http://krishipravahika.vitalbiotech.org/

कृषि प्रवाहिका: ई-समाचार पत्रिका

e-ISSN: 2583 – 0430

कृषि-प्रवाहिका: ई-समाचार पत्रिका, (2026) वर्ष 6, अंक 6, 04-08

Article ID:590

अदृश्य भूख का समाधान: बागवानी फसलों का जैव-संवर्धन

डॉ रश्मि उपाध्याय

तकनीकी सलाहकार, कुलपति कार्यालय, महाराणा प्रताप उद्यान विश्वविद्यालय, करनाल

*अनुरूपी लेखक

डॉ रश्मि उपाध्याय

हम भूख को अक्सर खाली पेट से जोड़ते हैं, पर एक भूख ऐसी भी है जो पेट भरा होने पर भी बनी रहती है 'अदृश्य भूख' (hidden hunger)। यह तब होती है जब भोजन से कैलोरी तो मिल जाती है, पर लौह (iron), जस्ता (zinc), विटामिन 'ए' और आयोडीन जैसे सूक्ष्म पोषक तत्व पर्याप्त मात्रा में नहीं मिलते। दुनिया भर में लगभग दो अरब लोग इससे प्रभावित हैं, और विश्व स्वास्थ्य संगठन के अनुसार पर्याप्त कैलोरी मिलने के बावजूद हर तीन में से लगभग एक व्यक्ति किसी न किसी सू 'अदृश्य भूख' तत्व की कमी का शिकार है। इसका असर बच्चों के मानसिक एवं शारीरिक विकास, रोग-प्रतिरोधक क्षमता तथा माताओं के स्वास्थ्य पर पड़ता है। इसका एक टिकाऊ एवं किफायती समाधान है—बागवानी फसलों का जैव-संवर्धन।

अब तक इस समस्या से निपटने के लिए मुख्यतः दवा-गोलियों (supplements) और प्रसंस्कृत भोजन में बाहर से तत्व मिलाने (fortification) जैसे उपाय अपनाए जाते रहे हैं। परंतु इनके लिए लगातार आपूर्ति, ढाँचे और खर्च की आवश्यकता होती है और ये दूर-दराज के गाँवों तक प्रायः नहीं पहुँच पाते। यहीं जैव-संवर्धन एक तकनीकी (वैज्ञानिक) समाधान के रूप में सामने आता है, क्योंकि इसमें पादप प्रजनन (plant breeding), जैव प्रौद्योगिकी (biotechnology) एवं कृषि-क्रियात्मक तकनीकों का उपयोग करके पोषक तत्वों को फसल में ही, उसके उत्पादन के स्तर पर समाहित कर दिया जाता है। यानी समस्या का हल किसी बाहरी पूरक पर नहीं, बल्कि स्वयं फसल की वैज्ञानिक उन्नति पर आधारित होता है और यही इसे एक स्थायी तकनीकी समाधान बनाता है।

एक नज़र में

- दुनिया में 2 अरब से अधिक लोग 'छिपी भूख' से प्रभावित; WHO के अनुसार हर 3 में से 1 व्यक्ति किसी सूक्ष्म पोषक तत्व की कमी का शिकार।
- भारत में 5 वर्ष से कम आयु के 35.5% बच्चे नाटेपन तथा 32.1% कम वजन के शिकार (NFHS-5)।
- विटामिन 'ए' की कमी → रतौंधी; लौह की कमी → रक्ताल्पता; आयोडीन की कमी → घेंघा; जस्ता की कमी → वृद्धि व प्रतिरक्षा में बाधा।
- 'भू सोना' शकरकंद में β-कैरोटीन लगभग 14 मि.ग्रा./100 ग्रा. (सामान्य 2–3 की तुलना में)।

जैव-संवर्धन क्या है?

'जैव-संवर्धन' (Biofortification) शब्द दो शब्दों से बना है—यूनानी शब्द 'बायोस' अर्थात 'जीवन' और लैटिन शब्द 'फोर्टिफिकेयर' अर्थात 'मजबूत बनाना'। सरल अर्थ हुआ—जीवन को पोषण से मजबूत बनाना। यह वह प्रक्रिया है जिसमें पादप प्रजनन या जैव प्रौद्योगिकी की सहायता से फसल के भीतर ही पोषक तत्वों की मात्रा बढ़ा दी जाती है। यह पारंपरिक फोर्टिफिकेशन से इसलिए भिन्न है क्योंकि फोर्टिफिकेशन में तत्व भोजन में बाहर से मिलाया

जाता है, जबकि जैव-संवर्धन में परिवर्तन स्वयं पौधे में होता है। इसका सबसे बड़ा लाभ यह है कि एक बार उन्नत किस्म तैयार हो जाने पर यह गुण बीज के माध्यम से पीढ़ी-दर-पीढ़ी चलता रहता है। इस अवधारणा को 1990 के दशक में हार्वेस्टप्लस के संस्थापक डॉ. हॉवर्थ बोइस ने प्रस्तुत किया था। दोनों विधियों का अंतर तालिका-1 में देखा जा सकता है:

तालिका-1: पारंपरिक फोर्टिफिकेशन बनाम जैव-संवर्धन

पहलू	पारंपरिक फोर्टिफिकेशन	जैव-संवर्धन
कब किया जाता है	भोजन के प्रसंस्करण के दौरान	फसल की वृद्धि के दौरान
उदाहरण	अनाज में लौह मिलाना	लौह-समृद्ध राजमा विकसित करना
स्थायित्व	निरंतर निवेश आवश्यक	बीज में एक बार का निवेश
पहुँच	शहरी एवं प्रसंस्कृत उपभोक्ता	ग्रामीण, निर्धन व निर्वाह-कृषक परिवार

किन पोषक तत्वों पर ध्यान?

बागवानी फसलों पर विशेष ध्यान इसलिए दिया जा रहा है क्योंकि फल और सब्जियाँ स्वभाव से ही विटामिन, खनिज, एंटीऑक्सीडेंट एवं रेशे से भरपूर होती हैं, और मुख्य अनाजों की तुलना में इनमें पोषण-घनत्व अधिक होता है। जैव-संवर्धन में मुख्यतः उन सूक्ष्म पोषक तत्वों को लक्षित किया जाता है जिनकी कमी सर्वाधिक पाई जाती है:

- लौह (Iron): रक्ताल्पता से बचाव एवं ऑक्सीजन-वहन; लौह-समृद्ध राजमा, चौलाई, पालक एवं लोबिया।
- जस्ता (Zinc): रोग-प्रतिरोधक क्षमता, वृद्धि एवं घाव-भराव; टमाटर, प्याज, लहसुन (नैनो-उर्वरक द्वारा) तथा पत्तागोभी।
- विटामिन 'ए' / β-कैरोटीन: दृष्टि एवं प्रतिरक्षा; संतरी-गूदे वाला शकरकंद, गाजर एवं गोल्डन बनाना।
- आयोडीन (Iodine): थायरॉइड एवं चयापचय; आयोडीन-युक्त सिंचाई/छिड़काव से समृद्ध पालक, लेटयूस एवं खीरा।
- सेलेनियम (Selenium): एंटीऑक्सीडेंट सुरक्षा एवं थायरॉइड कार्य; ब्रोकली एवं प्याज (सेलेनियम-युक्त मिट्टी/उर्वरक में।

जैव-संवर्धन के प्रमुख तरीके

- किस विधि को अपनाया जाए यह फसल, लक्षित पोषक तत्व, स्थानीय कृषि-जलवायु एवं आर्थिक व्यवहार्यता पर निर्भर करता है। प्रमुख तरीके इस प्रकार हैं |
- पारंपरिक प्रजनन (Breeding): प्राकृतिक रूप से अधिक पोषक तत्व वाले मूल पौधों का संकरण कर पोषण-समृद्ध किस्में विकसित करना। संतरी-गूदे वाला शकरकंद और लौह-समृद्ध राजमा इसके सफल उदाहरण हैं। यह विधि सुरक्षित एवं व्यापक रूप से स्वीकृत है, पर इसमें समय अधिक लगता है और कभी-कभी उपज से समझौता करना पड़ता है।
- कृषि-क्रियात्मक संवर्धन (Agronomic): मिट्टी में या पत्तियों पर खनिज उर्वरकों का छिड़काव (foliar spray) करके खाद्य भाग में पोषक तत्व बढ़ाना, जैसे पत्तेदार सब्जियों पर जिंक सल्फेट या लहसुन के लिए सेलेनियम-युक्त उर्वरक। यह सरल एवं तेज है, परंतु इसका प्रभाव स्थायी नहीं होता और इसे बार-बार दोहराना पड़ता है।

- ट्रांसजेनिक/GM विधि: वांछित जीन को फसल में प्रविष्ट कराकर पोषक तत्वों के निर्माण या भंडारण को बढ़ाना, जैसे प्रोविटामिन 'ए' युक्त 'गोल्डन बनाना' तथा फेरिटिन (लौह-भंडारण) जीन का उपयोग। इस पर नियामक, जैव-सुरक्षा एवं सार्वजनिक स्वीकृति की चुनौतियाँ अधिक हैं।
- जीनोम एडिटिंग (CRISPR/Cas9): बाहरी (foreign) डीएनए जोड़े बिना ही पौधे के अपने जीन में सटीक बदलाव करना। इसी तकनीक से अधिक लाइकोपीन एवं अधिक GABA वाले टमाटर तैयार किए गए हैं। यह तेज, सटीक एवं अपेक्षाकृत कम विवादास्पद विधि है, जो भारत में भी तेजी से महत्व पा रही है।
- नैनो तकनीक (Nanotechnology): नैनो-उर्वरकों एवं सूक्ष्म-कैप्सूल के माध्यम से पोषक तत्वों की नियंत्रित, कम-हानि वाली आपूर्ति करना। यह आशाजनक है, पर इसके दीर्घकालिक पर्यावरणीय एवं स्वास्थ्य प्रभावों पर अध्ययन जारी है।

भारत की अपनी उपलब्धियाँ

उत्साहजनक बात यह है कि इस क्षेत्र में भारत किसी से पीछे नहीं है। भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (ICAR) एवं उससे जुड़े संस्थानों ने अनेक पोषक-तत्व-समृद्ध किस्में विकसित की हैं। फूलगोभी की 'पूसा बीटा केसरी-1' (2015-16 में जारी) देश की पहली स्वदेशी जैव-संवर्धित फूलगोभी है, जिसमें मार्कर-समर्थित प्रजनन (marker-assisted breeding) द्वारा बीटा-कैरोटीन की मात्रा 8–10 मि.ग्रा. प्रति 100 ग्राम तक पहुँचाई गई है। शकरकंद की 'भू सोना' किस्म में बीटा-कैरोटीन सामान्य 2–3 की तुलना में लगभग 14 मि.ग्रा. प्रति 100 ग्राम तक होता है, जबकि 'भू कृष्णा' एवं 'श्री कनक' एंथोसायनिन से समृद्ध हैं। गाजर की 'पूसा रुधिरा' में कैरोटीनॉयड (लगभग 7.41 मि.ग्रा.) एवं फिनोल (45.15 मि.ग्रा./100 ग्राम) प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं। आलू की 'कुफरी नीलकंठ' उत्तर भारत के मैदानों के लिए उपयुक्त, अधिक एंटीऑक्सीडेंट वाली एवं पछेती झुलसा-प्रतिरोधी किस्म है। पंतनगर विश्वविद्यालय द्वारा विकसित लोबिया की 'पंत लोबिया-1 व 2' लौह एवं जस्ता से समृद्ध हैं। कुछ प्रमुख किस्में तालिका-2 में दी गई हैं:

तालिका-2: भारत की प्रमुख जैव-संवर्धित बागवानी किस्में

फसल	किस्म	संवर्धित तत्व	संस्थान
फूलगोभी	पूसा बीटा केसरी-1	बीटा-कैरोटीन	IARI, नई दिल्ली
गाजर	पूसा रुधिरा, पूसा असिता	लाइकोपीन, एंथोसायनिन	IARI
शकरकंद	भू सोना, भू कृष्णा	बीटा-कैरोटीन, एंथोसायनिन	CTCRI
आलू	कुफरी नीलकंठ	एंटीऑक्सीडेंट	CPRI, शिमला
मूली	पूसा गुलाबी, पूसा जामुनी	कैरोटीनॉयड, एंथोसायनिन	IARI
बैंगन	पूसा सफेद बैंगन-1	फिनोल, एंटीऑक्सीडेंट	IARI
लोबिया	पंत लोबिया-1 व 2	लौह व जस्ता	GBPUAT, पंतनगर

विश्व के सफल उदाहरण

विश्व स्तर पर भी जैव-संवर्धन के अनेक सफल उदाहरण हैं। अफ्रीका के उप-सहारा क्षेत्र में संतरी-गूदे वाला शकरकंद बड़े पैमाने पर अपनाया गया है और विटामिन 'ए' की कमी दूर करने में सहायक सिद्ध हुआ है। पूर्वी अफ्रीका (रवांडा, युगांडा, केन्या) में पारंपरिक प्रजनन से विकसित लौह-समृद्ध राजमा में सामान्य किस्मों की तुलना में 80% तक अधिक लौह पाया जाता है। युगांडा में ट्रांसजेनिक विधि से तैयार 'गोल्डन बनाना' की कुछ पंक्तियों में सामान्य किस्मों से लगभग 20 गुना अधिक प्रोविटामिन 'ए' मिला है। वहीं CRISPR तकनीक से ऐसे टमाटर विकसित किए गए हैं जिनमें बिना किसी बाहरी डीएनए के लाइकोपीन की मात्रा पाँच गुना तक बढ़ाई गई—यह बागवानी में गैर-ट्रांसजेनिक जैव-संवर्धन का उत्कृष्ट उदाहरण है।

जैव-उपलब्धता एवं उपभोक्ता स्वीकृति

केवल फसल में पोषक तत्वों की मात्रा बढ़ा देना ही पर्याप्त नहीं है; यह भी आवश्यक है कि ये तत्व मानव शरीर में सुगमता से अवशोषित हों—इसे 'जैव-उपलब्धता' (bioavailability) कहते हैं। पत्तेदार सब्जियों एवं फलियों में मौजूद फाइटेट एवं ऑक्सलेट जैसे पोषण-विरोधी तत्व लौह व जस्ता के अवशोषण को घटा देते हैं। पकाने, सुखाने या किण्वन जैसी विधियाँ पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ा भी सकती हैं और घटा भी—उदाहरणतः हल्का पकाने से गाजर एवं शकरकंद में β-कैरोटीन की उपलब्धता बढ़ जाती है, जबकि अधिक ताप से ताप-संवेदी विटामिन नष्ट हो सकते हैं। इसके अतिरिक्त, किसी भी किस्म की सफलता काफी हद तक उपभोक्ता स्वीकृति पर निर्भर करती है, रंग, स्वाद एवं बनावट में परिवर्तन कभी-कभी आरंभिक हिचक उत्पन्न करता है, जैसे संतरी-गूदे वाले शकरकंद को सफेद-गूदे की आदत वाले क्षेत्रों में शुरू में सहज स्वीकृति नहीं मिली।

राह में आने वाली चुनौतियाँ

- उपलब्ध जननद्रव्य (germplasm) में कुछ पोषक तत्वों के लिए सीमित प्राकृतिक आनुवंशिक विविधता।
- उपज, गुणवत्ता एवं पोषण-मात्रा के बीच संतुलन बनाना (yield–nutrient trade-off)।
- रंग, स्वाद या रूप की अपरिचितता के कारण उपभोक्ताओं में आरंभिक हिचक।
- आनुवंशिक रूप से रूपांतरित (GM) एवं जीनोम-एडिटेड फसलों के लिए लंबी एवं जटिल नियामक प्रक्रिया।
- किसानों एवं उपभोक्ताओं में जागरूकता एवं प्रसार-सेवाओं की कमी।

आगे की राह

भविष्य की संभावनाओं को साकार करने के लिए कुछ रणनीतिक दिशाएँ महत्वपूर्ण हैं। पहली, एक ही किस्म में कई पोषक तत्व (multi-nutrient) समाहित करना, जैसे अधिक लौह व कैल्शियम वाली पत्तेदार सब्जियाँ। दूसरी, जैव-संवर्धन को जैविक एवं प्राकृतिक खेती से जोड़ना, जिससे पोषण के साथ-साथ पर्यावरणीय लाभ भी मिले और उपज का बाजार-मूल्य बढ़े। तीसरी, अनुसंधान संस्थानों, सरकार, बीज कंपनियों एवं प्रसंस्करणकर्ताओं के बीच सरकारी-निजी साझेदारी (PPP) को मजबूत करना ताकि प्रयोगशाला के नवाचार खेत तक पहुँच सकें। चौथी, नीतिगत समर्थन—यदि इन किस्मों को मध्याह्न भोजन योजना, समेकित बाल विकास सेवा (ICDS) एवं सार्वजनिक वितरण प्रणाली (PDS) से जोड़ा जाए, गैर-GMO उत्पादों के लिए अनुमोदन सरल किया जाए, तथा किसानों को बीज उत्पादन हेतु प्रोत्साहन दिया जाए, तो अपनाव तेज होगा। पाँचवीं, उपभोक्ता शिक्षा; विद्यालयों, स्वास्थ्य केंद्रों एवं मीडिया के माध्यम से जागरूकता बढ़ाकर पोषण-समृद्ध उत्पादों की माँग सृजित की जा सकती है।

निष्कर्ष

बागवानी फसलों का जैव-संवर्धन कुपोषण से लड़ने का एक टिकाऊ, किफायती एवं दूरगामी वैज्ञानिक समाधान है। पारंपरिक पूरक एवं फोर्टिफिकेशन के विपरीत, यह पोषण को जड़ से, यानी खेत से, उत्पादन के स्तर पर, मजबूत करता है और विशेषकर ग्रामीण एवं वंचित समुदायों के लिए उपयोगी है। पारंपरिक प्रजनन, कृषि-क्रियात्मक विधियों, जीनोम एडिटिंग एवं नैनो तकनीक के समुचित मेल, मजबूत नीतिगत समर्थन और व्यापक जन-जागरूकता के साथ, हमारी थाली के फल और सब्जियाँ न केवल पेट भरने का, बल्कि सेहत संवारने का भी सशक्त माध्यम बन सकती हैं।