vinetur

शोधकर्ताओं ने सफेद वाइन में 107 कीटनाशकों की जांच के लिए 36 मिनट का परीक्षण विकसित किया

रूटीन वाइन जांच में छूट जाने वाले रासायनिक एनैन्टियोमर की पहचान, जिसमें कुल अवशेष रिपोर्टिंग से छिपा फिप्रोनिल का मामला भी शामिल है

मंगलवार, 10 नवंबर 2026



शोधकर्ताओं ने सफेद वाइन में कीटनाशक अवशेषों को मापने का एक तेज तरीका बताया है। यह कुछ रसायनों के दर्पण-प्रतिबिंब जैसे रूपों के बीच अंतर भी कर सकता है, जिन्हें मानक परीक्षण आम तौर पर एक ही मान लेते हैं।

LCGC International ने सोमवार, 9 नवंबर को जिस अध्ययन पर चर्चा की और जो Analytica Chimica Acta में प्रकाशित हुआ, उसमें शोधकर्ताओं ने बताया कि उन्होंने लो-प्रेशर गैस क्रोमैटोग्राफी को टैंडम मास स्पेक्ट्रोमेट्री के साथ जोड़कर, यानी LPGC-MS/MS से, 36 मिनट के चक्र में सफेद वाइन में 107 कीटनाशकों की जांच की। शोधकर्ताओं के अनुसार, विश्लेषणात्मक डेटा संग्रह 27 मिनट में पूरा हुआ और इस विधि ने चिरल कीटनाशकों के सात जोड़ों को स्वीकार्य स्तर तक अलग किया।

यह शोध कीटनाशक परीक्षणों की एक पुरानी समस्या से निपटता है। कई कीटनाशक चिरल होते हैं, यानी वे दर्पण-प्रतिबिंब जैसे दो रूपों में मौजूद रहते हैं, जिन्हें एनैन्टियोमर कहा जाता है। ये रूप जीवों और पर्यावरण में अलग-अलग ढंग से व्यवहार कर सकते हैं। एक एनैन्टियोमर से कीट नियंत्रण का अधिकांश अपेक्षित असर मिल सकता है, जबकि दूसरा कम उपयोगी हो सकता है या उसके विष-विज्ञान संबंधी जोखिम अलग हो सकते हैं। इसके बावजूद, अवशेषों से जुड़े नियम आम तौर पर हर एनैन्टियोमर की मात्रा के बजाय कीटनाशक की कुल मात्रा पर ध्यान देते हैं।

इससे खाद्य पदार्थों की नियमित निगरानी में एक कमी रह जाती है। यह कमी वाइन जैसे उत्पाद में खास तौर पर अहम है, जहां अल्कोहल, शर्करा, रंगद्रव्य और कई प्राकृतिक यौगिकों वाले जटिल रासायनिक मिश्रण में अवशेषों की मात्रा बेहद कम हो सकती है। वाइन में कीटनाशकों की जांच के लिए पहले इस्तेमाल की गई विधियां इन दर्पण-प्रतिबिंब जैसे रूपों को अलग नहीं कर पाती थीं, भले ही लक्षित यौगिक चिरल हों।

शोधकर्ताओं ने कहा कि नई विधि को चिरल गैस क्रोमैटोग्राफी में गति, विभेदन और नमूना क्षमता के बीच आम तौर पर होने वाले समझौते की समस्या दूर करने के लिए तैयार किया गया था। पारंपरिक चिरल पृथक्करण में अक्सर लंबी, पतली कॉलम का इस्तेमाल होता है। इनसे अच्छा विभेदन मिल सकता है, लेकिन जांच में अधिक समय लगता है और इनमें सीमित मात्रा में ही नमूना डाला जा सकता है। इसके बजाय, टीम ने छोटी, चौड़े व्यास वाली चिरल कॉलम को कम-दबाव वाले आउटलेट के साथ जोड़ा। प्रमुख लेखक Mariosimone Zoccali के अनुसार, इस व्यवस्था से गैस का वेग बढ़ाना और पृथक्करण तेज करना संभव हुआ, जबकि लक्षित कीटनाशक विश्लेषण के लिए पर्याप्त विभेदन क्षमता भी बनी रही।

चुनी गई परिस्थितियों में इस विधि में 5-मीटर की चौड़े व्यास वाली γ-cyclodextrin कॉलम और 50 °C से 180 °C तक प्रति मिनट 5 °C की तापमान-वृद्धि का उपयोग किया गया। Zoccali ने कहा कि एनैन्टियोमर के बीच विभेदन पर तापमान नियंत्रण का सबसे अधिक असर पड़ा, क्योंकि इन दर्पण-प्रतिबिंब जैसे रूपों को अलग करने वाली अंत:क्रियाएं कमजोर और गर्मी के प्रति संवेदनशील होती हैं। तापमान तेजी से बढ़ाने पर प्रदर्शन घटा, जबकि प्रति मिनट 2 °C की धीमी वृद्धि से विभेदन बेहतर हुआ, लेकिन जांच का समय बढ़कर लगभग 75 मिनट हो गया। अंतिम विधि में गति, पृथक्करण और सिग्नल की गुणवत्ता के बीच संतुलन बनाया गया।

अध्ययन के अनुसार, चौड़े व्यास वाली कॉलम से नमूना डालने में भी मदद मिली और नियमित इस्तेमाल में विधि अधिक मजबूत रही। इस प्रणाली में सांद्रित अर्क का 5 µL स्प्लिटलेस इंजेक्शन किया जा सकता था, जिससे कॉलम पर जरूरत से ज्यादा भार डाले बिना सूक्ष्म मात्रा में मौजूद अवशेषों का पता लगाने की क्षमता बेहतर हुई। शोधकर्ताओं ने कहा कि यह व्यवस्था लगभग 450 इंजेक्शन तक इस्तेमाल करने योग्य रही।

नमूना तैयार करने के लिए टीम ने एथिल एसीटेट निष्कर्षण के साथ संशोधित QuEChERS प्रक्रिया अपनाई। 10 ग्राम वाइन को मैग्नीशियम सल्फेट, सोडियम क्लोराइड और साइट्रेट लवणों की मौजूदगी में 10 mL एथिल एसीटेट से निकाला गया। इसके बाद नाइट्रोजन की हल्की धारा के नीचे उसे लगभग 100 गुना सांद्रित किया गया। शोधकर्ताओं के अनुसार, डिस्पर्सिव सॉलिड-फेज एक्सट्रैक्शन से अतिरिक्त शुद्धिकरण के चरण का परीक्षण किया गया, लेकिन अंतत: उसे हटा दिया गया, क्योंकि उससे विश्लेषणात्मक प्रदर्शन में सुधार नहीं हुआ और उससे हस्तक्षेप करने वाले यौगिक आ सकते थे।

पता लगाने के लिए ट्रिपल-क्वाड्रपोल मास स्पेक्ट्रोमेट्री का इस्तेमाल किया गया। इसमें मल्टीपल रिएक्शन मॉनिटरिंग मोड के तहत हर कीटनाशक के लिए दो ट्रांजिशन की निगरानी की गई। कम-दबाव वाली गैस क्रोमैटोग्राफी से पदार्थ तेजी से बाहर निकलते हैं और पीक संकरी होती हैं। इसलिए संवेदनशीलता बनाए रखते हुए पीक के दौरान पर्याप्त डेटा जुटाने के लिए विधि में प्रत्येक यौगिक के हिसाब से तय समय-सारणी वाला 14 Hz अधिग्रहण इस्तेमाल किया गया।

शोधकर्ताओं ने कहा कि यह विधि आम तौर पर यूरोप में कीटनाशकों की नियमित निगरानी के लिए इस्तेमाल किए जाने वाले प्रदर्शन मानकों पर खरी उतरी। मात्रा-निर्धारण की रिपोर्ट की गई सीमाएं संबंधित अधिकतम अवशेष सीमाओं के

बराबर या उनसे कम थीं और 2.1 से 74.4 μg kg^{-1} के बीच रहीं। जांचे गए यौगिकों के लिए एक ही दिन के भीतर की सटीकता 15% से कम थी और औसत विचरण गुणांक लगभग 6% रहा। 0.01 mg kg^{-1} पर सटीकता 73 से 125%, 0.05 mg kg^{-1} पर 85 से 118% और 0.1 mg kg^{-1} पर 89 से 107% के बीच रही। रिकवरी कम और अधिक परिवर्तनशील थी: 0.01 mg kg^{-1} पर औसतन लगभग 56% और 0.1 mg kg^{-1} पर 42%। हालांकि, इससे जुड़ी सटीकता आम तौर पर लागू मानदंडों के दायरे में रही।

अध्ययन में एनैन्टियोमर को अलग करने के उस व्यावहारिक कारण का भी जिक्र किया गया, जो नियामकों की ओर से इसकी अनिवार्यता लागू होने से पहले ही सामने आ सकता है। Zoccali ने कहा कि वाइन के एक व्यावसायिक नमूने में फिप्रोनिल का एक एनैन्टियोमर लागू अधिकतम अवशेष सीमा से ऊपर था, जबकि दूसरा उससे नीचे रहा। उनके अनुसार, अवशेषों की एक अकेली कुल मात्रा से वास्तविक संदूषण और उसके संपर्क की कम विस्तृत तस्वीर मिल सकती है।

शोधकर्ताओं ने इस विधि को मौजूदा अवशेष नियमों के तत्काल विकल्प के रूप में पेश नहीं किया। इसके बजाय, उन्होंने इसे ऐसी विधि बताया जो अवशेषों की मौजूदगी से जुड़े आंकड़े तैयार करके और अलग-अलग एनैन्टियोमर के भविष्य के जोखिम आकलन में मदद देकर अधिक विस्तृत नियामक ढांचा बनाने के लिए जरूरी साक्ष्य जुटाने में सहायक हो सकती है।

पेय उद्योग के लिए इस विधि के व्यापक निहितार्थ हो सकते हैं, यदि शुरुआती अध्ययन से बाहर भी इसकी विश्वसनीयता साबित होती है। वाइन में अवशेषों की तेज जांच से परीक्षण प्रयोगशालाओं को कम समय में अधिक नमूने संभालने में मदद मिल सकती है। साथ ही, वाइनरी और खाद्य सुरक्षा अधिकारियों को संदूषण की स्थिति की ऐसी विस्तृत जानकारी मिल सकती है, जो पारंपरिक बहु-अवशेष विधियां नहीं देतीं। नियमित निगरानी कार्यक्रमों में यह खास तौर पर प्रासंगिक हो सकता है, क्योंकि अब तक चिरल जानकारी जोड़ने के लिए जांच में काफी अधिक समय लगता रहा है।

लेखकों ने कहा कि पारंपरिक चिरल गैस क्रोमैटोग्राफी प्रक्रियाओं की तुलना में यह विधि बड़े पैमाने पर जांच के लिए अधिक अनुकूल दिखती है, लेकिन उन्होंने इसकी सीमाओं पर भी जोर दिया। उनके अनुसार, नियमित नियामक इस्तेमाल के लिए इसे पूरी तरह स्वीकार करने से पहले विभिन्न प्रयोगशालाओं में व्यापक सत्यापन की जरूरत है। उन्होंने यह भी कहा कि वाइन की अन्य किस्मों और खाद्य पदार्थों के दूसरे नमूना-मिश्रणों में अतिरिक्त परीक्षण करना होगा।

इस शोधपत्र के लेखक Giorgia Rinaldi, Zoccali, Peter Q. Tranchida और Luigi Mondello थे। साक्षात्कार में Zoccali ने कहा कि टीम का लक्ष्य सिर्फ जांच का समय घटाना नहीं था, बल्कि वास्तविक निगरानी के माहौल में कीटनाशकों के एनैन्टियोमर-विशिष्ट विश्लेषण को अधिक व्यावहारिक बनाना भी था, जहां प्रयोगशालाओं को गति और चयनात्मकता दोनों की जरूरत होती है।