

**DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**ESZTERGÁLYOS ÁDÁM**

**KESZTHELY**

**2022**



**MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM**

**ANYANÖVÉNYEKET ÉRŐ EGYES KÖRNYEZETI  
TÉNYEZŐK HATÁSVIZSGÁLATA BURGONYA  
GENOTÍPUSOK GUMÓINAK MÉLYNYUGALMI  
IDEJÉRE ÉS ANNAK FELTÖRÉSI LEHETŐSÉGEIRE**

DOI: 10.54598/003300

**ESZTERGÁLYOS ÁDÁM**

**KESZTHELY**

**2022**

## **Festetics Doktori Iskola**

### **Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok tudományága**

**Vezetője:**

Dr. Anda Angéla  
egyetemi tanár, DSc.

MATE, Növénytermesztési-tudományok Intézet

Agronómia Tanszék

**Témavezető:**

Dr. Polgár Zsolt

egyetemi tanár, CSc.

MATE, Növénytermesztési-tudományok Intézet

Növénytermesztési Kutató Központ



.....  
Az iskolavezető jóváhagyása



.....  
A témavezető jóváhagyása

## **1. A munka előzményei, célkitűzések**

A megtermelt burgonya költséghatékony tárolásához, a tárolási időszak hosszának és a tárolási hőmérsékletnek a tervezhetőségéhez, legyen az étkezési- vagy vetőburgonya, szükséges a fajták gumónyugalmi idejének és az azt befolyásoló környezeti és agronómiai tényezőknek a részletes ismerete. Az erre vonatkozó szakirodalmi adatok azonban meglehetősen hiányosak, sok esetben ellentmondásosak, a hazai burgonyafajtákra nézve pedig egyáltalán nem ismertek.

A vetőburgonya-szaporítás kezdeti lépéseiben fontos az egy tenyészidőszak alatt előállítható vetőgumók számának maximalizálása. Ennek egyik módja lehet az egy tenyészidőszakon belüli kétszeri letermesztés. Ehhez szükséges a szaporításban lévő fajták gumónyugalmi idejének, és a nyugalmi idő feltörési lehetőségeinek ismerete. A nyugalmi idő feltörésére számos lehetőség kínálkozik. A módszerek hatékonysága azonban erősen genotípus függő. Arról is kevés a publikált adat, hogy a kezelések milyen hatással vannak az utódnövények hajtásfejlődésére, illetve gumóhozamára. Ezek az eredmények csupán néhány külföldi fajtára korlátozódnak.

A fentiek alapján az értekezés célkitűzései a következőkben foglalhatók össze:

1. Anyanövényt érő környezeti tényezők hatásának vizsgálata a nyugalmi időre.

Kísérleteinkben célul tűztük ki egyrészt 12 készthelyi nemesítésű fajta alap nyugalmi idejének meghatározását. Másrészt annak vizsgálatát, hogy az anyanövényeket érő egyes környezeti-meteorológiai tényezők egyenként és egymással összefüggésben milyen hatással vannak e fajták gumónyugalmi idejére.

## 2. A nitrogénellátás hatásának vizsgálata a nyugalmi időre.

Kísérleteinkben meg kívántuk vizsgálni, hogy az anyanövények nitrogénellátása milyen hatással van az egyes eltérő tenyészidejű és genetikai háttérű keszthelyi burgonyafajták gumónyugalmi idejére.

## 3. Az élettani kor és a betakarítási időpont hatásának vizsgálata a nyugalmi időre.

Kísérletünkben célul tűztük ki annak vizsgálatát, hogy gumóiniciációtól a biológiai érésen keresztül az üzemi betakarítás időpontjáig miképp változik a gumók nyugalmi ideje. Ezzel egyrészt tesztelni kívántuk WRÓBEL et al. (2017) eredményeit saját körülményeink között, másrészt meg kívántuk határozni a végső felhasználási célnak megfelelő optimális betakarítás időpontját.

## 4. A nyugalmi idő feltörési lehetőségeinek és utóhatásának vizsgálata.

Kísérleteink célja a három legújabb nemesítésű keszthelyi burgonyafajta gumónyugalmi idejének feltörésére alkalmas kémiai kezelések összehasonlító vizsgálata volt, összefüggésben a kezelések hatásának vizsgálatával az utódnövények hajtásfejlődésére és gumóhozamára.

## 5. Hőkezelések és a tárolási hőmérséklet hatásának vizsgálata a nyugalmi időre.

Vizsgálataink célja három új nemesítésű keszthelyi burgonyafajta gumónyugalmi idő változásának elemzése volt, az alkalmazott hőkezelések és a tárolási hőmérséklet vonatkozásában.

## 2. Anyag és módszer

### 2.1 Környezeti tényezők hatásvizsgálata

Az előzetes vizsgálatot 12 eltérő tenyészidejű, keszthelyi nemesítésű, a részletes vizsgálatokat pedig két korai (Balatoni rózsa, Botond) és egy középérésű (Démon) fajtával végeztük. Minden évben két ültetési időszak (tavaszi és nyári) adatait vételeztük fel, 2009 és 2019 között. A nyugalmi idő mérésének körülménye: 20°C, 80% relatív páratartalom (RP), teljes sötétség volt. A nyugalmi időt lejártnak tekintetük, amikor a vizsgált gumón megjelent legalább 1db 2mm hosszú hajtás (CARLI et al., 2016). A nyugalmi idő hosszát a tárolóban felvett effektív hőösszegben adtuk meg (°C) (O'BRIEN et al., 1983).

A meteorológiai adatokat meteorológiai állomás biztosította. Mért értékek: minimum, maximum és átlagos levegő-, illetve talajhőmérséklet (°C); napi csapadékmennyiség (mm); relatív páratartalom (%); levélnedvesség-borítás (perc). Számított meteorológiai változók: tenyészidőszak napi középhőmérséklet összege; aszályos napok száma; a tenyészidőszak napi maximális hőmérsékletösszege; tenyészidőszak alatti csapadékmennyiség; összesített relatív páratartalom és levélnedvesség-borítás; a talaj közép-, minimális és maximális hőmérsékletösszege. Alkalmaztuk a Sielianinov-féle hidrotermális együtthatót (GRUDZIŃSKA, 2012). Meghatároztuk a tenyészidőszak első 50 napjára a fotoperiódus összeget, az összesített hőingást és az éjszakai hőmérséklet összeget. Meghatároztuk a tenyészidőszak első és utolsó 50 napjára vonatkozó hőmérséklet összegeket is.

Az adatok előkészítését, rendszerezését MS Office, a statisztikai elemzést IBM SPSS szoftverrel végeztük. Először többszemponos varianciaanalízist végeztünk, a fajták, évjáratok, tenyészidőszakok és minden vizsgált környezeti változó nyugalmi időre gyakorolt hatásának kimutatására. Ezt követően korreláció analízist, majd Duncan-tesztet végeztünk ( $p=0,05$ ).

## **2.2 Burgonyafajták alap nyugalmi idejének meghatározása**

A kísérleteket három egymást követő évjáratban állítottuk be (2018, 2019 és 2020 tavasz) a Balatoni rózsa, Botond és Démon fajtákkal. Tenyészedényes (3l) vizsgálatot végeztünk, a növényeket kontrollált körülmények között (22°C, 85% RP, 5-21h fotoperiódus) neveltük fénypolcokon a biológiai érés állapotáig. A biológiai érést követően a kötött gumók nyugalmi idejének meghatározását a **2.1** pontban leírtak szerint, a statisztikai elemzést Duncan-teszttel végeztük.

## **2.3 A nitrogénellátás hatásának vizsgálata a nyugalmi időre**

Szántóföldi vizsgálatunkban a nitrogénkezeléseket a tavaszi nitrogén-visszapótláskor állították be. Kontrollként a burgonyatermesztési gyakorlatban szokásos, teljes nitrogénadag szerepelt (N1, 100kg/ha). A féladagú nitrogénkezelés (N0,5) 50kg/ha volt; a nitrogénhiányos kezelésben (N0, 0kg/ha) nem kaptak nitrogén műtrágyát a vizsgált fajták (Desiree, Arany chipke, Katica, White lady, Basa, Hópehely, Cleopatra, Botond, Balatoni rózsa, 09.200, 09.688). A nyugalmi idő meghatározását a **2.1** pontban leírtak szerint, az adatok statisztikai elemzését pedig Duncan-teszt segítségével végeztük.

## **2.4 Az élettani kor és a betakarítási időpont hatásának vizsgálata a nyugalmi időre**

A kísérletet három egymást követő tenyészidőszakban állítottuk be (2018 tavaszi és nyári, 2019 tavaszi) a Balatoni rózsa, Botond és Démon fajtákkal. A kísérletet akkor indítottuk el, amikor az anyanövény sztolójának megvastagodása elérte a 2cm átmérőt. Ezt követően a biológiai érésig hetente történt mintavételezés, az anyanövény különböző fenológiai fázisai szerint: F1 – gumókötés; F2 és F3 – gumó térfogat-növekedése; F4 – gumóérés; F5 – biológiai érés. Az üzemi

betakarítás, mint kontroll (F0) a biológiai érést követő második héten történt. A gumók nyugalmi idejének meghatározásához a **2.1** fejezetben leírt módszert alkalmaztuk, a nyugalmi idő hosszát 20°C-on tárolva, napokban fejeztük ki (DAH - days after harvest). Az adatok statisztikai elemzését a **2.1** pontban leírtak alapján végeztük (többszemponos varianciaanalízis: a fajták, tenyészidőszakok és a betakarítás időpontjai nyugalmi időre gyakorolt hatásának kimutatására).

## **2.5 A nyugalmi idő feltörésének lehetőségei**

A kísérleteket három egymást követő évjáratban állítottuk be (2016, 2017 és 2018 ősz) a Balatoni rózsza, Botond és Démon fajtákkal. Az alkalmazott kezelések a következők voltak: áztatás gibberellinsav (GS) vizes oldatában (10, 50 és 100ppm), 1 órán keresztül. Áztatás benzil-adenin (BA) vizes oldatában (20, 30 és 100ppm), 1 napon keresztül. Rindite kezelés (etilén-klórhidrin, etilén-diklorid és széntetraklorid 7-3-1 arányú keveréke), 2 napon keresztül, illetve kombinált, Rindite+GS100ppm. A gumók nyugalmi idejének meghatározásához és statisztikai elemzéséhez a **2.1** pontban leírt módszereket alkalmaztuk. A többszemponos varianciaanalízist ebben a vizsgálatban a fajták, évjáratok és a kémiai kezelések nyugalmi időre gyakorolt hatásának kimutatására végeztük.

## **2.6 A nyugalmi idő feltörését célzó kezelések hatásának vizsgálata a hajtásszámra és a gumókötésre**

A **2.5** nyugalmi idő meghatározását követően a csírázó gumókból a növények felnevelését a **2.2** vizsgálatban leírtak szerinti kontrollált körülmények között végeztük. Az ültetést követő 20. napon felvételeztük a fejlődő hajtások számát, biológiai érést követően a kötött gumók darabszámát. Az adatok statisztikai elemzéséhez korreláció analízist, majd Duncan-tesztet végeztünk.



## 2.7 Hőkezelések és a tárolási hőmérséklet hatásának vizsgálata a nyugalmi időre

A kísérleteket három egymást követő évjáratban állítottuk be (2017, 2018 és 2019 nyár) a Balatoni rózsza, Botond és Démon fajtákkal. A gumókat betakarítás után két hétig, a parásodás végéig fűtetlen, jól szellőző tárolóba helyeztük. Ezután különböző hőmérsékleteken, klímaszekrényekben tároltuk azokat. Az alkalmazott kezelések a következők voltak:

- H1 Hidegsokk, majd hősokk kezelés: 2 hétig 5°C, majd 2 hétig 35°C;
- H2 Folyamatos, magas hőmérsékletű tárolás: 30°C, amíg a nyugalmi idő lejárt;
- H3 Rövid ideig tartó magas hőmérsékletű tárolás: 4 hét 30°C;
- H4 Hosszú ideig tartó magas hőmérsékletű tárolás: 8 hét 30°C;
- H5 Hősokk kezelés: 4 hét 35°C;
- H6 Hősokk, majd hidegsokk kezelés: 2 hét 35°C, majd 2 hét 5°C.

A kontrollt állandó 20°C-on tároltuk addig, amíg a nyugalmi ideje lejárt. A hőkezeléseket követően minden kezelés (kivéve H2) gumóit kontroll, a csírázáshoz megfelelő körülmények közé helyeztük. A gumók nyugalmi idejének meghatározásához a **2.1** fejezetben leírt módszert alkalmaztuk. A betakarítástól a nyugalmi idő lejártáig eltelt időt napokban (DAH) és effektív hőösszegben (°C) is megadtuk, a statisztikai értékelés során Duncan-tesztet alkalmaztunk.

### 3. Eredmények és azok megbeszélése

Hazánkban először meghatároztuk 12 keszthelyi nemesítésű burgonyafajta tenyészidejének és gumónyugalmi idejének hossza közti összefüggéseket. Eredményeink megerősítették, hogy a vizsgált fajták alap, mélynyugalmi ideje jelentősen eltér egymástól, amely a fajták tenyészidejével nincs összefüggésben. Ezzel alá tudtuk támasztani MUTHONI et al. (2014), ZARZYŃSKA (2004), WRÓBEL et al. (2017) és HASSANI et al. (2014) eredményeit. Több év átlagában a leghosszabb nyugalmi ideje a Rioja (effektív hőösszeg: 2743°C, 137 nap), a legrövidebb pedig a Botond fajtának volt (1952°C, 98 nap). Vizsgálatainkban a fajták közti különbség 791°C volt, amely 40 nap 20°C-on történő tárolás esetén. Ez a tárolás gazdaságossága és a felhasználás szempontjából egyaránt jelentős különbség.

Azt is megfigyeltük, hogy egyazon fajtán belül jelentős különbségek vannak a nyugalmi idő hosszában a különböző tenyészidőszakok között, amely a környezeti tényezők nyugalmi időt módosító hatását igazolja. Ilyen tényező az anyanövényt érő tenyészidőszak alatti hőösszeg nagysága, a nappalhossz, az abiotikus stresszek, a hősokk és időszakos vízhiány. Ez a különbség minden fajta átlagában 1228°C, 61 nap, amely szintén számottevő. A fajták közt érzékenységbeli különbségeket állapítottunk meg az évjáratok környezeti tényezőinek nyugalmi időt módosító hatásában. Meghatároztuk három fajta alap mélynyugalmi idejét, amelyre nem voltak befolyással a külső környezeti tényezők. Összehasonlítottuk az így kapott alap nyugalmi időt a sokéves átlagokkal mért nyugalmi idővel (2009-2019). Megfigyeltük, hogy minél hosszabb egy fajta alap nyugalmi ideje, annál nagyobb mértékben tudják csökkenteni azt a környezeti tényezők (kísérletünkben, sorban a rövidebbtől a hosszabb nyugalmi idejű fajta felé 6-17-21 nappal rövidítették le, a 11 kísérleti év átlagában). Hogy mely környezeti tényezők milyen mértékben és milyen irányba módosítják a nyugalmi időt, a meteorológiai adatok részletes elemzését indokolta.

Azt tapasztaltuk, hogy csak a hőmérsékletnek van egyértelmű hatása a nyugalmi időre a vizsgált ökológiai körülmények között. Amennyiben a léghőmérséklet a burgonya számára optimális alatti a tenészedőszak elején, akkor gyengén, amennyiben optimális, vagy afeletti, közepes mértékben módosítja a nyugalmi időt, pozitív (azonos) irányba. Amennyiben a tenészedőszak végének hőmérséklete optimum feletti, úgy negatív (ellentétes), amennyiben optimum alatti, úgy pozitív irányba módosítja a fajták nyugalmi idejét. Tavaszi ültetés esetén ellentétes irányú és közepes kapcsolatot találtunk, így az alacsonyabb hőmérséklet összegű évjáratoknál várhatjuk a hosszabb nyugalmi időt, míg nyári ültetés esetén éppen ellenkezőleg. Itt erős kapcsolatot tapasztaltunk, és rangsorban a magasabb hőmérsékletű évjáratok esetében várhatjuk a hosszabb nyugalmi időt. Ezek alapján a nyugalmi idő várható hossza, a tárolhatóság előre jelezhető, amely nagymértékben meghatározhatja a tárolás gazdaságosságát.

Az anyanövény nitrogénellátása szintén nagymértékben befolyásolja a gumóképzés idejét. Az esetek döntő többségében a féladagú nitrogén befolyása kiemelkedő volt, hatására szignifikánsan csökkent a gumók nyugalmi ideje. Ellenben a teljes nitrogénhiány meghosszabbította a legtöbb fajta nyugalmi idejét. Ezek a megfigyelések alátámasztják SZIRTES (1984), BURTON (1989), JACKSON (1999), FERNIE és WILLMITZER (2001), illetve AKSENOVA et al. (2012) eredményeit.

A vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a különböző időpontokban betakarított, az élettani érés különböző fázisaiban lévő gumóknak miképp változik a nyugalmi ideje, illetve meghatároztuk, hogy fajtánként az anyanövény mely fenológiai fázisában a legmegfelelőbb a betakarítás. Eredményeink alátámasztották WRÓBEL et al. (2017) eredményeit, amely szerint gumóiniciációtól biológiai érésig nő a nyugalmi idő hossza. Azonban ez a növekedés nem haladja meg azon napok számát, amennyi idővel tovább a talajban maradnak az utódgumók. Ezért a hagyományos DAH helyett egy a szakirodalomban még nem használt, DAI (days after initiation) fogalmát vezettük be. Az eredmények azt mutatják, hogy egészen a

biológiai érésig, minél később takarítjuk be a gumókat, azok annál későbbi naptári napig tárolhatóak a hajtások megjelenése nélkül.

A gumónyugalmi idő feltörésére alkalmas egyes módszerekről összehasonlító vizsgálatot végeztünk. Erre irányuló kísérleteink eredményei alapján a kémiai kezelésekkel jelentősen befolyásolható a fajták nyugalmi ideje. A Rindite és a vele kombinált GS kezelés minden fajta esetében nagymértékben és szignifikánsan csökkentette a nyugalmi időt, a fajták és évek átlagában 65%-kal. Eredményeink összhangban vannak WRÓBEL et al. (2017) és HASSANI et al. (2014) eredményeivel. A kezelések legnagyobb hatással a Balatoni rózsa fajtára voltak, átlagosan 33%-al rövidítették le a nyugalmi időt, míg a legkisebb mértékben a Démon fajta nyugalmi idejét befolyásolták, mintegy 25%-ban. Nem találtunk szignifikáns kapcsolatot a fajták tenyészideje és a nyugalmi idő kezelése hatására történő rövidülése között. A tenyészidőszak időjárása hatással volt a fajták alap nyugalmi idejére és befolyásolta a kezelések hatékonyságát is.

Értékeljük a kezelések utóhatását az utódnövények hajtásfejlődésére és gumóhozamára is. Eredményeink alapján a kezelések jelentősen befolyásolták az utódnövények hajtásszámát és gumókötését. Mind a gumó, mind a hajtásszámot minden vizsgált fajta esetén a kombinált Rindite+GS100ppm és a GS100ppm kezelések növelték igazolhatóan. Összefüggést találtunk a kezelésekben a nyugalmi idő feltörésének hatékonysága és a kötött gumószám között. A Rindite-nek és a GS-nak eredményeink alapján nemcsak a nyugalmi idő feltörésében, de a gumószám növelésében is kiemelkedő szerepe van, amely a vetőgumó termesztés szempontjából is előnyös lehet.

Hat különböző időtartamú és mértékű hő- és hidegsokk kezelés hatását is vizsgáltuk. Eredményeink alapján a kezelések jelentősen befolyásolták a fajták nyugalmi idejét. Az alkalmazott kezelések közül a váltakozó tárolási hőmérséklet rövidítette le a legnagyobb mértékben a nyugalmi időt. Ezen belül a meleg előkezelés (hősokk, 2 hét 35°C-on) szignifikánsan hatásosabb volt, mint a hideg előkezelés (hidegsokk, 2 hétig 5°C-on). A rövid ideig tartó magas hőmérsékletű

kezelés kisebb mértékben, de szintén csökkentette a nyugalmi időt, azonban a tartósan magas hőmérsékletű kezelés növelte azt, és elhúzódó csírázást eredményezett. Alacsony tárolási hőmérsékleten megfigyeltük, hogy a vizsgálatunkban hosszabb alap nyugalmi idővel rendelkező fajták a kezelés hatására is hosszabb nyugalmi idővel rendelkeztek, tehát a fajták sorrendje megmaradt. Ez a magas hőmérsékletű kezelések hatására megváltozott, nem minden esetben tartották meg a fajták ezt a sorrendet.

#### **4. Következtetések és javaslatok**

Vizsgálataink alapján a nyugalmi idő a fajtától nagyban függ, a hosszát a genotípus jelentősen befolyásolja. A fajta örökletes tulajdonságai tehát nemcsak a beltartalmi értéket, tenyészidőt, de a gumók tárolhatóságát is alapvetően meghatározzák, amit figyelembe kell venni a későbbi hasznosítási célok tervezésekor: friss fogyasztás, ipari feldolgozás, avagy vetőgumó.

Megfigyeltük, hogy a fajták közt érzékenységbeli különbségek vannak az évjáráthatás tekintetében. Célszerű ezért a tervezhető tárolhatóság szempontjából olyan fajtákat választani, amelyek nyugalmi idejét a különböző évjáratokban a környezeti tényezők nem módosítják jelentősen. Illetve az olyan fajtákat, amelyeknek a nyugalmi idejét nagyban módosíthatják a környezeti tényezők, vagy eleve rövid alap nyugalmi idővel rendelkeznek, friss fogyasztási célra használni, vagy betakarításukat a feldolgozási időszak elejére betervezni.

A meteorológiai adatok részletes elemzésével meghatároztuk, hogy mely környezeti tényezők milyen mértékben és irányba módosítják a nyugalmi időt. Meg kell jegyezni azonban, hogy a vizsgálatunkban mért meteorológiai változók együttesen, egymással összhangban módosítják a nyugalmi időt, illetve egyenként csak megközelítőleg nyújtanak információt a nyugalmi időre. Teljesen megbízható

előrejelzésre azonban eddigi eredményeink alapján nem alkalmasak, ehhez további vizsgálatokra és további meteorológiai változók bevonására lenne szükség.

A burgonyanövények nitrogén utánpótlása a belső hormonok arányával szabályozza a gumókötési idejét, ezáltal az élettani kort betakarításkor, amely közvetve befolyásolja a nyugalmi időt. Azonban ki kell egészíteni a megfigyelést azzal, hogy a nitrogénre adott reakció fajtafüggő, az esetek többségében általánosítható ugyan, de előfordulnak kivételek.

Eredményeink alapján nemcsak az élettani kornak van jelentősége a nyugalmi idő változásában, sokkal nagyobb mértékben befolyásolja azt az évjárathatás. Azt is megfigyeltük, hogy a betakarítás időpontjának hatása a nyugalmi időre (DAH) és a kihajtás ütemére is évjáratonként változik. Ez szintén alátámasztja az évjárat módosító hatásának jelentőségét. Ennek élettani hátterének tanulmányozása azonban több vizsgálatot igényel.

A gumónyugalmi idő feltörését célzó kísérleteink alkalmával is tapasztaltuk, hogy a tenyészidőszak időjárása hatással volt a fajták alap nyugalmi idejére, illetve fajtánként eltérően befolyásolta a kezelések hatékonyságát is. Eredményeink alapján a GS100 és a Rindite hatása csak kis mértékben adódik össze, a kombinált kezelés meghatározó összetevője pedig a Rindite. Ezért a GS alkalmazása a gumónyugalmi idő feltörésére ebben a kombinációban nem indokolt. A BA kezelések csak kis mértékben csökkentették a nyugalmi időt, ezért használatát a vizsgált koncentrációkban nem javasoljuk e három fajta nyugalmi idejének feltörésére. Azért, hogy a GS és Rindite kezelések hatása mellett a fajták és évjáratok közt tapasztalt jelentős eltérések okát jobban megérthessük, valamint eredményeinket újabb genotípusokra is kiterjeszthessük, további vizsgálatok elvégzésére lesz szükség.

A Rindite-nek és a GS-nak eredményeink alapján nemcsak a nyugalmi idő feltörésében, de a gumószám növelésében is kiemelkedő szerepe van, amely a vetőgumó előállítás szempontjából előnyös lehet. Ugyanakkor a kezeléseket az adott burgonyafajta-hoz kell igazítani, különbségek vannak ugyanis a kezelésekre

adott reakciók között. Eredményeink alapján a fajtára jellemző optimális kezelést a termesztéstechnológiába illesztve nemcsak az egy évjáraton belüli többszöri termesztést lehet elősegíteni, de a gumókötésszám fokozásával a termés mennyiségét, a szaporítási hányadost is növelni tudjuk.

Eredményeink alapján gyakorlati szempontból a nyugalmi idő rövidítése viszonylag kis energia befektetéssel, rövid ideig tartó, magas hőmérsékletű, majd azt követő hideg előkezeléssel megoldható. Ha a nyugalmi idő meghosszabbítása a cél, akkor téli időszakban a tartósan magas hőmérsékletű tárolás a nagy energiaigény miatt nem lehet gazdaságos. A legköltséghatékonyabb megoldás a gyakorlatban is használt, alacsony hőmérsékletű tárolás. Nyári időszakban azonban, amennyiben szükséges a vetőgumók hosszabb ideig tartó eltárolása, eredményes lehet az állandó magas hőmérsékletű tárolás. Mindezek alátámasztják azt, hogy a kezeléseket mindig az adott fajtára kell igazítani, hogy biztosíthassuk a tárolás gazdaságosságát, illetve a kihajtás adott időre történő optimalizálását.

A burgonyagumók nyugalmi idejének vizsgálatával foglalkozó szakirodalmi eredmények számos általunk is megerősített, általánosítható következtetésre vezettek. Az ezektől eltérő tapasztalati eredmények pedig kihangsúlyozták a vizsgált tulajdonság erős genetikai meghatározottságát, genotípus függőségét, illetve a fajták környezeti tényezőkre adott eltérő reakcióját. A fentiek tükrében minden új fajta, illetve fajtajelölt esetében szükségesnek tartjuk hasonló jellegű kísérletsorozat elvégzését a tárolási és szaporítási célnak megfelelő, optimális tárolási, illetve kezelési körülmények meghatározása érdekében.

## 5. Új tudományos eredmények

1.

Az anyanövényeket standard, a burgonya számára optimális környezeti körülmények közt nevelve igazoltuk, hogy a rövidebb alap nyugalmi idővel rendelkező fajták nyugalmi idejét csak kismértékben módosítják a környezeti tényezők, míg a hosszabb alap nyugalmi idővel rendelkező fajtákét nagyobb mértékben.

2.

Megállapítottuk, hogy a vizsgált fajták esetében az anyanövényt érő környezeti tényezők közül csak a hőmérsékletnek van egyértelmű hatása az utódgumók nyugalmi idejére a vizsgált ökológiai körülmények között. A teljes tenyészidőszak hőmérséklet összege azonban önmagában nem alkalmas a nyugalmi időt módosító hatás objektív megállapítására. Éppen ezért bevezettük a tenyészidőszak eleji és végi léghőmérséklet összeg mutatót, amely alkalmasabb a nyugalmi idő előrejelzésére. A tenyészidőszak elejének hőmérséklete minden esetben pozitív (a léghőmérséklet-változással megegyező) irányba módosítja a nyugalmi időt, de különböző mértékben. Amennyiben a léghőmérséklet a burgonya számára optimális alatti, akkor gyengén, amennyiben optimális, vagy afeletti, akkor közepes mértékben módosítja azt. A tenyészidőszak végének hőmérséklete markánsan módosítja a nyugalmi időt, de különböző irányba: Amennyiben optimum feletti, úgy negatív (ellentétes), amennyiben optimum alatti, úgy pozitív (megegyező) irányba módosítja azt.



3.

Megállapítottuk, hogy a burgonyanövények nitrogéntáplálása módosítja az utódgumók nyugalmi idejét, amely a nitrogénadagokkal nem lineárisan változik. A féladagú nitrogénnel ellátott növények hamarabb kötnek gumót, tehát a gumók betakarításkor élettanilag öregebbek, ezért rövidebb a nyugalmi idejük. Nitrogénhiány esetében a gumóiniciáció késleltetett, betakarításkor ezért az utódgumók még fiatalabbak élettanilag, amely hosszabb nyugalmi időt eredményez.

4.

A megtermelt burgonyagumó kihajtás nélküli tárolhatósági idejének objektív megítéléséhez bevezettünk egy új, a gyakorlatban még nem használt fogalmat, a gumóiniciációtól eltelt napok számát (DAI - days after initiation). Eredményeink alapján a betakarítás optimális időpontja a biológiai érés, tehát a lombzat leszáradásának időpontja, az iniciációtól mérve a gumók ekkor a legtovább eltárolhatók.

5.

Eredményeink megerősítették, hogy kémiai kezelésekkal jelentősen csökkenthető a gumók nyugalmi ideje. A Rindite és GS kezelések, illetve ezek kombinációja alkalmas a gumónyugalmi idő jelentős lerövidítésére. Betakarítást követően a megfelelő kezelést választva mindegyik vizsgált fajta gumója 30 nap múlva újra elültethető.

## **Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk**

### **1. Szakcikk idegen nyelvű, impakt faktoros folyóiratban:**

ESZTERGÁLYOS, Á. - POLGÁR, ZS. (2020) The Effect of Chemical Treatments on the Tuber Dormancy of Hungarian Potato Cultivars. In: *Potato Research*, 64 (3) 327-337. p. <https://doi.org/10.1007/s11540-020-09479-5>

### **2. Szakcikk idegen nyelvű, referált folyóiratban:**

ESZTERGÁLYOS, Á. - POLGÁR, ZS. (2020) Effect of chemical treatments used for dormancy breaking on the number of stems and tubers of Hungarian potato varieties. In: *Acta Agraria Kaposváriensis*, 24 (2) 61-74. p. <https://doi.org/10.31914/aak.2424>

### **3. Szakcikk anyanyelven, lektorált folyóiratban:**

ESZTERGÁLYOS, Á. - POLGÁR, ZS. (2020) Eltérő hőmérsékletű és időtartamú kezelések hatása magyar burgonyafajták gumónyugalmi idejére. In: *Növénytermelés*, 69 (4) 37-56. p.

### **4. Konferencia kiadványban teljes terjedelemben megjelent:**

ESZTERGÁLYOS, Á. - POLGÁR, ZS. - CERNÁK, I. - HOFFMANN, B. (2017) Nitrogén-ellátás hatása tizenegy burgonya genotípus gumónyugalmi idejére. In: NAGY Z. B. (Szerk.) *A múlt mérföldkövei és a jövő kihívásai. LIX. Georgikon Napok*. Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 119-127. p. ISBN: 978-963-9639-89-8

ESZTERGÁLYOS, Á. - POLGÁR, ZS. - HOFFMANN, B. (2017) A nitrogénellátás hatása a burgonyafajták korai fejlődésére. In: SZABÓ P. (Szerk.) *Kutatás-fejlesztés-innováció az agrárium szolgálatában*. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 264-270. p. ISBN 978-963-286-726-7

ESZTERGÁLYOS, Á. - POLGÁR, ZS. - CERNÁK, I. (2018) Kémiai kezelések hatása burgonyafajták gumónyugalmi idejére, a hajtásfejlődésre és a gumóhozamra. In: BENE SZ. (Szerk.) *XXIV. Ifjúsági Tudományos Fórum – Konferencia Kiadvány*. Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 1-6. p. ISBN: 978-963-9639-90-4 [CD:\4\_Növénytermesztés\_Kertészet\02\_Esztergályos\_Ádám\_6o]

ESZTERGÁLYOS, Á. - POLGÁR, ZS. - CERNÁK, I. (2018) Tenyészidőszak alatti környezeti tényezők hatása burgonya genotípusok nyugalmi idejére. In: *LX. Georgikon Napok - Konferencia Kiadvány*. Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Keszthely, 69-78. p. ISBN: 978-963-9639-92-8

ESZTERGÁLYOS, Á. - POLGÁR, ZS. (2018) Kémiai kezelések hatása burgonyafajták gumónyugalmi idejére. In: *II. Őshonos- és Tájfajták- Ökotermékek– Egészséges táplálkozás– Vidékfejlesztés Tudományos Konferencia. Minőségi élelmiszerek – Egészséges környezet: Az agrártudományok és a vidékfejlesztés kihívásai a XXI. században*. Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, 141-147. p. ISBN: 978-615-5545-90-0

##### **5. Konferencia kiadvány összefoglaló kötetében megjelent:**

ESZTERGÁLYOS, Á. - POLGÁR, ZS. - CERNÁK, I. (2018) Keszthelyi burgonyafajták gumónyugalmi idejének vizsgálata. In: KARSAI I., POLGÁR ZS. (Szerk.) *XXIV. Növénynevelési Tudományos Nap – Összefoglalók*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 55. p. ISBN: 978-615-00-1469-2

## Felhasznált irodalom

- AKSENOVA, N. P. - KONSTANTINOVA, T. N. - GOLYANOVSKAYA, S. A. - SERGEEVA, L. I. - ROMANOV, G. A. (2012): Hormonal Regulation of Tuber Formation in Potato Plants. In: *Russian Journal of Plant Physiology*, 59 451-466. p
- BURTON, W. G. (1989) Dormancy and sprout growth. In: *The potato (3rd Ed.)*. Essex: Longman Scientific & Technical, 470-504. p.
- CARLI, C. - MIHOVILOVICH, E. - BONIERBALE, M. (2016) Procedures for Standard Evaluation and Data Management of Advanced Potato Clones. In: Module 4: Assessment of Dormancy and Sprouting Behavior of Elite and Advanced Clones. International Cooperators' Guide. International Potato Center, Lima. 3-19. p. ISBN 978-92-9060-471-6
- FERNIE, A. R. - WILLMITZER, L. (2001) Molecular and Biochemical triggers of potato tuber development. In: *Journal of Plant Physiology*, 127 1459-1465. p.
- GRUDZIŃSKA, M. - MAŃKOWSKI, D. (2018) Losses during Storage of Potato Varieties in Relation to Weather Conditions during the Vegetation Period and Temperatures during Long-Term Storage. In: *The American Journal of Potato Research*, 95 130-138. p.
- HASSANI, F. - ZAREIAN, A. - REZVANI, E. (2014) Effects of chemical treatments on dormancy breaking and some sprouting characteristics of two potato cultivars in different tuber sizes. In: *European Journal of Experimental Biology*, 4 98-102. p.
- JACKSON, S. D. (1999) Multiple signaling pathways control tuber induction in potato. In: *Journal of Plant Physiology*, 119 1-8. p.
- MUTHONI, J. - KABIRA, J. - SHIMELIS, H. - MELIS, R. (2014) Regulation of potato tuber dormancy: A review. In: *Australian Journal of Crop Science*, 8 (5) 754-759. p.
- O'BRIEN, P. J. - ALLEN, E. J. - BEAN, J. N. - GRIFFITH, R. L. - JONES, S. A. - JONES J., L. (1983) Accumulated day-degrees as a measure of physiological age and the relationships with growth and yield in early potato varieties. In: *The Journal of Agricultural Science*, 101 613-31. p.
- SZIRTES V. (1984) Hormonszemléletű irányított burgonyatermesztés. In: SZIRTES V. (Szerk.) *Hormonális szabályozás, levéltrágyázás II*. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 231-278. p.
- WRÓBEL, S. - KĘSY, J. - TREDER, K. (2017) Effect of Growth Regulators and Ethanol on Termination of Dormancy in Potato Tubers. In: *The American Journal of Potato Research*, 94 544-555. p.
- ZARZYŃSKA, K. (2004) The length of tuber dormancy period in new potato cultivars. In: *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 232 5-14. p.