

A TERMÉSHÉJ MIKROANATÓMIAI SZERKEZETÉNEK ÉS A FITOMELÁN RÉTEG VASTAGSÁGÁNAK SZEREPE A NAPRAFORGÓMOLY (*HOMOEOSOMA NEBULELLUM*) ELLENI REZISZTENCIÁBAN KÜLÖNBÖZŐ GENOTÍPUSOKNÁL

Tóth Csilla – Dezső Tamás – Szabó Béla

Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet, 4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/B, e-mail:
toth.csilla@nye.hu

<https://doi.org/10.71066/FTTMK.2.29>

Bevezetés

A napraforgó (*Helianthus annuus* L.) a pálma és a szója után a világ harmadik legjelentősebb olajnövénye, a Kárpát-medencében és Magyarországon pedig az első számú ipari olajforrás. Kiváló szárazságtűrő és tápanyaghasznosító képessége révén a gyengébb adottságú területeken, így a Nyírség homoktalajain is stabilan termesztendő. Az utóbbi évtizedekben az étkezési (hántolási és madáreleség) célú napraforgó termesztése is felértékelődött, ahol a hagyományos, nagy kézimunka-igényű tájfajtákat (mint a 'Kisvárdai') fokozatosan felváltják a modern, gépesíthető hibridek (pl. 'Jaguár'). A termesztés sikerét ugyanakkor nagyban korlátozzák a kártevők. A napraforgómoly (*Homoeosoma nebulellum*) történelmileg a kultúra egyik legveszélyesebb kártevője. Bár a 20. század közepén bevezetett úgynevezett „páncélos” (fitomelán réteggel rendelkező) fajták elterjedésével a kártétel háttérbe szorult, az utóbbi években – különösen a melegedő éghajlati tendenciák és a harmadik nemzedék gyakoribb megjelenése miatt – a molykártétel ismét növekvő gazdasági problémát jelent.

A kaszatok védelmét a terméshéj (pericarpium) különböző szövettani rétegei biztosítják. Ezek közül a legfontosabbak a kutikula, az epidermisz sejtjeit kitöltő fitomelán (vagy növényi melanin) réteg, valamint a mezokarpiumban elhelyezkedő szklerenchimatikus rostok. A fitomelán egy rendkívül ellenálló, savaknak, lúgoknak és mikrobiális bomlásnak ellenálló polimer pigment, amely a mag érése során képződik.

Jelen kutatás célja az volt, hogy számszerűsítsük és összehasonlítsuk a terméshéj mikroanatómiai paramétereit (kutikula, fitomelán, szklerenchima vastagság) három eltérő hasznosítású és genotípusú napraforgónál, és ezeket összefüggésbe hozzuk a napraforgómoly természetes populációja által okozott kártétel mértékével.

Irodalmi áttekintés

Magyarországon a napraforgó a legnagyobb területen termesztett olajnövény, a szántóföldi növénytermesztésben a kukorica és a búza után a harmadik legfontosabb kultúra (Bocz, 1992). Hazai elterjedését és kiváló termésstabilitását a Kárpát-medence kedvező ökológiai és talajadottságai magyarázzák (Kurnik, 1969). Különösen igaz ez a Nyírség gyenge termőképességű, savanyú homoktalajaira, ahol a napraforgó mélyre hatoló orsógyökérzete és kiváló tápanyag-feltárási képessége révén más kultúrákhoz képest kiemelkedő jövedelmezőséget biztosít (Heiser, 1955; Assenbrenner és Scheidler, 2019; Lenti, 2004).

A hazai termesztésszerkezetben az olajipari hibridek (mint az imidazolinon-toleráns Clearfield® technológiát képviselő 'NK Neoma') mellett hagyományosan jelen van az étkezési és hántolási célú napraforgó is. Utóbbi szegmensben évtizedeken át a 'Kisvárdai' tájfajta szelekciójával előállított populációk domináltak, amelyek szerepét napjainkban a teljesen gépesíthető, stabilabb szárú és nagyobb termés potenciálú étkezési hibridek veszik át, mint amilyen az USA-ból származó 'Jaguár' hibrid (Frank és Szendrő, 2012; Stummer, 2024).

A napraforgó intenzív termesztése együtt járt a kórokozók és kártevők nyomásának fokozódásával. A legjelentősebb gombás betegségek, mint a fehérpenészes szár- és tányérothadás (*Sclerotinia sclerotiorum*) vagy a diaportés szárfoltosság (*Diaporthe helianthi*), közvetlenül veszélyeztetik a termésmennyiséget és az olajminőséget (Horváth et al., 2005; Bagi

és Bodnár, 2011; Gergely, 2012). A kártevő-együttesek közül a levéltetvek (*Aphis fabae*, *Brachycaudus helichrysi*) és a mezei poloskák (*Adelphocoris lineolatus*, *Lygus fajok*) szívogatásukkal közvetlen szöveti torzulásokat és a kaszatok foltosodását okozzák, rontva a csírázóképeséget és az olaj savösszetételét (Ábrahám et al., 2011).

A rágó kártevők közül történelmileg és napjainkban is kiemelkedik a napraforgómoly (*Homoeosoma nebulellum* Denis & Schiffermüller). A hazai és európai szakirodalom egyöntetűen a *H. nebulellum* fajt tekinti a napraforgótáblák fő molykártevőjének (Jermy és Balázs, 1993). Magyarországon a kártevőnek évente 2 vagy 3 nemzedéke fejlődik ki, és kifejtett hernyó alakban telél át a talajban (Ábrahám et al., 2011). Az első nemzedék hernyói még vadon élő fészkes virágzatú gyomokon (pl. *Carduus nutans*, *Cirsium arvense*) fejlődnek ki, míg a második és a harmadik generáció már közvetlenül a termesztett napraforgó virágzatát és fejlődő kaszatjait károsítja (Jermy és Balázs, 1993).

A hernyók kártétele rendkívül súlyos: a fiatal lárvák a virágrészeket rágják, míg az idősebb (L3-L5) stádiumú hernyók berágnak a fejlődő kaszatok belsejébe, teljesen elpusztítva a magot. A rágások nyomán keletkező sebek másodlagos gombás fertőzések (pl. *Rhizopus*, *Botrytis*) kapuiként szolgálnak, ami a tányér teljes rothadásához vezethet (Horváth et al., 2005). A rendszerváltás utáni birtokszerkezeti változások, az izolációs távolságok be nem tartása és a melegedő éghajlat miatt a moly gradációja és kártétele az utóbbi években ismét felerősödött (Szarukán et al., 1996; Frank, 1999).

A napraforgó kaszat terméshéja (pericarpium) szövettanilag több jól elkülöníthető rétegből épül fel: a külső exokarpiumot borító kutikulából, az epidermiszből, az alatta fekvő hipodermiszből, valamint a mechanikai szilárdságot adó szklerenchimatikus mezokarpiumból (Barykina, 2004). A szklerenchimatikus réteget sugárirányú parenchimatikus sejtsorok járják át. A rágó kártevők elleni evolúciós védekezés legfontosabb eleme az epidermisz és a hipodermisz sejtjei között elhelyezkedő, sötét színű fitomelán réteg (Berzelius, 1840; Hanausek, 1907; Ceccarelli et al., 1987; Borovansky, 2011; Choo et al., 2015). Az endokarpium (belső termésfal) ugyanakkor vékony falú parenchimatikus szövetekből épül fel.

A fitomelán (növényi melanin) egy rendkívül ellenálló, nitrogénmentes, magas széntartalmú amorf polimer pigment, amely lúgoknak, savaknak és a mikrobiális dekompozíciónak egyaránt ellenáll (Griebel, 1913; Özdemir és Keleş, 2018). Szerkezetét tekintve poliacetilénen és polivinil-alkohol származékokon alapuló makromolekuláris hálózat (Özdemir és Keleş, 2018). A fitomelán biológiai funkciója sokrétű: az UV-fény elleni védelem és az antioxidáns kapacitás mellett (Glass et al., 2012) elsődleges szerepe a fejlődő mag mechanikai és kémiai védelme (Jana és Mukherjee, 2014). A növényi szövetek anatómiai és kémiai tulajdonságainak együttes vizsgálata egyre nagyobb jelentőségű a növénybiológiai kutatásokban, mivel ezek együttesen szolgáltatnak információt a növények védekezési mechanizmusairól és funkcionális sajátosságairól (Vigh et al., 2017).

A fitomelán réteg jelenléte és vastagsága genotípusonként rendkívül változatos. Az olajipari hibrideknél a nemesítés során rögzítették a folytonos, vastag fitomelán réteget (az úgynevezett „páncélos” jelleget), amely fizikai gátat képez a napraforgómoly fiatal lárváinak rágószerveivel szemben (Szarukán et al., 1996). Ezzel szemben az étkezési fajtáknál a fitomelán réteg jelenléte nemkívánatos, mivel a hántolás során szürkés port képez, rontja a termék esztétikai értékét, és a mag rágásakor kellemetlen textúrát eredményez (Frank és Szendrő, 2012).

Napraforgónál a fitomelán réteg vastagságának és folytonosságának pontos mikroanatómiai feltárása, valamint a kártétellel való összefüggésének vizsgálata elengedhetetlen a modern, kártevő-rezisztens étkezési genotípusok nemesítéséhez.

Vizsgálatunk célja annak meghatározása volt, hogy három eltérő genetikai háttérű és hasznosítású napraforgófajta kaszatjának anatómiai felépítése milyen kapcsolatban áll a napraforgómoly kártételével. Ennek érdekében elemeztük a napraforgómoly rajzásdinamikáját és a fajták kártételi mutatóit, majd mikroszkópos vizsgálatokkal meghatároztuk a kaszat kutikula-, szklerenchima- és fitomelánrétegének vastagságát. Vizsgálataink során arra kerestük a választ, hogy a fitomelánréteg vastagsága önmagában alkalmas-e a rezisztencia magyarázatára, vagy a kaszat komplex anatómiai szerkezete meghatározóbb szerepet játszik a kártevő elleni védekezésben.

Anyag és módszer

Kísérleti terület és környezeti tényezők

A szabadföldi vizsgálatokat 2023-ban Kálmánháza határában (Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegye), az M3-as autópálya szomszédságában elterülő táblákon végeztük. A vizsgált fajták ('Kisvárdai', 'Jaguár', 'NK Neoma') 1,5–1,5 hektáros parcellákon helyezkedtek el. A kísérleti terület talaja savanyú homoktalaj, melynek részletes laboratóriumi paramétereit az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat. A kísérleti terület talajkémiai és tápanyag-ellátottsági paramétereit (0–30 cm mélységből)

pH- KCl	Kötöttség (KA)	Összes só (m/m%)	CaCO ₃ (m/m%)	Szervesanyag (m/m%)	NO ₃ ⁻ -N + NO ₂ ⁻ - N (mg/kg)	Mg (mg/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	Na (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
4,67	33	<0,02	<0,1	1,78	13,3	148	86,5	176	74,7	0,93	4,01

Forrás: Forrás: Magyar Kertészeti Szaporítóanyag Nonprofit Kft., Talaj- és Növényvizsgáló Laboratórium (Újfehértó)

A 2023-as év meteorológiai adatait a 2. táblázat foglalja össze. A tenyészidőszakban (május–augusztus) lehullott csapadék mennyisége (384 mm) és a magas nyári középhőmérsékletek kedvező feltételeket biztosítottak mind a napraforgó fejlődéséhez, mind a kártevők gradációjához.

2. táblázat. Havi meteorológiai adatok (csapadék és hőmérséklet) a kísérleti területen a 2023-as vegetációs időszakban.

Hónap	Csapadék (mm)	Havi minimum hőmérséklet (°C)	Havi maximum hőmérséklet (°C)	Havi átlag hőmérséklet (°C)
Január	61,6	-2,0	13,6	4,2
Február	9,4	-8,7	17,3	2,5
Március	36,6	-5,4	22,1	6,9
Április	40	-1,1	22,5	9,6
Május	60,8	4,8	27,8	16,3
Június	151,2	8,9	33	19,5
Július	101,4	11,3	34,3	22
Augusztus	70,6	9,1	36,1	22,2
Szeptember	24,4	6,2	31,7	19,1
Október	49,8	-2,6	25,4	13,3
November	111,6	-7,5	17,9	5,6
December	78,4	-4,0	12,1	2,6
Összesen / Átlag	795,8	-8,7	36,1	12,0

Forrás: KITE

Rajzásdinamikai megfigyelések és a kártétel felmérése

A napraforgómoly imágók rajzásának nyomon követésére Csalomon-típusú ragacsos feromoncsapdákat (RAG) alkalmaztunk. A csapdákat május elején helyeztük ki, és hetente ellenőriztük a fogásokat.

A kártétel felmérését a kártevő legveszélyesebb, harmadik nemzedékének lecsengése után, 2023. szeptember 7-én végeztük el, amikor a növények 70–80%-os érettségi állapotban (citromérési fázis végén, BCH 85–87) voltak. Fajtatáblánként 100 darab véletlenszerűen kiválasztott tányért vizsgáltunk meg. Feljegyeztük a károsított tányérok arányát (%), valamint a károsított tányérokon belül a hernyók által megrágott kaszatok átlagos számát.

Mikroanatómiai vizsgálatok

A szövettani elemzésekhez a kaszatokat mindhárom fajtánál a kálmánházi mintaterületekről gyűjtöttük be, teljes érettségben. A mintákat a feldolgozásig Strasburger-Flemming-féle

konzerváló oldatban (96%-os etanol, glicerín és desztillált víz 1:1:1 arányú elegye) tároltuk (Barykina, 2004).

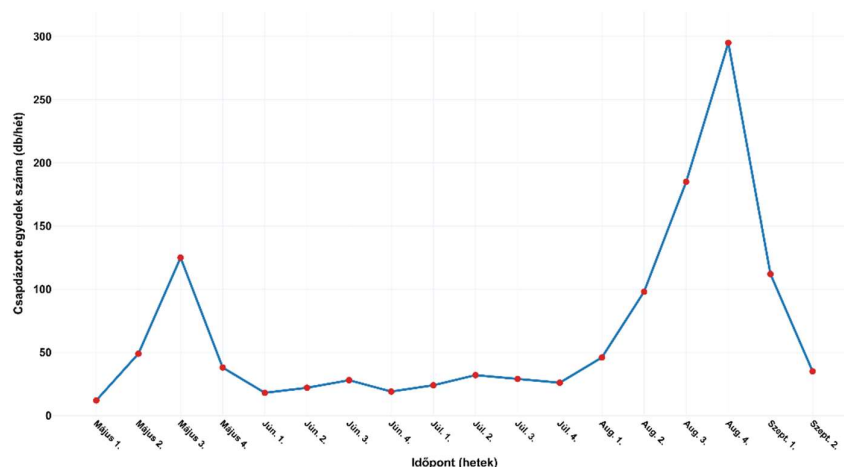
A kaszatok keresztmetszetét kézi eljárással, zsilettpengével készítettük el. A metszeteket részben festetlenül, részben a szklerenchimatizálódott sejtfalak és a lignifikáció jobb láthatósága érdekében 0.2%-os vizes toluidinkék oldattal festve vizsgáltuk (Merck KGaA, Darmstadt, Germany). A méréseket fénymikroszkóp segítségével végeztük 4x10-es, 10x10-es, 20x10-es és 40x10-es nagyítások mellett (Olympus BX51 típusú fénymikroszkóppal, Olympus BioSystems, Munich, Germany)). Mérési paramétereink a következők voltak: teljes termésfal vastagsága (μm), kutikula réteg vastagsága (μm), szklerenchima réteg vastagsága (μm), szklerenchima sejtek sejtfalvastagsága (μm), fitomelán réteg vastagsága (μm). A digitális felvételek készítéséhez VSI RZ302 3M CMOS kamerát használtunk, majd annak mérőprogramjának segítségével mértük a fent említett paramétereket. A méréseknél a biológiai ismétlések száma terméshéj-paraméterenként $n=10$, míg a fitomelán rétegnél $n=50$ volt.

Eredmények és értékelésük

A napraforgómoly rajzásdinamikája és kártétele

A 2023-as tenyészidőszakban végzett feromoncsapdás vizsgálataink eredményeit az alábbi 1. ábra szemlélteti. A grafikonon jól látható a három nemzedék elkülönülése, valamint a harmadik nemzedék augusztus végi, kiugró gradációs csúcsa (295 db egyed/hét).

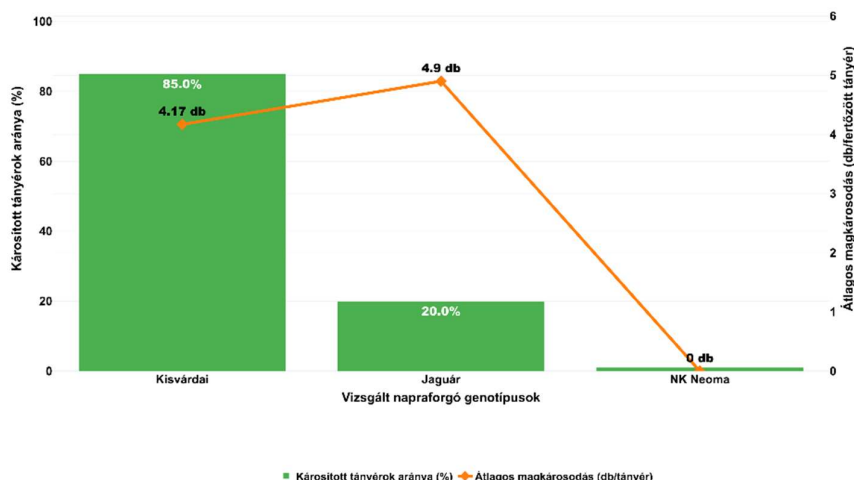
A feromoncsapdás fogások alapján a napraforgómoly első nemzedékének rajzása május elején kezdődött, és május közepén érte el a csúcst. A második nemzedék rajzása elhúzódó volt, határozott rajzáscsúcs nélkül. Ezzel szemben a harmadik nemzedék rendkívül intenzív, robbanásszerű gradációt mutatott: az imágók száma augusztus első hetétől meredeken emelkedett, és a rajzáscsúcs augusztus végére esett. Ez a generáció végezte a legsúlyosabb kártételt.



1. ábra. A napraforgómoly (*Homoeosoma nebulellum*) feromoncsapdás rajzásdinamikája a kálmánházi mintaterületen (2023)

Forrás: Saját adatok, saját szerkesztés

A szeptember eleji kártételi felmérés jelentős különbségeket mutatott a genotípusok között (2. ábra). 'Kisvárdai': A leginkább fogékony fajtának bizonyult. A tányérok jelentős része károsodott, a fertőzött tányérokban belül a rágott kaszatok átlagos száma 4.17 db/tányér volt. 'Jaguár': Mérsékelt ellenállóságot mutatott. A vizsgált tányérokban körülbelül az 1/5 része (20%) mutatott rágásnyomokat, a károsított tányérokban belüli magkárosítás átlagosan 4.90 db/tányér volt. 'NK Neoma': Kimagasló rezisztenciát mutatott. A 100 vizsgált tányérból mindössze 1 darabnál (1%) találtunk felületi rágásnyomot a tányéron, de azon belül egyetlen szemtermés sem károsodott (0 db/tányér).



2. ábra. A napraforgómoly kártételének alakulása a vizsgált genotípusoknál (2023. szeptember) – a károsított tányérok aránya (%) és az átlagos magkárosodás (db/fertőzött tányér)

Forrás: Saját adatok, saját szerkesztés

Mikroanatómiai mérési eredmények

A szövettani vizsgálatok alapján a három genotípus terméshéj-szerkezetének alakulása között markáns eltéréseket lehetett megállapítani (3. táblázat).

3. táblázat. A kaszat terméshéjának főbb mikroanatómiai és szövettani paraméterei a vizsgált napraforgó genotípusoknál (átlagértékek, μm).

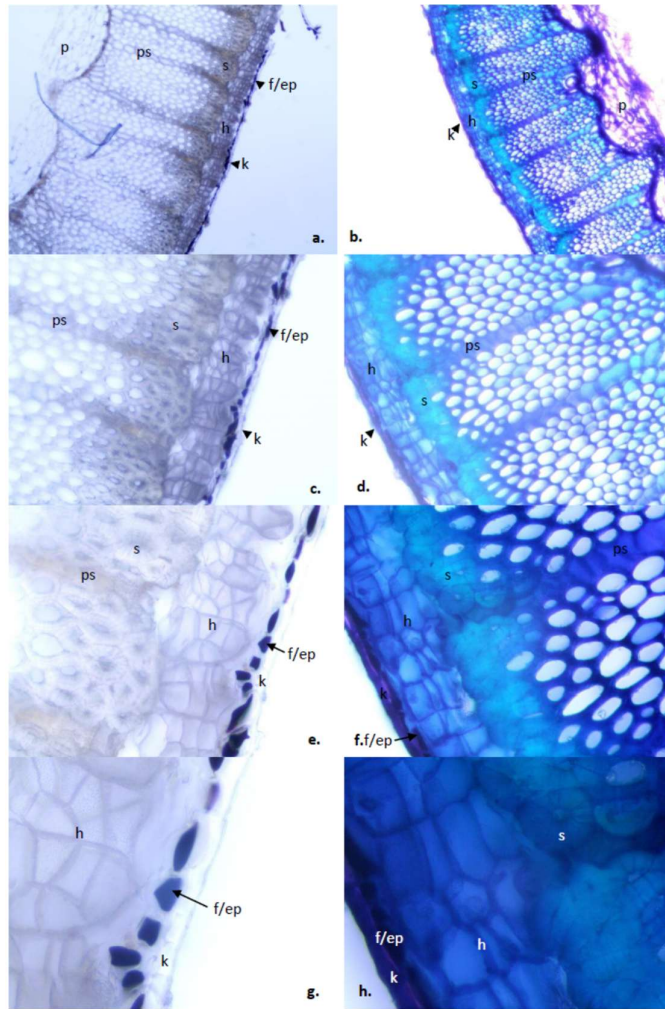
Fajta/Hibrid	Terméshéj vastagsága (μm)	Kutikula vastagsága (μm)	Szklerenchima vastagsága (μm)	Szklerenchima sejtfalvastagság (μm)	Fitomelán réteg vastagsága (μm)
'Jaguár'	723,56	7,13	121,75	12,49	7,26
'Kisvárdai'	453,94	5,93	38,33	6,86	1,55
'Neoma'	158,27	4,19	33,42	5,11	11,64

Forrás: Saját adatok

A 'Jaguár' étkezési hibrid rendelkezik a legrobosztusabb fizikai felépítéssel: teljes terméshéjvastagsága (723,56 μm) több mint négyszerese a 'Neoma' hibridének. Szklerenchimatikus rétege (121,75 μm) és a szklerenchima sejtek falvastagsága (12,49 μm) szintén kiemelkedő, ami rendkívül erős mechanikai szilárdságot biztosít a héjnak. A kutikula rétegvastagsága szintén itt a legvastagabb (7,13 μm) (3. ábra).

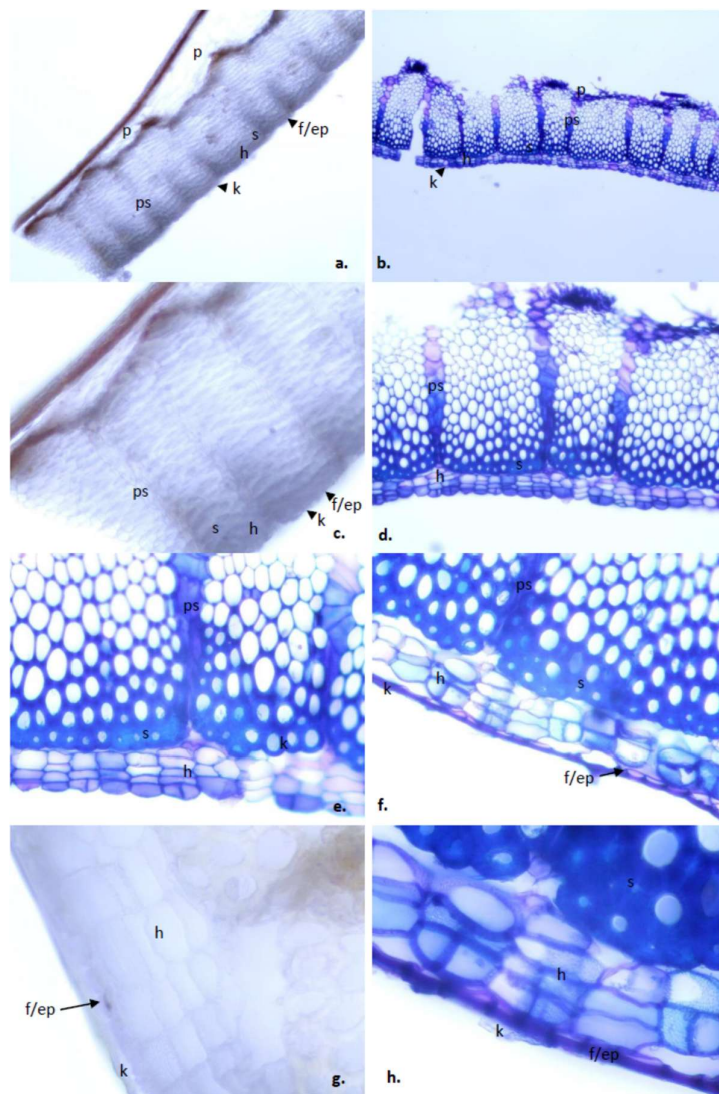
A 'Kisvárdai' tájfajta közepes terméshéj-vastagsággal (453,94 μm) és vékonyabb szklerenchimával (38,33 μm) jellemezhető. A legfontosabb különbség azonban a fitomelán rétegnél mutatkozott: átlagos vastagsága mindössze 1,55 μm volt, és a mikroszkópos képek alapján nem alkotott összefüggő réteget. A fitomelán lerakódás rendkívül hézagos, a sejtek többségéből teljesen hiányzik a pigment.

A 'Neoma' olajipari hibrid terméshéja rendkívül vékony (158,27 μm), szklerenchimatikus rétege (33,42 μm) és kutikulája (4,19 μm) is a legkisebb méretű a vizsgált csoportban. Ugyanakkor ez a hibrid rendelkezik a legvastagabb (11,64 μm) és teljesen összefüggő, zárt fitomelán réteggel.



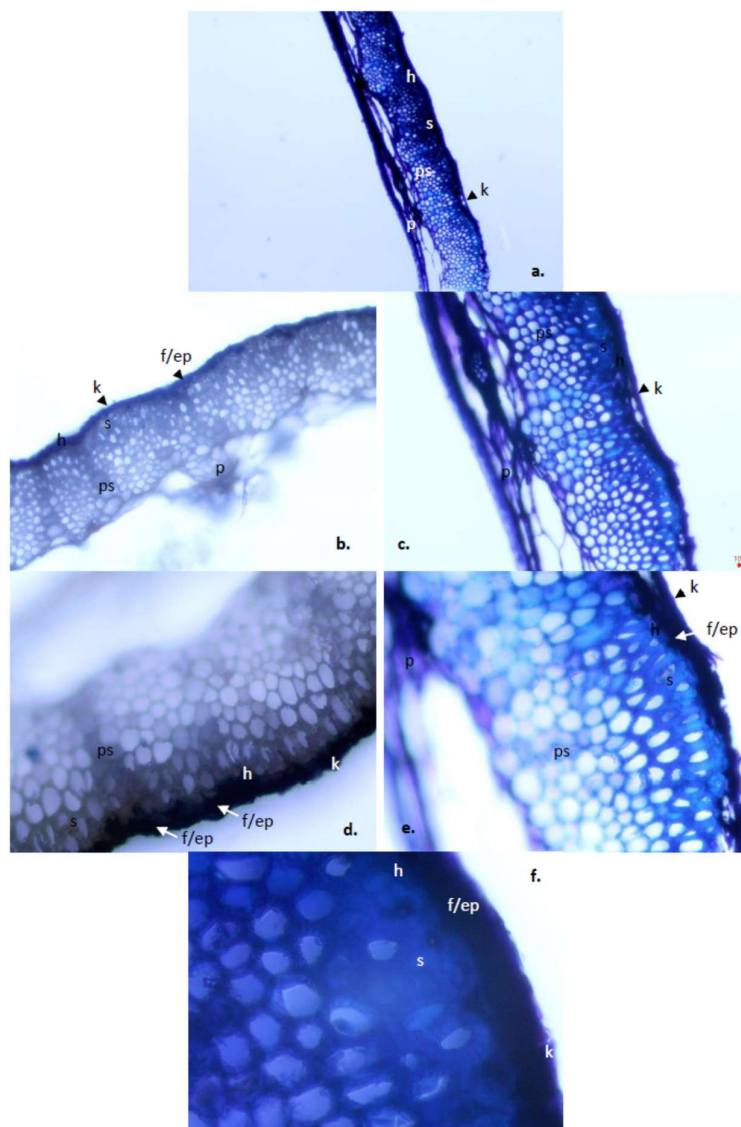
3. ábra. A 'Jaguár' napraforgó fajta terméshéjának jellemző mikroanatómiai paraméterei
a. 4x10-es nagyítás, festetlen metszet, b. 4x10-es nagyítás, toluidinkékkel festett metszet, c. 10x10-es nagyítás, festetlen metszet, d. 10x10-es nagyítás, toluidinkékkel festett metszet, e. 20x10-es nagyítás, festetlen metszet, f. 20x10-es nagyítás, toluidinkékkel festett metszet, g. 40x10-es nagyítás, festetlen metszet, h. 40x10-es nagyítás, toluidinkékkel festett metszet. *k*: kutikula, *f/ep*: fitomelán réteg/epidermisz, *h*: hipodermisz, *s*: szklerenchima, *ps*: parenchimatikus sejtsor, *p*: parenchima

Forrás: Saját felvételek, saját szerkesztés



4. ábra. A 'Kisvárdai' napraforgó fajta terméshéjának jellemző mikroanatómiai paraméterei
a. 4x10-es nagyítás, festetlen metszet, **b.** 4x10-es nagyítás, toluidinkékkel festett metszet, **c.** 10x10-es nagyítás, festetlen metszet, **d.** 10x10-es nagyítás, toluidinkékkel festett metszet, **e.** 20x10-es nagyítás, festetlen metszet, **f.** 20x10-es nagyítás, toluidinkékkel festett metszet, **g.** 40x10-es nagyítás, festetlen metszet, **h.** 40x10-es nagyítás, toluidinkékkel festett metszet. **k:** kutikula, **f/ep:** fitomelán réteg/epidermisz, **h:** hipodermisz, **s:** szklerenchima, **ps:** parenchimatikus sejtsor, **p:** parenchima

Forrás: Saját felvételek, saját szerkesztés



5. ábra. A 'Neoma' napraforgó fajta terméshéjának jellemző mikroanatómiai paraméterei

a. 4x10-es nagyítás, festetlen metszet, b. 10x10-es nagyítás, festetlen metszet, c. 10x10-es nagyítás, toluidinkékkel festett metszet, d. 20x10-es nagyítás, festetlen metszet, e. 20x10-es nagyítás, toluidinkékkel festett metszet, f. 40x10-es nagyítás, toluidinkékkel festett metszet. **k:** kutikula, **f/ep:** fitomelán réteg/epidermisz, **h:** hipodermisz, **s:** szklerenchima, **ps:** parenchimatikus sejtsor, **p:** parenchima

Forrás: Saját felvételek, saját szerkesztés

Következtetések

A szövettani és kártételi adatok összevetéséből egyértelműen látszik, hogy a szklerenchimatikus réteg és a kutikula vastagsága önmagában nem nyújt elégséges védelmet a napraforgómoly lárvái ellen. Bár a 'Jaguár' hibrid rendkívül vastag termésfallal (723,56 μm) és masszív szklerenchimával (121,75 μm) rendelkezik, mégis jelentős (20%-os) tányérfertőzöttséget és azon belül magas magkárosítást (4,9 db/tányér) szenvedett el. Ez azzal magyarázható, hogy a fiatal lárvák rágószervei képesek áthatolni a tiszta cellulóz- és lignin-alapú rostokon, ha nem ütköznek kémiai akadályba.

Ezzel szemben az 'NK Neoma' hibrid minimális fizikai héjvastagság mellett is szinte teljes rezisztenciát mutatott. Ennek kulcsa a 11,64 μm vastagságú, folytonos fitomelán (páncél) réteg.

A fitomelán réteg jelenléte megakadályozza, hogy a hernyó átrágja a terméshéjat, mivel a fitomelán kémiai szerkezete (Özdemir és Keleş, 2018) ellenáll a lárvák emésztőenzimjeinek és fizikai koptató hatásának. Ez alátámasztja Szarukán és munkatársai (1996) korábbi megfigyeléseit, miszerint a fitomelán réteg folytonossága a legfőbb védelmi vonal.

A 'Kisvárdai' fajta rendkívüli fogékonysága közvetlen következménye a fitomelán réteg szinte teljes hiányának (1,55 μm , nem összefüggő szerkezet). A kártevő számára ez a genotípus jelentette a legkönnyebb táplálékforrást.

Az étkezési napraforgók esetében a nemesítők szándékosan törekednek a fitomelán réteg visszaszorítására, mivel a sötét pigmentréteg esztétikailag rontja a hántolt mag minőségét, valamint a túl vastag szklerenchima és kutikula nehezíti a mag roppanthatóságát és rághatóságát (Frank és Szendrő, 2012). Ugyanakkor a fitomelán teljes elhagyása – amint azt a 'Kisvárdai' példája mutatja – katasztrofális kártevő-érzékenységhöz vezet.

A fentiek alapján eredményeink megerősítették a fitomelán réteg elsődlegességét a napraforgómoly kártételének limitálásában. Igazoltuk, hogy a napraforgómoly elleni rezisztenciában a fitomelán réteg vastagsága és folytonossága nagyságrendekkel fontosabb tényező, mint a teljes termésfal vagy a szklerenchima vastagsága.

Eredményeink rámutattak arra is, hogy a hagyományos 'Kisvárdai' fajta termesztésének visszaszorulása nemcsak az alacsonyabb terméspotenciál és a kézimunka-igény miatt törvényszerű, hanem a fitomelán réteg hiányából adódó extrém moly-fogékonyság miatt is. Integrált növényvédelem nélkül ezen fajta termesztése ma már nem rentábilis.

Megállapítható volt továbbá, hogy a modern étkezési hibridek (mint a 'Jaguár') nemesítése során meg kell találni azt az optimális egyensúlyt, ahol a fitomelán réteg vastagsága még elegendő védelmet nyújt a rágó kártevők ellen (pl. 6–8 μm közötti folytonos réteg), de a mag még könnyen hántolható és fogyasztható marad.

Eredményeink alapján megerősítést nyert, hogy azokon a területeken, ahol étkezési, fitomelán-szegény fajtákat termesztünk, a feromoncsapdás rajzáskövetésre alapozott, célzott kémiai védekezés elengedhetetlen a harmadik nemzedék augusztusi gradációs csúcspontkor.

Összefoglalás

A napraforgó (*Helianthus annuus* L.) hazánk legfontosabb olajnövénye, melynek termesztését számos biotikus tényező veszélyezteti. Vizsgálatunkban a napraforgómoly (*Homoeosoma nebulellum* Denis & Schiffermüller) kártételét és a kaszatok terméshéjának mikroanatómiai sajátosságait vizsgáltuk három eltérő genotípusnál: a hagyományos étkezési 'Kisvárdai' fajtánál, a modern étkezési 'Jaguár' hibridnél, valamint az olajipari 'NK Neoma' hibridnél. A 2023-as vegetációs időszakban végzett feromoncsapdás rajzásdinamikai megfigyelések alapján a kártevő harmadik nemzedéke mutatott kiugró gradációt augusztus végén. A kártételi felmérések szerint a 'Kisvárdai' fajta bizonyult a leginkább fogékonyaknak, míg a 'Neoma' hibrid gyakorlatilag teljes rezisztenciát mutatott (1% tányérkárosodás, 0% magkárosodás). A szövettani vizsgálatok (toluidinkékkel festett és festetlen keresztmetszetek) igazolták, hogy a mechanikai védelemért felelős szklerenchimatikus réteg (121,75 μm) és a kutikula (7,13 μm) a 'Jaguár' hibridnél a legvastagabb, azonban ez önmagában nem nyújtott teljes védelmet. A rezisztencia elsődleges kulcstényezője a fitomelán réteg folytonossága és vastagsága: a 'Neoma' hibrid kiemelkedő, 11,64 μm -es összefüggő fitomelán réteggel rendelkezik, míg a 'Kisvárdai' fajtánál ez a réteg nem összefüggő, elenyésző vastagságú (1,55 μm) és hézagos. Eredményeink rávilágítanak, hogy ugyan a fitomelán rétegnek meghatározó szerepe van a rágó kártevők elleni védekezésben, azonban a kaszat védelmi rendszerét több, egymással kölcsönhatásban álló szövettani elem együttesen határozza meg. A mechanikai védelmet biztosító szklerenchima, a külső kutikula és a belső fitomelánréteg eltérő kombinációja fajtaspecifikus rezisztenciamintázatokat eredményezhet.

Kulcsszavak: *Helianthus annuus*, *Homoeosoma nebulellum*, fitomelán, mikroanatomia, mechanikai rezisztencia, szklerenchima

Irodalom

- Ábrahám R., Érsek T., Kuroli G., Németh L., Reisinger P.: 2011. Növényvédelem. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 138-143. p.
- Assenbrenner E., Scheidler J.: 2019. A növénytermesztés gyakorlata. Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., Budapest, 276-299. p.
- Bagi F., Bodnár K.: 2011. Növényvédelmi ismeretek. Bába Kiadó, Szeged, 113-116. p.
- Barykina, R. P.: 2004. Guide on Botanical Microtechnique: Basic and Methods. Moscow State University, Moscow, 312 p.
- Berzelius, J. J.: 1840. Lehrbuch der Chemie. Vol. 9, Arnoldische Buchhandlung, Dresden und Leipzig.
- Bocz E.: 1992. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Borovansky, J.: 2011. History of melanosome research. In: Borovanský, J., Riley, P. A. (eds.): Melanins and Melanosomes: Biosynthesis, Biogenesis, Physiological and Pathological Functions. Wiley-VCH Verlag GmbH, 1–19. p. <https://doi.org/10.1002/9783527636150.ch1>
- Ceccarelli, S., Grando, S., Van Leur, J. A. G.: 1987. Genetic diversity in barley landraces from Syria and Jordan. Euphytica, 36: 389–405. p. <https://doi.org/10.1007/BF00041482>
- Choo, T. M., Vigier, B., Savard, M. E., Blackwell, B., Martin, R., Wang, J.: 2015. Black barley as a means of mitigating deoxynivalenol contamination. Crop Science, 55: 1096–1103. p. <https://doi.org/10.2135/cropsci2014.05.0405>
- Frank J.: 1999. A napraforgó biológiája, termesztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Frank J., Szendrő P.: 2012. Versenyképes napraforgó termesztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 354 p.
- Gergely L.: 2012. Napraforgó rezisztencia-vizsgálatok. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH), Budapest.
- Glass, K., Ito, S., Wilby, P. R.: 2012. Direct chemical evidence for undegraded eumelanin pigment from the Jurassic period. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109 (26): 10218–10223. p. <https://doi.org/10.1073/pnas.1118448109>
- Griebel, C.: 1913. Über das Vorkommen von Phytomelan im Wurzelstock von Inula Helenium L. Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, 25: 215-220. p. <https://doi.org/10.1007/BF02025177>
- Hanausek, T. F.: 1907. Neue Mitteilungen über die sogenannte Kohleschicht der Kompositen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 25: 112-118. p.
- Heiser, C. B.: 1955. The origin and development of the cultivated sunflower. The American Biology Teacher, 17 (5): 161-167. p. <https://doi.org/10.2307/4438706>
- Horváth Z., Békési P., Virányi F.: 2005. A napraforgó védelme. In: Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 307-328. p.
- Jana, B. K., Mukherjee, S. K.: 2014. Notes on the distribution of phytomelanin layer in higher plants – a short communication. Journal of Pharmaceutical Biology, 4 (3): 131-132. p.
- Jermý T., Balázs K.: 1993. A növényvédelmi állattan kézikönyve 4/B. Akadémiai Kiadó, Budapest, 474-478. p.
- Kurnik E.: 1969. A napraforgó. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Lenti I.: 2004. Gyakorlati növényvédelem. Nyíregyházi Főiskola, Nyíregyháza.
- Özdemir, C., Keleş, S.: 2018. Chemical and anatomical properties of the phytomelanin layer in Asteraceae. Botanical Studies, 59: 12-18. p.
- Stummer I.: 2024. Gabona és ipari növények. Östermelő - Gazdálkodók Lapja, 28 (8): 14-18. p.
- Szarukán I., Horváth Z., Tóth M., Szöcs G., Ujváry I. (1996): A napraforgómoly (*Homoeosoma nebulellum* Den. et Schiff.) kártétele és az ellene való védekezés lehetőségei. Növényvédelem, 32 (8): 385-392. p.
- Vigh Sz., Cziáky Z., Sinka L. T., Pribac C., Moş L., Turcuş V., Reményik J., Máthé E.: 2017. Comparative chemomapping of phytoconstituents from different extracts of globe artichoke – *Cynara scolymus* L. Studia Universitatis Babeş-Bolyai Chemia 62 (2), 125–143. p. <https://doi.org/10.24193/subbchem.2017.2.10>

THE ROLE OF PERICARP MICROANATOMICAL STRUCTURE AND PHYTOMELANIN LAYER THICKNESS IN RESISTANCE AGAINST THE SUNFLOWER MOTH (*HOMOEOSOMA NEBULELLUM*) IN DIFFERENT GENOTYPES

Csilla Tóth, Tamás Dezső, Béla Szabó

University of Nyíregyháza, Institute of Engineering and Agricultural Sciences, H-4400
Nyíregyháza, Sóstói Str. 31/b.
toth.csilla@nye.hu

Summary

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is the most important oilseed crop in Hungary, the cultivation of which is threatened by numerous biotic factors. In our study, we investigated the damage caused by the sunflower moth (*Homoeosoma nebulellum* Denis & Schifferrmüller) and the microanatomical characteristics of the pericarp of achenes in three different genotypes: the traditional confectionery variety 'Kisvárdai', the modern confectionery hybrid 'Jaguár', and the oilseed hybrid 'NK Neoma'. Based on pheromone trap-based flight dynamics observations conducted during the 2023 growing season, the third generation of the pest exhibited a prominent outbreak (gradation peak) in late August. According to the damage assessments, the variety 'Kisvárdai' proved to be the most susceptible, while the hybrid 'Neoma' showed virtually complete resistance (1% head damage, 0% seed damage). Histological examinations (stained with toluidine blue and unstained cross-sections) confirmed that the sclerenchymatous layer (121.75 µm) and the cuticle (7.13 µm), which are responsible for mechanical protection, were the thickest in the hybrid 'Jaguár'; however, this alone did not provide complete protection. The primary key factor of resistance is the continuity and thickness of the phytomelanin layer: the hybrid 'Neoma' possesses an outstanding, continuous phytomelanin layer of 11.64 µm, whereas in the variety 'Kisvárdai', this layer is discontinuous, of negligible thickness (1.55 µm), and sparse. Our results highlight that although the phytomelanin layer plays a decisive role in defense against chewing pests, the protective system of the achene is determined collectively by multiple, interacting histological elements. Different combinations of the mechanical protection-providing sclerenchyma, the outer cuticle, and the inner phytomelanin layer can result in variety-specific resistance patterns.

Keywords

Helianthus annuus, *Homoeosoma nebulellum*, phytomelanin, microanatomy, mechanical resistance, sclerenchyma