

Augu audu kultūru metožu attīstība un izmantošana lauksaimniecībā.

Ilze Dimante

Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūts.



Līdzās tradicionālajām augu veģetatīvās pavairošanas metodēm – ar spraudņiem, noliekteņiem, potēšanai un dalīšanai, pēdējos desmitgadēs arvien plašāk pasaulē tiek pielietota augu mikropavairošana ar audu kultūrām (augu audu kultūras – AAK).

Izmantojot augu *in vitro** kultūras, mākslīgā barotnē iespējams saglabāt un pavairot gandrīz visus veģetatīvi pavairojamus augus, kā arī daļu ģeneratīvi pavairojamu augu (piemēram, ja burkānu vai biešu šķirne slikti veido sēklas, tās pavairošanai var tik izmantota AAK).

Augu audu kultūru pamatā ir ikvienas auga daļas spēja noteiktos apstākļos reģenerēties (veidot, atjaunot audus un orgānus). Augu mikropavairošanā izmanto galvenokārt galotnes meristēmu, sānu pumpurus, mezglu segmentus, stumbru posmu, sakņu, lapu kātu segmentus un lapu plātņu daļas. Viens no populārākajiem mikropavairošanas veidiem ir pavairošana, izmantojot augu veidotājaudus jeb meristēmas.

Kāpēc audu kultūru izmantošana ir nozīmīga un kādas ir tās galvenās priekšrocības, salīdzinot ar citām augu pavairošanas metodēm?

1. Audu kultūras dod iespēju saglabāt veselīgus mātesaugus un augu ģenētisko resursus kontrolētos apstākļos (bez meteoroloģisko apstākļu ietekmes, pasargātus no augu attīstību negatīvi ietekmējošiem faktoriem dabā), saglabāšanai nepieciešama daudz mazāka platība, ja salīdzina ar lauka kolekcijām.
2. Iespējams atbrīvot augus no slimību ierosinātājiem (galvenokārt vīrusiem), iegūstot veselu izejmateriālu tālākai pavairošanai.
3. Var veikt ātru augu pavairošanu, iegūstot lielu skaitu ģenētiski identisku augu – augsts pavairošanas koeficients.
4. Dažkārt ar mikropavairošanas metodi var pavairot augus, kurus citādi ir sarežģīti pavairot (piemēram, orhidejas).
5. AAK tiek izmantotas arī augu selekcijā (piemēram, dubultoto haploīdu līniju iegūšanai), metode dod iespēju ātri pavairot jaunas šķirnes.

AAK metožu pielietošanai nepieciešami lieli kapitālieguldījumi – īpašas laboratorijas un aprīkojums, kā arī kvalificēta personāla sagatavošana. Metodes izmantošanā dažkārt novērojama augu abnormāla augšana (atšķirīga no šķirnei raksturīgas, tipiskas) un iegūtā materiāla ģenētiska nestabilitāte.

Mūsdienās ekonomiski nozīmīgākais augu audu kultūru izmantošanas veids ir no vīrusiem brīvu augu mikropavairošana. Atsevišķām sugām tā var samazināt pavairošanas laiku par 10 gadiem, lai iegūtu realizācijai nepieciešamo augu skaitu.

Pārsvārā pasaulē mikropavairošana tiek izmantota dažādu dekoratīvo augu pavairošanai, no kuriem pirmā vieta piešķirama *Phalaenopsis* ģints orhidejām. No dārza kultūrām izplatītākā *in vitro* pavairotā suga ir zemenes, laukaugiem tie ir kartupeļi, kuriem *in vitro* pavairošanu izmanto

kartupeļu sēklaudzēšanā. Atsevišķi var nodalīt tropu kultūras, starp kurām ekonomiski nozīmīgākās ir banāni, ananāsi, eļļas palmas, cukurniedres.

Augu audu kultūru metodes pirmsākumi un attīstība pasaulē.

Pasaulē interese par iespēju mākslīgi kultivēt atsevišķas augu šūnas aizsākās 19. gadsimta beigās un pirmie mēģinājumi bija saistīti galvenokārt ar pētījumiem par atsevišķu augu orgānu atjaunošanās spējām, kā arī ar sēklu dīģšanas fizioloģijas pētījumiem. Pamatu nozares attīstībai ielika austriešu zinātnieks Gotlībs Hāberlands (1854.-1945.), kura pētījumi nebija visai veiksmīgi, tomēr viņa izdarītie secinājumi kļuva par pamatu tālākai attīstībai. G.Hāberlanda teorētiskie secinājumi bija ļoti būtiski, piemēram par to, ka šūnu dalīšanos ietekmē īpaši hormoni, tomēr savos eksperimentos zinātnieks nepanāca šūnu dalīšanos. Zinātnieks kļuva ievērojams arī ar to, ka mainīja agrāko priekšstatu par augu audu jeb šūnu klasifikāciju.

Vēlāk zinātnieki sāka eksperimentēt nevis ar atsevišķām šūnām, bet ar audu avotiem (eksplantiem) un audu audzēšanas barotnes sastāvu, kā arī radās priekšstats par sterilitātes nozīmi darbā ar augu audu kultūrām.

1922. gadā tika veikti divi neatkarīgi pētījumi par zirņu un kukurūzas sakņu meristēmu kultūru audzēšanu mākslīgā vidē, līdz ar to bija radīta pirmā sterilā audu kultūra. Abi pētījumi pierādīja, ka sakņu meristēmas turpina diferencēties par saknēm.

20.gadsimta trīsdesmitajos gados pirmo reizi zinātniskajā literatūrā tika aprakstīta mākslīgā barotne ar pilnībā zināmu ķīmisko sastāvu. Vēlāk turpinājās pētījumi par dažādu hormonu ietekmi uz audu šūnu dalīšanos un augu attīstību (apsakņošanas, sānu dzinumumu veidošanas u.c.), līdz 1962. gadā Murašige un Skūgs (Murashige and Skoog) izstrādāja barotnes recepti, kura ir piemērota lielākajai daļai augu.

1937. gadā paralēli meristēmu augu barotņu sastāva pētījumiem, tika konstatēts, ka tabakas sakņu meristēmas nesatur vīrusus, bet 1949. gadā tika pierādīts, ka vīrusus nesatur arī galotņu meristēmas. 1952. gadā ar galotņu meristēmu metodi tika iegūti no vīrusiem brīvi dāļļu augi.

Nozīmīgs pavērsiens kartupeļu sēklaudzēšanā aizsākās 20.gadsimta piecdesmito gadu beigās, kad pasaulē sāka pielietot galotņu meristēmu metodi atveseļotu kartupeļu *in vitro* augu iegūšanai. Lai paaugstinātu sēklas materiāla atveseļošanas efektivitāti, meristēmu metodi apvienoja ar termo terapiju, kuras labvēlīgā ietekmi uz augu atveseļošanas no slimībām tika novērota jau 19. gadsimta beigās, kad konstatēja, ka cukurniedru stiebru mērcēšana karstā ūdenī pozitīvi ietekmē veselīgu jauno dzinumumu iegūšanu.

Ja 20. gadsimta pirmajā pusē augu pavairošana ar audiem laboratorijas apstākļos bija galvenokārt zinātnieku uzmanības lokā, tad 70-tajos gados pieauga praktiķu interese par šo metodi, jo tika saskatītas daudzas priekšrocības salīdzinājumā ar tradicionālajām pavairošanas metodēm. Tas deva impulsu augu audu kultūru laboratoriju attīstībai. Piemēram, Nīderlandē 1980.gadā bija 28 laboratorijas, bet 1990.gadā jau 78, Vācijā no 11 laboratorijām 1985.gadā to skaits pieauga līdz 35 laboratorijām 1995. gadā. Eiropas Savienības valstīs 1993.gadā bija 172 komerciālas un 329 zinātniskās AAK laboratorijas. Ieskaitot Centrāleiropas un Austrumeiropas valstis, laboratoriju skaits Eiropā mūsdienās ir vēl daudzkārt lielāks.

Augu audu kultūru metodes pielietošana Latvijā

Latvijā pētījumi par audu kultūrām un veselīga stādāmā materiāla pavairošanu aizsākās 20. gadsimta 60.-ajos gados. Ļoti nozīmīgu ieguldījumu metodes ieviešanai ražošanā devis Dr.biol. Uldis Miglavs, kurš 60.-o gadu beigās veica plašu pētījumu par vīrusslimību izplatību republikas kartupeļu stādījumos, kā arī pētīja un piemēroja kartupeļu atveseļošanas un *in vitro* pavairošanas metodes Latvijas apstākļiem.

Latvijā AAK izmantošana uzplauka 20. gadsimta septiņdesmitajos gados, kad tika izveidota meristēmu laboratorija Ogrē, kura kļuva par vienu no lielākajām šāda veida laboratorijām bijušā

PSRS. Laboratorijā tika pavairoti dažādi dekoratīvie augi, bet galvenās komerc kultūras bija neļķes un krizantēmas, to stādāmo materiālu piegādāja daudzām dārzniecībām Padomju Savienībā.

1978. gadā Priekuļu selekcijas un izmēģinājumu stacijā izveidoja kartupeļu meristēmu laboratoriju, kurā līdz 1986. gadam turpinājās dažādu atveseļošanas un pavairošanas metožu pārbaude, kā arī mākslīgo barotņu sastāva modifikāciju izpēte. Pirmā atveseļotu kartupeļu augu kolekcija tika izveidota 1985. gadā, bet 1986. gadā aizsākās atveseļotu kartupeļu augu *in vitro* pavairošana un tai sekojoša augstākās kategorijas sēklas bumbuļu audzēšana no meristēmu augiem. Arī šobrīd Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā tiek veikta kartupeļu atveseļošana no vīrusiem, kā arī turpinās kartupeļu sākotnējās sēklaudzēšanas darbs.

Vienlaikus 1985. gadā augu audu kultūru laboratoriju izveidoja Pūrē, kur pirmajos gados tika veikts zinātniskais darbs, lai apgūtu pavairošanas metodes dažādām dārza kultūrām. Mūsdienās laboratorijā tiek pārzinātas metodes vairāku augļu koku un ogulāju sugu pavairošanai, bet galvenā komerc kultūra šeit ir zemenes.

Tāpat kopš 20. gadsimta 80.-o gadu pirmās puses augu audu kultūru laboratorijas darbojas Nacionālajā Botāniskajā dārzā. Mūsdienās laboratorijas darbs vērsts galvenokārt uz dažādu sugu (galvenokārt ziedaugi – gerberas, krizantēmas, parka rozes) saglabāšanu *in vitro* kolekcijā, bet īpaši nozīmīga ir Latvijas floras reto un apdraudēto savvaļas sugu kolekcija.

Latvijas Universitātes Botāniskā dārza augu audu kultūru laboratorijā galvenokārt tiek veikts zinātniskais un izglītojošais darbs, kā arī tiek pavairoti augi lauka kolekcijai un tiek saglabāta rododendru šķirņu *in vitro* kolekcija.

20. gadsimta 80.-ajos gados dibināta augu audu kultūru laboratorija arī Latvijas Valsts Mežzinātnes institūtā „Silava”, kurā šobrīd tiek veikts galvenokārt zinātniskais darbs. Šeit tiek uzturēta arī apšu ģints dažādu sugu kolekcija, kā arī ir zināmas un tiek pielietotas metodes citu kokaugu sugu *in vitro* saglabāšanai.

Mūsdienās visapjomīgākā komercražošana, izmantojot augu audu kultūras, notiek Latvijas Valsts mežu dibinātājā Kalsnavas kokaudzētavas laboratorijā, kur plašā apjomā tiek pavairotas galvenokārt hibrīdās apses, turklāt lielākā daļa no kokaugu stādiem tiek eksportēti.

Latvijas lauksaimniecībā augu audu kultūru loma nav visai liela. Lielākā nozīme ir kartupeļu sēklas materiāla atveseļošanai un pavairošanai, jo sēklaudzēšanas sistēma balstās uz atveseļotu meristēmu augu izmantošanu sākotnējā sēklaudzēšanā.

Audu augu kultūras pasaulē šodien.

Liela daļa Latvijas veikalos nopērkamo ievesto dekoratīvo augu, kā arī ogu krūmu un augļu koku ir izaudzēti citu valstu laboratorijās un siltumnīcās, izmantojot ātrās pavairošanas tehnoloģiju *in vitro* un pēc tam veicot augu aklimatizāciju podiņos. Latvija ir viena no valstīm, uz kuru tiek eksportēti Polijā pavairotie augi, bet protams, nevar aizmirst arī par Nīderlandi, kura Eiropā šobrīd ir lielākā *in vitro* augu ražotāja.

Centrāleiropā un Austrumeiropā visaktīvākā darbība notiek Polijā. Tur šobrīd darbojas apmēram 20 komerc laboratorijas, kuras gadā saražo apmēram 70 miljonus augu *in vitro*. Galvenokārt tie ir dekoratīvie augi – kopā apmēram 24 sugas (antūrija, begonija, rododendri, hosta, heihēra, petūnija u.c.).

Polijā augu mikropavairošana notiek arī dažādās zinātniskajās institūcijās, kur pavairo virkni ogulāju (avenes, savvaļas avenes, mellenes, zilenes u.c.), kā arī siltumnīcu kolekcijās uztur atveseļotu tādu kokaugu stādāmo materiālu kā lazdas, plūmes, persikus, ābeles, saldus un skābos ķiršus, vīnogas u.c.. Nozīmīga loma komerciālajos ienākumos ir arī ziedaugu pavairošanai.

Mazliet neierastāk var šķist tas, ka *in vitro* tiek pavairoti arī dažādu mums pazīstamu dārzeņu stādāmais materiāls. Nozīmīgākie dārzeņi, kuru stādāmo materiālu Polijā pavairo *in vitro* ir sīpoli, ķiploki, mārrutki, kāposti, briseles kāposti un bietes, asparagi, gurķi, artišoki, tomāti, burkāni.

Kopumā ņemot, augu audu kultūru izmantošana un veselīga augu stādāmā materiāla pavairošana ir viena no nozīmīgām Polijas lauksaimniecības daļām.

Pasaulē daudzās valstīs *in vitro* pavairošanas tehnoloģijas tiek plaši izmantotas zemnieku saimniecību apgādāšanā ar veselīgu stādāmo materiālu, īpaši liela nozīme šādai augu pavairošanai ir valstīs, kurās komerciāli audzē banānus, papaijas, marakujas, ananāsus, saldus kartupeļus, taro, jamsu un cukurniedres.

Augu *in vitro* pavairošana ir nozīmīga industrija tādās valstīs kā Taizeme, Malaizija, Taivāna (Ķīnas Republika), kur nozarē iesaistītas gan zinātniskās institūcijas, gan komercuzņēmumi. Piemēram, Taivāna (Ķīnas Republika) ir pasaulē otrā lielākā *Phalaenopsis* orhideju audzētāja un eksportētāja pēc Nīderlandes. Interesanti atzīmēt, ka taivānieši savas orhidejas audzē nevis mums ierastajā koka mizu mulčā, bet gan kaltētās sūnās.

Pēdējos gados kartupeļi kļuvuši par trešo nozīmīgāko laukaugu kultūru pasaulē, un īpaši strauji tie ienāk Āfrikas valstu lauksaimniecībā, kur gandrīz katra valsts ir izveidojusi, vai cenšas izveidot kartupeļu sēklaudzēšanas sistēmu, kas sevī ietver arī laboratorijas kartupeļu atveseļošanai un augu mikropavairošanai. Kā flagmanis šajā ziņā darbojas Dienvidāfrikas Republika (DĀR), kurā bez valsts zinātniskajām institūcijām darbu ar augu audu kultūrām veic arī neskaitāmas privātas akreditētas laboratorijas. Šajā valstī 45% no dārzeņu un ziedu komercplatībām aizņem kartupeļi un augstākās kategorijas sēklas materiālu nodrošina sešas privātas akreditētas laboratorijas, bet vēl citi seši uzņēmumi veic kartupeļu minibumbuļu audzēšanu.

Daudzās trešās pasaules valstīs, kuru lauksaimniecībā dominē monokultūras, augu audu kultūru tehnoloģiju ieviešana ļauj saglabāt vērtīgos vietējo sugu (tajā skaitā lauksaimniecībā izmantojamo) ģenētiskos resursus. Piemēram, Klusā okeāna reģiona valstu augu gēnu banka izveidota Fidži. Lai gan šobrīd Fidži galvenokārt veic tikai augu ģenētisko resursu (taro, saldīte kartupeļi, maizeskoks, jass, kava u.c.) saglabāšanu *in vitro*, tomēr viena no valsts galvenajām lauksaimniecības eksporta kultūrām – ingvers, pieprasītajos apjomos tiek pavairots tieši pateicoties šīm tehnoloģijām.

AAK tehnoloģiju nozīmi jaunattīstības valstu lauksaimniecībā zināmā mērā apstiprina arī tas, ka, piemēram, Karību reģiona valstis saņēmušas un turpina saņemt lielus ieguldījumus AAK laboratoriju izveidei gan no Eiropas Savienības, gan citām valstīm (piemēram, no Taivānas). Augu mikropavairošanas metožu ieviešana atsevišķās valstīs Karību reģionā sekmējusi vietējās lauksaimniecības attīstību, dažādojusi audzēto sugu klāstu un mazinājusi vietējo ražotāju atkarību no importa.

Augu audu kultūru tehnoloģiju izmantošana var spēlēt arī nozīmīgu sociālo lomu, un šajā ziņā ļoti spilgts piemērs ir Taizeme. Valsts ziemeļu daļa ir mazāk attīstīta, nekā tās dienvidi, kuru saimniecībā liela loma ir tūrisma industrijai. Slīgstot nabadzībā, daudzi Taizemes ziemeļu daļas zemnieki pievērsās nelegālajai opija magoņu audzēšanai. Taizemes karalis, saprotot, ka ar zemnieku sodīšanu narkotiku audzēšanu neapturēs, nodibināja institūciju, kuru dēvē par „Karalisko fondu” (Royal Project Foundation). Šajā institūcijā tiek veikt Taizemē nozīmīgu lauksaimniecības kultūru (ziedaugi, augļu koki, kafija, dārzeni) *in vitro* pavairošana un vietējiem zemniekiem aklimatizēts stādāmais materiāls tiek piedāvāts bez maksas. Šādā veidā zemniekiem tiek sniegts atbalsts un dota iespēja nelegālās magones aizvietot ar legālām kultūrām, audzējot tirgū pieprasītu produkciju.

Augu audu kultūru (*in vitro*) pavairošanas metode ir ieņēmusi stabilu un paliekošu vietu pasaules lauksaimniecībā, jo gadu no gada tā tiek pilnveidota, tās efektivitāte palielinās, produkcijas pašizmaksa samazinās, bet kvalitāte paaugstinās.

**In vitro* (stiklā) - Sterilu augu orgānu, šūnu vai audu kultūra.

