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00216.

Semagn, K., Bjørnstad, Å., Xu, Y. (2010). The genetic dissection of quantitative traits in crops. Electron J. Biotechnol. 13(5): 16-7.

Holton, T.A., Vijayakumar, V., Khaldi, N. (2013). Bioinformatics: Current perspectives and future directions for food and nutritional research facilitated by a Food-Wiki database. Trends in Food Science and Technology. 34(1): 5-17.

Timmusk, S., El-Daim, I.A.A., Copolovici, L., Tanilas, T., Kännaste, A., Behers, L., Nevo, E., Seisenbaeva, G., Stenström, E., Niinemets, Ü. (2014). Drought-tolerance of wheat improved by rhizosphere bacteria from harsh environments: Enhanced biomass production and reduced emissions of stress volatiles. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096086.

Vayssier-Taussat, M., Albina, E., Citti, C., Cosson, J.F., Jacques, M.A., Lebrun, M.H., Le Loir, Y., Ogliastro, M., Petit, M.A., Roumagnac, P. (2014). Shifting the paradigm from pathogens to pathobiome: New concepts in the light of metaomics. Front Cell Infect Microbiol. 4. https://doi.org/10.3389/fcimb.2014.00029.

Wang, J., McLenachan, P.A., Biggs, P.J., Winder, L.H., Schoenfeld, B.I., Narayan, V.V., Phiri, B.J., Lockhart, P.J. (2013). Environmental bio-monitoring with high-throughput sequencing. Brief Bioinform. 1(5): 575-588.

Zhu, B., Pennack, J.A., McQuilton, P., Forero, M.G., Mizuguchi, K., Sutcliffe, B., Gu, C.J., Fenton, J.C., Hidalgo, A. (2008). Drosophila neurotrophins reveal a common mechanism for nervous system formation. PLoS Biol. 6(11): e284.