

**Sárvári burgonya-fajtajelöltek összehasonlító
fehérjetartalom- és *Phytophthora infestans* rezisztencia-
vizsgálata magas minőségű fehérje kinyerésére alkalmas fajta
kiválasztása céljából**

¹KOVÁCS ÁGNES - ¹SÁRVÁRI ISTVÁN - ²MIKÓ PÉTER PÁL - ²PERCZE ATTILA

¹Dr. Sárvári Agró Kft., Zirc

²MATE Növénytermesztési-tudományok Intézet, Gödöllő

Összefoglalás

A burgonyafehérje táplálkozásbiológiai szempontú előtérbe kerülése miatt összehasonlító kísérletünkben az elsődleges nemesítési célt teljesítő multirezisztens, fajtajelöltnek alkalmas Sárvári burgonyaklónok beltartalmi értékeit vizsgáltuk annak érdekében, hogy közülük fehérje kinyerésre alkalmas jelöltet válasszunk ki magas minőségű állati- és humán táplálékkiegészítés céljára történő fehérje kinyeréséhez. Kísérletünket megelőzően az évről évre nemesített multirezisztens klónok beltartalmi értékeinek vizsgálata során rendszeresen előfordultak az átlagnál magasabb fehérjetartalmúak (>3%), így került fókuszba a magas fehérjetartalom mint fajtajellemző vizsgálata.

A legígéretesebb jelöltek összehasonlító szárazanyag-, keményítő- és fehérjetartalom vizsgálatát azonos talajviszonyok, tápanyagellátottság, öntözés és időjárási tényezők között, valamint azonos növényvédelem mellett végeztük el, szem előtt tartva a potenciális ökotermesztési szempontokat.

A vizsgált értékek alapján fehérjetartalom szempontjából az S05 fajtajelölt kiugróan magas eredményt ért el (4,88%), azonban terméshozam tekintetében elmaradt a sorrendben másodikként teljesítő S10 fajtajelölttől (2,89%). A rövidebb tenészedejű S06 fajtajelölt fehérjetartalom tekintetében előbbiektől elmaradt (2,29%), viszont az összehasonlításban standardként szereplő, szintén közép korai Kondor fajtához képest jobban teljesített, emellett terméshozama a legjobb volt. A

hektárra vetített fehérjehozamot tekintve - habár alacsonyabb terméshozamot produkált - kiugróan magas fehérjetartalma miatt a kísérleti cél szempontjából összességében a legalkalmasabb fajtajelöltnek az S05 bizonyult. Fehérjehozam tekintetében az S10 fajtajelölt a Sárvári Borostyánnal (2,66%) hozott közel azonos eredményt.

Az összehasonlító kísérletben egyúttal vizsgáltuk a burgonyavésszel (*Phytophthora infestans*) szembeni rezisztenciát is, fogékony kontrollfajta bevonásával, amely a kórokozó helyi populációinak gazda- és terjesztő növényéül szolgált. A tenyészidőszakra vonatkozó fertőzöttségi skála értékei alapján a legkevésbé fogékonynak az S05 fajtajelölt bizonyult, a legalacsonyabb értékkel (1,23). A Sárvári Borostyán fajta, illetve az S06 és S10 fajta jelöltek szintén alacsony fertőzöttséget mutattak (1,43–1,67 skála érték). Összehasonlításként a fogékony Desiree fajta a skálán 9, a Kondor fajta 7,49 értéket ért el.

Következő lépésként az ígéretes jelöltek további szántóföldi kísérletbe vonásával az alkalmazott termesztéstechnológia és tápanyagellátás optimalizálását tűztük ki célul, a fehérjehozam maximalizálása érdekében.

Kulcsszavak: burgonya fehérje, multirezisztens burgonya, *Phytophthora infestans* rezisztencia, Sárvári burgonya fajták

Comparative protein content and *Phytophthora infestans* resistance testing of Sárvári potato cultivar candidates to select a variety suitable for high quality protein production

¹Á. KOVÁCS - ¹I. SÁRVÁRI - ²P. P. MIKÓ - ²A. PERCZE

¹Dr. Sárvári Agró Kft., Zirc

²MATE Institute of Crop Sciences, Gödöllő

Summary

Due to the focus on potato protein from a nutritional biology point of view, in our comparative experiment we investigated the content values of multi-resistant Sárvári potato clones suitable as candidate varieties for primary breeding in order to select a

candidate for protein extraction for high quality animal- and human supplementation. Prior to our experiment, multi-resistant clones bred from year to year were regularly found to have higher than average protein content (>3%), therefore the focus was on high protein content as a breed trait.

Comparative dry matter, starch- and protein content tests of the most promising candidates were carried out under identical soil conditions, nutrient supply, irrigation and weather factors, and under identical plant protection, keeping in mind the potential for organic production.

In terms of protein content, the candidate variety S05 achieved an outstandingly high result (4.88%), but in terms of yield it was lower than the second best performing candidate variety S10 (2.89%). The shorter duration candidate variety S06 was lower in terms of protein content (2.29%), but better than the standard, also medium-early Kondor, which was also used as a standard for comparison, and had the best yield. In terms of protein yield per hectare, although lower, S05 was the most suitable candidate for the experimental objective, due to its high protein content. In terms of protein yield, the candidate variety S10 yielded almost the same as Sárvári Borostyán (2.66%).

In the comparative experiment, resistance to potato late blight (*Phytophthora infestans*) was also tested using a susceptible control variety as host and disseminator of local populations of the pathogen. Based on the infestation scale scores for the growing season, the candidate cultivar S05 was found to be the least susceptible, with the lowest score (1.23). The candidate cultivars Sárvári Borostyán and S06 and S10 also showed low infestation (scale scores 1.43–1.67). In comparison, the susceptible cultivar Desiree scored 9 on the scale and the cultivar Kondor scored 7.49.

The next step was to optimise the cultivation technology and nutrient supply to maximise protein yield by further field trials of promising candidates.

Keywords: potato protein, multiresistant potato, *Phytophthora infestans* resistance, Sárvári potato varieties

Bevezetés

A Sárvári burgonyanemesítés több évtizede foglalkozik olyan rezisztens burgonyafajták nemesítésével, amelyek a leromlást okozó vírusbetegségekkel (*PLRV*, *PVY*, *PVA*, *PVX*) és a fitoftóra (*Phytophthora infestans*) gombabetegséggel szemben egyaránt rezisztenciával bírnak – azaz többszörös ellenállóságot hordoznak (multirezisztensek).

A burgonyafehérje táplálkozásbiológiai szempontú előtérbe kerülése miatt összehasonlító kísérletünkben az elsődleges nemesítési célt teljesítő multirezisztens, fajtajelöltnek alkalmas burgonyaklónok beltartalmi értékeit vizsgáltuk.

Célunk az volt, hogy közülük olyan fajtajelöltet válasszunk ki további fajtakísérletekhez, amely alkalmas magas minőségű fehérje kinyerésre állati- és humán táplálékkiegészítés céljából.

A rendelkezésre álló genetikai bázisból kinemesített burgonyaklónok közül több éves vizsgálatot követően kiválasztásra kerültek a megfelelő fajtabilitással és terméshozammal rendelkező jelöltek. Ezt követte a legígéretesebbek összehasonlító szárazanyag-, keményítő- és fehérjetartalomvizsgálata azonos talajviszonyok, tápanyagellátottság, öntözés és időjárási tényezők mellett.

Kiértékelésünkben a hangsúly a fehérjetartalmon, valamint e paraméter szárazanyag- és keményítőértékekhez viszonyulásán volt. Mivel a fajtajelölt kiválasztásánál meghatározó szerepe volt a betegség-ellenállóságnak (rezisztencia figyelembevételének), a kísérlet során e szempontot is vizsgáltuk. Az összehasonlítás eredményeként meghatározhatóak voltak a szignifikáns különbséget mutató fajtajelöltek.

Az összehasonlító kísérlet eredményének és az alkalmazott keresztezési szisztémának együttes kiértékelése lehetővé teszi további célzott keresztezési programok megtervezését, melyek fókuszában célzottan a fehérjetartalom növelése áll.

A burgonya az alapélelmiszerek közé sorolható világszerte, a kukorica, a búza, és a rizs mellett a jelenleg a legnagyobb mennyiségben termesztett alapvető élelmiszernövény (FAO 2021).

A világ burgonyatermelése 2020-ban 359,1 millió tonnát tett ki, 16,49 millió hektár termőterületen. Az utóbbi 10 év világszintű éves termelése nem

csökkent 353,99 millió tonna alá. Európában 2020-ban 107,67 millió tonna burgonya termett 4,57 millió hektáron, amely a világ termelésének 30%-a (FAOSTAT 2021).

Magyarországon 2020-ban 8500 ha-ról 227,8 ezer tonna burgonyát, 2021-ben az Agrárminisztérium által jelzett 7100 ha 98%-áról 176,5 ezer tonna burgonyát takarítottak be a termelők (Stummer 2020, 2021).

A burgonya élelmezési szerepe a fejlődő és a fejlett országokban egyaránt növekszik terméshozama és komplex beltartalmi tulajdonságai miatt. Nélkülözhetetlen növény az élelmiszer-ellátási biztonság szempontjából, amelynek definíciója szerint bárki számára bármikor hozzáférhető kell, hogy legyen az elegendő, biztonságos, tápláló élelmiszer az egészséges és aktív élet fenntartásához (Thomas 2009, DeFauw 2012, FAO 2021).

A fenntartható termesztést nagyban meghatározza a termesztéshez szükséges terület, illetve a víz- és energiaigény. Egy tonna burgonya előállításához 0,06 ha terület szükséges, míg a rizs és búza esetében ugyanez 0,24 illetve 0,35 ha. Emellett, habár a fentiek közül a burgonya rendelkezik a legmagasabb víztartalommal (80%), az 1 liter víz felhasználásával előállított energiataralom a burgonya esetében a legnagyobb (Robertson 2018).

A burgonya azonos területegységen és időegység alatt a legtöbb „ehető” energiát termeli, többet, mint az egyéb alapvető élelmiszernövények. A megtermelt „ehető” energia a burgonya esetében 216 MJ/ha/nap, ugyanez a kukoricánál 159 MJ/ha/nap, a rizsnél 121 MJ/ha/nap (Anderson 2010).

A fenti szám adatok a fenntarthatóság szempontjából kiemelt jelentőségűek, mivel 2050-re az egy főre jutó termőterület jelentősen le fog csökkenni, a világ prognosztizált népessége 9,74 milliárd fő lesz (United Nations 2022).

A burgonya élelmezésben elfoglalt kiemelt szerepét jelzi, hogy a burgonya 85%-ban ehető, összehasonlítva a gabonafélékkel, ahol ez az érték mindössze 50% (Thomas 2009).

Az utóbbi években váltak elérhetővé az információk a burgonya tápanyagtartalmának biológiai hozzáférhetőségéről és hasznosíthatóságáról, amelyek a hüvelyesekhez és gabonákhoz képest magasabbak az ásványi anyagok hozzáférhetősége szempontjából. A burgonya ígéretes egészség-növelő tulajdonságokkal rendelkezik, állati és emberi klinikai kísérleti tanulmányok igazolják rák-megelőző, koleszterin- és gyulladáscsökkentő, elhízás-gátló és antidiabetikus hatásait, a benne lévő fenolok, antocián vegyületek, rostok, ún.

emésztésnek ellenálló keményítő, karotinoidok és glikoalkaloidok hatására (*Burgos et al. 2020*).

A burgonya fontos szénhidrát- (ún. emésztésnek ellenálló keményítő), minőségi fehérje-, C és B₆ vitamin-, valamint káliumforrás.

A burgonyafehérje nagyon magas minőségű, amely az emészthetőségére és esszenciális aminosav-tartalmára utal. A burgonyafehérje táplálkozásbiológiai értéke – az arány, amely növekedésre és a szervezet fenntartására fordítódik a megemésztett mennyiségből – igen magas, fajtától függően 90 és 100 között mozog, nagyon hasonló a teljes tojásfehérjéhez (100), és magasabb, mint a szójájé (84) és a hüvelyeseké (73) (*Knorr 1980, Camire et al. 2009, Peksa et al. 2009*).

A burgonyafehérje sok esszenciális aminosavat – lizin, leucin, izoleucin, fenilalanin, valin, metionin, triptofán, treonon – tartalmaz, és magas az emészthető fehérje minősítő értéke (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score – PDCAAS), amely azt jelenti, hogy legnagyobb részben felszívódó és hasznosítható az emberi szervezet számára. Minősége a magas minőségű állati fehérjével vetekszik, összetétele az Esszenciális Aminosav Index (Essential Amino Acid Index – EAA) alapján a referenciaként szolgáló tojásfehérjéhez hasonló. Emellett a burgonya okozta allergia igen ritka, a burgonyafehérje mutatja a legkevesebb allergiás reakció előfordulását mind az állati, mind a növényi fehérjék közül (*Peksa et al. 2009, FAO 2013, Beals 2019, Anderson 2021*).

A burgonya-nyersfehérje több frakciót foglal magába, amelyek közül a legfontosabbak a tiszta fehérje, illetve amid- és szabad aminosav csoportok. A tiszta fehérje N-tartalom a gumó N-tartalom több mint 50%-át lefedi (*Eppendorfer et al. 1979, Koningsveld 2001, Shewry 2003*).

A burgonya fehérjetartalma általánosan véve alacsonyabb a többi fő élelmiszernövényhez – kukoricához, babfélékhez – képest, azonban a burgonya fehérjehozama egységnyi termőterületre nézve magasabb, mint a gabonaféléknek (*Bamberg 2005*).

A burgonya minőségi tulajdonságai – így fehérjetartalma is – genetikailag meghatározottak, de a fajták genetikailag kódolt minőségi jellemzőit az ökológiai tényezők, valamint a termesztéstechnikai lehetőségek módosítják. A fajta genetikai potenciáljának kifejeződése legalább 40%-ban az ökológiai és agrotechnikai feltételektől függ (*Polgár 2002, Pocsai 2011*).

A burgonyagumó tápanyag-összetételét emellett a különböző, betakarítást megelőző és betakarítás utáni tényezők befolyásolják, úgymint a környezet, a termesztési gyakorlat, a betakarításkori érettség, a biotikus és abiotikus stresszek, valamint a tárolás és feldolgozás (*Zarzecka et al. 2009, Pocsai 2011, Manjunath et al. 2018, Trawczyński 2018, Burgos et al. 2020, Silveira et al. 2020*).

Különböző kutatások vizsgálták a burgonya nyers- és tiszta fehérjetartalom, az esszenciális aminosav-tartalom és a biológiai érték alakulását, a genotípus és egyéb meghatározó tényezők befolyásának tekintetében.

Bártová et al. (2009) kísérletei során a nyersfehérje-tartalmat mindenképp a fajtaválasztás befolyásolta (34,3%). Ezt követően főként az évjáráthatás volt meghatározó (24,1%), valamint az adott termőhely és az évjárat kölcsönhatása (41,5%). A növekvő tengerszint feletti magasság általában a terméshozam növekedését, és így a fehérjehozam növekedését okozta, maga a fehérjetartalom azonban ellenkező trendet mutatott, a legmagasabb tengerszint feletti magasságnál volt a legalacsonyabb.

Pocsai (2011) szerint az elvégzett trágyázási kísérletekben általában erőteljes fajta- és évjárat-kölcsönhatás mutatkozik. A különböző tápanyagarány- és trágyaadagok az ökológiai körülményektől függő módon befolyásolják a burgonya minőségét, tárolhatóságát és biológiai értékét.

Ábrahám (2009) vizsgálataiban a burgonya fehérjetartalmát az évjáráthatás nagymértékben befolyásolta. A burgonya fehérjetartalma azokban az évjáratokban volt magasabb, amikor a gumókötés és gumófejlődés időszaka csapadékos volt. A vizsgált fajták közül a magasabb keményítőtartalmúaknak általában a fehérjetartalma is magasabb volt, a két tényező közötti pozitív korrelációt tapasztalt.

Mystkowska (2018) vizsgálatai a fajták klimatikus viszonyokra adott változó reakcióit igazolták a fehérjetartalomra vonatkozóan. Az elvégzett kísérletek azt mutatták, hogy döntően a fajta genetikája határozza meg a nyers- és tiszta fehérjetartalmat a burgonyagumóban. Az időjárási tényezőket tekintve a júliustól szeptemberig terjedő száraz időszak kedvezett a fehérje-felhalmozódásnak. A nagy mennyiségű csapadék és az alacsony átlaghőmérséklet a fehérjetartalom csökkenését eredményezte.

Egyéb kutatások eredményei szerint a teljes fehérjemennyiséget a meleg és napos vegetációs periódus, és a gumókötés időszakában a 20 °C körüli

átlaghőmérséklet növelte, mivel ekkor volt legélénkebb az asszimiláció (Mazurczyk és Lis 2001, Baranowska et al. 2018).

A túlzott csapadékmennyiség a talajból történő nitrogén-kimosódás következményeként a gumóba történő korlátozott nitrogén-beépüléshez vezet, így csökkentve a fehérjetartalmat (Lis et al. 2002).

A nitrogénellátottság növelése megnöveli a burgonyagumó fehérjetartalmát, azonban a keményítőtartalmat csökkenti. Emellett az optimálisnál több nitrogén rontja a burgonya ízét és főzési tulajdonságait, a betegségekre (pl. *Phytophthora infestans*, vírusok stb.) való fogékonyságot pedig növeli (Zsom 2006, Kollaricsné 2019).

Allaga et al. (2002) különböző nitrogénműtrágya-adagok hatását vizsgálták a burgonya beltartalmi mutatóira. Növekvő nitrogén hatására a nyersfehérje és a legtöbb aminosav mennyisége növekedett, az esszenciális aminosavindex azonban nem javult.

Mind a terméshozam, mind a gumó fehérjetartalmának növelése szempontjából jelentős befolyásoló tényező a nitrogéntrágya több dózisban történő kijuttatása, a burgonyanövény nitrogénigényével összhangban (Robinson és Millard 1990, Pocsai 2005).

Wichrowska és Szczepanek (2020) ásványi, szerves, illetve biotrágyázás hatását vizsgálták a burgonyagumó fehérjetartalmára és aminosav-összetételére nézve. Az alkalmazott biotrágyák kísérletükben mikrobiológiai készítmények voltak, amelyek lehetőséget adnak a talaj ásványi- és szervesanyag-tartalmának jobb feltárásához és felhasználásához. Megállapításuk szerint a biotrágyázás alkalmazása megnövelte a burgonyagumó nyersfehérje- és aminosav-tartalmát a referenciaként szolgáló ásványi eredetű trágyázáshoz képest.

Mystkowska et al. (2023) biostimulátorok hatását vizsgálták a teljes- és tiszta fehérjenitrogén-tartalom alakulására nézve burgonya kultúrában. A kutatásban alkalmazott biostimulátorok szignifikánsan megnövelték a burgonyagumó fehérjenitrogén-tartalmát.

Öztürk et al. (2016) hosszú idejű tárolás során vizsgálta a burgonyagumó súlyának, sűrűségének, szárazanyag-tartalmának, valamint keményítő- és fehérjetartalmának változását. A légzésből, párologtatásból és a csíráképződés következtében bekövetkező fizikai-kémiai változásokat vizsgálataik alapján alapvetően a fajta határozta meg.

A burgonyafehérje táplálkozási értékét is főként fajta befolyásolja. A tárolási körülmények (idő, hőmérséklet) szintén okozhatnak különbséget, azonban elsősorban a különböző fajtákra gyakorolt változó hatásukon keresztül (Peksa et al. 2018, 2021).

A burgonyanemesítők figyelmét is felkeltette a burgonyafehérje magas biológiai értéke, egyes nemesítők céljaik közé tűzték ki a fehérjetartalom emelését. A szűk kultúrkörben végzett keresztezésekkel vagy alacsony hibridszámmal dolgozó nemesítők eredményei azonban ellentmondásosak. A rendkívül nagyszámú keresztezéssel dolgozó Sárvári-féle burgonyanemesítésben olyan klónok is kinemesítésre kerültek, amelyek fehérjetartalma az elsődleges vizsgálatok alapján a természetett burgonyafajták fehérjetartalmát meghaladták (3,5–4%) (Sárvári 2005).

Kísérletünk során kiemelt szempont volt a jelöltek kiválasztásánál a legnagyobb termés kiesést okozó burgonyabetegségekkel szembeni ellenálló képesség (rezisztencia).

A Nemzetközi Burgonyakutató Központ (CIP, Lima) világviszonylatú potenciális termés kiesés-elemzése alapján a világtáglagnak tekintett 15 t/ha termés és az elérendőnek tekintett 30 t/ha közötti 6 t/ha-nyi kiesés a fitoftóra (*Phytophthora infestans*) fertőzésnek, 2,8 t/ha a vírusfertőzéseknek, 0,6 t/ha pedig a baktériumos hervadásoknak tulajdonítható (Fugile 2007).

A burgonyát támadó gombabetegségek közül a legismertebb és legnagyobb kártételt okozó a burgonyavész (*Phytophthora infestans*), mivel a számára kedvező időjárási feltételek mellett, fogékony fajták állományában a termésveszteség elérheti a 80–100%-ot, egyes esetekben napokon belül akár a teljes növényállomány megsemmisülését okozva (Fry 2008).

Globálisan a közvetlenül a fitoftóra megfékezésére fordított költségek, illetve a termés kiesésből adódó anyagi veszteség éves szinten meghaladhatja 3–10 milliárd USD-t (Haverkort 2008, Fisher 2012, Kamoun 2015).

A fitoftóra hazai első megjelenése 1846-ra tehető, 5–8 évente lép fel járványszerűen, tünetei azonban éves szinten észlelhetőek (Horváth et al. 1995, Gergely 2004).

A kórokozó nagyfokú genetikai variabilitása, a rezisztenciát áttörő rasszok és a talajban is áttelelő gombaképletek (oospórák) megjelenése, a burgonya öntözési természetének elterjedése és a fungicid-rezisztencia megjelenése

a burgonya nemesítését és a rezisztens fajták előállítását jelentősen megnehezíti (Érsek 2008, Fry 2008, Horváth 2009).

A fitoftórával szembeni rezisztenciára nemesítésben a *Phytophthora infestans* populációiban lezajlott, ma is tartó változások (virulencia-spektrum bővülése, A2 törzs elterjedése, agresszívebb izolátumok) hatására az utóbbi évtizedekben stratégiaváltás következett be a nem rassz-specifikus (horizontális) rezisztencia típusok előnyben részesítésével (Shaw 2002, 2005; Gergely 2004, 2019; Érsek 2008, Horváth 2009, White 2010).

A fitoftóra-rezisztens fajták használatával elkerülhető a termesztési év során szükséges 15 vagy annál többszöri permetezés, amely jelentősen csökkenti a karbonlábnyomot (Shaw 2005, White 2010, Gergely 2019).

A világban elterjedt vírusbetegségek közül a *PLRV*, *PVY*, *PVA*, *PVX* vírusfajok és fertőzési komplexeik felelősek az összes vírusbetegség által okozott termés kiesés 80%-áért. A vírusos megbetegedéseket terjesztő vektorok (levéltetvek, kabócák, nematódák) ellen a fogékony fajták esetében alkalmazott inszekticidek hatóanyag-maradványai bekerülhetnek az emberi táplálékláncba, valamint fokozzák a környezeti terhelést. A termesztett burgonyafajták termésstabilitásában döntő jelentőségű a vírusos leromlással szembeni rezisztencia (Horváth et al. 1995, Salazar 1996, Sárvári 2005, Gergely 2019).

A növény heterozigóta természetűe miatt (tetraploid, négy kromoszómaszerelvénnyel bír, a testi sejtek kromoszómaszáma 48), és amiatt, hogy a fontosabb fajtabélyegek – termőképesség, étkezési minőség, fitoftóra elleni tartós rezisztencia, a *PLRV* vírussal szembeni ellenállóság stb. – sok gén által szabályozott, ún. mennyiségi tulajdonságok, kifejezetten nehéz és hosszantartó nemesítési munka olyan burgonyafajták előállítása, amelyek a természetők, feldolgozók és a fogyasztók igényeinek egyaránt megfelelnek (Horváth et al. 1995, Horváth 2009; Sárvári 2005, Gergely 2019).

A magyar burgonyanemesítésen belül a keszthelyi Burgonyakutatási Központban végzett több mint fél évszázados kutatómunka eredményeként az előállított burgonyafajták magas fokú rezisztenciával rendelkeznek a *PVY*, *PVA*, *PVX*, *PLRV* vírusokkal és a fitoftórával szemben. Az EU fajtalistán szereplő 13 keszthelyi fajta közül kettő burgonyavész-rezisztens (Polgár et al. 2004, 2021; Polgár 2008ab).

A keszthelyi Burgonyakutatási Központ egyetemi átszervezést követően jelenleg a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) részévé vált.

A keszthelyi burgonyanemesítés megalapozásában a '60-as évektől jelentős szerepet vállaló Sárvári István (1923) a '90-es évektől családjával magánúton folytatta a rezisztencia-nemesítést, amelyet halála után fia, Sárvári István (1944) vitt tovább, jelenleg unokája és dédunokája folytatja a megkezdett egyedülálló nemesítői munkát.

Több évtized szisztematikus nemesítői munkával, vad burgonyafajok rezisztencia-génjeinek egyesítésével jött létre az a folyamatosan továbbfejlesztett rezisztenciagén-bázis, amely kilenc vad *Solanum* faj rezisztenciagénjein alapul, és amely a multirezisztens Sárvári fajták előállításának alapja (Sárvári 2005, 2021).

A nemzetközi együttműködés keretében 2002-ben megalakult Sárvári Research Trust (Henfaes Research Centre, Bangor, Wales, UK) David Shaw, elismert fitoftóra-szakértő vezetésével az előállított ígéretes klónokat szabadföldi kísérletekbe állította az Egyesült Királyságban, néhány európai országban és Mexikóban, ahol kitűnő lehetőség adódott a burgonyavész-ellenállóság vizsgálatára. Az első ún. Sárpo (Sárvári+potato) fajta, a Sárpo Mira 2002-ben került föl az Egyesült Királyság nemzeti fajtalistájára és számos vizsgálati eredmény alapján a világ egyik legellenállóbb fajtájaként tartják számon a burgonyavésszel szemben. A második bejegyzett fajta, a Sárpo Axona (2004) szintén nagyfokú szántóföldi fitoftóra-rezisztenciával és vírus-ellenállósággal jellemezhető. A 2005-ben David Shaw és munkatársai által azonosított, majd az azt követő években az Egyesült Királyságban dominánssá vált agresszív Blue 13 fitoftórarasszal szemben a Sárpo Mira a 9-es NIAB skálán a lomb-rezisztenciára 7-es, a gumó-rezisztenciára 9-es értékelést kapott az elvégzett szántóföldi kísérletek során, ugyanakkor az addig rezisztens standardként nyilvántartott fajták rezisztenciáját az agresszív törzsek letörték (pl. Lady Balfour, Sante). A 2009-ben elvégzett szántóföldi kísérletekben az igen agresszív Blue 13 és Pink 16 fitoftóra-törzsek fertőzési nyomásával szemben mind a Sárpo Mira, mind a Sárpo Axona nagyfokú rezisztenciát mutatott. A 2004–2009 között 18 európai tesztelési helyszínen elvégzett szántóföldi kísérletek eredményei alapján a Sárpo Mira megtartotta magas szintű rezisztenciáját az előfordult fitoftóra-populációkkal szemben (Sárvári 2005, Shaw 2005, Lees 2008, White, 2008, 2010; Gergely 2019).

A Sárvári burgonyanemesítés legutóbbi eredményei a Magyarországon nemesített és állami elismerésben részesült Sárvári Rózsa, Sárvári Piroska,

Sárvári Rubinka (2014), Sárvári Borostyán (2015) és Sárvári Fannika (2021) fajták (Csapó 2021).

Közös jellemzőjük a leromlásban vezető szerepet játszó vírusbetegségekkel szembeni komplex vírus-rezisztencia - *PLRV, PVY, PVX, PVA* - amely lehetővé teszi a vetőgumócsere nélküli többéves termesztésüket, valamint a horizontális fitoftóra rezisztencia. A fajtákat komplex rezisztenciájuk alkalmassá teszi ökológiai termesztésre is (Sárvári 2014, 2015; Gergely 2019).

Anyag és módszer

Előzetes kísérletek során a rendelkezésre álló Sárvári genetikai bázisból előállított burgonyaklónok több éves fajtaképesség-vizsgálatát követően kiválasztásra kerültek a megfelelő fajtabilitással rendelkezők. Ezt követte a terméshozam (teljesítmény) kísérlet.

Jelen cikkben bemutatott kísérletünk célja a legígéretesebb jelöltek összehasonlító szárazanyag-, keményítő- és fehérjetartalom-vizsgálata volt, azonos talajviszonyok, tápanyagellátottság, öntözés és időjárási tényezők között, valamint azonos növényvédelem mellett. A hangsúlyt a fehérjetartalomra helyeztük, a szárazanyaghoz és a keményítőtartalomhoz való viszonyulását értékeltük.

Az összehasonlító értékelésben szintén jelentős szerepet kaptak a rezisztencia-tulajdonságok, amelyek a nemesítés alapját képezték.

A kapott kísérleti eredmények alapján kiválaszthatók voltak azok a fajtajelöltek, amelyek magas minőségű burgonyafehérje-kinyerés üzemi megvalósításában kaphatnak jelentős szerepet.

A kísérlet során tőzeg-perlit keveréket tartalmazó 60×30×30 cm tenyészládával dolgoztunk, amelyben 35 l tőzeget 10 l kertészeti perlittel elegyítettünk. A tenyészláda tápanyag-ellátásához az ültetést megelőzően 140 g 'Volldünger' (N-P-K 14-7-21, Mg 1%, kelatizált mikroelem - B, Cu, Fe, Mn, Zn - 1%) és 20 g 'Mikramid' (N 45%, kelatizált mikroelem - B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn - 0,3%) műtrágya került kijuttatásra. Az ültetést megelőzően három napig 20 mm/nap első beöntözést alkalmaztunk, majd a 4. napon történt az ültetés (2020. 05. 15.). Minden tenyészládába 10 db 28-35 mm keresztátmérőjű vetőgumó került elültetésre talajszint alatti 5 cm mélységben. Állományban 5-7 leveles állapotban, illetve közvetlenül virágzás előtti állapotban tenyészládánként 1 l

0,83 tf% 'Folisol W' lombtrágya (N-P-K 9-9-7, Mg 0,2% kelatizált mikroelem B, Cu, Fe, Mn, Mo, Co, Zn,) kijuttatásával tápanyagpótlás történt.

A természetes csapadékellátás figyelembevételével a 120 napos tenyészidőszak alatt átlagban heti 15 mm/m² vízpótlás történt felső permet öntözéssel. A tenyészládák a szabadban voltak elhelyezve, fátyolfóliával nem védetten. A vizsgált tenyészidőszakra vonatkozó hőmérséklet- és csapadék-adatokat az 1. ábra tartalmazza.

A kísérletben négy Sárvári fajta-, illetve fajtajelölt, illetve két összehasonlító standard fajta szerepelt négy ismétléssel. A tenyészládákat véletlen blokkelrendezés (RBD) szerint helyeztük el (2. ábra).

A kísérleti elrendezés szerint egy egységnek két tenyészláda együttesét tekintettük. A blokkok közti távolság 30 cm volt, annak érdekében, hogy gyom- és burgonyabogár-mentesítés céljából a blokkok minden oldalról megközelíthetőek legyenek.

Az összehasonlító kísérletben standard fajtaként a Kondor és a Desiree, a már bejegyzett Sárvári burgonyafajták közül a Sárvári Borostyán szerepelt.

A kísérletben részt vevő fajták, illetve fajtajelöltek: A. Sárvári Borostyán, B. 'S05' fajtajelölt, C. 'S06' fajtajelölt, D. 'S10' fajtajelölt, E. Kondor, F. Desiree.

A Sárvári Borostyán, S05, és S10 közép késői-, a Desiree közép-, míg az S06 és a Kondor középkorai érésű fajták.

A fajták-, illetve fajtajelöltek közül a Sárvári Borostyán, valamint az S05, S06, S10 fajtajelöltek multirezisztens tulajdonsággal bírnak (fitoftóra - *Phytophthora infestans*, PLRV, PVY, PVA, PVX). A Kondor a fitoftórára mérsékelten rezisztens, a Desiree általános standardként használt fogékony fajta.

1. ábra. A vizsgált tenyészidőszakra vonatkozó csapadék- és hőmérséklet adatok (Zirc, 2020)

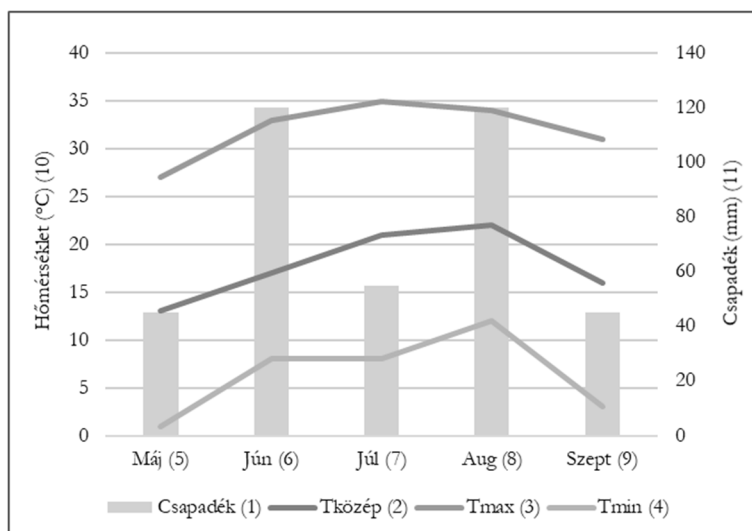


Figure 1. Precipitation and temperature data of the examined growing period (May - Sept 2020 Zirc) (1) Amount of precipitation, (2) Average temperature, (3) Maximum temperature, (4) Minimum temperature, (5) May, (6) June, (7) July, (8) August, (9) September, (10) Temperature (°C), (11) Precipitation (mm)

2. ábra. Tenyészládák elhelyezkedése az összehasonlító kísérlet során (Zirc, 2020)

I.		II.		III.		IV.	
A	A	B	B	F	F	B	B
B	B	A	A	E	E	E	E
C	C	D	D	D	D	C	C
D	D	F	F	C	C	F	F
E	E	E	E	B	B	A	A
F	F	C	C	A	A	D	D

Figure 2. Positioning of growing containers during comparative experiment (Zirc, 2020)

A kísérlet paramétereinek meghatározásakor nem alkalmaztunk vegyszeres növényvédelmet (gyomirtószert, gombaölőszert), hogy egyúttal az esetleges betegségekből adódó hozamcsökkenés is vizsgálható legyen.

A betakarítás előtt 14 nappal a Sárvári burgonyáknál mechanikus lombmegsemmisítést alkalmaztunk (2020. 09. 08.). A Sárvári fajták jellegzetessége, hogy a lombtömeg a tenyészidőszak végére nem semmisül meg, amennyiben a mechanikai lombmegsemmisítést nem alkalmazzuk, az első fagyokig zöld marad. A betakarítást megelőző mechanikai lombmegsemmisítés elősegíti a gumók parásodását, illetve a sztolóról való leválását. A Kondor és Desiree fajtáknál nem volt szükség a mechanikai lombmegsemmisítésre.

A Kondor a rövidebb tenyészidő és a részleges fitoftóra rezisztencia miatt a 100–105. npra teljesen elvesztette a lombtömeget.

A Desiree esetében a 80. napon 70% fölötti volt a fitoftóra fertőzés, amely a 100–105. npra 98–100%-ban megsemmisítette a lombtömeget.

A betakarítást megelőző 14 napban öntözés nem volt, valamint ebben az időszakban csapadék sem esett.

A betakarítást 2020. szeptember 23–25. között végeztük, ezt követően a betakarított gumók betárolásra kerültek. 60 nap tárolási idő elteltével került sor a szárazanyag-, keményítő-, illetve fehérjetartalom meghatározására.

Minden tenyészláda terméséből 1–1 kg, ismétlésenként összesen 2 kg minta lett elkülönítve fajtánként, melyből véletlenszerű kiválasztással öt gumó esetében végeztük el a fenti beltartalom-méréseket.

A fitoftóra-fertőzés előrehaladásának vizsgálata és értékelése az International Potato Center (CIP) által összeállított metódus szerint történt (*Forbes et al.* 2014).

A szárazanyag-tartalom meghatározását a víz alatt mért tömegérték (VMT) alapján történő meghatározással, illetve szárítószekrényben 105 °C-on tömegállandóságig történt szárítással végeztük (*Arends et al.* 1999, 152/2009/EK rendelet III. melléklet A.).

A keményítőtartalom megállapítása fajsúly alapú meghatározással, valamint polarimetriás méréssel történt (2235/2003/EK rendelet, 152/2009/EK rendelet III. melléklet I.).

A nyersfehérje-tartalom meghatározása a Dumas módszer szerint, a tiszta fehérjetartalom meghatározása a TCA-kicsapásos módszerrel történt (*WBSE-131:2018; Sárvári* 2005).

A statisztikai kiértékelés során egytényezős varianciaanalízist, valamint korrelációs számítást Microsoft Office Excel 2010 programmal végeztük.

Eredmények

Terméshozam

A tenyészládákban kg-ban lemerített termésmennyiségeket átszámítottuk t/ha értékre (az átszámításhoz azt használtuk fel, hogy a tenyészládákban elültetett 10 db vetőgumó szántóföldi ültetés esetén 1,11 m²-nek felel meg, ezzel arányosan vettük figyelembe a termésmennyiségeket) (3. ábra).

3. ábra. Terméshozamok burgonya genotípusok szerint (tenyészládás összehasonlító kísérlet, Zirc, 2020)

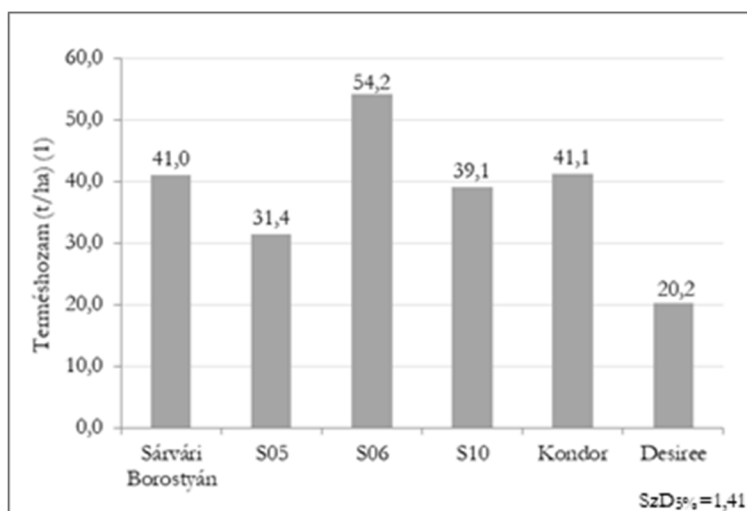


Figure 3. Evaluation of yield of different potato genotypes in growing containers (Zirc, 2020). (1) Evaluation of yield (t per ha)

A statisztikai kiértékelés alapján a terméshozamok között szignifikáns különbség ($SzD_{5\%}=1,41$) mutatkozik a következő sorrendnek megfelelően: 1. S06, 2. Sárvári Borostyán, Kondor, 3. S10, 4. S05, 5. Desiree.

A terméshozamok közötti különbségnél figyelembe kell venni, hogy a kísérlet során nem alkalmaztunk vegyszeres növényvédelmet, hogy az

esetleges betegségből adódó hozamcsökkenés vizsgálható legyen, amely a fenti sorrendben megmutatkozott.

A rövidebb tenyészidejű Kondor fajtánál a fitoftóra (*Phytophthora infestans*)-fertőzés által okozott termés kiesés kevésbé jelentkezett. A Desiree fajtánál már június, július hónapban megjelentek a fitoftóra-fertőzés jelei a lombzaton, amely a 100–105. napra 98–100%-ban megsemmisítette a lombtömeget (4. ábra).

4. ábra. Különböző burgonya genotípusok lombfitoftóra-fertőzöttségének alakulása (tenyészládás összehasonlító kísérlet, Zirc, 2020)

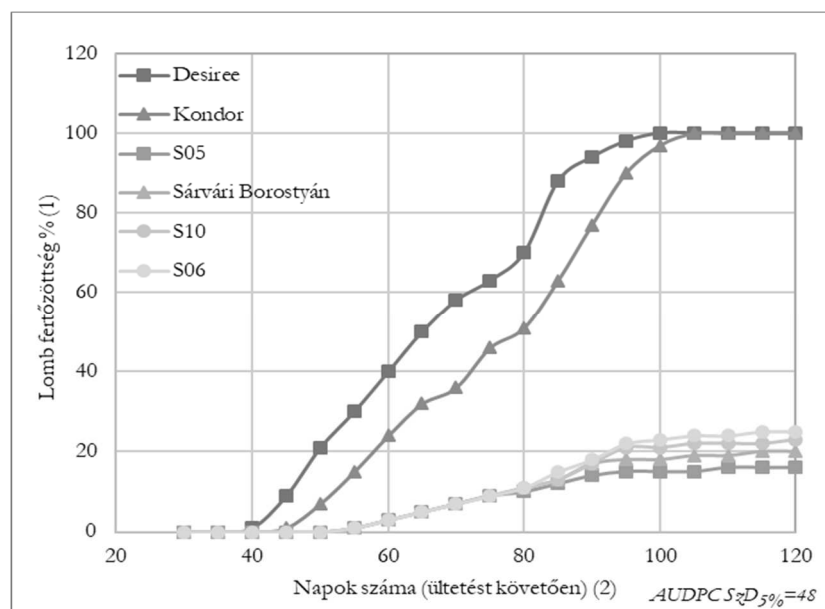


Figure 4. Evaluation of progression foliar blight of different potato genotypes in growing containers (Zirc, 2020). (1) Foliage infestation (%), (2) Number of days (after planting)

A lombfertőzöttségi görbe lehetőséget ad a fertőzés időbeli lefutását is figyelembe vevő AUDPC (fertőzöttségi görbe alatti terület) meghatározásához, amely alapján az összehasonlító kísérletben részt vevő fajtákra fogékonysági skála állapítható meg.

Ehhez szükséges a kísérletben legalább egy standardként használható fogékony fajta szerepeltetése, amely a legmagasabb értéket képviseli. Ez jelen

esetben az általánosan alkalmazott fogékony fajta standard Desiree volt. Emellett a mérsékelt rezisztenciával bíró Kondor fajta további összehasonlítási támpontul szolgál.

A megállapított fogékonysági skálán a Desiree fajta 9, a Kondor 7,46; a Sárvári Borostyán 1,43; az S05 fajtajelölt 1,23; az S06 1,67; az S10 pedig 1,56 pont értéket ért el, amely a jelentős rezisztenciabeli különbséget mutatja.

Látható emellett, hogy a burgonyanövény élettartamának előre haladásával a lomb-rezisztencia valamennyi fajtánál csökkenő tendenciát mutat.

Szárazanyag-tartalom

A mért eredmények statisztikai kiértékelése alapján a szárazanyag-tartalomban szignifikáns különbség ($SzD_{5\%}=0,10$) mutatkozott meg az alábbiak szerint: 1. S05, 2. S10, 3. Sárvári Borostyán, 4. S06, 5. Desiree, 6. Kondor (5. ábra).

5. ábra. Különböző burgonya genotípusok szárazanyag-tartalmának alakulása (tenyészládás összehasonlító kísérlet, Zirc, 2020)

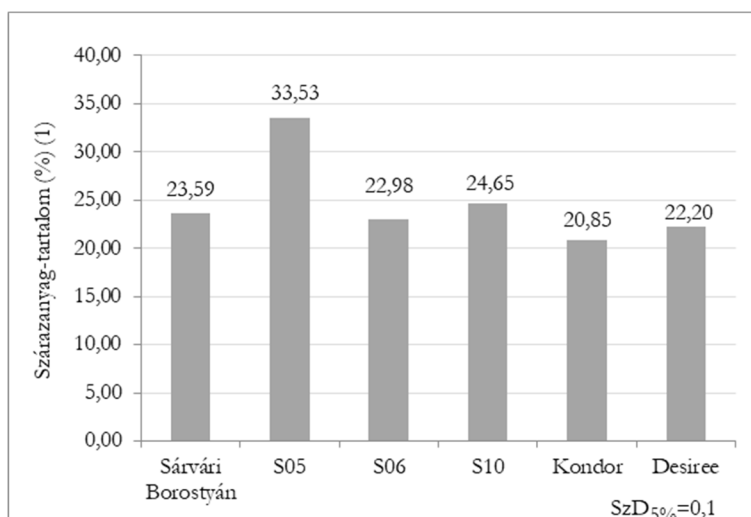


Figure 5. Evaluation of dry matter content of different potato genotypes in growing containers (Zirc, 2020). (1) Dry matter content (%)

A mért eredmények alapján az S05 fajtajelölt szárazanyag-tartalma kiugróan magas volt a kísérletben részt vevő többi fajtaéhoz képest. Az S10 fajtajelölt szintén magas szárazanyag-tartalom értéket mutatott.

Az egyaránt középkorai érésű S06 és a Kondor fajta között jelentős eltérés volt tapasztalható az előbbi javára.

Keményítőtartalom

A statisztikai kiértékelés alapján a keményítőtartalomban alábbi sorrendű szignifikáns különbséget ($SzD_{5\%}=0,09$) tapasztaltunk: 1. S05, 2. S10, 3. Sárvári Borostyán, 4.S06, 5. Desiree, 6. Kondor (6. ábra).

6. ábra. Keményítőtartalom burgonya genotípusok szerint (tenyészládás összehasonlító kísérlet, Zirc, 2020)

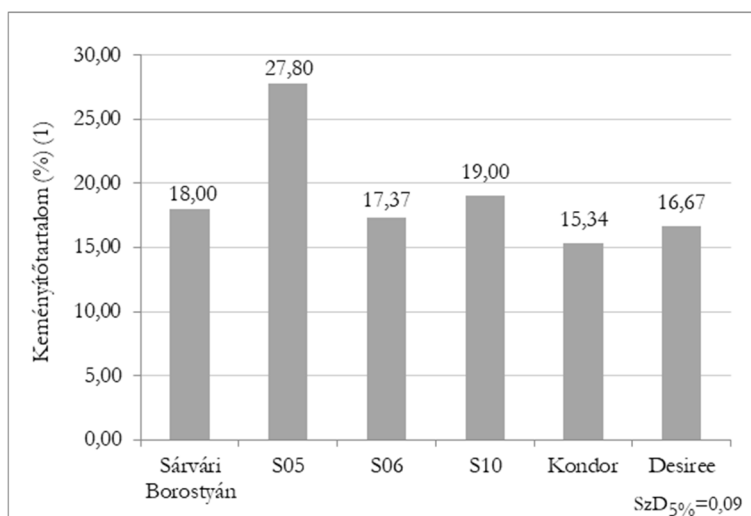


Figure 6. Evaluation of starch content of different potato genotypes in growing container comparative experiment (Zirc, 2020). (1) Starch content (%)

Ez a sorrend a szárazanyag-tartalom esetében kapott eredménnyel azonos. Ennek oka, hogy a szárazanyag-tartalom legnagyobb hányadát a keményítőtartalom adja, az értékek egymással szorosan összefüggenek. A szárazanyag- és keményítőértékek korrelációja a Sárvári Borostyán fajta esetében közepes, de jelentős (0,483), a többi fajta esetében markáns(szoros) kapcsolatot mutatott.

Az S05 fajtajelölt esetében a korreláció negatív volt (-0,799) az ismétlések esetében a szárazanyag-tartalom kis mértékű növekedése a keményítőtartalom kis mértékű csökkenését eredményezte. A többi fajtánál a szárazanyag-tartalom növekedésével a keményítőtartalom nőtt (0,730–0,951).

Fehérjetartalom

A mért eredmények statisztikai kiértékelése alapján a fehérjetartalomban szignifikáns különbség ($SzD_{5\%}=0,09$) mutatkozott meg a következő sorrendben: 1. S05, 2. S10, 3. Sárvári Borostyán, 4. S06, Desiree, 5. Kondor (7. ábra).

7. ábra. Fehérjetartalom burgonya genotípusok szerint (tenyészládás összehasonlító kísérlet, Zirc, 2020)

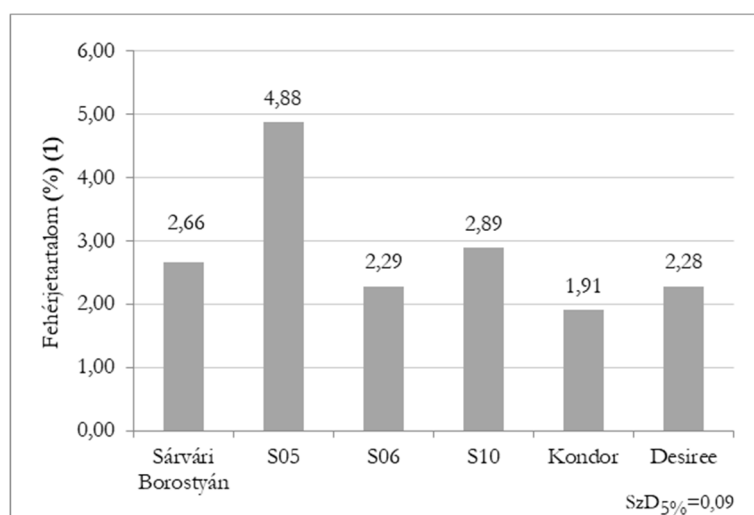


Figure 7. Evaluation of protein content of different potato genotypes in growing container comparative experiment (Zirc, 2020). (1) Protein content (%)

Az S05 fajtajelölt fehérjetartalma szintén kiugróan magasnak bizonyult, amelyet sorrendben az S10 fajtajelölt értékei követtek.

Látható, hogy a magas szárazanyag-tartalom általában magas keményítő- és fehérjetartalommal társul, azonban ezek az értékek nem arányosan követik egymást.

A szárazanyag- és fehérjetartalom-értékek korrelációja alapján a paraméterek közti kapcsolat erőssége fajtánként változó volt. Az S10 fajtajelölnél gyenge kapcsolat (-0,056), a Sárvári Borostyán fajtánál biztos, de gyenge (-0,365), a többi fajtajelölnél és fajtánál markáns(szoros) kapcsolat (0,813–0,922, illetve -0,798) volt megállapítható.

A Sárvári Borostyán fajtánál, illetve az S06 fajtajelölnél a szárazanyag-tartalom növekedése esetében a fehérjetartalom csökkenő értéket mutatott.

A keményítő- és fehérjeértékek korrelációja szintén fajtánként változott. A Sárvári Borostyán fajtánál biztos, de gyenge (0,355), az S10 fajta jelölnél közepes (-0,659), a többi fajtánál markáns(szoros) kapcsolat mutatkozott/igazolódott. Az S05, S06, S10 fajtajelölteknel a korreláció negatív volt tehát a magasabb fehérjetartalom alacsonyabb keményítőtartalommal társult.

A fentiek alapján elmondható, hogy a szárazanyag-, keményítő- és fehérjetartalom egymáshoz képesti aránya a fajta által meghatározott tulajdonságnak bizonyult.

Fehérjehozam

A hektárra meghatározott fehérjehozam (*1. táblázat*) szempontjából a legnagyobb értéket az S05 fajtajelölt teljesítette. Habár terméshozam szempontjából teljesítménye elmaradt a legtöbb fajtától, kiemelkedően magas fehérjetartalma miatt azonban a fehérjehozama magasabb lett.

A legmagasabb terméshozamot produkáló S06 fajtajelölt a fehérjetartalom tekintetében nem mutatott magas értéket, maga a fehérjehozam azonban a magas terméshozam miatt a második legnagyobb lett.

Az S10 fajtajelölt a Sárvári Borostyánnal hozott közel azonos eredményt mind terméshozam, mind fehérjetartalom, és így fehérjehozam tekintetében.

Az általános fajta-standard Desiree magas fokú fitoftóra fogékonysága miatt jelen kísérletben a terméshozam szempontjából alul teljesített, így a fehérjehozam összehasonlításban az általa mutatott érték nem reprezentálja a fajta teljes potenciálját, azonban a kísérletnek alapvető szempontja volt a vegyszeres növényvédelem mellőzése, a rezisztenciabeli különbségek szemléltetésére.

Ennek a fokozatosan teret nyerő ökotermesztés esetén van kiemelt jelentősége, amely a megtermelt fehérje minősége szempontjából is nagy fontossággal bír.

1. táblázat. *Különböző burgonya genotípusok termésének és főbb beltartalmi paramétereinek alakulása (tenyészládás összehasonlító kísérlet, Zirc, 2020)*

Fajta (1)	Termés- hozam (t/ha) (2)	Száranyag- tartalom (%) (3)	Keményítő- tartalom (%) (4)	Fehérje- tartalom (%) (5)	Fehérje- hozam (t/ha) (6)
Sárvári Borostyán	41,03±0,34 d	23,59±0,12 d	18,00±0,05 d	2,66±0,10 c	1,09±0,05 c
S05	31,38±1,52 b	33,53±0,05 f	27,80±0,07 f	4,88±0,06 e	1,53±0,070 e
S06	54,18±1,24 f	22,98±0,03 c	17,37±0,05 c	2,29±0,05 b	1,24±0,05 d
S10	39,08±0,83 c	24,65±0,07 e	19,00±0,07 e	2,89±0,04 d	1,130±0,04 cd
Kondor	41,13±0,70 d	20,85±0,07 a	15,34±0,09 a	1,91±0,05 a	0,79±0,03 b
Desiree	20,20±0,43 a	22,20±0,04 b	16,67±0,04 b	2,28±0,05 b	0,46±0,01 a
SzD _{5%} (7)	1,40	0,11	0,10	0,10	0,06

Megjegyzés: a különböző betűk az egyes statisztikai különbséget jelölik az értékek között.

Table 1. Comparison of results and protein yield in growing container comparative experiment (Zirc, 2020). (1) Variety, (2) Yield (t ha⁻¹), (3) Dry matter content (%), (4) Starch content (%), (5) Protein content (%), (6) Protein yield (t ha⁻¹), (7) LSD_{5%}, Note: the difference letters meaning the statistical difference between the parameters.

Következtetések

A kísérletben mért értékek alapján elmondható, hogy fehérjetartalom szempontjából az S05 fajtajelölt kiugróan magas eredményt mutatott (4,88%), amelyhez magas szárazanyag- és keményítőtartalom társult, azonban terméshozam tekintetében elmaradt a sorrendben másodikként teljesítő S10 fajtajelölttől (2,89%). Az S06 fajtajelölt fehérjetartalom tekintetében az előbbiektől elmaradt (2,29%), viszont az összehasonlításban standardként szereplő, szintén középkorai Kondor fajtához képest jobban teljesített, emellett terméshozama a legjobb volt.

A hektárra vetített fehérjehozamot tekintve – habár alacsonyabb terméshozamot produkált – kiugróan magas fehérjetartalma miatt a kísérleti cél szempontjából összességében a legalkalmasabb fajtajelöltnek az S05 bizonyult. Fehérjehozam tekintetében az S10 fajtajelölt a Sárvári

Borostyánnal (2,66%) hozott közel azonos eredményt. Az S06 fajtajelölt magas terméshozam-értéke miatt megelőzte a fehérjetartalomban többet mutató S10 jelöltet, valamint további előnye a rövidebb tenyészidő.

A különböző tenyészidejű fajták összehasonlíthatóságánál azt vettük figyelembe, hogy minden fajta esetében lezajlott a teljes tenyészidőszak és élelciklus. A rövidebb tenyészidejű fajtáknál és fajtajelölnél a gumóparásodás előrehaladottabb volt a betakarításkor, mint a hosszabb tenyészidő esetében.

A *Phytophthora infestans*-szal szembeni rezisztencia-különbség egyértelműen megmutatkozott a kontroll fajtákéhoz képest, amely kiemelt jelentőségű amennyiben bio-(öko)termesztést kívánunk megvalósítani. A tenyészidőszakra vonatkozó fertőzöttségi skála értékei alapján a legkevésbé fogékonyak az S05 fajtajelölt bizonyult, a legalacsonyabb értékkel (1,23). A Sárvári Borostyán fajta, illetve az S06 és S10 fajtajelöltek szintén alacsony fertőzöttséget mutattak (1,43–1,67 skálaérték). Összehasonlításként a fogékony Desiree fajta a skálán a 9-es, a Kondor fajta 7,49-es értéket érte el.

A tervezett következő lépés az ígéretes jelöltek szántóföldi kísérletbe vonása legalább öt termőhely és klimatikus viszonyai közötti, mely reprezentatívan megmutatja a fajta potenciálját szántóföldi körülmények között. Emellett a több helyszín eredményeinek összehasonlításával az alkalmazott termesztéstechnológia optimalizálását tűzzük ki célul, a fehérjehozam maximalizálása érdekében.

IRODALOM

- 152/2009/EK rendelethez: 2009. A takarmányok hatósági ellenőrzése során alkalmazott mintavételi és vizsgálati módszerek megállapításáról. III. Melléklet: Analitikai módszerek a takarmány-alapanyagok és összetett takarmányok összetételének ellenőrzésére. Az Európai Unió hivatalos lapja I. 54/12.
- Ábrahám É. B.: 2009. Fajta és öntözés hatása a burgonya termés mennyisége és minőségének alakulására mezőszéli talajon. Doktori Értekezés. Debreceni Egyetem Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományi Doktori Iskola. Debrecen.
- Allaga J.–Horváth S.–Lukács P.: 2002. Beltartalmi változások burgonyánál NK műtrágyázás hatására. Georgikon tudományos napok. 301–305.

- Anderson, E.-Li, J.*: 2021. Trending - Potato Protein. Center for Research on Ingredient Safety. Michigan State University. May 10, 2021.
- Anderson, P. K.*: 2010. The contribution of potatoes to global food security. 7 September 2010. Potato Europe.
- Arends, P.-Kruppa J.-Horváth S.-Győri Z.-Adamovics P.-Tasnádi L.*: 1999. A burgonya és termesztése IV. rész. [In: Kruppa J. A burgonya és termesztése I-IV. rész.] Agroinform Kiadó. Budapest. 94-103.
- Bamberg, J. B.-del Rio, A.*: 2005. Conservation of potato genetic resources. [In: Razdan, M. K.-Mattoo, A. K. (eds.) Genetic improvement of solanaceous crops. Volume I: Potato.] Science Publishers Inc. Plymouth. 476.
- Baranowska, A.-Zarzecka, K.-Mystkowska, I.-Gugala, M.-Zarzecka, M.*: 2018. Crude and true protein content in potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) depending on the ways of the microbiological preparation UGmax. Fresenius Env. Bull. 27: 7967-7972.
- Bártová, V.-Bárta, J.-Divis, J.-Svajner, J.-Peterka, J.*: 2009. Crude protein content in tubers of starch processing potato cultivars in dependence on different agro-ecological conditions. Journal of Central European Agriculture. 10. 1: 57-66.
- Beals, K.A.*: 2019. Potatoes, Nutrition and Health. Am. J. Potato Res. 96: 102-110.
- Burgos, G.-ZumFelde, T.-Andre, C.-Kubow, S.*: 2020. The Potato and Its Contribution to the Human Diet and Health. [In: Campos, H.-Ortiz, O. (eds.) The Potato Crop.] Springer. Cham.
- Camire, M. E.-Kubow, S.-Donnelly, D. J.*: 2009. Potatoes and human health. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 49: 823-840.
- Csapó J.*: 2021. Nemzeti Fajtajegyzék 2021 Szántóföldi növények. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal.
- De Fauw, S. L.-He, Z.-Larkin, R. P.-Mansour, S. A.*: 2012. Sustainable Potato Production and Global Food Security. [In: He, Z. et al. Sustainable Potato Production: Global Case Studies 2012.] Springer.
- Eppendorfer, W. H.-Eggum, B. O.-Bille, S. W.*: 1979. Nutritive value of potato crude protein as influenced by manuring and amino acid composition. J. Sci. Food Agric. 30: 361-368.
- Érsek T.*: 2008 Új kihívások a burgonya növényvédelmében. Agronapló. 2008/05. Szántóföld 34-36.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO*: 2021. The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Rome. FAO.
- FAO*: 2013. Dietary Protein Quality Evaluation in Human Nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition. Paper 92. Rome. Italy.
- FAO*: 2021. World Food and Agriculture-Statistical Yearbook. 2021. Rome.
- FAOSTAT*: 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat>

- Fisher, M. C.–Henk, D. A.–Briggs, C. J.–Brownstein, J. S.–Madoff, L. C.–McCraw, S. L.–Gurr, S. J.: 2012. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. *Nature*. 484: 186–194.
- Forbes, G.–Pérez, W.–Andrade Piedra, J.: 2014. Field assessment of resistance in potato to *Phytophthora infestans*. Lima (Peru). International Potato Center (CIP). 35.
- Fry, W.: 2008. *Phytophthora infestans*: the plant (and R gene) destroyer. *Mol. Plant Pathol.* 2008 May. 9. 3: 385–402.
- Fuglie, K.: 2007. Research Priority Assessment for the CIP 2005–2015 Strategic Plan: Projecting Impacts on Poverty, Employment, Health and Environment.
- Gergely L.: 2004. Burgonyafajták rezisztenciavizsgálata fitoftóra [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary] fertőzéssel szemben és egyes környezeti tényezők hatása a betegség-ellenállóságra. Doktori értekezés. Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Növényvédelmi Intézet.
- Gergely L.: 2019. A burgonyanemesítés és fajtahasználat rövid története 2019. 02. Tanulmány.
- Haverkort, A.–Boonekamp, P.–Hutten, R.–Jacobsen, E.–Lotz, L.–Kessel, G.–Visser, R.–van der Vossen, E.: 2008. Societal costs of late blight in potato and prospects of durable resistance through cisgenic modification. *Potato Res.* 51: 47–57.
- Horváth J.: 2009. Burgonyakutatás Magyarországon nemzetközi kitekintéssel: múlt, jelen, jövő. Növénytermelés. 58. 2: 135–183.
- Horváth J.–Fischl G.–Kadlicskó S.–Kiss E.–Pintér Cs.: 1995. A szántóföldi növények betegségei. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 327.
- Knorr, D.: 1980. Effect of recovery methods on yields, quality and functional properties of potato protein concentrates. *J. Food Sci.* 45: 1183–1186.
- Kollaricsné Horváth M.: 2019. Burgonya genotípusok nitrogén hasznosítása és a nitrogén asszimiláció genetikai vizsgálata. Doktori Értekezés. Pannon Egyetem Georgikon Kar Festetics Doktori Iskola.
- Koningsveld van, G.: 2001. Physico-chemical and functional properties of potato proteins. PhD thesis. Wageningen Agricultural University. Netherlands. 147.
- Lees, A. K.–Cooke, D. E. L.–Stewart, J. A.–Sullivan, L.–Williams, N. A.–Carnegie, S. F.: 2008. *Phytophthora infestans* population changes: implications PPO Special Report. No. 13. EuroBlight Workshop. Hamar. Norway. 28–31 October 2008.
- Lis, B.–Mazurczyk, W.–Trawczyński, C.–Wierzbicka, A.: 2002. Factors limiting nitrogen utilization by potato plants and the threat to the environment. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 489: 165–174. (In Polish).
- Manjunath, R. P.–Vishnuvardhana, A. M.–Ramegowda, G. K.–Anilkumar, S.–Prasad, P. S.: 2018. Influence of Foliar Spray of Micronutrient Formulation on Quality and Shelf Life of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Int. J. Pure App. Biosci.* 6. 1: 660–665.
- Mazurczyk, W.–Lis, B.: 2001. Variation of chemical composition of tubers of potato table cultivars grown under deficit and excess of water. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 10. 51: 27–30.

- Mystkowska, I. T.*: 2018. Content of total and true protein in potato tubers in changing weather conditions under the influence of biostimulators. *Acta Agroph.* 25: 475–483.
- Nagy, Z. Á.–Bakonyi, J.–Érsek, T.*: 2003. Novel genotypes in *Phytophthora infestans* in Hungary. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica.* 38: 7–11.
- Öztürk, E.–Polat, T.*: 2016. The effect of long term storage on physical and chemical properties of potato. *Field Crops.* 21: 218–223.
- Peksa, A.–Miedzianka, J.–Nems, A.*: 2018. Amino acid composition of flesh-coloured potatoes as affected by storage conditions. *Food Chem.* 266: 335–342.
- Peksa, A.–Miedzianka, J.–Nems, A.–Rytel, E.*: 2021. The free-amino-acid content in six potatoes cultivars through storage. *Molecules.* 26: 1322.
- Peksa, A.–Rytel, E.–Kita, A.–Lisinska, G.–Tajner-Czopek, A.*: 2009. The Properties of Potato Protein. *Food.* 3: 79–87.
- Pocsai K.*: 2005. A burgonya tápanyag gazdálkodásának sajátosságai. *Gyakorlati Agrofórum.* 16. 2: 17–18.
- Pocsai K.*: 2011. A burgonyatermesztési technológia főbb elemei. *Országos Burgonya Szövetség és Terméktanács Hírlevél.* 12. évf. 1. szám. Budapest.
- Polgár Zs.*: 2002. A nemesítés lehetőségei a burgonya minőségének javítására. *Georgikon Tudományos Napok.* 311–315.
- Polgár Zs.*: 2008a *Ismertető a Burgonya Kutatási központ tevékenységéről.* Burgonya Ágazati Fórum. Keszthely.
- Polgár Zs.*: 2008b: A vetőgumó termesztés helyzete és problémái Magyarországon. Burgonya Ágazati Fórum. Keszthely.
- Polgár Zs.–Horváth S.–Wolf I.*: 2004. Irányzatok a keszthelyi burgonyanemesítésben. *Növényvédelmi Tanácsok.* 13: 18–20.
- Polgár, Zs.–Wolf, I.–Vaszily, Z.–Tömösközi-Farkas, R.–Gergely, L.*: 2010. The Newest Results of a Complex Resistance Breeding Programme to Biotic and Abiotic Stresses of Potato. *Potato Research.* 53. 4: 396–397.
- Robertson, T. M.–Alzaabi, A. Z.–Robertson, M. D.–Fielding, B. A.*: 2018. Starchy Carbohydrates in a Healthy Diet: The Role of the Humble Potato. *Nutrients.* 10: 1764.
- Robinson, D.–Millard, P.*: 1990. Effect of the timing and rate of nitrogen fertilization on the growth and recovery of fertilizer nitrogen within the potato (*Solanum tuberosum* L.) crop. *Fertilizer Research.* 21. 3: 132–140.
- Salazar, L. F.*: 1996 *Potato viruses and their control.* International Potato Center (CIP). Lima. Peru. 214.
- Sárvári I.*: 2005. A burgonya nemesítése. *Koncepció és technológia.* 2005. Tanulmány.
- Sárvári I.*: 2014. Sárvári Rózsa fajtaleírás. <https://sarvariburgonya.hu/>
- Sárvári I.*: 2015. Sárvári Borostyán fajtaleírás. <https://sarvariburgonya.hu/>
- Sárvári I.*: 2021 Szóbeli közlés. Zirc.

- Shaw, D.–Kiezebrink, D. T.*: 2005. Late-blight resistance in Sárpo clones – an update. [In: Haverkort, A. J.–Struik, P. C. (eds.) Potato in Progress – science meets practice Wageningen Academic Publishers.] An invited paper presented at the GILB symposium at POTATO 2005. Emmeloord. The Netherlands.
- Shaw, D.–Wattier, R.*: 2002. Evolution of *Phytophthora infestans*: a global view. [In: Lizárraga, C. (ed.) Late Blight: managing the global threat.] International Potato Centre. Invited paper at Second International Late-blight Conference. Hamburg. Germany. 14–19 July, 2002. 23–27.
- Shewry, P. R.*: 2003. Tuber storage proteins. *Annals of Botany*. 91: 755–769.
- Silveira, A. C.–Orena, S.–Medel-Marabolí, M.–Escalona, V. H.*: 2020. Determination of some functional and sensory attributes and suitability of colored- and noncolored-flesh potatoes for different cooking methods. *Food Sci. Technol. (Campinas)*. 40. 2: 395–404.
- Stummer I. (szerk.)*: 2020. Agrárpiaci jelentések – Zöldség, gyümölcs és bor. 2020 NAIK Agrárgazdasági Kutató Intézet. 24. 16: 6.
- Stummer I. (szerk.)*: 2021. Agrárpiaci jelentések – Zöldség, gyümölcs és bor. 2021 NAIK Agrárgazdasági Kutató Intézet. 25. 21: 6.
- Thomas, G.–Sansone, G.*: 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations. New Light on a Hidden Treasure: International Year of the Potato 2008, an End-of-Year Review. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Italy.
- Trawczyński, C.*: 2018. The effect of foliar preparation with silicon 85 the yield and quality of potato tubers in compared to selected biostimulators. *Fragm. Agron.* 35. 4: 113–122.
- White, S.–Shaw, D.*: 2008. Resistance of Sárpo clones to the new strain of *Phytophthora infestans*, Blue-13. PPO Special Report. No. 13. Euro Blight Workshop Hamar (Norway). 28–31 October 2008.
- White, S.–Shaw, D.*: 2010. Breeding for host resistance: the key to sustainable potato production. PPO-Special Report. No. 14. Twelfth Euro Blight Workshop Arras (France). 3–6 May 2010.
- Wichrowska, D.–Szczepek, M.*: 2020 Possibility of Limiting Mineral Fertilization in Potato Cultivation by Using Bio-fertilizer and Its Influence on Protein Content in Potato Tubers. *Agriculture*. 10. 10: 442.
- Zarzecka, K.–Gugała, M.–Mystkowska, I.*: 2009. Effect of agricultural treatments on the content of total and protein nitrogen in potato tubers. *Ecol. Chem. Eng. A*. 16: 1–6.
- Zsom E.*: 2006. Az öntözés hatása a burgonya (*Solanum tuberosum* L.) fajták termés mennyiségére és minőségére. Doktori értekezés. Debreceni Egyetem Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok Doktori Iskola. Debrecen.

A szerzők levelezési címe - Address of the authors:

Kovács Ágnes - Sárvári István

Dr. Sárvári Agró Kft.

Zirc

Borzavári utca 29.

H-8420

Dr. Mikó Péter - Dr. Percze Attila

MATE Növénytermesztési-tudományok Intézet

Agronómia Tanszék

Gödöllő

Páter K. u. 1.

H-2103