

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
MEZŐGAZDASÁGI KAR
NÖVÉNYTUDOMÁNYI ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI INTÉZET

**VÍRUSMENTES BURGONYA SZAPORÍTÓANYAG *IN VITRO* ELŐÁLLÍTÁSA ÉS
SZÁNTÓFÖLDI TESZTELÉSE**

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

Készítette:

KÓSZÓ VIKTÓRIA
IV. évfolyam

Témavezetők:

Dr. Mészáros Attila
főiskolai docens

Dr. Pauk János
MTA doktora, tudományos tanácsadó

Dr. Monostori Tamás
intézetvezető, főiskolai tanár

HÓDMEZŐVÁSÁRHELY

2012

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS.....	4
1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	6
1.1. A BURGONYA BOTANIKÁJA ÉS ÉLELMEZÉSI JELENTŐSÉGE	6
1.1.1. A burgonya rendszertani besorolása, származása.....	6
1.1.2. A burgonya botanikai sajátosságai	6
1.1.3. A burgonya humán táplálkozásban betöltött szerepe	7
1.2. A BURGONYA MIKROSZAPORÍTÁS EDDIGI EREDMÉNYEI	7
1.2.1. Táptalaj összetétel szerepe a burgonya mikroszaporításban.....	9
1.2.2. A mikroszaporítást befolyásoló tényezők.....	10
1.3. <i>IN VITRO</i> GUMÓK ELŐÁLLÍTÁSA	11
1.3.1. Az <i>in vitro</i> gumók alkalmazásának előnyei és hátrányai.....	11
1.3.2. <i>In vitro</i> gumóindukció feltételei	12
1.4. <i>IN VIVO</i> VETŐGUMÓ ELŐÁLLÍTÁS.....	13
1.4.1. Primer gumók előállítása	14
1.4.2. Szekunder gumók előállítása	14
1.4.3. Szántóföldi vetőgumó termesztés	15
2. ANYAG ÉS MÓDSZER	16
2.1. NÖVÉNYANYAG	16
2.1.1. <i>Solanum tuberosum</i> L. 'Pannónia'	16
2.1.2. <i>Solanum tuberosum</i> L. 'Hópehely'	16
2.2. TÁPTALAJOK.....	17
2.2.1. Hajtástenyészetekhez alkalmazott táptalajok.....	17
2.2.2. <i>In vitro</i> gumóindukcióhoz alkalmazott táptalajok	17
2.3. SZÖVETTENYÉSZTÉSI MÓDSZEREK	19
2.3.1. Merisztéma izolálása és tenyésztése	19
2.3.2. <i>In vitro</i> gumók előállítása	20
2.4. VETŐGUMÓ ELŐÁLLÍTÁSA	20
2.4.1. Palántázás, üvegházi (primer) gumók létrehozása.....	21
2.4.2. Hagyományos és üvegházi gumók szántóföldi tesztelése	21
2.5. A HOMOKHÁTI KISGAZDÁK A BIOTECHNOLÓGIAI ELJÁRÁSOKKAL KAPCSOLATOS VÉLEMÉNYÉNEK FELMÉRÉSE.....	22
2.6. STATISZTIKAI ANALÍZIS	24

3. EREDMÉNYEK.....	25
3.1 <i>IN VITRO</i> HAJTÁSTENYÉSZETEK LÉTREHOZÁSA 'PANNÓNIA' ÉS 'HÓPEHELY' BURGONYAFAJTÁBÓL.....	25
3.2 <i>IN VITRO</i> GUMÓELŐÁLLÍTÁS BURGONYA MERISZTÉMA TENYÉSZETEKBEN.....	28
3.3 <i>IN VIVO</i> GUMÓELŐÁLLÍTÁS	30
3.3.1. Primer gumók előállítása üvegházban	30
3.3.2. Szántóföldi vetőgumó előállítás.....	31
3.4 A BIOTECHNOLÓGIAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSÁVAL KAPCSOLATOS TERMELŐI VÉLEMÉNYEK KÉRDŐÍVES FELDOLGOZÁSA	36
4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	42
4.1. BURGONYA STERIL HAJTÁSTENYÉSZETEK LÉTREHOZÁSA	42
4.2. <i>IN VITRO</i> GUMÓELŐÁLLÍTÁS	42
4.3. <i>IN VIVO</i> VETŐGUMÓ ELŐÁLLÍTÁS	43
4.4 A BIOTECHNOLÓGIAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSÁVAL KAPCSOLATOS TERMELŐI VÉLEMÉNYEK.....	44
5. ÖSSZEFOGLALÁS	45
IRODALOMJEGYZÉK.....	47
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	50

BEVEZETÉS

A burgonya, hosszú idő óta a magyar háztartások egyik legfontosabb élelmiszere. Nélkülözhetetlen alapanyag az ipar számos területén, nem utolsósorban pedig takarmányként is használják.

A szántóföldi növények vírusfertőzése az egész világon nagy problémákat okoz. A burgonya vírusos leromlásával, a kutatók a XX. század elejétől kezdtek el foglalkozni, miután a dohány mozaik vírust felfedezték. A vírusok által okozott leromlás jelentős probléma, főleg a külföldi nemesítésű, vírusfogékony fajták esetében. A gumók visszavetése, a vírusos leromlás következtében a termés kiesés –fajtától és vírustól függően– elérheti a 30-80%-ot is (Wolf, 2006). A vírusok elleni legsikeresebb védekezés a vírusmentes alapanyag alkalmazása. Előállításának napjainkban többféle módszere van. A leghatékonyabb komplex módszer a biotechnológiai módszerekre alapozott eljárás.

Gazdasági szempontból a legkifizetődőbb megoldás: vírusmentes, jó kondícióban lévő növényekkel dolgozni, azokat a külső környezeti tényezők hatásaitól és a károsítóktól (levéltetvek) megóvni. A jelenlegi piaci körülmények között, csak azok a termelők maradhatnak versenyképesek, akik a keresleti igényeket mind mennyiségben mind minőségben maradéktalanul ki tudják elégíteni.

Az alacsony és állandóan változó felvásárlási árak hatására a kistermelők elsődleges szempontja a termelés során felmerülő költségek csökkentése. Ezek a költségek sokrétűek, a gazdálkodók mégis a szaporítóanyag árán igyekeznek spórolni. Polgár Zsolt, mint az Országos Burgonya Terméktanács egyik vezetője, a közelmúltban nyilatkozta, hogy a fémzárolt vetőgumót alkalmazó termelők aránya 10% alatt van Magyarországon. A burgonyatermelők fajtaválasztása sem megfelelő, valószínűleg a szerény fajtaismeretüknek köszönhetően (Bálint Tóth, 2011). A gazdálkodók elsősorban a szaporítóanyag árát, a gumók héjának színét, valamint azok tárolási tulajdonságait veszik figyelembe.

A fémzárolt burgonya vetőgumó ára, a felvásárlási árakhoz képest magas. Ráadásul, a köztermesztésben általában alkalmazott import miatt, főként holland, francia és német burgonya fajták visszaültetése esetén, a vírusos leromlás következtében a termésátlag drasztikus csökkenése mutatkozik. Így a hazai termésátlagok jóval az európai átlag alatt vannak.

Számos fórumon lehet hallani, illetve olvasni az import fajták behozatalának szükségességéről, mivel a hozzászólások szerint a hazánk nyújtotta klimatikus viszonyok, illetve a levéltetvek tömeges jelenléte nem teszi lehetővé a kimagasló minőségű vetőgumó előállítását. Ez is bizonyítja azt a tényt, hogy a hazai burgonyatermesztők nagy része nincs tisztában a hazánkban előállított burgonya vetőgumó minőségével. A külföldi eredetű burgonyafajták még ma is tömegesen előfordulnak a szaporítóanyag kínálat palettáján. Ennek oka, valószínűleg az, hogy az

évtizedek óta burgonyatermesztéssel foglalkozó gazdák a megszokott fajtákat nem szívesen cserélik le. Ezért a *Cleopatra* és *Kondor* fajták még ma is a magyar nemesítésű fajták előtt állnak.

Kísérletünk során visszaültethető, kiváló rezisztencia tulajdonságokkal bíró magyar fajtákat vizsgáltunk, melyek termésmennyiségben és minőségben is fel tudják venni a versenyt a külföldről importált burgonyákkal szemben.

A mikroszaporítás eljárását alkalmazva, évszaktól és különböző környezeti tényezőktől függetlenül lehet vetőgumó előállításához megfelelő tenyészeteket előállítani. A mikroszaporítás módszere egyszerű, az elsajátítását követően magángazdaságban és üzemi mértékben egyaránt jól alkalmazható. TDK kísérleteim során az említett témát kutattam, saját körülményeink között, a Csongrád megyei homokhátság kistérségben (Röszke).

Célkitűzéseim a következők voltak:

1. Vírusmentes burgonya szaporítóanyag előállítás lehetősége, biotechnológiai módszerek alkalmazásával a homokháti térségben.
2. Steril merisztématenyészetek és mini-gumók létrehozása izolált körülmények között.
3. Az *in vitro* eredetű primer gumók szántóföldi termesztése és összehasonlítása a hagyományos szaporítóanyaggal.
4. A növénytermesztésben alkalmazott biotechnológiai módszerek ismeretének felmérése a homokháti kistérség gazdálkodói körében.

1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1. A BURGONYA BOTANIKÁJA ÉS ÉLELMEZÉSI JELENTŐSÉGE

Irodalmi áttekintésemben először a burgonyával kapcsolatos általános ismereteket foglalom össze. Ezt követően a mikroszaporítás, majd különböző pontokban az *in vitro* és *in vivo* vetőgumó előállítás irodalmát ismertetem.

1.1.1. A burgonya rendszertani besorolása, származása

A burgonya (*Solanum tuberosum* L.) rendszertanilag a *Solanaceae* családba, a *Solanum* nemzetségbe tartozik. Európában, valamint a hazánkban termesztett burgonyák a *Solanum tuberosum* fajba tartoznak (Antal *et al.*, 2005). Carl Linné, a kettős nevezéktan alkalmazásával 1762-ben adta a növénynek a *Solanum tuberosum* nevet.

Tanács (2005) tankönyvi adata alapján a növény gécenctruma Mexikó, Bolívia, Peru és Chile. Közép- és Dél- Amerikában a burgonyát táplálékként, már régóta termesztik, Európába a spanyolok hozták be a XV. század közepén.

1.1.2. A burgonya botanikai sajátosságai

Antal *et al.* (2005) leírása szerint a burgonyagumó földalatti megvastagodott, raktározó szárképlet. Ez a járulékos szerv szolgál táplálékforrásként, takarmányként, ipari alapanyagként, illetve a burgonyanövény hagyományos módon történő szaporítására is.

A felszín alatti szárcsomókból és a tarack (sztóló) csomóiból fejlődnek ki a mellékgökerek, majd a gumók. Mivel a gumók módosult szárrészek, így a hajtásra jellemző tulajdonságokat is hordozzák. A gumóhéjon spirális módon helyezkednek el a rügyek, valamint a burgonyaszemek. A gumón fejlődő rügyekből alakul ki a burgonyanövény föld feletti és földalatti hajtásrendszere. A gumók alakja, színe és különböző beltartalmi tulajdonságai fajtafüggőek (Antal *et al.*, 2005).

A vegetatív szaporításból származó burgonyának nincs főgökérrendszere. A sztóló földalatti módosult hajtás, amely a főtengey talajfelszín alatti részéből ágazik el és vízszintes irányban fejlődik. A szár szögletes, belül üreges, dudvás szár. Egy gumó több szárat is fejleszt, a szárvégek virágokban végződnek. A hajtásrendszer alakulása, valamin a szár hossza genotípustól nagymértékben függ (Antal *et al.*, 2005).

A burgonya levelei összetettek, páratlanul szárnyaltak. Köztük másodlagos és harmadlagos levelek is fejlődnek. A levélfelszínen és fonákon egyaránt találhatók gázcserenyílások. A növény sajátossága, hogy a betakarított és parásodott héjjal rendelkező gumók, fajtától függően

bizonyos ideig a csírázás megindulása nélkül eltárolhatók. Ezt a gumó nyugalmi állapotának nevezik (Reust, 1986).

1.1.3. A burgonya humán táplálkozásban betöltött szerepe

A gabonanövények után legfontosabb, növényi eredetű humán táplálékforrás a burgonya. Beltartalma, azaz kémiai összetétele fajtánként eltérő, amit a termesztéstechnológia és a termőtalaj tulajdonságai is befolyásolják. Tanács (2005) szerint, a burgonyagumó legnagyobb mennyiségben vizet, mintegy 68-82%-ot tartalmaz. A keményítőtartalom fajtaátlagban 12-20% körül alakul. Humán fogyasztásra nemesített fajták esetén a keményítőtartalom kevesebb, míg az ipari fajták esetén a 20%-ot is meghaladhatja. A nyers fehérjetartalom megközelítőleg 2%, mely rendkívül nagy biológiai értékkel bír, mivel mintegy 90%-a a táplálkozás során közvetlenül értékesül. Vitaminok közül jelentős a gumó C-vitamin tartalma, emellett B1- (tiamin) és B2- (riboflavin) vitamint is tartalmaz. Az ásványi anyagokat tekintve meghatározó a gumó kálium-, kén- és foszfortartalma is (Tanács, 2005).

A burgonya a változatos és teljes értékű táplálkozás szempontjából fontos szerepet tölt be. Ahhoz, hogy a fogyasztásra szánt gumók az elvárható optimális beltartalmi értékeket érjenek el, elengedhetetlen a kórokozómentes szaporítóanyag alkalmazása.

A termesztés során nem elsősorban a mennyiségi, hanem a minőségi burgonya előállítás a cél. Emellett pedig fontos lenne a termesztett fajta felhasználási típusának ismerete, mivel egy nemrég végzett felmérésből kiderült, hogy az közétkeztetési élelmiszervezetők fontosnak tartják a fajták felhasználhatóság szerinti differenciálását. (Hámori et al., 2011).

1.2. A BURGONYA MIKROSZAPORÍTÁS EDDIGI EREDMÉNYEI

A növények hajtásvégén található vegetációs kúpok tartalmazzák az őismerisztémákat, melyek még nem differenciálódott, osztódó sejtekből állnak. (Heszky, 2000a) szerint a mikroszaporítás során ezen totipotens sejtek tulajdonságai (még nem differenciálódott, illetve nem determinált sejtek) járulnak hozzá a járulékos hajtások kialakulásához.

Francia kutatók, Morel és Martin (1952) a merisztéma tenyésztés módszerével dáliaiból (*Dahlia*) állítottak elő elsőként kórokozómentes növényt. Ez az esemény mérföldkő volt a vírusmentes, növényi szövettenyésztésen alapuló szaporítóanyag előállítás történelmében. A módszer gyorsan, széleskörben elterjedt. Lizzaraga *et al.* (1986) szerint, a növényi patogének (nematódák, gombák, baktériumok és vírusok) az egészséges növényekre kerülve betegségeket okozhatnak, de a növényeknek nem minden szövete fertőződik meg. A merisztémákban nagy az auxin koncentráció, amely megakadályozhatja a vírusok osztódását. További kutatások

bebizonyították azonban, hogy az elimináció, vírus- és fajtafüggő. Dobránszki és Magyar-Tábori (2005) szerint, a burgonyában több mint 20 vírus és viroid okozhat betegségeket, de ezek közül 6 vírusnak van jelentősége, amelyekre nagy figyelmet fordítanak. Ezek a levélsodró (PLRV), Y- (PVY), A- (PVA), M- (PVM), S- (PVS) és X- (PVX) vírusok. A burgonya merisztémái levélsodró vírustól általában teljesen, továbbá nagy hányaduk A- és Y-vírustól mentes, de X- és S-vírustól nem mentesek (Heszky, 2000b). A merisztéma tenyésztés egyedüli alkalmazása során sem kizárt az X- és S- vírusok eliminációja. Dobránszki és Magyar-Tábori (2005) leírása alapján az egy levélprimordiumot tartalmazó merisztémák, 100%-ban fertőzöttek lehetnek X-, M- és S- vírusokkal. Lizzaraga *et al.* (1986) a vírusmentes burgonya szaporítóanyag előállítás során elsősorban a merisztéma tenyésztést alkalmazták, kiegészítve különböző vírusmentesítési eljárásokkal. Dobránszki és Magyar-Tábori (2005) is leírták, hogy PLRV, PVX, PVA és egyes viroidok esetén a merisztéma tenyésztéssel kombinált hő- vagy hidegkezelést, illetve önmagában termoterápiát sikeresen alkalmaztak. PSV esetén azonban nem elegendők az említett módszerek, ezért ebben az esetben kemoterápia alkalmazása is szükséges. Az eljárás alkalmas X-, Y- és M- vírusoktól való mentesítésre is. Hőkezeléssel kombinálva fokozható a módszer hatékonysága. Tehát a vírusmentesítés módját a vírusfajok határozzák meg, ezért fontos a szaporítani kívánt növények vírustesztje (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005). Erre a legelterjedtebb módszer az ELISA teszt.

Tovar és Dodds (1986) a nyolcvanas évek közepén publikált a burgonya mikroszaporítás módszeréről és előnyeiről. Megállapították, hogy a mikroszaporítás kiváló eljárás a burgonya gyorsan végezhető szaporítóanyag előállításához, valamint a módszerrel történő előállítás lehetővé teszi a távoli országokba való egyszerű szállítását. Leírásuk alapján kétféle módszert alkalmaztak. A nodális szegmentek szilárd táptalajon történő tenyésztését, valamint lombikban vagy tenyésztőedényben, folyékony közegben több szárszegment együttes szaporításával történő eljárást.

A szövettenyésztéses szaporítási módszernek számos előnye van, mellyel kiküszöbölhető sok általánosan fellépő probléma. Csökkenthető a fertőzések száma, valamint egyes időjárási tényezők okozta károk úgy, mint jégverés, illetve fagykár (Espinoza *et al.*, 1986).

Kezdetben a hazai burgonya mikroszaporítás területén főként a Meriklón GT kutatói és munkatársai tevékenykedtek. A 80-as években fejlesztették ki és alkalmazták a hajtástenyésztésre alapuló, mikrogumó indukciós rendszert, de a vetőgumó előállítás technológiájába azt nem sikerült beépíteni (Heszky, 2000a).

Hazai viszonylatban a 90-es évek elején a Keszthelyi Egyetem Burgonyakutatói Osztályán, Polgár Zsolt és munkatársai, nemzetközi színvonalú eredményeket értek el burgonyanövények szomatikus hibridjeinek kutatásával. Napjainkban is burgonya rezisztencianemesítéssel, illetve olyan hazai fajták előállításával foglalkoznak, melyek több éven át leromlás nélkül visszaültethetők, így a kárpát-medencei ökológiai régióban is gazdaságosan termeszthetők (Polgár, 2012).

A vírusmentes burgonya szaporítóanyag előállítás kidolgozott biotechnológiai módszerre épülő, nagyüzemi technológiával rendelkezik. Napjainkban a kórokozómentes burgonya szaporítóanyag biotechnológiai módszerekkel történő előállítása Dobránszki és Magyar-Tábori (2005) leírása alapján három egymásra épülő lépésre bontható. Elsőként az *in vitro* szaporítóanyag előállítása mikroszaporítással, majd primer és szekunder gumók előállítása izolált körülmények között, végül a szántóföldön történő vetőgumó termesztés.

1.2.1. Táptalaj összetétel szerepe a burgonya mikroszaporításban

A szövettenyésztés módszerének meghatározó tényezője a tenyészközeg, melynek összetétele befolyásolja a tenyésztési célként kitűzött növényi szövet vagy szerv kialakulását. A táptalaj előállításakor elsősorban arról kell meggyőződnünk, hogy milyen makro- és mikroelemeket, szerves összetevőt, valamint hormont kell alkalmazni, adott cél elérése érdekében. Általánosan elterjedt és alkalmazott Murashige és Skoog (1962) által kidolgozott tápoldat, mely komplex formában kapható kereskedelmi forgalomban, így a komponenseket nem kell külön bemérni. Az *in vitro* tenyésztés során a tápközeg meghatározó komponense a szénhidrát forrás, mely a növény fejlődéséhez szükséges energiát szolgáltatja.

A megfelelő táptalaj, illetve tápoldat kiválasztása döntően befolyásolja a növénykéek növekedését. Burgonya esetén Dobránszki és Magyar-Tábori (2005) a hajtástenyészetek fenntartásához olyan MS táptalajokat alkalmaztak, amely 1,5% szacharózt és 0,8% agar-agar tartalmazott. Az *in vitro* szaporítás során a növény mesterséges és szabályozható környezeti tényezők hatása alatt áll, melyek egymással kölcsönhatásban vannak.

A táptalaj, illetve tápoldat összetételének változtatásával befolyásolhatjuk a növény fejlődését vagy a kívánt járulékos szerv, esetünkben mikrogumó létrejöttét. Utóbbi indukálható a táptalajhoz adott regulátorok alkalmazásával, de hormonmentes rendszerben is (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005). Hormonhatású komponensek lehetnek többek között klórkolin-klorid (CCC), benzilaminopurin (BAP) és gibberellinsav (GA₃). A mikrogumó indukciót, hormonmentes rendszerben, a táptalajok szacharóz tartalma, a nitrogén tartalom és a gélesítő ágensek határozzák meg.

Yeasmin *et al.* (2011) a nitrogén és kálium hatását vizsgálták mikrogumó előállítás során, Diamant fajta esetén. Megállapították, hogy 60 mM/l nitrogén és 10-30 mM/l kálium koncentráció alkalmazásával az első gumók kialakulásának ideje mintegy 11 napra csökkenthető. Az adott nitrogén-kálium koncentráció alkalmazásával a gumók tömege feltűnően nagyobb volt.

Bizarri et al. (1995) kísérletükben aktív szén hozzáadásával értek el jobb eredményeket. Több és nagyobb *in vitro* gumót tudtak előállítani aktív szén alkalmazásával, függetlenül a táptalaj hormon tartalmától.

1.2.2. A mikroszaporítást befolyásoló tényezők

A szövettenyésztési eljárás előnyeit Espinoza *et al.* (1986) a következőképp tárgyalja. A mikroszaporítás alkalmazása csökkenti a laboratóriumi költségeket, elkerülhetőek a különböző fertőzések, a szélsőséges időjárási viszonyok által okozott károk. Könnyen alkalmazható, évszaktól függetlenül végezhető, valamint vírusmentesítésre is lehetőséget ad. Az eljárás sikerességét azonban különböző faktorkok befolyásolhatják. A mikroszaporítás során figyelembe kell vennünk az adott növény sajátosságait (genotípus), igényeit és a szaporítás célját. Mindezek ismeretében kell kialakítanunk a növény közvetlen környezetének tulajdonságait.

Dobránszki *et al.* (2008) szerint az *in vitro* gumóindukció során leggyakrabban tanulmányozott környezeti faktorkok a fény és a hőmérséklet. A fotoperiódus és fényintenzitás befolyásolja a mikrogumó morfológiáját. Különböző fénykezelések hatására a fejlődő gumók alaktani, színbeli és méretbeli eltéréseket mutatnak. Megvilágított körülmények között a gumók alakja hosszúkás, színük feketészöld- zöld, méretük 0,7- 1,8 cm között alakul. A sötétben fejlődött gumók esetén nő a „nyeletlen gumók” száma, színük sárgásfehértől a rózsapirosig változik. Méretük azonban kisebb, maximum 1,0 cm.

A hőmérséklet komplex módon hat az *in vitro* gumóképződésre, az irodalmakban eltérő hőmérsékleti adatokat találhatunk. Espinoza *et al.* (1986) leírásában a tenyészeteket 18 és 22°C között nevelték. Magyar-Tábori *et al.* (2000b) különbséget tett a megvilágított órákban és a sötét periódusban alkalmazott hőmérsékletek között. Kísérletükben, négy héten keresztül, napi 16 óras megvilágításban 24°C-on, a sötét szakaszban pedig 15°C-on tartották a hajtástenyészeteket. Dobránszki és Magyar-Tábori (2005) kísérleteik során a burgonya hajtástenyészeteket 22-24 °C hőmérsékleten tenyésztik.

A hajtástenyészet létrehozásához elengedhetetlen a táptalajra átvitt szegmentek megfelelő állapota. Tovar és Dodds (1986) szerint az egynóduszos szegmentek átlagos hossza 2-3 mm között van. Nagy figyelmet kell fordítani a növények fiziológiai állapotára, az etiolált vagy hervadt egyedeket nem tanácsos átvittani. Minden levelet el kell távolítani a hajtásról úgy, hogy a levélhórnálban található osztódó szövet ne sérüljön (Tovar és Dodds, 1986; Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005). A növényeket kizárólag éles, steril szikével szabad csak vágni a felesleges szövettroncsolás és fertőzés megelőzése érdekében. A munkát a lamináris boxban ajánlatos –a steril higiénia miatt– végezni, az átvittást követően a fiolákat le kell zárni, félig áteresztő fólia

segítségével. Több nodális szegment együtt is nevelhető steril, átlátszó műanyag dobozokban (Magenta, Vegbox), illetve szintén steril tenyésztő (befőttes) üvegekben.

A tenyésztőedényben szaporított hajtások száma fajtánként eltérő módon befolyásolja a hajtások növekedését és a kialakult mikrogumók tulajdonságait (Magyar-Tábori *et al.*, 2000a).

1.3. IN VITRO GUMÓK ELŐÁLLÍTÁSA

Hazánkban a természetes körülmények között történő vetőgumó előállítás nehézségekbe ütközik. Ezért az *in vitro* módszernek kiemelt jelentősége lehet.

1.3.1 Az *in vitro* gumók alkalmazásának előnyei és hátrányai

Dobránszki és Magyar-Tábori (2005) megállapítása alapján a mikrogumó, biotechnológiai módszerek alkalmazásával előállított burgonya szaporítóképlet, mely a hajtástenyészettel biológiai értelemben egyenértékűnek tekinthető. A hajtástenyészet szaporítása hasonlít a vegetatív szaporítás módszeréhez, csak a klasszikus eljárásoktól eltérően laboratóriumban, *in vitro* körülmények között végzik, steril növényi szövetek (merisztéma) felhasználásával. Azonban számos előnye van az *in vitro* gumóknak a szövettenyészetekkel szemben. „Kórokozómentes inokulum esetén garantáltan kórokozómentes szaporítást biztosít a visszafertőződés veszélye nélkül, hónapokig tárolható és könnyen szállítható” (Heszky, 2000b). A mikrogumók alkalmazásának, talán egyetlen hátránya a gumók hosszú ideig tartó nyugalmi állapota. A nyugalmi állapot definícióját Reust (1986) a következőképpen állapította meg. A dormancia a gumó olyan fiziológiai állapota, mely időszak alatt a gumók csírázása nem figyelhető meg, még akkor sem, ha a csírázásához optimális feltételek teljesülnek.

A kiültetett mikrogumók, csak akkor hoznak valódi hajtásokat, ha a nyugalmi állapoton túljutnak és megfelelő méretű csírákat hajtanak (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005). A folyamatos és összehangolt vetőgumó előállítás érdekében kitűzött cél, a gumók nyugalmi állapotának időbeni csökkentése. Magyar-Tábori *et al.* (1999) megállapították, hogy a gumók nyugalmi állapota fajtadependens, és néhány esetben, a gumóindukció során alkalmazott fénykezelés is befolyásolja. Magyar-Tábori *et al.* (2000b) a környezeti tényezők hatását vizsgálta, hormonmentes rendszerben végzett gumóindukciónál. Kísérletükben *Desirée* és *Gülbaba* fajtákat vizsgáltak és megállapították, hogy az alacsonyabb fényintenzitás mellett indukált gumók dormanciája hosszabb ideig tartott, mindkét fajta esetén.

Fajtától és a gumóindukció során alkalmazott eljárásoktól függően, az előállított *in vitro* gumók nyugalmi időszaka 40 naptól, akár 170 napig is tarthat (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005).

1.3.2. *In vitro* gumóindukció feltételei

Az *in vitro* gumók előállításának alapja egy steril kultúra létrehozása, merisztéma izolálással. A gumóindukciós tenyészet Dobránszki és Magyar-Tábori (2005) szerint, tulajdonképpen egy másodlagos tenyészet, mivel hajtástenyészetten alapul. Tehát az elsődlegesen létrehozott steril kultúra nagymértékben befolyásolja, egyéb tényezők mellett, a gumóképződés sikerét. A gumók előállításnak többféle technológiája ismert. Külföldön, a kereskedelmi méretű gumóindukciót általában hormonok és gyakran aminosavak hozzáadásával végzik, fénymentes körülmények között, illetve szórt fény alkalmazásával. Egyes technológiák lehetővé teszik az emberi beavatkozás nélkül történő munkát. Az ilyen módon nevelt tenyészetek produkciós rátája 1 körül alakul, a gumók átmérője 0,3 és 1,0 cm közötti. Hazai kutatóknak sikerült hormonmentes rendszerben az *in vitro* gumó előállítás olyan módszerét kidolgozni, ahol a növényenkénti gumószám aránya 1,52 (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005).

Különböző hormonhatású komponensek alkalmazásával is előidézhető *in vitro* gumóképződés. Tovar *et al.* (1985) az alap táptalajt 80 g/l szacharóz koncentráció mellett CCC és BAP kombinációjával egészítették ki, amely alkalmazásával sikeresen állítottak elő *in vitro* gumókat. Hussian *et al.* (2006) kutatásuk során, a *Cardinal* burgonyafajta esetén a gumóindukcióhoz használt alap MS táptalajt különböző BAP, CCC és szacharóz koncentrációval alkalmazták. Az alap MS táptalajhoz 90 g/l szacharóz hozzáadásával 4 mg/l BAP koncentrációnál figyelték meg a legjobb eredményt. Megállapították, hogy alacsonyabb BAP koncentráció esetén a növények kalluszosodása történik, valamint csökken a mikrogumók száma. CCC esetén 200 mg/l koncentráció mellett érték el kimagasló gumószámot. Azonban ha a CCC mennyisége az optimálisnál kevesebb volt, jelentős mértékben csökkent a mikrogumók száma. Megállapították, hogy ez a hormonhatású anyag létfontosságú szerepet játszik az *in vitro* gumóindukció során.

A CCC közismerten rákkeltő hatású, de használata teljes mértékben helyettesíthető magasabb szacharóz koncentráció alkalmazásával, így lényegében ugyanaz a hatás érhető el a mikrogumó indukció tekintetében. Ugyanezt a megállapítást tette Garner és Blake (1989) korábban. Dobránszki *et al.* (2008) kísérletükben 80 g/l szacharóz hozzáadásával érték el a legjobb eredményeket, hormonmentes technológia alkalmazásával.

A hormonmentes rendszerben történő mikrogumó előállítást lényegében a környezeti tényezők, a táptalaj összetétele, a szaporítani kívánt növény genotípusa, valamint a hajtástenyészet állapota határozza meg (Dobránszki *et al.*, 2008).

A fény és a hőmérséklet egymástól el nem különíthetően járulnak hozzá az *in vitro* gumók kialakulásához, illetve azok tulajdonságait nagymértékben meghatározzák. Dobránszki *et al.* (2008) szerint a fotoperiódus és a fényintenzitás határozza meg az *in vitro* növények morfológiai

tulajdonságait, amely a mikrogumó indukció alapja. Garner és Blake (1989) a megvilágított órák száma szerint vizsgálták az *in vitro* gumók kialakulását, a következőképpen: hosszú nappal (16 óra), rövid nappal (8 óra) és megvilágítás nélkül (0 óra). Megállapították, hogy a rövid nappal elősegítette a mikrogumók fejlődését, a fény teljes megvonása pedig csak kis mértékben járult hozzá. Dobránszki et al. (1999) különböző genotípusokat vizsgáltak, három különböző fényintenzitás ($111 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, $55 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ és $5,5 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) alkalmazásával, rövidnappalos kezelésben. Általános megállapítást tettek azzal kapcsolatban, hogy a fénymegvonás alkalmazása előtt a nagy intenzitású fénykezelés növeli a gumók kialakulását. Kifejlődésük pedig szinkronizálható (genotípustól függően) sötét- és rövidnappalos kezelés megfelelő kombinálásával.

Hormonmentes technológia során a szénhidrát (szacharóz) koncentrációjának emelésével történik a gumóindukció, bizonyos környezeti tényezők szabályozása mellett. Iranbakhsh et al. (2007) biokémiai tanulmányokat végeztek a gumóképződés alatt. Megállapították, hogy a gumók növekedését megelőzően, a szövetekben keményítő koncentrációja figyelhető meg, így a táptalajhoz adott szénhidrát forrás különböző koncentrációival a gumóképződés befolyásolható. Dobránszki et al. (2008) kutatásai alapján 80 g/l-nél magasabb szacharóz koncentráció szükséges a mikrogumók kialakulásához, függetlenül attól, hogy a táptalaj tartalmaz-e hormont. Habár a magas szacharóz koncentráció növeli az *in vitro* gumók kialakulását, 120 g/l felett már lassítja a folyamatot és a gumók méretcsökkenését okozza.

Ranalli et al. (1994) szerint az *in vitro* gumó előállítását nagyban meghatározza a növény genotípusa. Számos publikáció található a genotípus szerepével kapcsolatos vizsgálatokról, melyek azt igazolják, hogy a fajta érési ideje is befolyásolja a mikrogumó indukciót (Lentini és Earle, 1991). Másrészről, pedig olyan eredmények születtek, amelyek nem találtak kapcsolatot az érési idejük alapján csoportosított fajták mikrogumó fejlődése között. Dobránszki et al. (2008) ezeket a nézetkülönbségeket igyekeztek tisztázni. Kísérletükben 11 különböző genotípusú és érési idejű burgonyát vizsgáltak eltérő fotoperiódus és fényintenzitás mellett. Megállapították, hogy hormonmentes rendszerben az *in vitro* gumóindukció során, a vizsgált genotípusok érési ideje nem volt meghatározó.

1.4. *IN VIVO* VETŐGUMÓ ELŐÁLLÍTÁS

Dobránszki és Magyar-Tábori (2005) szerint a hazai mikroszaporításra alapozott burgonya vetőgumó előállítás, a külföldi módszerektől eltérően, alkalmazza a primer- és szekunder gumók előállítását. Külföldön kedvezőbb ökológiai körülmények között történik a szaporítóanyag előállítás, valamint a szekunder gumó előállításának ára már jóval kedvezőbb, mint az *in vitro* növényeké vagy gumóké. Mindezek mellett a szekunder gumók mérete és fiziológiai állapota sokkal kedvezőbb, mint az *in vitro* növényeké vagy gumóké, amelyek izolált körülmények közül

kerülnek ki szántóföldi termesztésbe. Ezért az üvegházban, illetve fóliasátorban már edzett növények, a hazai ökológiai adottságok mellett is könnyebben átvészelik azt az időszakot, amelyben legfogékonyabbak a visszafertőződésre.

1.4.1. Primer gumók előállítása

Az *in vitro* szaporítóanyag előállítását követően történik izolált körülmények között a primer vetőgumó termesztés. Dobránszki és Magyar-Tábori (2005) szerint fűtött üvegházba, már január elejétől kiültethetőek az *in vitro* növények. Az ültetés egészen július végéig történhet. A laboratóriumból kikerülő növények edzetése nagyon fontos, főként nyári időszakban, ahol az árnyékolás elengedhetetlen feladat. Legkedvezőbb, ha az ültetés április végén történik, ugyanis ilyenkor a növény számára optimális hőmérsékleti és nappalhosszúsági feltételek természetes módon adóttak.

A gyökeres hajtástenyészetek kiültetése többféle módon történhet. Dobránszki és Magyar-Tábori (2005) kétféle eljárást tárgyal. Egyik szerint sűrűn ültetik ki a növényeket, majd a begyökeresedést követően szétültetik azokat. Ezzel a módszerrel 600-800 db növényt ültetnek négyzetméterenként, szétültetés nélkül 1000-1200 primer gumó termésre lehet számítani. Másik módszer, amikor a növényeket egyesével ültetik ki. Ebben az esetben a növényenkénti gumószám 5-7 körül alakul. Megállapításuk alapján a legkedvezőbb, ha sűrű állományú edzetést követően szétültetéssel nevelik tovább a növényeket. Tovar és Dodds (1986) 50-150 növény ültetését javasolja négyzetméterenként. Az ültetési sűrűség megállapításuk szerint genotípustól függ. A primer gumók mérete és tömege genotípus és állománysűrűség függő. A kiültetés első napján fontos a relatív magas páratartalom, a növények megfelelő fejlődése érdekében.

Dobránszki és Magyar-Tábori (2005) szerint az *in vitro* gumók alkalmazásával elkerülhető a túl korai (január) ültetés, mely jelentősen csökkenti az üvegház fűtési költségeit. A mikrogumók március közepétől kezdve kiültethetők, fűtetlen üvegházba. A kiültetés azonban csak a nyugalmi állapoton túljutott, megfelelő méretű, hajtással rendelkező mikrogumók esetén sikeres. A mikrogumók előnye a gyökeres hajtástenyészettel szemben, hogy kevésbé érzékenyek a környezeti tényezők változásaira. A kihajtott gumókat a harmadik héten kell szétültetni 20-30 cm x 7 cm tenyésztőterületre. Ebben az esetben (fajtától függően) akár 10 primer gumóra is lehet számítani mikrogumóként.

1.4.2. Szekunder gumók előállítása

Az első nemzedékes *in vivo* gumókat (primer gumó) továbbszaporítják izolált körülmények között üvegházban vagy fóliasátorban. Ezeknek a növényeknek a termesztésével nyerik az

úgynevezett szekunder gumókat, melyek a szántóföldi vetőgumó termesztés alapanyagai. A gumókat mesterséges környezeti feltételekkel üvegházban, fóliasátorban vagy természetes időjárási viszonyok között, vektorháló takarása alatt nevelik. A gumókból fejlődő növényeket nem ültetik át.

A hagyományos burgonyatermesztéshez hasonló technológiát alkalmaznak. A növényanyag vírusmentességét minden szaporítási lépcsőben ellenőrizni kell és csak a vírusmentes anyagokat szaporítják tovább (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005).

1.4.3. Szántóföldi vetőgumó termesztés

A szántóföldi vetőgumó termesztés a vírusmentes szaporítóanyag előállítási folyamat befejező lépése, mely során a megfelelő termesztéstechnológia alkalmazásával jó minőségű vetőgumó előállítása válik lehetővé. A bevizsgált, vírusmentes szekunder gumókat szántóföldön termesztik tovább. Antal *et al.* (2005) szerint a szántóföldi vetőgumó termesztés technológiája több pontban megegyezik az áruburgonya termesztés során alkalmazott eljárásokkal. Mindazok mellett a vetőgumó előállítás során a talaj fertőtlenítése és a vetőgumó (ebben az esetben szekunder gumó) csávázása elengedhetetlen (Kruppa, 2004).

Alföldi viszonylatban a hazai, kiváló minőségű vetőgumó termesztést a vírusvektorok jelenléte és az általuk okozott vírushajtások nehezítik meg. Antal *et al.* (2005) szerint a rovarokkal terjedő vírusokat több mint 70%-ban a levéltetvek terjesztik. Ezek közül nagy jelentősége van a zöld őszibarack levéltetűnek (*Myzus persicae*), mely messzemenően a legnagyobb károkat okozza a hazai burgonyatermesztésben.

Ezeknek a rovaroknak az előrejelzése elengedhetetlen (Horváth *et al.*, 1997). A burgonyatábla szélén, illetve annak méretétől függően több helyen elhelyezett Moericke-féle sárga tál kihelyezése segítséget nyújt a rovarkártevők, többek között a zöld őszibarack levéltetű (*Myzus persicae*), fekete répalévétetű (*Aphis fabae*), csíkos burgonya levéltetű (*Macrosiphum euphorbiae*), burgonya kabóca (*Empoasca solani*) és a burgonyabogár (*Leptinotarsa decemlineata*) előrejelzésében. A rovarkártevők megjelenését követően a vetőgumó előállítás célú állomány azonnali lombtalanítása, illetve önmagában az állomány korán elvégzett lombtalanítása segítséget nyújt a vírusvektorok által okozott infekciók megelőzésében (Kruppa, 2004).

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. NÖVÉNYANYAG

A kísérlet során magyar nemesítők, a magyar Nemzeti Fajtajegyzékben szereplő, államilag elismert fajtaival dolgoztunk. A gumók, melyekből a szaporításhoz szükséges merisztémákat nyertük, már többször visszaültetett burgonyák voltak.

2.1.1. *Solanum tuberosum* L. 'Pannónia'

Az Országos Burgonya Szövetség és Terméktanács leírása alapján ([http1, 2011](#)) a fajta 2005-ben állami elismerést, növényfajta-oltalmat pedig 2007-ben kapott. Fajtajogosult, Kruppa József (KRUPPA-MAG Kft.).

Korai érésű fajta, tenyészideje 98 nap. A növény középmagas- magas növekedésű, köztes-szárleveles-típusú, félig felálló jellegű. Levelei középzöld színűek, levélkéinek mérete kicsi-közepes. Virága halvány vöröses ibolya, pártáinak mérete kicsi-közepes. Termőképessége kiemelkedő. Tövenként átlagosan 15 db gumót terem. Gumója nagyméretű, ovális alakú, sima, sárga héjú és világossárga húsú. Formatartó képessége jó. Konzisztenciája kissé szappanos. Íze jó, B főzési típusú. Főzésre és sütésre egyaránt kiváló fajta. Keményítőtartalma a vizsgált három év átlagában a közepesnél magasabb (15,1%) volt. A leromlást okozó vírusbetegségekkel (PLRV, PVY- és komplexei) szemben jó rezisztencia tulajdonsággal bír, mely lehetővé teszi a jó minőségű vetőgumó előállítását hazánkban is. Lombfitoftórával és sugárgombás varasodással szemben a standard *Cleopatra*-nál ellenállóbb. Gumórothadásra közepesen fogékony, hasonlóan a standard fajtához. Gumója az élettani betegségek közül ikernövésre, fiasodásra és üvegesedésre a közepesnél hajlamosabb. A burgonya-fonálféreg iránt fogékony ([http2, 2011](#)).

A fajta legeredményesebben humuszos homoktalajon, öntözött körülmények között termesztethető.

2.1.2. *Solanum tuberosum* L. 'Hópehely'

Az Országos Burgonya Szövetség és Terméktanács adatai alapján ([http1, 2011](#)) az állami elismerés éve 1997, a fajtajogosult Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaság-tudományi Kara, Burgonyakutatói Központ.

Középkorai érésű, tenyészideje 110 nap. A növény közepesnél magasabb, szárleveles típusú, habitusa felálló. Levele közepesnél nagyobb méretű, színe közép zöld. Levélkéi közepesnél

nagyobb méretűek, összenövésük ritka. Virágszíne fehér, előfordulása gyér. Gumója rövid ovális alakú, közepesnél nagyobb méretű, sárga héjú, sekélyen elhelyezkedő, lilás színű rügyödrökkel. Húsa fehér. Bőtermő, termésstabilitása kiváló. Konzisztenciája szappanos, textúrája finom, íze főzve és sütve egyaránt kellemes. B/C főzési típusú, enyhén lisztes. A levélsodródás vírussal szemben rezisztens, a burgonya Y vírussal szemben rezisztens. Lombfitoftóra iránt közepesen fogékony. A sugárgombás varasodással és gumórothadásokkal szemben mérsékelten ellenálló. A gumó élettani elváltozásokra nem hajlamos. Burgonya-fonalféreg bizonyos rasszaival szemben ellenálló. Termesztése során magasabb bakhátazást, illetve mélyebb ültetést igényel, mivel gumóit magasan köti. Tárolhatósága kiváló a gumó hosszú nyugalmi időszakának köszönhetően (http2, 2011).

2.2. TÁPTALAJOK

A kísérletek során 0,7% agar-aggarral gélesített, hormonmentes MS táptalajokkal (MS₀ és 1/2MS₀) dolgoztunk. A kémhatásukat 5.8 pH értékre állítottuk be. Az *in vitro* gumóindukciós kísérleteket hormonmentes- és hormonhatású szerek (BAP és CCC) hozzáadásával készített táptalajokkal állítottuk be (1. táblázat).

2.2.1. Hajtástenyészetekhez alkalmazott táptalajok

A merisztémák tenyésztéséhez, illetve a hajtástenyészetek fenntartásához MS₀ és 1/2MS₀ táptalajokat alkalmaztunk, melyek szénhidrát forrását 2% szacharóz hozzáadásával biztosítottuk (1. táblázat).

2.2.2. *In vitro* gumóindukcióhoz alkalmazott táptalajok

Gumóindukciós kísérleteinkben hormonmentes és kétféle hormon kombinációját tartalmazó táptalajokat alkalmaztunk.

A hormonmentes gumóindukciós kísérletben MS₀ táptalajt használtunk, a hajtástenyészetekhez hasonlóan 2% szacharóz hozzáadásával. A steril, 8%-os szacharóz oldatot a három hetes tenyészetekre rétegeltük.

A hormon tartalmú táptalajoknál az alap MS₀ táptalajhoz 5 mg/l BAP és 250 mg/l illetve 500 mg/l CCC hormont adtunk. Mindkét fajta táptalaj 8%-os szacharóz oldatot tartalmazott (1. táblázat).

1. táblázat: Táptalajok összetétele

Táptalajok→ ↓Komponensek	MS₀ [mg/l]	1/2MS₀ [mg/l]	MS_{BAP5CCC500} [mg/l]	MS_{BAP5CCC250} [mg/l]
KNO ₃	1900,0	950,0	1900,0	1900,0
NH ₄ NO ₃	165,0	82,5	165,0	165,0
MgSO ₄ ×7H ₂ O	370,0	185,0	370,0	370,0
CaCl ₂ ×2H ₂ O	440,0	220,0	440,0	440,0
MnSO ₄ ×4H ₂ O	22,3	11,15	22,3	22,3
ZnSO ₄ ×7H ₂ O	8,6	4,3	8,6	8,6
H ₃ BO ₃	6,2	3,1	6,2	6,2
KI	0,83	0,415	0,83	0,83
CuSO ₄ ×5H ₂ O	0,025	0,0125	0,025	0,025
CoCl ₂ ×6H ₂ O	0,025	0,0125	0,025	0,025
Na ₂ MoO ₄ ×2H ₂ O	0,25	0,125	0,25	0,25
FeSO ₄ ×7H ₂ O	27,8	13,9	27,8	27,8
Na ₂ EDTA×2H ₂ O	37,3	18,65	37,3	37,3
Glycin	2,0	1,0	2,0	2,0
Myo-inositol	100,0	50,0	100,0	100,0
Piridoxin- HCl	0,5	0,25	0,5	0,5
Nikotinsav	0,5	0,25	0,5	0,5
Thiamin- HCl	0,5	0,25	0,5	0,5
BAP	-	-	5,0	5,0
CCC	-	-	500,0	250,0
Agar-agar	7000,0	7000,0	7000,0	7000,0
Szacharóz	20000,0	20000,0	80000,0	80000,0
pH	5.8	5.8	5.8	5.8

2.3. SZÖVETTENYÉSZTÉSI MÓDSZEREK

2.3.1. Merisztéma izolálása és tenyésztése

A burgonya szaporítóanyag előállítás legfőbb kritériuma a vírusmentesség, melyet a mikroszaporítás módszere lehetővé tesz. A burgonya mikroszaporítás bevezető szakasza a merisztémaizolálás, steril kultúra létrehozása.

A szobahőmérsékleten, normál fényviszonyok között meghajtatott burgonyagumók csírájának merisztémáit preparáltuk ki. A hajtások felületi sterilizését 50%-os *hypo* oldatban végeztük. 1:1 arányban használtunk desztillált vizet és *hypo*-t, amelyhez 1 csepp *Tween 20* oldatot adtunk. 15-20 percig, folyamatos ellenőrzés mellett (a különböző fajták érzékenységétől függően) rázógépre tettük, a sterilizáló oldatba helyezett burgonya csírákat. A felületi sterilizést követően 70%-os alkohollal fertőtlenített lamináris boxban, steril desztillált vízzel háromszor átöblítettük a csírákat, hogy eltávolítsuk róla a sterilizáló oldatot.

Mikroszkóp alatt kimetszettük a csírákon található merisztémákat. A hajtás csúcsán levő, a merisztémát takaró csíraleveleket eltávolítottuk, majd az ott található osztódó szövetet, steril szike segítségével kimetszettük. Fontos, hogy a lehető legkisebb méretű szövetet metsszük ki, ugyanakkor bizonyos méret alatt (0,1 x 0,25 mm) a növényregeneráció helyett a merisztémák elkalluszosodnak, vagy kizárólag gyökér differenciálódik belőlük. A gyakorlatban a 0,1 mm átmérőjű és 0,3 mm hosszúságú izolátumok preparálása terjedt el, ennél a méretnél az explantátumok regenerációs képessége 90% feletti (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005). A merisztémákat 1/2 MS₀ táptalajt tartalmazó fiolákba helyeztük, majd félig áteresztő fólia segítségével lefedtük. A fiolákon feltüntettük a benne található táptalaj nevét, a növény genotípusát, valamint az átoltás dátumát. Ezt követően a fiolákat tenyésztő szobába vittük, ahol 24°C hőmérsékleten, állandó megvilágítás mellett neveltük.

A létrehozott steril merisztéma tenyészetekből négy hét elteltével, átlagosan 5-7 leveles növények fejlődtek. Ezeket a növényeket nodális szegmentekre daraboltuk. A hajtásdarabokat a hónaljrügyek felett és alatt metszettük el, vigyázva arra, hogy a merisztémák ne sérüljenek. A leveleket eltávolítottuk a hajtásokról. A nodális szegmenteket szintén 1/2MS₀ táptalajra oltottuk át.

Az egynóduszos hajtásdarabok levélhónaljban differenciálódó rügyeiből újabb három- négy hét elteltével továbbszaporításra alkalmas hajtások fejlődtek, melyeket a szaporítóanyag előállítás különböző módszereihez használtunk fel.

A hajtások fejlődésével egyidőben járulékos gyökerek is képződnek, így a tenyészetek már az átoltást követő negyedik héten alkalmasak az üvegházba, illetve fóliaházba történő kiültetésre. Ez a gyökeres hajtástenyészet képezi a kísérlet palántáival történő szaporításának alapját.

A tenyészetek vírusmentességét a Keszthelyi Burgonyakutatói Központ munkatársai végezték el ELISA teszt alkalmazásával.

2.3.2. *In vitro* gumók előállítása

Az elsődlegesen létrehozott, négy hetes hajtástenyészeteket szintén steril körülmények között, a hajtástenyészet szaporításánál alkalmazott módon daraboltuk fel a burgonyahajtásokat. Több növény egy tenyésztőedényben történő szaporításának módszerét alkalmaztuk a mikrogumók előállítása során. A tenyészeteket Magenta, illetve Vegbox tenyésztőedényekben neveltük. A gumóindukciós táptalajra ($MS_{BAP5CCC500}$, $MS_{BAP5CCC250}$, MS_0 + 8% szacharóz) történő áttöltés során ügyeltünk arra, hogy a tenyésztőedényekbe külön kerüljenek a csúchajtások, valamint a hajtásról metszett többi szegment.

A táptalajokat a kiöntést követő néhány napon keresztül figyelemmel kísértük, hogy kialakul-e fertőzés. Az inkubációt követően a be nem fertőződött táptalajra helyeztük a szegmenteket.

A hormonhatású szerek hozzáadásával előállított gumóindukciós tenyészeteket három hétig a tenyésztő szobában neveltük állandó megvilágítás mellett, 24°C hőmérsékleten. Ezután fénymentes helyre, termosztátba helyeztük a tenyészeteket, ahol állandóan 28°C hőmérsékleten tartottuk azokat. Hormonmentes rendszerben az MS_0 táptalajra helyezett szegmenteket három hétig tenyésztőszobában neveltük, majd 8%-os szacharóz oldatot rétegeztünk rá és 24°C hőmérsékleten, fénymentes helyen tartottuk.

A kifejlődött mikrogumókat tartalmazó tenyészeteket további négy héten át a termosztátban neveltük. A tizedik héten, steril körülmények között lemetstettük a fejlődött *in vitro* gumókat a szegmentekről. Ezeket petri csészékbe, hőkezelt csapvízzel átitatott steril szűrőpapírra helyeztük. A petri csészéket fólia segítségével lezártuk. A mikrogumókat tartalmazó petri csészéket hűtőbe tettük és 4°C hőmérsékleten tároltuk.

2.4. VETŐGUMÓ ELŐÁLLÍTÁSA

Kísérletünkben primer gumók és hagyományos vetőgumók termesztése során létrehozott burgonya vetőgumók tulajdonságait hasonlítottuk össze. Az üvegházi kísérletet a Szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft. újszegedi telephelyén, a szántóföldi kísérletet pedig Röske külterületén végeztük.

2.4.1. Palántázás, üvegházi (primer) gumók létrehozása

Az elsődlegesen, steril körülmények között előállított négy hetes gyökeres hajtástenyészeteket, valamint nyugalmi állapotukon átjutott mikrogumókat ültettünk ki üvegházba. A termesztő közeg homok és virágföld 1:2 arányú keveréke volt. A keveréket a célnak megfelelően kialakított *Bergmann* csövekbe töltöttünk, a csöveket tálcákra helyeztük az öntözés megkönnyítése érdekében. A gombás betegségek ellen preventív módon védekeztünk *Dithane M-45* 0,2%-os oldattal (Ocskó *et al.*, 2012), melyet a növény gyökérzónájához injektáltunk.

Az *in vitro* növények fejletlen kutikula réteggel rendelkeznek, ezért a megfelelő növekedéshez szükséges, viszonylag magas páratartalom biztosítását egyedi fóliatakarással biztosítottuk. A takarást a kiültetést követő harmadik napon távolítottuk el. Az öntözést szükségyszerűen végeztük. A kiültetett *in vitro* növényeket négy hétig neveltük a *Bergmann* csövekben. Ezt követően 1000 cm³-es műanyag konténerekbe ültettük át, szintén 1:2 arányú homok és virágföld keverékébe.

A tizenkettedik héten a növényeket az üvegházban, talajba ültettük ki. A talajt forgatásos műveléssel készítettük elő, majd az előnevelt növényeket primer bakhát létrehozásával ültettük ki, szeptember elején. Antal *et al.* (2005) leírása alapján a sortávolságot 70 cm-re, a tőtávolságot 25 cm-re állítottuk be.

Az öntözést csak esőztető módszerrel tudtuk megoldani, amely gombás megbetegedést (*Phytophthora infestans*) okozott a növényeken. Továbbá üvegházi molytetű gradáció miatt a növényeket lombtalanítanunk kellett, majd november végén a gumókat betakarítottuk. A primer gumókat fajtánként elkülönítve zárható műanyag edényekbe tettük, majd hűtőben, 4°C hőmérsékleten tároltuk öt hónapig.

2.4.2. Hagyományos és üvegházi gumók szántóföldi tesztelése

A termőterület Kruppa (2004) által leírt kritériumoknak megfelelt. A talaj laza szerkezetű, gyorsan felmelegedő, gyengén savanyú kémhatású, humuszos homok kombináció. A terület vízállástól mentes. A területen az előző 5 évben erdészeti célú csemetetermesztést folytattak. A terület előkészítés során talajfertőtlenítést végeztünk *Force 1,5 G* piretroid típusú rovarölő, talajfertőtlenítő granulátummal. A kijuttatott mennyiség 7 kg/ha volt (Ocskó *et al.*, 2012), melyet azonnal a talajba dolgoztunk. A talaj tápanyag utánpótlása 800 kg/ha mennyiségű granulált baromfitrágya (*Italpollina*) kijuttatásával történt, a talajfertőtlenítéssel egy időben. A talajmunkákat rotációs kapával végeztük.

A szántóföldi vetőgumó előállításához hagyományos vetőgumót és primer gumót alkalmaztunk, 'Pannónia' és 'Hópehely' fajták felhasználásával. A kétféle szaporítóanyagot egységesen kezeltük. Mindkét fajta szaporítóanyagait három ismétlésben vizsgáltuk.

A növények sor- és tőtávolságát Kruppa (2004) leírásai alapján állítottuk be. A sorok közötti távolság 75 cm, a tőtávolság 45 cm volt. A hagyományos gumókat és a primer gumókat is előhajtattuk. Az előhajtást műanyag rekeszekben szobahőmérsékleten, természetes fényviszonyok között végeztük, négy héttel a kiültetés előtt.

A szántóföldre való kiültetést május első dekádjában végeztük el. A gumókat kézzel, primer bakhát létrehozásával ültettük ki. A kihajtott lombos növények intenzív növekedést mutattak. Az aszályos időjárás következtében június közepétől heti kétszer öntöztük a növényeket. Az öntözést árasztásos technológiával oldottuk meg. Alkalmanként 20-25 mm csapadékot juttattunk ki.

Az állomány növényápolását és növényvédelmét rendszeresen végeztük. A bakhátazást a növények kihajtását követő negyedik héten újból elvégeztük. 'Hópehely' fajta esetén, a hatodik héten is szükség volt újabb töltögetésre, a fajtára jellemző magasan történő gumókötés miatt.

A kórokozók, elsősorban gombák elleni védekezést, felszívódó fungicidek kijuttatásával végeztük. Preventív módon *Amistart* alkalmaztunk 0,75 l/ha dózisban, majd a virágkötést megelőzően *Champion 50 WP* 1,8 kg/ha dózisban történő kijuttatásával védekeztünk a gomák okozta betegségek ellen (Ocskó *et al.*, 2012).

A rovarkártevők előrejelzése érdekében *Moericke*-féle sárga tálat helyeztünk ki a területre, a levéltetvek, főként zöld őszibarack levéltetű (*Myzus persicae*) szárnyas alakjainak nyomon követése érdekében. A kísérletben preventív módon, két alkalommal *Sherpa 100 EC* kijuttatásával védekeztünk 0,25 l/ha dózis (Ocskó *et al.*, 2012) alkalmazásával. Az állományban burgonyabogár (*Leptinotarsa decemlineata*) nem jelent meg.

2.5. A HOMOKHÁTI KISGAZDÁK BIOTECHNOLÓGIAI ELJÁRÁSOKKAL KAPCSOLATOS VÉLEMÉNYÉNEK FELMÉRÉSE

Anonym kérdőívek segítségével mértük fel a homokháti burgonyatermesztéssel foglalkozó gazdák mikroszaporítással kapcsolatos ismereteit és véleményét, valamint a génmódosított növényekhez való hozzáállásukat. Sajnos a média befolyása miatt számos olyan ember van Magyarországon, így a homokháti kistérségben is, akik a biotechnológia szó hallatán rögtön felkapják a fejüket. Azonosítják a génmódosítás szóval és valamilyen veszélyes, tiltott tevékenységre gondolnak. A kérdőívek kiosztása során igyekeztünk ezeket a tévhiteket eloszlatni, illetve megnyugtani a gazdálkodókat a témával kapcsolatban.

Ezekén felül felmértük a gazdálkodók burgonya szaporítóanyag vásárlásával és alkalmazásával kapcsolatos szokásait is.

A gazdálkodókhoz az alábbi kérdőívet juttattuk el:

Kérdőív: A homokháti kistérség gazdáinak burgonyatermesztési szokásairól

Kérem, tegyen „X”-et a megfelelő helyre!

1. Mekkora területen termel burgonyát?

- 1 ha fölött
- kevesebb, mint 1 ha
- csak saját fogyasztásra termelek

2. Milyen burgonyafajtát/ fajtákat termeszt?

- magyar fajtát/ fajtákat
- import burgonya fajtát/ fajtákat
- nem tudom

3. Hol szerzi be a burgonya vetőgumót?

- piacon
- ismerőstől, más gazdától
- vetőgumó forgalmazótól

4. Fémzárolt vetőgumót vásárol?

- igen
- nem
- nem tudom mi az

5. Hallott már biotechnológiai úton előállított vírusmentes vetőgumóról?

- igen
- nem
- nem érdekel

6. Szívesen kipróbálná a biotechnológiai úton előállított vírusmentes vetőgumót?

- igen
- nem
- fenntartásaim vannak

7. Véleménye szerint a biotechnológiai úton előállított vírusmentes burgonya vetőgumó génmódosított?

- igen
- nem
- nem tudom

8. Ha rendelkezésre állna génmódosított vetőgumó, elültetné?

igen, kipróbálnám

nem, mert ellenzem a génmódosított növények termesztését

nem, mert büntetik

Köszönöm, hogy válaszaival segítette munkámat!

A kérdőíveket elsősorban Röske, Mórahalom, Domaszék, Ruzsa és Zákányszék környékén gazdálkodók töltötték ki.

2.6. STATISZTIKAI ANALÍZIS

A kísérletek során kapott eredmények statisztikai kiértékelését Microsoft® Excel 2002 szoftver segítségével készítettük el.

A hajtástenyészetek produktivitásának vizsgálatakor az adatokat kétmintás t-próba segítségével elemeztük ki.

Kéttényezős variancia analízist alkalmaztunk a szántóföldi vetőgumó előállítási kísérlet eredményei kiértékelésekor, melyben a három ismételtsben vizsgált 'Pannónia' és 'Hópehely' fajták hagyományos és *in vitro* eredetű szaporítóanyagának mennyiségi tulajdonságait hasonlítottuk össze.

A kérdőívek kiértékelését követően a felvett adatokat a szoftver segítségével százalékos arányban fejeztük ki.

3. EREDMÉNYEK

3.1 *IN VITRO* HAJTÁSTENYÉSZETEK LÉTREHOZÁSA 'PANNÓNIA' ÉS 'HÓPEHELY' BURGONYAFAJTÁBÓL

A kísérlet során alkalmazott steril hajtástenyészeteket 'Pannónia' és 'Hópehely' burgonyafajták csíráin található merisztémákból (1. ábra) hoztuk létre.



1. ábra: Kiindulási anyag: burgonya gumó a hajtásán található izolálásra kerülő merisztémával

A mikroszkóp alatt kimetszett steril merisztémákat indukciós táptalajra helyeztük (2.a. ábra). A táptalajra helyezett merisztémák 90%-a megeredt, belőlük átoltásra alkalmas hajtások fejlődtek. Mindkét fajta esetén voltak olyan szegmentek, amelyek az átoltást követően elbarnultak, belőlük járulékos hajtások nem fejlődtek.

Négy hét elteltével a megindult tenyészetekből, átlagosan 8-10 levélkét (hónaljrügyet) tartalmazó, átoltásra alkalmas hajtások fejlődtek (2.b. ábra), 'Pannónia' és 'Hópehely' fajta esetén is. A hajtásokon található merisztémák mérete a negyedik hét végén már elérte azt az optimális méretet, amely lehetővé teszi újabb átoltás után további hajtások fejlődését.

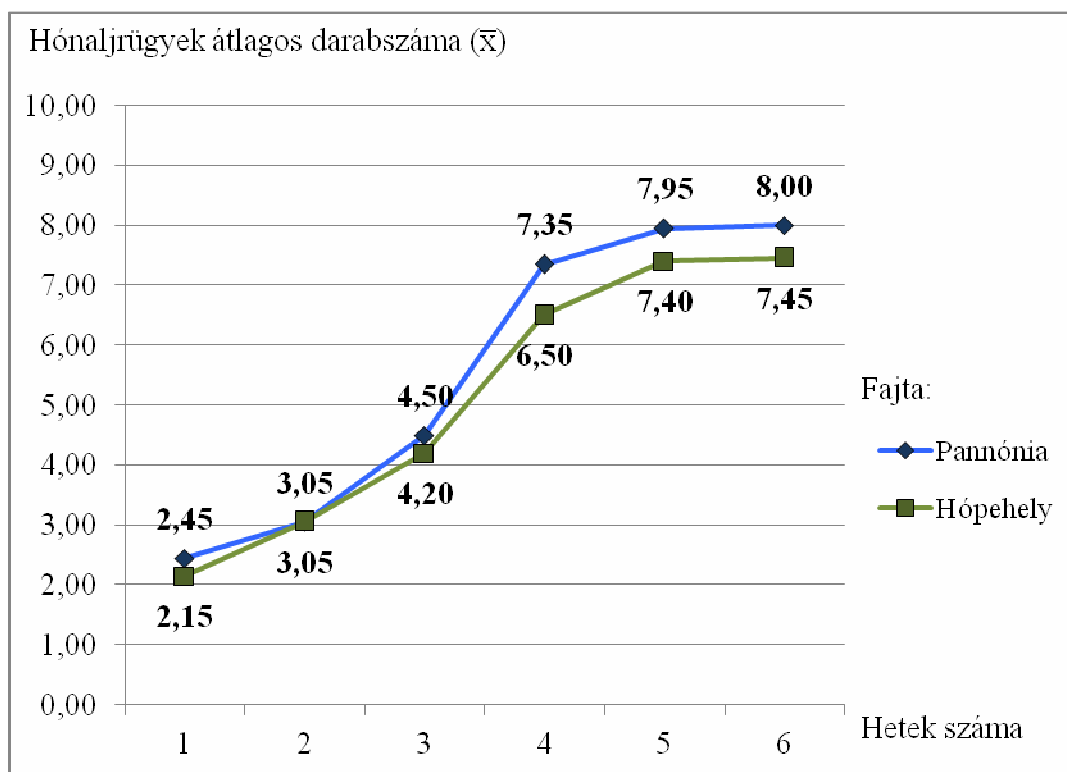


2. ábra. A sterilen preparált burgonya hajtástenyészet: indukciós táptalajon megindult burgonya hajtásmerisztéma (a) és a kb. tíz levélkét tartalmazó hajtástenyészet (b), ahonnan a további szaporításokhoz a nodális szegmenteket nyertük.

Kísérletet állítottunk be, mely során fajtánként húsz darab nodális szegment növekedési erélyét figyeltük, 6 héten keresztül. A kísérletben a csúcshajtásokat és az azt követő 3-4 nóduszt alkalmaztuk. Célunk, az egységnyi idő alatt fejlődő, átoltásra alkalmas hónaljrügyek számának vizsgálata volt.

Megfigyeltük, hogy 'Pannónia' fajta esetén intenzívebb volt a hajtások növekedése, azonban a második hét átlagait tekintve, azonos eredmények mutatkoztak mindkét fajta esetén (3. ábra). 'Hópehely' fajta esetén a hajtások produkciós rátája kisebb volt, a 'Pannónia' fajtához képest. Az ötödik hét után, mindkét fajtánál a hajtások növekedése már nem volt jelentős (3. ábra). A hatodik hetet követően mindkét fajta esetén a hajtások fiziológiai öregedése volt megfigyelhető. Egyes növények etioláltak voltak, később teljesen elbarnultak. A tíz hetesnél idősebb hajtástenyészetek már teljesen alkalmatlanok voltak az átoltásra. Megállapításunk szerint, továbbsszaporításra a négy és hat hetes hajtástenyészetek a legalkalmasabbak. Mindkét fajta esetén voltak olyan szegmentek, amelyek nem fejlődtek, az átoltást követő első héten elbarnultak.

A hajtások vizsgálata során minden adatot feljegyeztünk, az elemzésben azok a szegmentek is szerepeltek, amelyek nem fejlődtek tovább.



3. ábra. 'Pannónia' és 'Hópehely' hajtástenyészetekből izolált nodális szegmentek 6 héten keresztül megfigyelt növekedése, a fejlődő hónaljrügek átlagos száma ($\bar{x}$) alapján.

Az adatok statisztikai elemzését követően (2. táblázat) megállapítottuk, hogy a két fajta hónaljrügeinek átlagos darabszáma az átoltás szempontjából fontos 4. héten, nem mutatott szignifikáns különbséget. Tehát a kísérlet során alkalmazott két fajta az *in vitro* szaporításban, a hónaljrügek fejlődésének intenzitását tekintve nem térnek el egymástól.

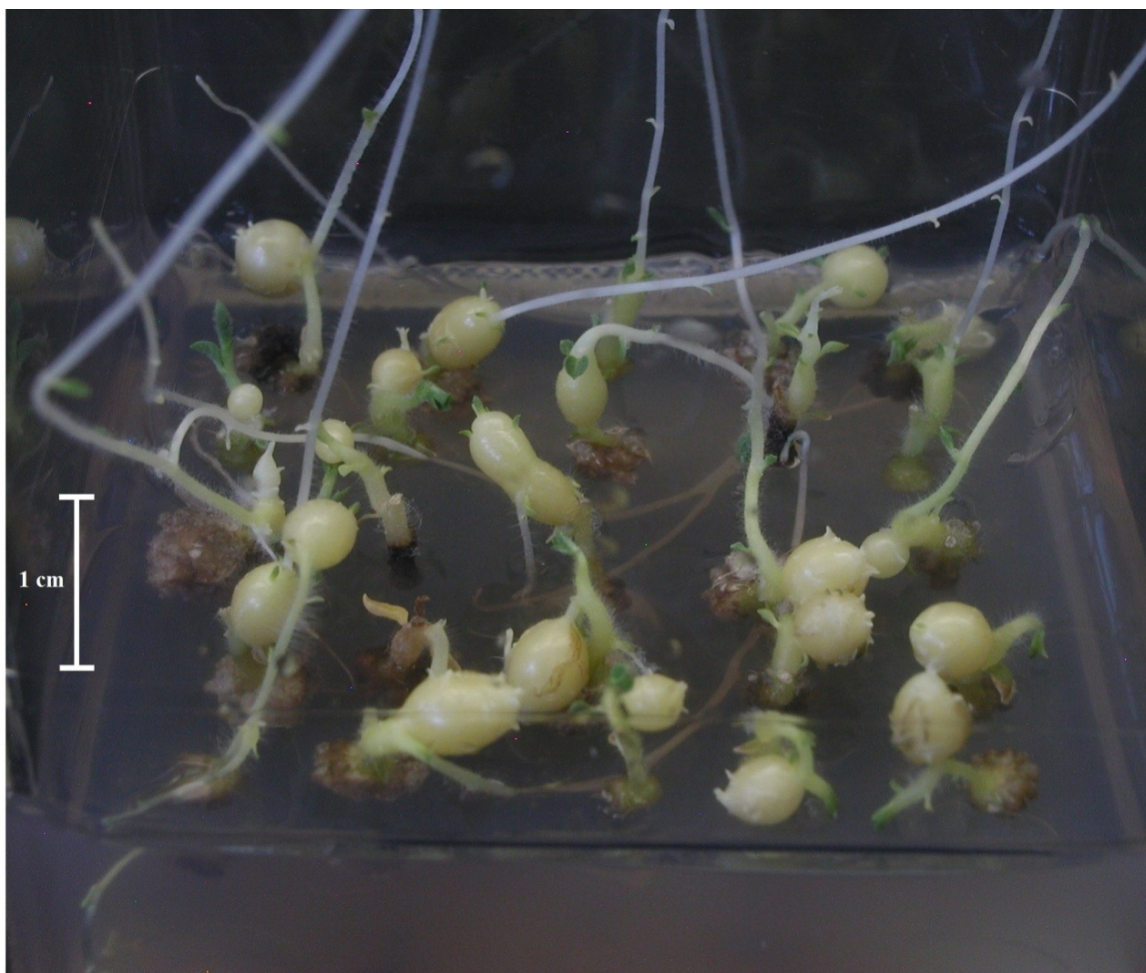
2. táblázat: A negyedik hét átlagos hónaljrügeinek darabszáma alapján elvégzett szignifikancia vizsgálat eredménye 'Pannónia' és 'Hópehely' fajtákban

-	'Pannónia'	'Hópehely'
Várható érték	7,35	6,50
Variancia	15,397	17,632
t érték	0,661	
t kritikus	1,686	

A létrehozott steril hajtástenyészeteket vírusvizsgálatra küldtük, melyet a Keszthelyi Burgonyakutatói Központ munkatársai végeztek el. A vizsgálat során kiderült, hogy tenyészetek burgonya M-vírussal fertőzöttek voltak (Polgár Zsolt szóbeli közlése alapján).

3.2 *IN VITRO* GUMÓELŐÁLLÍTÁS BURGONYA MERISZTÉMA TENYÉSZETEKBE

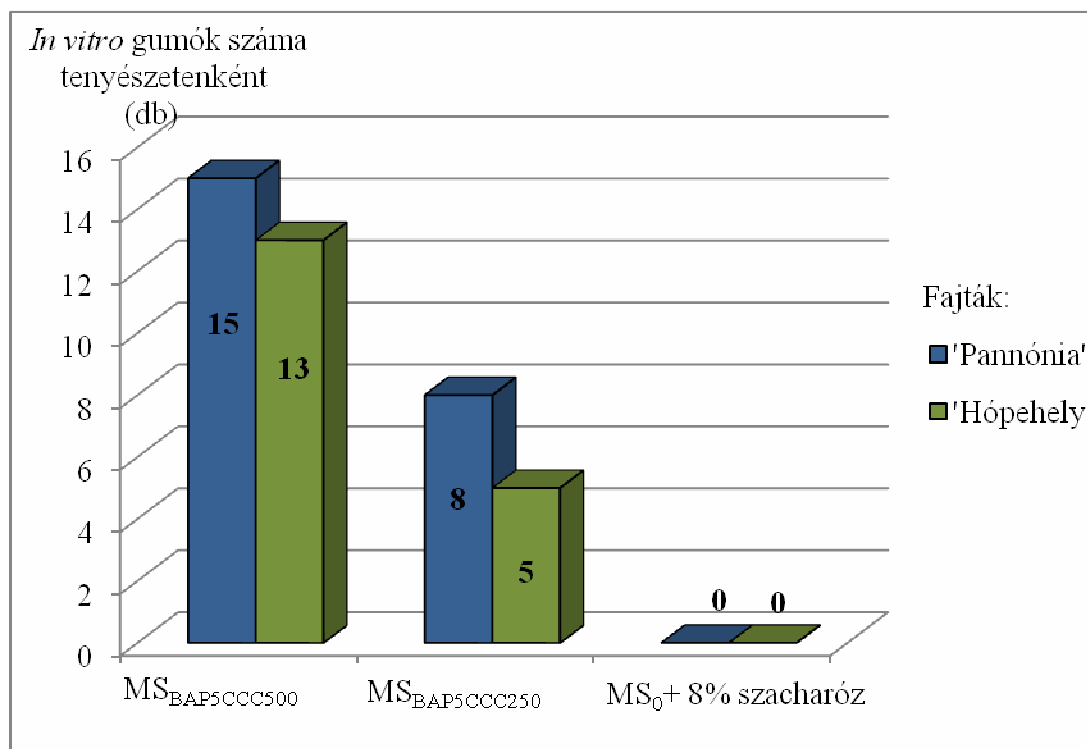
A hormonhatású szerek alkalmazásával történő mikrogumó előállítás (4. ábra) során 'Pannónia' és 'Hópehely' fajták esetén szegmentenként maximum 1 mikrogumó fejlődése volt megfigyelhető. A mikrogumó indukciós tenyészetekben is megfigyeltünk olyan szegmenteket, amelyek az átoltást követően elbarnultak, majd elpusztultak. A tenyésztőedényekbe, Magenta és Vegbox esetén is, 20 darab szegmentet helyeztünk.



4. ábra. Hormonhatású anyagok hatására fejlődött *in vitro* gumók a 'Pannónia' fajtánál

Az edényenkénti gumóképződés az alkalmazott táptalajok összességét tekintve, általánosan 'Pannónia' fajtánál 75-80%-os sikerességet mutatott, 'Hópehely' esetén 70-75% körül alakult.

A különböző kezelések hatására előállított mikrogumók száma (5. ábra) nagy eltéréseket mutatott. Az eltérő időben elvégzett indukciós kísérletek, tenyészetenkénti átlagos gumószámainak felhasználásával készítettük el a diagramot.



5. ábra: Az előállított *in vitro* gumók számszerű alakulása fajtánként, az indukciós táptalajok függvényében (vízszintes tengely). Az átlag adatok különböző időpontban beállított kísérletekből származnak.

Az *in vitro* gumó előállítás során, az MS_{BAP5CCC500} táptalaj alkalmazásával érték el a legjobb eredményeket.

A hormonhatású szerek hatására fejlődött *in vitro* gumók mérete nagy változatosságot mutatott, mivel voltak 0,5 cm átmérő alatti, tárolásra, illetve *in vivo* továbbszaporításra alkalmatlan gumók. Továbbá átlagos méretű, 1 cm átmérőt is meghaladó méretű mikrogumók. A gumók méretét tekintve 'Pannónia' fajta esetén a kiegyenlítettség nem volt jellemző. A gumók átmérőinek adatai nagy szórást mutattak, feljegyeztünk 0,2 cm, illetve 1,3 cm átmérővel rendelkező *in vitro* gumót is. 'Hópehely' fajtánál viszont a fejlődő gumók mérete közel azonos volt, általánosan elmondható, hogy a gumók mérete 0,9-1,3 cm között alakult.

A gumók színe mindkét fajta esetén világoszöld és halványsárga volt, mivel a mikrogumók kialakulása során a tenyészetek fénymentes környezetben voltak. A gumók formája általában elliptikus alakú volt. 'Pannónia' fajta esetén a fajtára jellemző gumó-fiasodást a mikrogumók tárolása során is észleltük.

3.3 IN VIVO GUMÓELŐÁLLÍTÁS

3.3.1. Primer gumók előállítása üvegházban

A primer gumók előállításához felhasznált gyökeres hajtástenyészetekből, illetve mikrogumókból 15-15 növényt neveltünk fajtánként *Bergmann* csövekben. A palánták a kiültetést követő negyedik héten (6. ábra) már alkalmasak voltak az üvegházban talajba történő kiültetésre, primer gumó előállítás céljára.



6. ábra. Gyökeres hajtástenyészetből előállított 'Pannónia' burgonya palánta, műanyag konténerbe, talajba kiültetve.

A kísérlet során bekövetkezett gombás megbetegedések és rovarkárosítások ellenére a gumók mennyisége és minősége mindkét fajta esetén jónak tekinthető.

'Pannónia' fajtánál a növények leromlása kisebb mértékben következett be, a betakarított primer gumók mérete közel egyforma volt, 1,5-2,0 cm között alakult. A növényenkénti gumószám pedig átlagosan 6 db volt.

'Hópehely' fajtánál a leromlás szembetűnőbb volt, a gumók méretét és mennyiségét tekintve differenciáltság mutatkozott. Hópehely fajtánál a betakarított primer gumók mérete 0,5-2,5 cm között változott. A növényenként fejlődött gumók száma átlagosan 4 db volt.



7. ábra. Üvegházban, *in vitro* eredetű palántákból előállított 'Pannónia' fajta primer gumói a kiültetést megelőző hajtás kezdetén.

Az öt hónapos hűtve tárolást követő, kiültetést megelőző hajtás során a 'Pannónia', valamint a 'Hópehely' fajta primer gumói is kihajtottak. A természetes fényviszonyok mellett hajtatott gumók (7. ábra) erőteljes, egészséges, zöld csírákat hajtottak hoztak.

A két fajta csírázásának megindulása között azonban időbeli eltérés mutatkozott. 'Pannónia' fajta esetén a primer gumók csírázása egy héttel hamarabb elkezdődött, mint a 'Hópehely' fajtánál. Mindkét fajta esetén megfelelő mennyiségű és minőségű hajtás alakult ki. Azonban egymáshoz viszonyítva a két genotípust, 'Pannónia' fajtánál a hajtások mérete és azok mennyisége, a 'Hópehely' fajtához képest jobb eredményeket mutatott.

3.3.2. Szántóföldi vetőgumó előállítás

A szántóföldi vetőgumó előállítási kísérletünk során hagyományos (kontroll) és primer gumók *in vivo* tulajdonságait hasonlítottuk össze.

'Pannónia' és 'Hópehely' fajták esetén is a kontroll gumók a kiültetést követő két héten belül kihajtottak. A kihajtást követően a kontroll gumókból fejlődő burgonyanövények erőteljes növekedésnek indultak, a növények általános állapota kitűnő volt.

Az üvegházi gumók hajtásai 'Pannónia' fajta esetén a második hét végén már látszottak a talaj felszínén. 'Hópehely' fajtánál a harmadik hét végére kelt ki az összes növény. Tehát, a primer gumóról fejlődő növényeknél, a 'Pannónia' és 'Hópehely' fajták egymáshoz képest eltérő időben hajtottak ki. A primer gumókból kihajtott növények (8. ábra) mindkét fajta esetén, a kontroll gumókhoz hasonlóan erőteljes növekedést mutattak.

A nyolcadik héten, az állományt tekintve a szaporító anyag típusok között nem volt érzékelhető különbség.

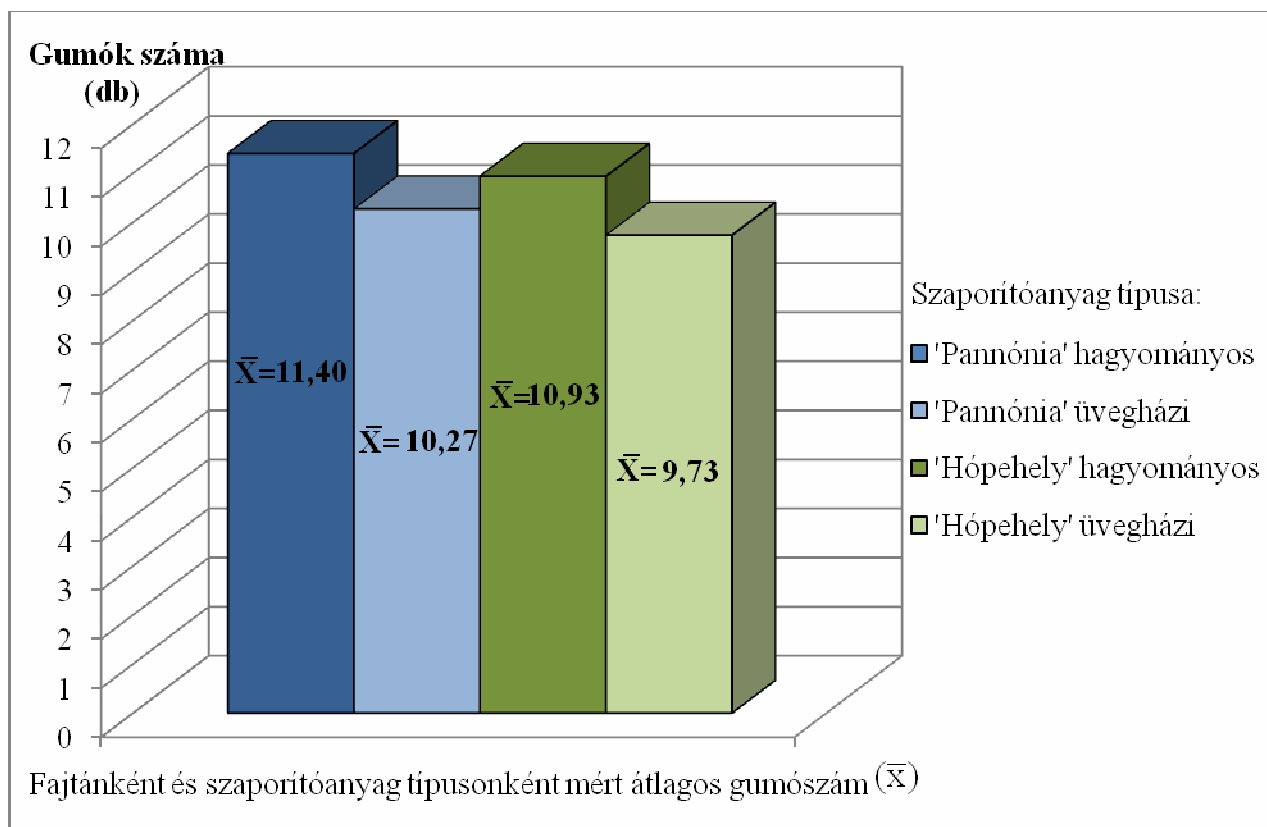


8. ábra. Primer gumókkal beállított szántóföldi kísérlet, a kihajtást követő 4. (a) és 8. (b) héten.

A két fajta virágzása ugyanazon a napon kezdődött. 'Hópehely' fajtánál azonban a generatív szervek képződése elhúzódott, a 'Pannónia' fajtához képest.

A betakarított kontroll és üvegházi gumók betakarításkor, a szemrevételezés során nem mutattak nagy eltéréseket egymáshoz képest. A 'Pannónia' és 'Hópehely' fajtákra jellemző tulajdonságok felismerhetőek voltak, mind az *in vitro* eredetű (primer) gumóról, mind pedig a hagyományos gumóról történő termesztésből származó gumók esetén.

A betakarított gumók száma alapján összeállított ábra mutatja az átlagos gumószámot a különböző genotípusú és eredetű gumók szerint.



9. ábra. A hagyományos, illetve primer vetőgumókkal beállított kísérlet során betakarított gumók száma növényenként, 'Pannónia' (kék) és 'Hópehely' (zöld) fajta esetén.

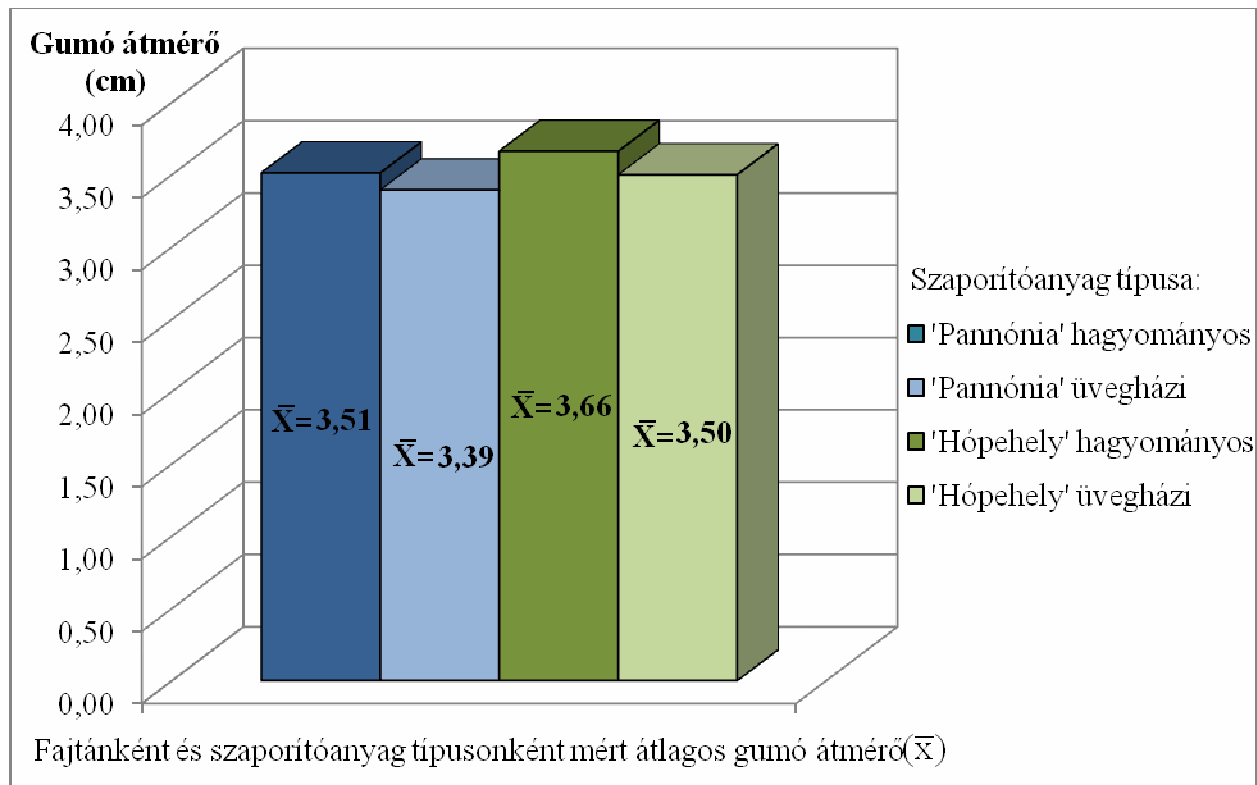
A hagyományos (kontroll) és *in vitro* eredetű (primer) gumók felhasználásával történő szabadföldi vetőgumó előállítás során betakarított gumók átlagos darabszáma (9. ábra) 'Pannónia' és 'Hópehely' fajtánál sem mutatott jelentős különbséget. A 'Pannónia' fajtánál a betakarított átlagos gumószám több volt, mindkét szaporítóanyag típust tekintve, mint a 'Hópehely' fajtánál.

A feljegyzett adatokat varianciaanalízis segítségével elemeztük. A kapott eredmények alapján (3. táblázat) megállapítottuk, hogy a fajták, illetve a szaporítóanyag típusok között, 95%-os megbízhatóság mellett nem volt szignifikáns különbség, a növényenként betakarított gumók számát tekintve. $SzD5\%=2,540$

3. táblázat: A betakarított gumók számát meghatározó tényezők (szaporítóanyag típusa, genotípus) kapcsolata és hatásai.

-	SS	df	MS
Szaporítóanyag típusa	30,483	5	6,097ns
Genotípus	3,75	1	3,75ns
Kölcsönhatás	8,75	5	1,75ns
Hiba	383,6	48	7,992

A kontroll és üvegházban előállított, *in vitro* rerdetű gumók felhasználásával szaporított burgonyanövények termesztése során betakarított gumók átmérőjének megmérése után megállapítottuk, hogy a 'Pannónia' és a 'Hópehely' fajta esetén is a hagyományos (kontroll) gumóról történő vetőgumó termesztése során kaptunk nagyobb átlagos átmérő eredményeket. Ez azonban az ábrán is jól láthatóan, csekély eltérést mutatott az *in vitro* eredetű (primer) gumók termesztése során betakarított gumók átlagos méretétől (10. ábra).



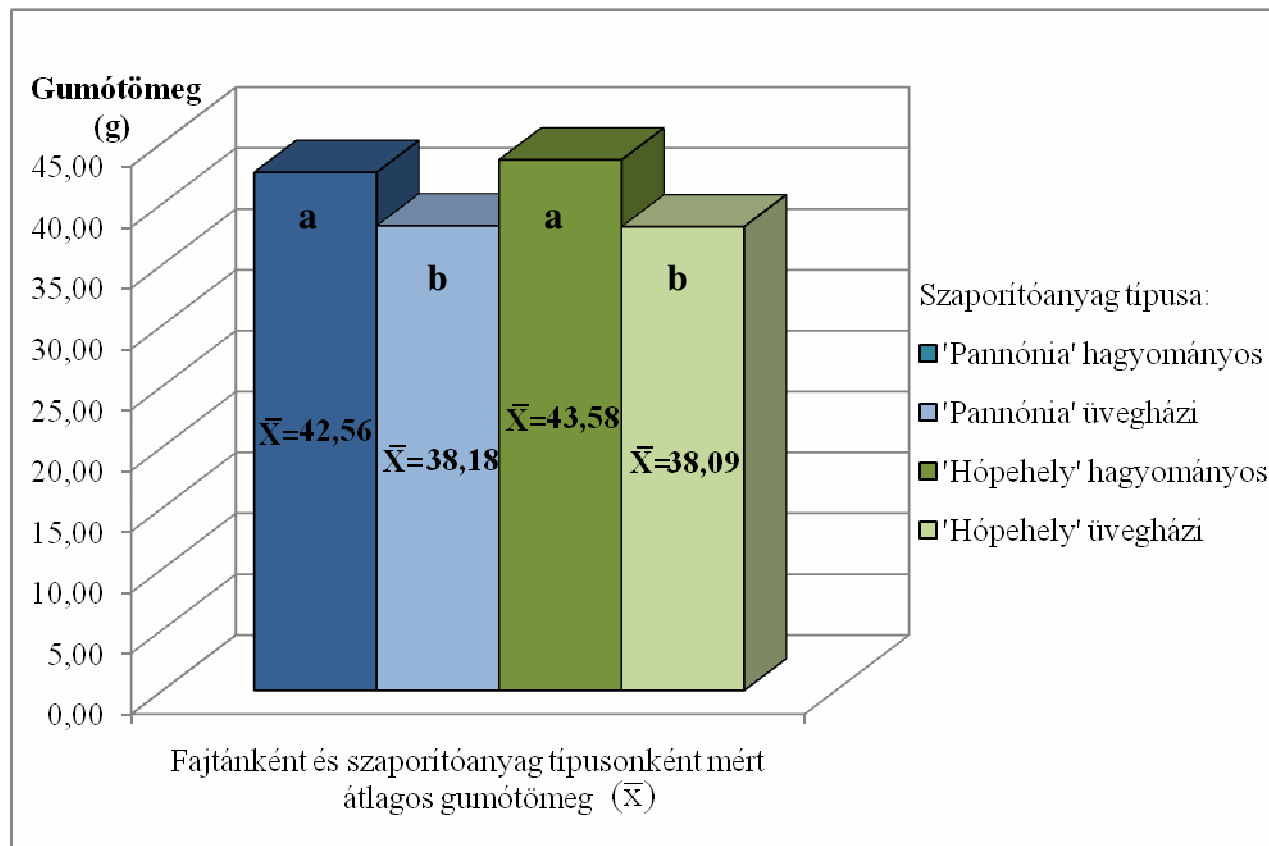
10. ábra. A hagyományos, illetve primer gumókkal beállított kísérlet során betakarított gumók átmérőjének alakulása, 'Pannónia' (kék) és 'Hópehely' (zöld) fajta esetén.

Tehát, a statisztikai elemzés elvégzését követően (4. táblázat) megállapítottuk, hogy a fajták és a szaporítóanyag típusok között, 95%-os megbízhatóság mellett nem volt szignifikáns különbség a betakarított gumók átmérőjét tekintve. SzD5%=0,243

4. táblázat: A betakarított gumók átmérőjének alakulását meghatározó tényezők (szaporítóanyag típusa, genotípus) kapcsolata és hatásai.

-	SS	df	MS
Szaporítóanyag típusa	0,823	5	0,165ns
Genotípus	0,243	1	0,243ns
Kölcsönhatás	0,856	5	0,171ns
Hiba	3,525	48	0,073

A betakarításkor mért gumótömeget tekintve a gumók betakarítása során nem véltünk különbséget sem a fajták, sem a szaporítóanyag típusok között. A feljegyzett adatok alapján azonban, a kísérlet során betakarított gumók tömege (11. ábra) mind 'Pannónia', mind pedig 'Hópehely' fajták esetén a hagyományos vetőgumó termesztése során hozott jobb eredményeket.



11. ábra. A hagyományos, illetve primer vetőgumókkal beállított kísérlet során betakarított gumók átlagos tömege, 'Pannónia' (kék) és 'Hópehely' (zöld) fajta esetén.

A statisztikai adatelemzés során (5. táblázat) megállapítottuk, hogy a fajták között nincs szignifikáns eltérés a gumók tömegének alakulását tekintve. A szaporítóanyag típusok között viszont szignifikáns különbség figyelhető meg. SzD5%= 4,271

5. táblázat: A betakarított gumók tömegének alakulását meghatározó tényezők (szaporítóanyag típusa, genotípus) kapcsolata és hatásai.

-	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>
Szaporítóanyag	598,984	1	598,984**
Genotípus	15,465	1	15,465ns
Kölcsönhatás	3,079	1	3,079ns
Hiba	3831,828	56	68,426

** a szaporítóanyag típusát tekintve szignifikáns különbség mutatkozott P=1% hiba mellett

A kiértékelt eredményeket összességében, mindhárom tulajdonságot (darabszám, átmérő, tömeg) tekintve megállapíthatjuk, hogy az *in vitro* eredetű, üvegházban előállított gumókról történő szántóföldi vetőgumó előállítás csak kis mértékben mutatott csökkent hozamot, a hagyományos gumóról történő termesztéshez képest.

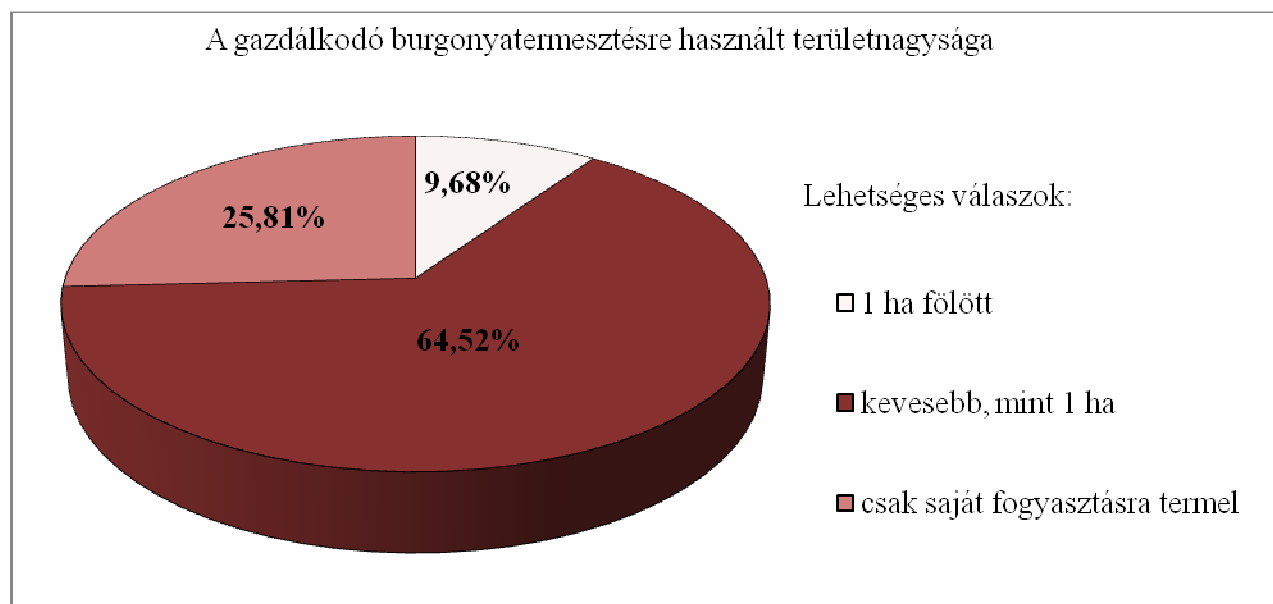
3.4 A BIOTECHNOLÓGIAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSÁVAL KAPCSOLATOS TERMELŐI VÉLEMÉNYEK KÉRDŐÍVES FELDOLGOZÁSA

A homokháti családi gazdálkodók és őstermelők között kiosztott és általuk visszajuttatott 31 darab, értékelhető kérdőív elemzése után az alábbi eredményeket kaptuk.

A felmérésben résztvevő gazdálkodók burgonyatermesztésre használt terület (12. ábra) alapján, a válaszadók túlnyomó többsége, 64% fölött, burgonyatermesztés céljából kevesebb, mint 1 ha termőterületet művel. Közülük legtöbben a megtermelt burgonyát nagybani piacon értékesítik, illetve a lakóhelyükhöz legközelebb létesült termelő- és értékesítő szövetkezetnek adják el.

A válaszadók több mint 25%-a termel 1 hektárnál nagyobb területen, ők elsősorban családi gazdálkodók. A gazdák elmondása szerint szintén a nagybani piacon, illetve egyéb értékesítési csatornán (önkormányzat által üzemeltetett konyha, kifőzdék, stb.) tudják a megtermelt burgonyát eladni.

A felmérésben résztvevők válaszai alapján, a megkérdezettek 10%-a, csak saját fogyasztás céljából termel burgonyát.

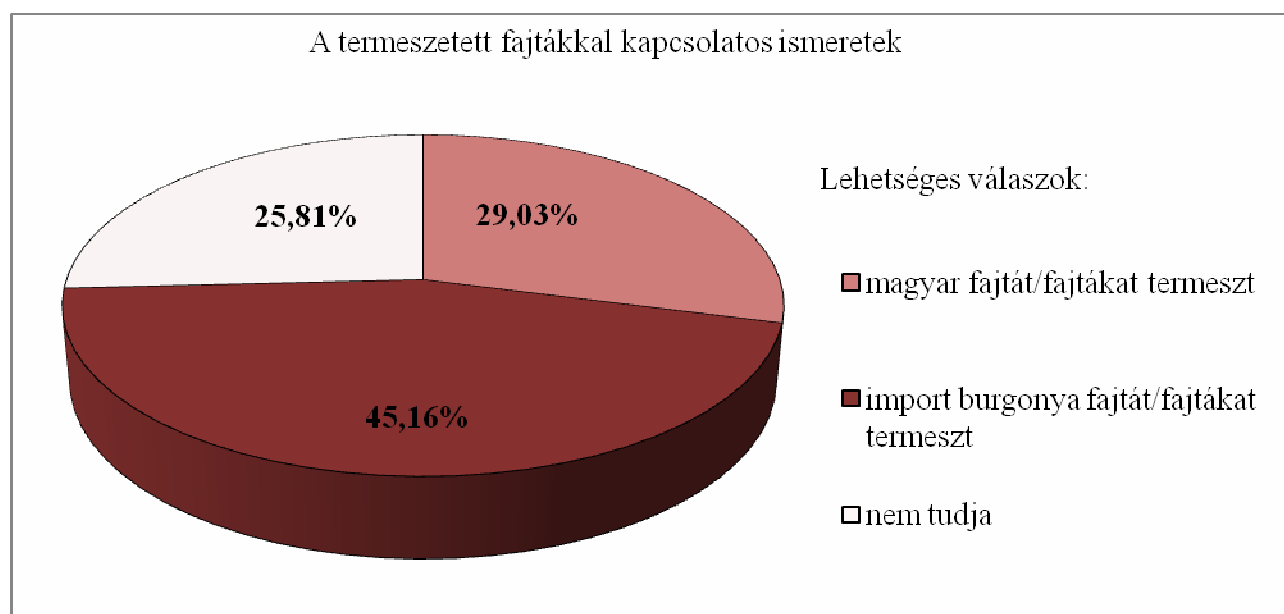


12. ábra: A közvélemény kutatásban résztvevő gazdák burgonyatermesztésre használt terület nagysága, százalékos arányban kifejezve.

A gazdálkodók által termesztett fajták (13. ábra) több mint 45%-ban külföldi nemesítésűek. Elsősorban azok a gazdák alkalmazzák a külföldi nemesítésű burgonyákat, akik 1 ha területnagyság fölött termelnek, illetve azok az 1 ha területnagyság alatt termelő gazdák, akik hosszú ideje alkalmazzák ugyanazt, a számukra megfelelő fajtát.

A magyar nemesítésű burgonyafajtákat a megkérdezettek mindössze 29%-a ülteti, közülük legtöbben 1 ha alatti termőterületen.

A válaszadók több mint 25%-a pedig nem tudja, milyen fajtákkal dolgozik. Főként azok a gazdálkodók nincsenek tisztában az általuk termelt fajtákkal, akik csak saját fogyasztásra termelnek, azonban olyan gazdálkodó is van köztük, aki eladásra is termel, 1 ha termőterület alatt.

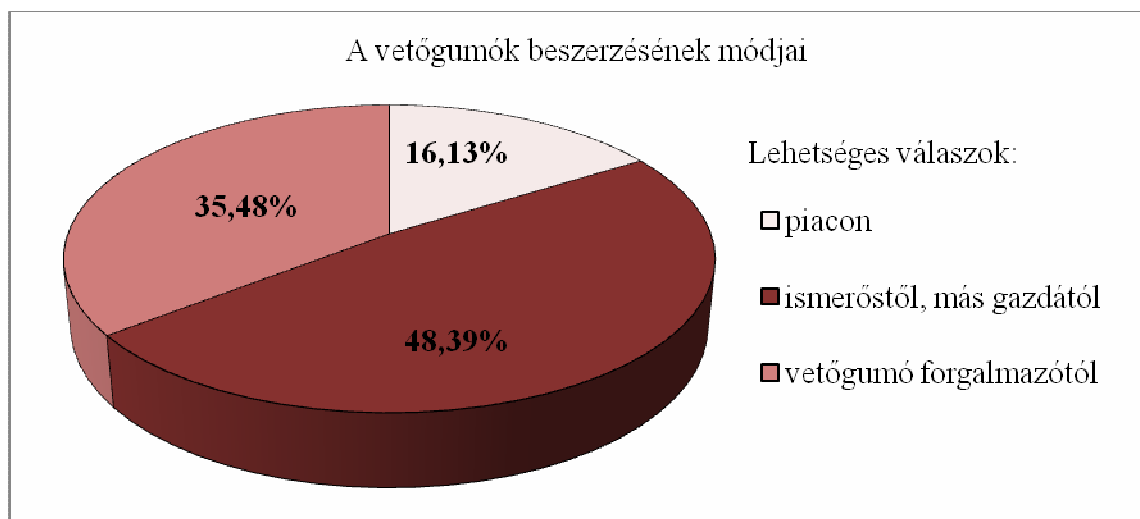


13. ábra: A közvélemény kutatásban résztvevő gazdák által termesztett burgonya fajták százalékos megoszlása.

A felmérésből kiderült, hogy a vetőgumók beszerzését (14. ábra) főként ismeretség útján más gazdáktól, illetve egymás segítségével oldják meg a termelők. Tehát a megkérdezettek közel 50%-a ezt a módszert alkalmazza, közülük nagyrészt az 1 ha területnagyság alatt termelő gazdák. Elmondásuk alapján elterjedt szokás az első éves gumók egymástól történő megvásárlása.

Vetőgumó forgalmazótól elsősorban az 1 ha területnagyság fölött termelő gazdák vásárolnak, a válaszadók több mint 35%-a.

A termelők 16,13%-a pedig piacon vásárol szaporítóanyagot, főként azok a gazdák, akik csak saját fogyasztásra termelnek. Elmondásuk szerint elsősorban a gumóhéj színe alapján választják ki a termesztetni kívánt burgonyát.

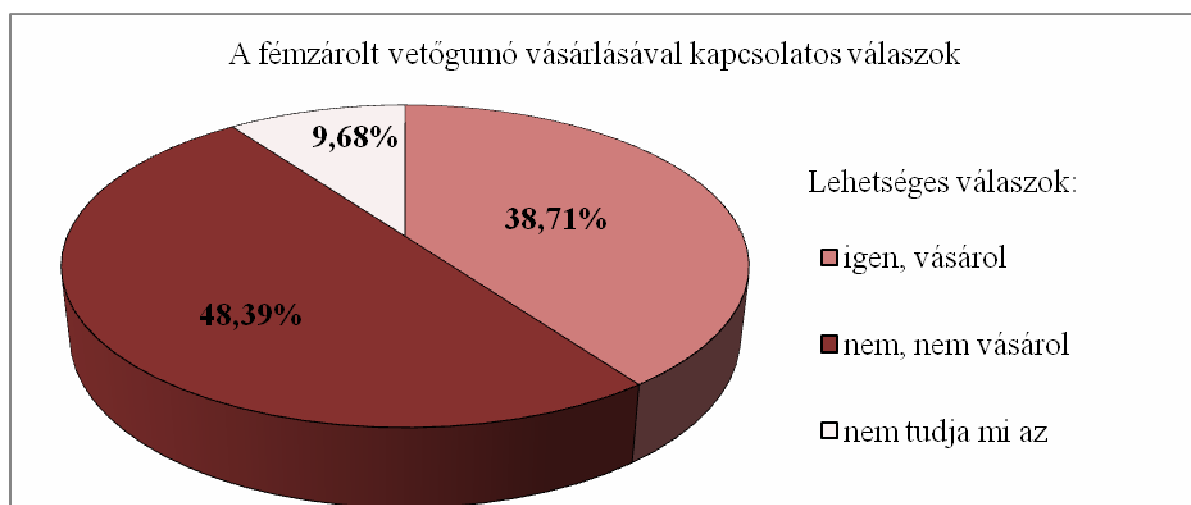


14. ábra: A közvélemény kutatásban résztvevő gazdák vetőgumó beszerzéssel kapcsolatos szokásainak százalékos megoszlása.

A fémzárolt vetőgumó vásárlásával, illetve alkalmazásával kapcsolatos kérdésekre adott válaszok alapján (15. ábra), a megkérdezettek közel 50%-a nem vásárol, illetve nem alkalmaz fémzárolt vetőgumót. Ez főként az 1 ha területnagyság alatt termelő gazdákra, valamint a saját fogyasztásra termelő gazdákra jellemző.

Elsősorban a nagyobb területen termelők vásárolnak fémzárolt vetőgumót, illetve a válaszadók több mint 38%-a. Közülük azok a termelők, akik a különböző multinacionális cégektől, kedvezményes áron jutnak fémzárolt, külföldi eredetű vetőgumóhoz.

A megkérdezett gazdák közel 10%-a pedig nincs tisztában a fémzárolt vetőgumó fogalmával. Közülük főként azok a termelők, akik saját fogyasztásra termelnek, illetve a vetőgumót piacról szerzik be.

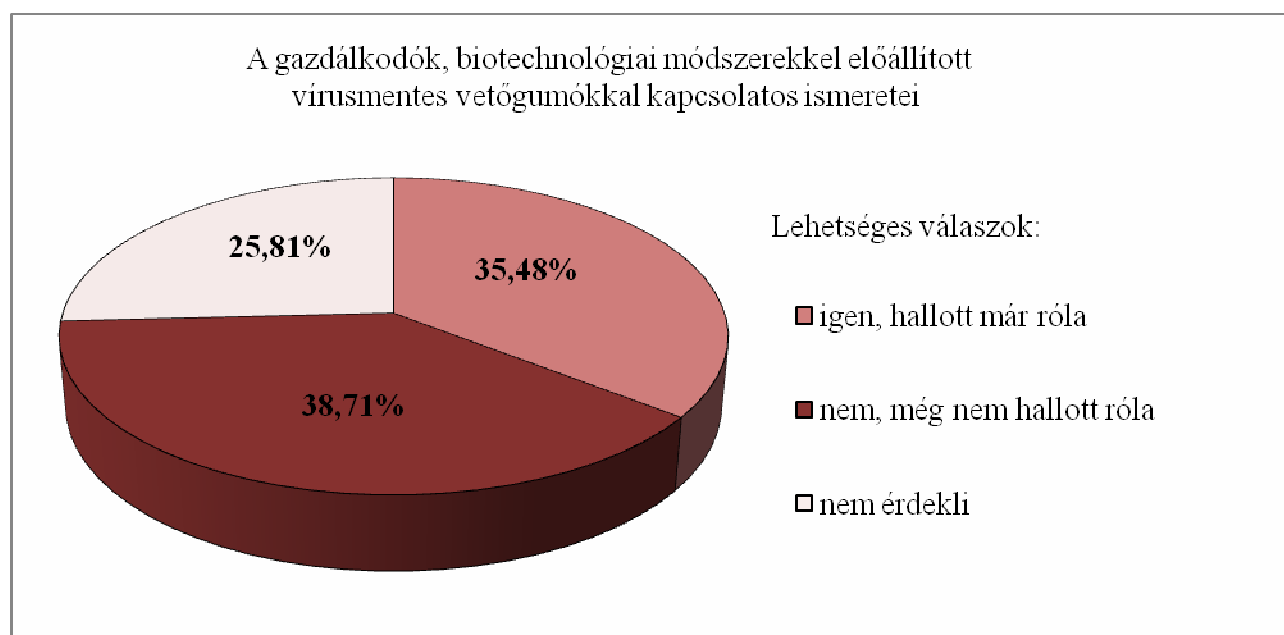


15. ábra: A közvélemény kutatásban résztvevő gazdák fémzárolt vetőgumó vásárlással kapcsolatos szokásainak százalékos megoszlása.

A kérdőívben szereplő kérdésre, melyet a biotechnológiai úton előállított vírusmentes vetőgumók ismeretével kapcsolatban tettünk fel (16. ábra), a válaszadók több mint 35%-a azt a választ adta, hogy hallott már az *in vitro* eredetű vírusmentes vetőgumóról. Elsősorban azok a termelők hallottak már *in vitro* eredetű vetőgumókról, akik fémzárolt vetőgumót is alkalmaznak.

A válaszadók közel 39%-a még nem hallott a laboratóriumi eredetű vetőgumókról. Ezt a választ elsősorban azok a gazdálkodók választották, akik saját fogyasztásra termelnek, illetve az 1 ha terület nagyság alatt termelő gazdák azon része, akik nem vásárolnak fémzárolt vetőgumót.

A felmérésben résztvevők, közel 26%-át nem érdekli a biotechnológiai úton előállított vírusmentes burgonya szaporítóanyag.

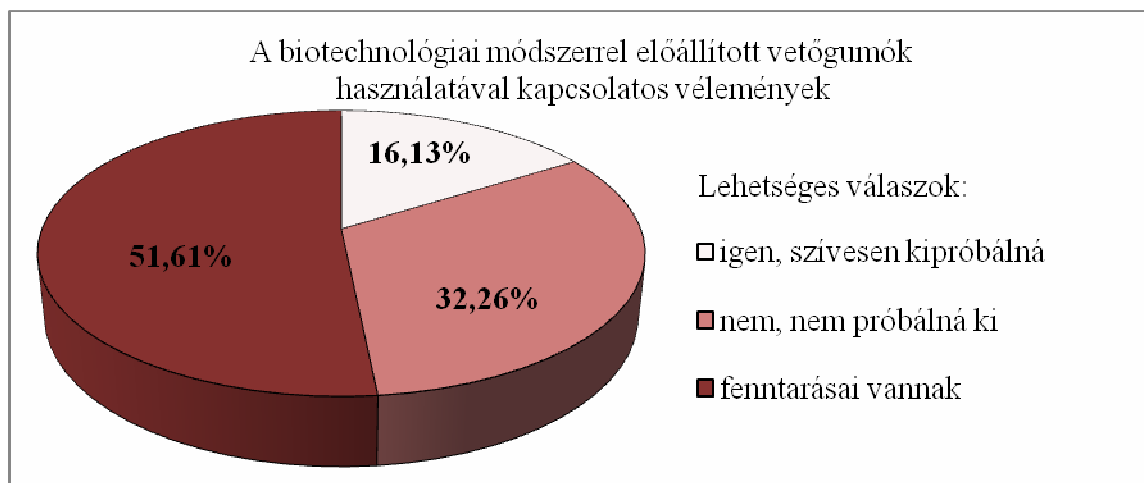


16. ábra: A közvélemény kutatásban résztvevő gazdák biotechnológiai úton előállított vetőgumókkal kapcsolatos ismeretei, százalékos megoszlásban.

Az *in vitro* módon előállított burgonya vetőgumók termesztésével kapcsolatban (16. ábra) a válaszadók 16%-a, akik előzőleg hallottak már róla, szívesen ki is próbálnák a szaporítóanyagot.

A megkérdezettek 32% pedig egyáltalán nem próbálná ki, főként azok a gazdák, akik nem alkalmaznak fémzárolt vetőgumót.

A gazdák több mint 50%-ának fenntartásai vannak az *in vitro* eredetű szaporítóanyaggal kapcsolatban. Elsősorban azok a közepes gazdálkodók válaszolták, akik nem hallottak még erről a szaporítóanyag előállítási módszerről, illetve akiket nem érdekel ez a típusú vírusmentes vetőgumó.

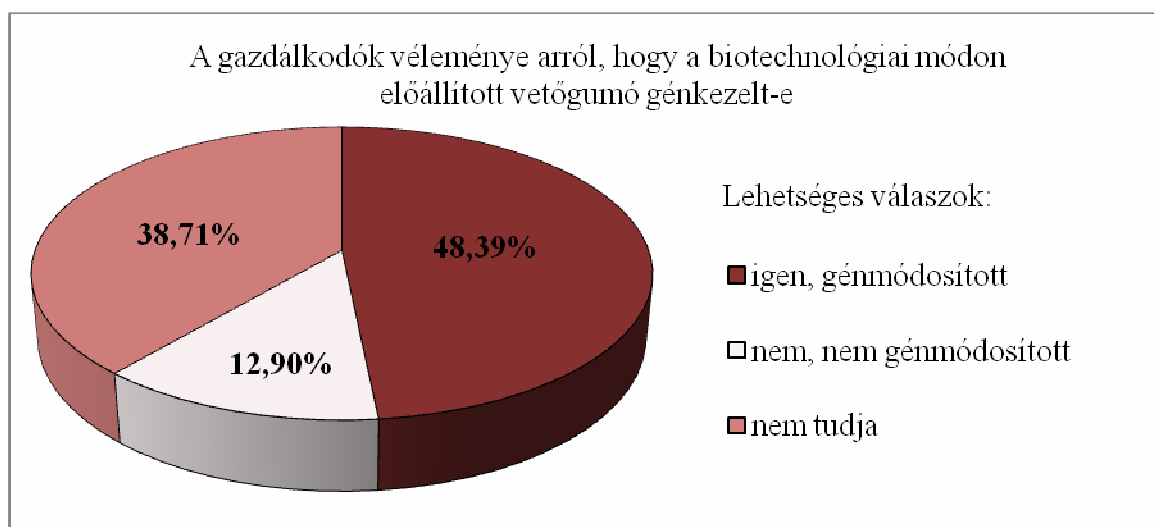


17. ábra: A közvélemény kutatásban résztvevő gazdák *in vitro* eredetű vetőgumók használatával kapcsolatos véleménye, százalékos megoszlásban.

A közvélemény kutatásban olyan feltett kérdésre, mely a gazdák nézeteiről kíván következtetéseket levonni, a biotechnológiai úton előállított vírusmentes vetőgumók és a génmódosított burgonya kapcsolatáról (18. ábra). A résztvevők 48%-a szerint a biotechnológiai úton előállított burgonya vetőgumó génmódosított.

A válaszadók közel 13%-a úgy gondolja, hogy az *in vitro* eredetű vetőgumó nem génmódosított. Elsősorban azok a termelők gondolják így, akik előzőleg hallottak már az ilyen módon előállított szaporítóanyagról, valamint szívesen kipróbálnák azt.

A felmérésben résztvevők több mint 38%-a nem tudja megítélni, hogy a biotechnológiai módszerrel előállított burgonya vetőgumó génmódosított-e. Ezt a választ főként azok a termelők adták, akiket nem érdekel a biotechnológiai úton előállított vetőgumók alkalmazása, illetve aki nem hallott még az *in vitro* eredetű burgonya szaporítóanyagról.

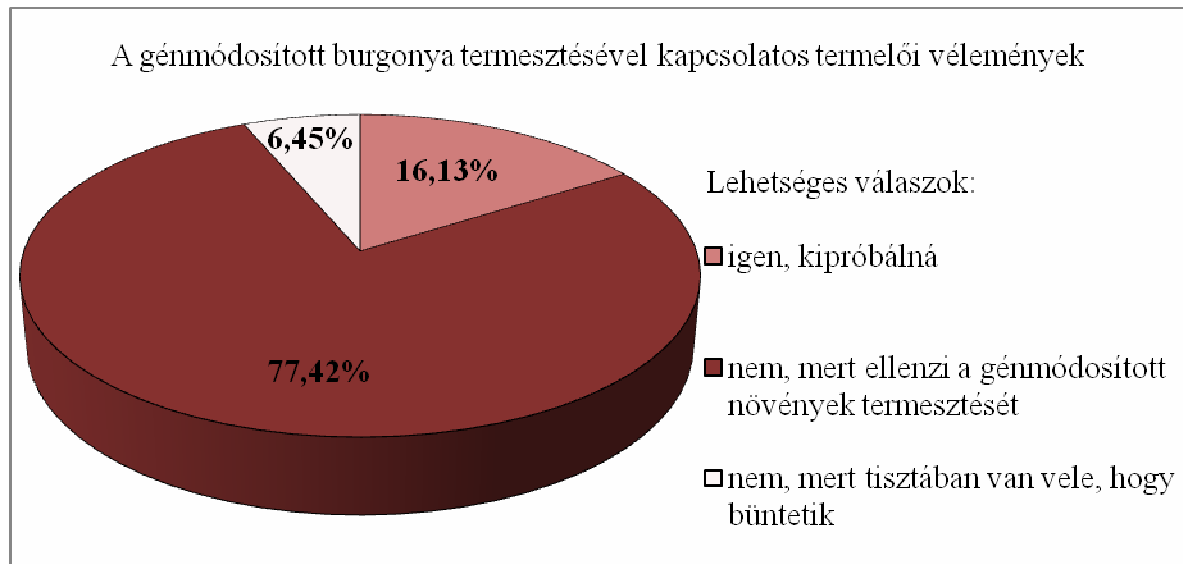


18. ábra: A közvélemény kutatásban résztvevő gazdák véleménye százalékos megoszlásban, a biotechnológiai úton előállított vetőgumó és a génmódosított burgonya közti kapcsolatáról.

A génmódosított vetőgumó termesztésével kapcsolatos kérdésnél (19. ábra) a válaszadók túlnyomó többsége, 77,42% ellenzi a génmódosított növények termesztését, így ha rendelkezésére állna génmódosított vetőgumó, akkor sem ültetné el.

A válaszadók valamivel több, mint 6%-a pedig nem ültetné el, mert tisztában van vele, hogy hazánkban büntetik.

A gazdálkodók 16%-a, nyitott a témával kapcsolatban, kipróbálná a „genetikailag optimalizált” tulajdonságokkal rendelkező burgonyákat.



19. ábra: A közvélemény kutatásban résztvevő gazdák véleménye százalékos megoszlásban, a génmódosított burgonya termesztésével kapcsolatban.

4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

4.1. BURGONYA STERIL HAJTÁSTENYÉSZETEK LÉTREHOZÁSA

A kísérlet során, kereskedelmi forgalomban kapható, 'Pannónia' és 'Hópehely' burgonya fajták mikroszaporításával igyekeztünk vírusmentes burgonya szaporítóanyagot előállítani. A szaporítás alapanyagát a két fajta gumóinak csíráiról, merisztémák izolálásával állítottuk elő. A szakirodalmakban említett, már évtizedekkel ezelőtt kidolgozott (Morel és Martin, 1952) és napjainkban is sikeresen alkalmazott (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005) módszerrel.

A merisztéma tenyésztéshez és a módszerrel létrehozott hajtástenyészetekhez az irodalmi utalások alapján (Murashige és Skoog, 1962; Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005) állítottuk össze a táptalajok összetételét. A vizsgált fajták, 'Pannónia' és 'Hópehely' az *in vitro* szaporítást tekintve hasonló eredményeket mutattak. A hajtástenyészetek növekedési erélyével kapcsolatos kísérlet során megállapítást nyert, hogy a hajtástenyészetek átoltására legalkalmasabb időpontban, a 4. héten, a két fajta 'Pannónia' és 'Hópehely' esetén nem volt szignifikáns különbség a fejlődött, átoltásra alkalmas hónaljrügyek átlagos számát tekintve. Tehát a hajtástenyésztés során a vizsgált fajták *in vitro* tenyésztési körülményeit azonos módon lehet kialakítani.

A kísérlet során, a legegyszerűbb vírusmentesítési módszert alkalmaztuk, a kiegészítő kezelésektől mentes merisztéma tenyésztést. A múlt században, a merisztéma tenyésztés módszerét, kiegészítő kezelések nélkül többen is alkalmazták (Morel és Martin, 1952; Lizzaraga *et al.*, 1986) vírusmentes szaporítóanyag előállításához. Azonban a tudomány fejlődése során bebizonyosodott, hogy a vírus eliminációt több tényező is befolyásolja. Burgonya esetében is megállapították, hogy egyes vírusok jelenléte a szövetekben, csupán a merisztéma tenyésztés módszerével nem szüntethető meg (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005). Ugyanakkor, az eljárás önmagában történő alkalmazásával a vírusok eliminációja nem kizárt (Heszky, 2000b). Kísérleti anyagainkból a vírusvizsgálat után kimutatták, hogy tenyészeink burgonya M- vírussal fertőzöttek voltak. Megállapítottuk, hogy a vizsgált fajták vírusmentesítését kiegészítő kezelések (kémiai, fizikai) nélkül nem lehet elvégezni.

4.2. IN VITRO GUMÓELŐÁLLÍTÁS

Az *in vitro* gumó indukciót kísérletünkben, hormonhatású komponensek alkalmazásával végeztük. Az alkalmazott alap MS táptalajok 500 mg/l CCC és 5 mg/l BAP regulátort tartalmaztak. Az elsődlegesen előállított tenyészetek segítségével történő mikrogumó indukció mindkét fajta, 'Pannónia' és 'Hópehely' esetén is sikeres volt, azonban a szegmentenkénti gumószám nem volt

több mint 1 darab. Az irodalmi utalásokban (Hussian *et al.*, 2006) a 250 mg/l mennyiséget meghaladó CCC koncentráció csökkenti a gumók számát. Ezért következő kísérletünk célja volt, hogy szegmentenként több *in vitro* gumó kialakulását tudjuk előidézni. A csökkentett, 250 mg/l CCC koncentrációval beállított kísérletünk során azonban 'Pannónia' és 'Hópehely' fajták esetén is a gumók számának drasztikus csökkenése mutatkozott. Tehát a kísérlet értékelését követően megállapítottuk, hogy a vizsgált fajták gumóindukciójához magasabb CCC koncentráció szükséges.

Mikrogumó indukciós kísérleteink során megpróbáltunk hormonmentes rendszerben is előállítani *in vitro* gumókat (Dobránszki *et al.*, 2008) az alap MS táptalajhoz 80 g/l szacharóz hozzáadásával, de a gumók kialakulása nem volt megfigyelhető. A kísérletünk valószínűleg az irodalmi utalásokhoz képest (Garner és Blake, 1989; Dobránszki *et al.*, 1999; Dobránszki *et al.*, 2008) a nem megfelelő módon alkalmazott megvilágítás miatt volt sikertelen.

4.3. IN VIVO VETŐGUMÓ ELŐÁLLÍTÁS

A primer gumó előállítás során az *in vitro* körülmények között tenyésztett gyökeres hajtásokat, illetve nyugalmi állapotukon túljutott mikrogumókat (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005) ültettünk ki üvegházba. A növényesűrűséget, a hagyományos burgonyatermesztés során alkalmazott módon (Kruppa, 2004; Antal *et al.*, 2005) állítottuk be.

Az irodalmi utalásokkal (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005) ellentétben, kísérletünkben a vetőgumó előállításához szekunder gumó előállítást nem alkalmaztunk.

A szántóföldi kísérletet hagyományos (kontroll) és üvegházi (primer) gumók felhasználásával állítottuk be, melynek célja az volt, hogy összehasonlítsuk a két szaporítóanyag típus termesztése során előállított vetőgumók egyes tulajdonságait. A kísérleti anyagok betakarítását követően, valamint a gumók meghatározott paramétereinek (darabszám, átmérő, tömeg) feljegyzése után kiértékeltek az adatokat. A statisztikai analízis után kapott eredmények szerint a hagyományos és üvegházi gumó termesztése során fejlődött gumók száma, valamint átmérője között nincs szignifikáns különbség. A gumók tömegét tekintve viszont a hagyományos gumóról történő termesztés esetén kaptunk jobb eredményeket. Az adatelemzés során bebizonyosodott, hogy szignifikánsan különbözik a hagyományos szaporítóanyag eredetű vetőgumó az üvegházi (primer) eredetű szaporítóanyagtól. Ez a különbség megállapításunk szerint, azonban kis jelentőséggel bír.

A különbség oka valószínűleg, hogy alapvetően a primer gumók, a hagyományos gumókhoz képest nem olyan kedvező fiziológiai állapottal rendelkeznek (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005). Ha ezt a szempontot figyelembe vesszük, kísérletünkben a primer gumók kimagasló eredményt mutattak, mivel hasonlóan a hagyományos gumókhoz sikeresen átvészelték az idei nyár nyújtotta szélsőséges időjárási viszonyokat. A szántóföldi kísérlet során a kihajtást követően nem

mutatkozott gyengébb növekedés a primer gumó eredetű növényeknél, a hagyományos gumóról termesztett növényekhez képest.

Tehát, ha a szekunder gumók előállításának technológiáját is beépítjük az *in vitro* eredetű vetőgumó előállításba, valószínűleg jobb eredményeket érhetünk el (Dobránszki és Magyar-Tábori, 2005), a hagyományos gumóról történő szaporításhoz képest.

4.4 A BIOTECHNOLÓGIAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSÁVAL KAPCSOLATOS TERMELŐI VÉLEMÉNYEK

A kísérlet végén fontosnak tartottuk, hogy megismerjük a gazdálkodók nézeteit a témával kapcsolatban, ezért egyszerű kérdőív segítségével mértük fel a homokháti burgonyatermesztő gazdák véleményét.

A kérdőívek kiértékelése során azt az általános megállapítást tettük, hogy a homokháti gazdálkodók körében az import burgonya fajták használata elterjedtebb, mint a magyar fajtáké. A közelmúltban Polgár Zsolt hasonlóképp nyilatkozott a hazai burgonyatermesztők fajtaválasztásával kapcsolatban (Bálint Tóth, 2011). A felmérésünkben résztvevő, 1 ha területnagyság fölött termelő gazdák csak import gumókat és minden esetben fémzárolt vetőgumót alkalmaznak, amely biztató a jövőre nézve. Emellett azonban a termelők nagy hányada nem tudja, milyen burgonyafajtát termeszt, nem használ fémzárolt vetőgumót. Polgár Zsolt megállapítása szerint, a hazai alacsony termésátlag a 10% alatti fémzárolt vetőgumó használatnak köszönhető (Bálint Tóth, 2011). A kérdőívekben adott válaszok alapján, van olyan gazdálkodó, akik nincsenek tisztában a fémzárolt vetőgumó fogalmával, illetve fajtaismereteik szerények. Ezáltal a fajtaválasztással kapcsolatos döntéseik nem mindig helytállóak.

A biotechnológiai úton előállított vírusmentes vetőgumóról a gazdálkodók egy része már hallott, azonban a többséget nem érdekli, és nem szívesen próbálná ki, mivel fenntartásai vannak az *in vitro* eredetű szaporítóanyaggal kapcsolatban. A válaszadók többsége úgy véli, hogy a laboratóriumi eredetű vírusmentes vetőgumót génkezeléssel állítják elő. A felmérésben résztvevő gazdák több mint 77%-a akkor sem termesztene génmódosított vetőgumót, ha az rendelkezésére állna, mivel teljes mértékben ellenzik a génkezeléssel előállított növények termesztését.

Tehát összességében megállapítottuk, hogy a homokháti gazdálkodók túlnyomó többségének fenntartásai vannak a biotechnológiai úton előállított vírusmentes vetőgumókkal kapcsolatban. A válaszokból az is kiderült, hogy a termelők nagy része úgy véli, hogy az *in vitro* eredetű burgonya szaporítóanyagot génmódosítással állítják elő, így a kapott információk alapján arra a megállapításra jutottunk, hogy a termelők többsége -valószínűleg a pontatlan információkból fakadóan- nem élne a biotechnológiai úton előállított vetőgumók termesztésének lehetőségével.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatomban a biotechnológiai módszerekre alapozott, vírusmentes burgonya szaporítóanyag előállításának feltételeit vizsgáltuk 'Pannónia' és 'Hópehely' fajták alkalmazásával. A laboratóriumi munkákat, valamint az üvegházban történő primer gumó előállítását a Szegedi Gabonakutató Nonprofit Kft. újszegedi központjában végeztük el. A szabadföldi kísérletet Röske külterületén állítottuk be.

Az *in vitro* körülmények között elvégzett kísérletek során sikeresen hoztunk létre hajtástenyészeteket 'Pannónia' és 'Hópehely' burgonyafajták gumóinak merisztémáiból. A hajtástenyészeteket táptalajon indukáltuk és tartottuk fenn. A tenyészetekben *in vitro* gumókat állítottunk elő, melyeket a nyugalmi szakaszban hűtőben tároltunk. Ezt követően izolált körülmények közé ültettük ki az *in vitro* gumókat. A hajtástenyészetekből, a járulékos gyökerek kialakulása után, a kis növénykéket szintén üvegházba ültettük ki. Ezek a mikrogumókkal együtt, az üvegházi (primer) gumó előállítás alapját képezték. Az üvegházban elvégzett kísérlet során *in vitro* eredetű növényekből vetőgumókat állítottunk elő.

Szántóföldi kísérletben természetes körülmények között teszteltük a laboratóriumi eredetű szaporítóanyagot, illetve az azokból előállított növények tulajdonságait (termeszthetőség, gumóhozam, gumóátmérő, gumótömeg). A kísérletben a kontroll, a hagyományos gumókról nevelt növények voltak, amelyek a két fajta - 'Pannónia' és 'Hópehely' – esetében a vetőgumó piacon beszerezhetők voltak.

A statisztikai analízis elvégzését követően, a szántóföldön előállított vetőgumók hozamát és átmérőjét tekintve, nem volt kimutatható szignifikáns különbség sem a fajták, sem pedig a szaporítóanyag típusok között. Azonban az előállított vetőgumók tömegét vizsgálva, a szaporítóanyag típusok között szignifikáns eltérés mutatkozott, mely alapján a hagyományos gumóról történő szaporítás hozott jobb eredményeket.

Tény, hogy a statisztikai analízis elvégzését követően az általunk tanulmányozott *in vitro* eredetű szaporítóanyag, a gumók tömegét tekintve, elmarad a hagyományos szaporítóanyaghoz képest. Azonban a primer gumó eredetű növények, a termesztetőség tekintetében, ugyanolyan tulajdonságokat mutattak, mint a hagyományos gumó eredetű növények. A betakarítás során a gumók hozamában nem volt szembetűnő különbség.

A kísérlet részeként kérdőíves felmérést végeztünk a homokháti gazdálkodók burgonyatermesztési szokásaival kapcsolatban. Kérdéseink a biotechnológiai úton előállított vírusmentes vetőgumók használatára és a biotechnológia módszereihez kapcsolódtak, mert úgy láttuk a termesztők körében, jelentős keveredés tapasztalható a témával kapcsolatban.

A kérdőívek kiértékelését követően megállapítottuk, hogy a felmérésben résztvevő homokháti nagygazdálkodók többsége az import fajtákat részesíti előnyben és többségükben fémzárolt vetőgumót használnak. A kistermelők között azonban, még mindig sok olyan termelő van, akinek hiányos a fajtaismerete, valamint nincs tisztában a fémzárolt vetőgumó jelentőségével. Az *in vitro* eredetű vetőgumókkal kapcsolatban a gazdálkodók nagy részének fenntartásai vannak, mivel úgy gondolták, hogy a biotechnológiai úton előállított vetőgumók génmódosítottak.

Meglátásunk szerint a termelők tájékoztatlansága, illetve a szakmailag helytálló tájékoztatás hiánya okozza a gazdák zárkózottságát és a bizonytalanságot a biotechnológiai eredetű szaporítóanyaggal kapcsolatban.

IRODALOMJEGYZÉK

- ANTAL J.; IZSÁKI Z.; KRUPPA J.; PEPÓ P.; POCSAI K.; SCHMIDT R. (2005):** Gyökér- és gumós növények. 7-102 p. In: Antal J. (szerk.): Növénytermesztéstan 2. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 576 p.
- BÁLINT TÓTH J. (2011):** Sok volt az esőből a burgonyának is. Agrárágazat 12(2): 50-52 p.
- BIZARRI, M., BORGHI, L.; RANALLI, P. (1995):** Effects of activated charcoal effects on induction and development of microtubers in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Annals of Applied Biology* (127) 175-181 p.
- DOBRÁNSZKI J.; MAGYAR-TÁBORI K. (2005):** Mikroszaporítás a kertészeti ágazatokban. Burgonya. A burgonya mikroszaporítása. 156-163 p. In: Jámborné Benczúr E.; Dobránszki J. (szerk.) Kertészeti növények mikroszaporítása. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 321 p.
- DOBRÁNSZKI J.; MAGYAR-TÁBORI K.; FERENCZY A. (1999):** Light and genotype effects on *in vitro* tuberization of potato plantlets. *Potato research* 42: 483-488 p.
- DOBRÁNSZKI J.; MAGYAR-TÁBORI K.; HUDÁK I. (2008):** *In vitro* tuberization in hormone- free systems on solidified medium and dormancy of potato microtubers. *Global Science Books*, Nyíregyháza, 83-84 p.
- ESPINOZA, N.; ESTRADA, R.; TOVAR, P.; BRYAN, J.; DODDS, J. H. (1986):** Tissue Culture micropropagation, conservation and export of potato germplasm. *Specializes Technology Document 1*. International Potato Center, Lima, Peru, 2-20 p.
- GARNER, N.; BLAKE, J. (1989):** The induction and development of potato microtubers *in vitro* on media free of growth regulating substances. *Annals of Botany* 63: 663-674 p.
- HÁMORI J., SZABÓ E., POLGÁR ZS. (2011):** Felmérés a minőségi burgonya felhasználásról a közétkeztetésben. Magyar Táplálkozástudományi Társaság XXXVI. Vándorgyűlése, Összefoglalók. Balatonőszöd, 2011. október 6-8., 21 p.
- HESZKY L. (2000a):** Növény-sejt-növény rendszer *in vitro*. 41-52 p. In: Dudits D.; Heszky L. (szerk.): Növényi biotechnológia és géntechnológia. Agroinform Kiadó, Budapest, 305 p.
- HESZKY L. (2000b):** Az ivartalan szaporodás biotechnológiája. 97-126 p. In: Dudits D.; Heszky L. (szerk.): Növényi biotechnológia és géntechnológia. Agroinform Kiadó, Budapest, 305 p.

- HORVÁTH J.; PINTÉR CS.; CZENCZ K.; HUNYADI K.; TAKÁCS A. (1997):** A burgonya. 193-209 p. In: Glits M.; Horváth J.; Kuroli G.; Petróczi I. (szerk.): Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 660 p.
- http1 (2011):** Országos Burgonya Szövetség és Terméktanács, Magyar Nemzeti Fajtajegyzék. http://www.obtt.hu/index.php?id=20100303minositett_fajtak&view=1 (letöltve: 2012.03.17.)
- http2 (2011):** Országos Burgonya Szövetség és Terméktanács, Burgonyatermesztés. A gyakorló burgonyatermesztők részére. http://www.obtt.hu/admin/data/file/50_fajtalista_2011.pdf (letöltve: 2012.05.25.)
- HUSSIAN, I.; CHAUDHRY, Z.; MUHAMMAD, A.; ASGHAR, R.; SAQLAN NAQVI, S. M.; RASHID, H. (2006):** Effect of chlorocholine chloride, sucrose and BAP on *in vitro* tuberization in potato (*Solanum tuberosum* L. cv. *Cardinal*), *Pakistan Journal of Botany*, 38(2) 275-282 p.
- IRANBAKHSH, A.; EBADI, M.; KHINAKI, B. G. (2007):** The ontogenetic trends of microtuber formation in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10(6): 843-851 p.
- KRUPPA J. (2004):** Szántóföldi növények vetőmag- termesztési technológiája. Gyökér- és gumós növények. Burgonya. 422-448 p. In: Izsáki Z.; Lázár L. (szerk.): Szántóföldi növények vetőmag- termesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 649 p.
- LENTINI, Z.; EARLE, E. D. (1991):** *In vitro* tuberization of potato clones from different maturity groups. *Plant Cell Reports* 9: 691-695 p.
- LIZZARAGA, R.; TOVAR, P.; JAYASINGHE U.; DODDS, J. H. (1986):** Tissue culture for elimination of pathogens. *Specialized Technology Document* 3. International Potato Center, Lima, Peru, 3-21 p.
- MAGYAR-TÁBORI K.; DOBRÁNSZKI J.; FERENCZY A. (1999):** Some sprouting characteristics of microtubers. *Potato research* 42: 611-617 p.
- MAGYAR-TÁBORI K.; DOBRÁNSZKI J.; FERENCZY A. (2000a):** Effects of culture destiny on growth and *in vitro* tuberization capacity of potato plantlets. *Acta Agronomica Hungarica* 48(2): 185-189 p.
- MAGYAR-TÁBORI K.; DOBRÁNSZKI J.; FERENCZY A. (2000b):** Post-effects of light conditions on dormancy of potato microtubers. *Acta Agronomica Hungarica* 48 (2): 127-132 p.

- MOREL, G.; MARTIN, G. (1952):** Gursion de dahlias atteintes d'une maladie á virus. *Comp Renel* 235: 1324-1325 p.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. (1962):** A revised medium for rapid growth and bioassays of tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473-497 p.
- OCSKÓ Z.; ERDŐS GY.; MOLNÁR J.; HALLER G. (2012):** Növényvédő szerek terméshozzájárulása I.-II. Vidékfejlesztési Minisztérium, Agrinex Bt., Budapest, I.: 619 p., II.: 525 p.
- POLGÁR ZS. (2012):** A hazai burgonyanemesítés helyzete, legújabb eredményei. XVIII. Növénytermesztési Tudományos Napok, Összefoglalók. Budapest, 2012. március 6., 13 p.
- RANALLI, P.; BIZARRI, M.; BORGHI, L.; MARI, M. (1994):** Genotypic influence on *in vitro* induction, dormancy length, advancing age and agronomical performance of potato microtubers (*Solanum tuberosum* L.) *Annals of Applied Biology* (125) 161-172 p.
- REUST, W. (1986):** EAPR working group "Physiological age of the potato". *Potato Research* (29) 268-271 p.
- TANÁCS L. (2005):** Élelmiszer- ipari nyersanyagismeret. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 383 p.
- TOVAR, P.; DODDS, J. H. (1986):** Tissue Culture propagation of potato. *CIP Slide Training Series* 1-5. International Potato Center, Lima, Peru, 1-12 p.
- TOVAR, P.; ESTRADA, R.; SCHILDE-RENCHESTER, L.; DODDS, J. H. (1985):** Induction and use of *in vitro* potato tubers. *CIP Circular* 13. 1-5 p.
- WOLF I. (2006):** A burgonyatermesztés néhány aktuális kérdése. Agrárágazat. <http://www.pointernet.pds.hu/ujsagok/agraragazat/2006/11/20070122193109495000000335.html>, (letöltve:2012.03.17)
- YEASMIN, L.; AHMED, S.; RASHID, M. H.; PARVEEN, S.; ZEBA, N. (2011):** Effect of nitrogen and potassium on *in vitro* development of microtuber of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Experimental Biology* 2(1): 107-112 p.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom a Gabonakutató Kft. Biotechnológia Osztály vezetőjének (Dr. Pauk János, kutatási igazgatóhelyettes) és munkatársainak a laboratóriumi, illetve üvegházi kísérletek során végzett segítségükért. Dr. Lantos Csabának a statisztikai elemzés során nyújtott nélkülözhetetlen segítségéért.

Köszönöm konzulenseimnek, Dr. Mészáros Attilának és Dr. Monostori Tamásnak a tanulmányaim, valamint TDK munkám elkészítése során nyújtott türelmüket, támogatásukat és szakmai tanácsaikat.

Külön köszönettel tartozom Dr. Polgár Zsoltnak, az *in vitro* tenyészetek vírusvizsgálatának elvégzéséért.

Köszönetemet fejezem ki családomnak a szántóföldi kísérlet elvégzésében nyújtott segítségükért, illetve a támogatásukért és végtelen türelmükért, melyet a munkám során kaptam. Továbbá köszönettel tartozom mindazoknak a gazdálkodóknak, akik a kérdőívek kitöltésével véleményüket fejezték ki a dolgozatom témájával kapcsolatban.