

## Kukorica hibridek (*Zea mays* L.) genetikai homogenitása poszt kontroll vizsgálatokban

KRISTÓ ATTILA – KALINA HELLA  
Debreceni Egyetem  
Kerpely Kálmán Doktori Iskola, Debrecen

### Összefoglalás

A vetőmag genetikai tisztasága és homogenitása alapvető feltétele a hibridtől elvárt agronómiai tulajdonságok meglétének és a magas terméshozam biztosításának. Jelen vizsgálat célja öt kukorica hibrid (K1–K5) értékelése különböző fémzárolásokból származó vetőmagtétélek homogenitása szempontjából. A tétélek homogenitásának (fajtatisztaságának) megállapítása morfológiai és fenológiai bélyegek vizsgálata alapján történt, követve a hatósági ellenőrzési protokoll (kisparcellás poszt kontroll fajtakitermesztés) előírásait. A kísérletet 2025-ben, a NÉBIH Fajtakitermesztő Állomásán végeztük, ahol a tenyésztésidőszakban elvégzett bonitálások alkalmával a hivatalos fajtaleírások segítségével azonosítottuk a vetőmagtétélekben idegenként (fenológiai és/vagy morfológiai bélyegekben eltérő) előforduló egyedeket. Az eredmények alapján a vizsgált hibridek homogenitása egységesen magas volt, jóval a hatósági küszöbérték felett. A hibridek között statisztikailag nem volt kimutatható szignifikáns különbség ( $p = 0,259$ ), ugyanakkor a grafikus elemzések kisebb mértékű eltéréseket jeleztek az egyes vetőmagtétélek között. Valamennyi vizsgált minta megfelelt a hatályos szabványokban előírt fajtatisztasági követelményeknek.

Az eredmények rámutatnak arra, hogy a magas átlagos homogenitás mellett is kimutathatók finom különbségek a vetőmagtétélek között, amelyek fontos indikátorai lehetnek a hibrid genetikai stabilitásának és a vetőmag-előállítás minőségének.

**Kulcsszavak:** kukorica, fajtakitermesztés, poszt kontroll, homogenitás, vetőmagminősítés

## Genetic homogeneity of maize hybrids (*Zea mays* L.) in post-control trials

A. KRISTÓ – H. KALINA

University of Debrecen

Kerpely Kálmán Doctoral School, Debrecen

### Summary

The genetic purity and homogeneity of seed are essential prerequisites for achieving the expected agronomic performance of hybrids and ensuring high yield potential. The aim of the present study was to evaluate five maize hybrids (K1–K5) with respect to the homogeneity of their seed lots originating from different certified seed batches. The assessment of homogeneity (varietal purity) was carried out based on the evaluation of morphological and phenological traits, following the requirements of the official control protocol (small-plot post-control variety testing). The experiment was conducted in 2025 at the Variety Post Control Station of NÉBIH, where off-type plants (differing in phenological and/or morphological traits) were identified during the growing season using official variety descriptions. Based on the obtained results, the homogeneity of the examined hybrids was consistently high, well above the official threshold value. No statistically significant differences were detected among the hybrids ( $p = 0.259$ ); however, graphical analyses revealed minor variability among individual seed lots. All examined samples met the varietal purity requirements specified in the current standards.

The results indicate that even under high average homogeneity, subtle differences among seed lots can be detected, which may serve as important indicators of hybrid genetic stability and seed production quality.

**Keywords:** maize, variety testing, post-control, homogeneity, seed certification

### Bevezetés

A termesztett növényfajták esetében elengedhetetlen a magas genetikai tisztaság biztosítása és megőrzése. Ez alapvető feltétele az agronómiai teljesítmény stabil fenntartásának. Mindez lehetővé teszi, hogy a nemesítők által elért hozam- és minőségbeli fejlesztések hatékonyan eljussanak a termelőkhöz

(Kovincic et al., 2023). A hatékony mezőgazdasági termelés alapja a jó minőségű vetőmag. Ennek ellenőrzése és a minősítés hitelességének biztosítása a vetőmagminőség felügyelő hatóságok alapfeadata, ezzel növelve a vetőmagkereskedelem megbízhatóságát és gazdasági sikerét (Roos & Wianer, 1991). A minőségi kritériumok egyik meghatározó eleme a vetőmagtétel megfelelő genetikai homogenitása, melynek a hozamra gyakorolt hatása számokkal is kimutatható (Malya et al., 2024).

Globális szinten a kukorica, mint meghatározó kultúrnövény iránti növekvő igények kielégítése érdekében elterjedtek a hibrid fajták, ezek magasabb terméshozamot, jobb alkalmazkodóképességet és genetikai egységességet biztosítanak a termelésben. Ezzel párhuzamosan kiemelt fontosságúvá vált a kukorica vetőmag genetikai tisztaságának és homogenitásának biztosítása és ellenőrzése a termelési potenciál fenntartása érdekében (Bhat et al., 2017). Ennek romlását gyakran a nőivarú szülővonal önmegporzása okozza, ami genetikai szennyeződéshez vezethet. Jelenleg azonban nem áll rendelkezésre olyan módszer, amely teljes pontossággal és gyorsan képes lenne az ilyen jellegű szennyeződések kimutatására (Salgado et al., 2006). Ezért a hibrideket morfológiai és fenológiai tulajdonságaik alapján hatóságilag ellenőrizni kell, ennek menetét nemzetközi és hazai szinten is törvények, jogszabályok és szabványok határozzák meg. A klasszikusnak tekinthető morfológiai vizsgálatok napjainkban is használatosak (Kristó et al., 2025).

A morfológiai és agronómiai tulajdonságok megfigyelése továbbra is alapvető szerepet játszik a kukorica vonalak és hibridek jellemzésében és megkülönböztetésében. A genotípusok között jelentős variabilitás figyelhető meg olyan tulajdonságok esetében, mint a növénymagasság, csóhossz, virágzási idő vagy a termésjellemzők (Pinnisch et al., 2012; Shrestha, 2014; Reddy et al., 2025). Az új kukoricahibridekkel szemben növekvő az a követelmény, hogy azok ne csak kedvező években adjanak kielégítő termést, hanem eltérő környezeti és időjárási körülmények között (Nagy, 2021, Gombos et al., 2023, Gombos & Nagy, 2023) is jövedelmező legyen a termesztésük. A DUS (Distinctness, Uniformity, Stability – megkülönböztethetőség, egyöntetűség, stabilitás) tulajdonságok segítségével lehetővé válik a genotípusok pontos leírása és elkülönítése (Chanda et al., 2014). Továbbá a különböző statisztikai módszerek alkalmazása lehetővé teszi a genotípusok közötti különbségek feltárását és csoportosítását. Ezek az elemzések egyértelműen elkülöníthető csoportokat azonosítanak, és segítenek meghatározni

azokat a tulajdonságokat, amelyek leginkább hozzájárulnak a variabilitáshoz és a terméshozam alakulásához (Al-Naggar et al., 2020; Fadhli et al., 2023).

A hibridek gazdaságos vetőmag-előállításának sikeressége nagymértékben a szülővonalak tulajdonságaitól függ. Különösen meghatározó az anyai szülő szerepe, alkalmasságának megítélésében több agronómiai tulajdonság játszik szerepet, mint a szemtermés mennyisége, ezermag tömeg, csőhossz és a szemek morfológiai paraméterei (Pinnisch et al., 2012). A morfológiai vizsgálatok során, a környezeti tényezők szerepe sem elhanyagolható mivel a genotípusok teljesítménye eltérő klimatikus hatás vagy változó víz- és tápanyagellátottság mellett változik (Cervantes Adame et al., 2016; Al-Naggar et al., 2020). A silókukorica-hibridek esetében például a levélstruktúra és a csőelhelyezkedés közötti összefüggések, valamint a környezeti tényezők hatása meghatározó a szárazanyag-termés alakulásában (Tóthné Zsubori et al., 2010).

Napjainkra a mezőgazdasági kultúrfióra fajtáinak száma ugrásszerűen megnövekedett, a morfológiai jellemzők közötti különbségek oly mértékben csökkentek, hogy a jelenlegi fajtaértékelési rendszerek továbbfejlesztése szükséges, különösen a DUS vizsgálatok módszertanának korszerűsítése vált szükségessé. Mindeközben az újonnan megjelent molekuláris biológiai technikák, markerek alkalmazása a hagyományos morfológiai megfigyelések hatékony kiegészítői lettek (Gunjaca et al., 2008). A hibrid kukorica vetőmag genetikai tisztaságának, homogenitásának mértéke biokémiai (izoenzim) és DNS-alapú (SSR) markerek segítségével gyorsan és pontosan megállapítható, a környezeti tényezők sem befolyásolják. Ez megkönnyíti és felgyorsítja az ellenőrzést (Salgado et al., 2006). Több vizsgálat is megerősíti, hogy a molekuláris módszerek hatékonyabban képesek kimutatni a genetikai szennyeződések és pontosabban tükrözik a genotípusok közötti rokonsági viszonyokat (Nagy et al., 2003; Gunjaca et al., 2008). A molekuláris és morfológiai módszerek közötti kapcsolat vizsgálata viszont arra is rámutat, hogy a két megközelítés nem mindig ad azonos eredményeket, amit elsősorban a fenotípusos tulajdonságok környezeti érzékenysége magyaráz (Babic et al., 2016; Guan et al., 2020). Ezért a morfológiai és molekuláris módszerek kombinált alkalmazása biztosítja a legmegbízhatóbb eredményeket a kukorica hibridek jellemzésében. (Kapoor et al., 2022; Saha et al., 2024).

Magyarországon évtizedek óta folynak hatósági vizsgálatok a kukorica hibridek vetőmagtétteleinek fajtatisztaságának megállapítására. A NÉBIH Fajtakitermesztő

Állomásán (Monorierdő) a hivatalos fémzárolásból származó minták kerülnek elvetésre. Ezzel egyedülként az országban, az Állomás látja el a vetőmagok fajtaazonosságára és fajtatisztaságára vonatkozó hatósági ellenőrzéseket. Célja a vetőmag minőségének és genetikai értékének megőrzése, nyomon követése. Az itt elvégzett kisparcellás posztkontroll vizsgálatok (közismert néven fajtakitermesztés) a megkülönböztethetőség, egyöntetűség, állandóság (DUS) alapjaira épül. Eredményéből következtethetünk a szülő vonalak genetikai stabilitására, a hibrid előállítás sikerességére. Mindez hozzájárul a vetőmagtermesztés megbízhatóságához és a minőség védelméhez, biztosítva a növénytermesztés genetikai stabilitását (Kristó és Nagy, 2025).

### **Anyag és módszer**

Jelen elemzés tárgya a 2025-ben Monorierdőn fajtakitermesztésre került öt kukorica hibrid mintáinak homogenitási vizsgálati eredményei. A hibridek nem kerülnek megnevezésre (jelölésük K1, K2, K3, K4, K5). A kiválasztás alapját a közel azonos mintaszámot képviselő hibridek mintái képezték. A vetésre 2025. május elején került sor, az ide vonatkozó szabvány (Magyar Szabvány, 2008) előírásai alapján. A mintákat 70 méter hosszú parcellaméretben (1 sor = 1 parcella) vetettük el, biztosítva az előírt 210–280 tőszám intervallumot. Az egy fajtához tartozó minták egymás mellé kerültek, agrotechnikai kezelésük egységesen történt.

A morfológiai és fenológiai értékelés a CPVO TP/002/3 kukorica protokollja alapján történt, az előírt fenofázisokban. Az előírások alapján a tenyészidőszakban megfigyelésre kerültek a kiemelt tulajdonságok (növénymagasság, címer hányás, címer jellemzése, portok színe, bibe megjelenése és színe, csutka színe, szem típusa). Az adott tulajdonság hibridre jellemző markerei kerültek összehasonlításra a hibrid fajtaleírásával. Ezek alapján az eltérő bélyeget mutató növények fajtaidegenként detektálódhatnak. Ezek az egyedek adják a vetőmagtétel heterogenitását. Excel és Jamovi szoftverek segítségével történt az adatok elemzése és vizuális ábrázolása.

### **Eredmények és értékelés**

Kukorica hibridek vonatkozásában elmondható, hogy a vetőmagtétel homogenitása magas fokú. A vizsgált mintákban az idegenként azonosított egyedek

aránya kismértékű. Az eltérő egyedek növénymagasságban, szárátmérőben, későbbi érésben vagy éppen eltérő csőhosszúságban különböztek a minta más egyedeitől. Az esetleges időjárás okozta anomáliák vagy egyéb befolyásoló tényezők ezekben az esetekben kizárhatóak voltak. A hibridek vetőmag mintáinak homogenitás % adataiból számolt alapadatokat az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat. *Kukorica hibridek homogenitásának statisztikai alapadatai (Excel elemzés)*

Hibrid (1)	Elemsszám (2)	Átlag (%) (3)	Medián (4)	Minimum (%) (5)	Maximum (%) (6)	Szórás (%) (7)
K1	20	99,78	100,00	98,72	100,00	0,39
K2	15	99,51	99,46	98,78	100,00	0,41
K3	17	99,74	100,00	98,66	100,00	0,45
K4	14	99,50	100,00	98,21	100,00	0,67
K5	15	99,75	100,00	98,57	100,00	0,42

*Table 1.* Statistical baseline data on the homogeneity of maize hybrids (MS Excel analysis). (1) Hybrids, (2) Sample number, (3) Mean (%), (4) Median, (5) Minimum (%), (6) Maximum (%), (7) Standard deviation (%)

Az öt vizsgált hibrid (K1–K5) alapstatisztikai értékei alapján megállapítható, hogy az adatok nagyon magas értéktartományban koncentrálnak. Az eredmények 98,21% és 100% közé esnek. A legalacsonyabb és legmagasabb átlag (99,50%; 99,78%) közötti eltérés is minimális K1 és K4 hibrideknél, ezek a különbségek gyakorlati szempontból csekélyek. Ezek alapján kimondható, hogy a vizsgált hibridek magas szintű minőséget képviselnek homogenitás terén. K1, K3, K4 és K5 hibridek esetében a medián 100, tehát az értékek legalább fele eléri a maximális homogenitást. Csak K2 hibrid esetében tapasztalható valamivel alacsonyabb (99,46) érték. A szórásértékek minden hibrid esetén alacsonyak, az adatok az átlag körül szorosan helyezkednek el. A legkisebb szórás K1 esetében tapasztalható, ami stabil és homogén vetőmag tételek jelenlétét jelez, míg a legnagyobb szórás K4 hibridnél egy kicsit nagyobb ingadozásra utal. A minimumértékek összehasonlítása is megerősíti ezt a nagyobb variabilitást.

A boxplot diagram (1. ábra) vizuálisan is megerősíti az alapstatisztikai eredményeket. A dobozok mindegyike a felső értéktartományban helyezkedik el, ami szemléletesen ábrázolja a homogenitás szintjét, láthatóan a hibridek nagyon hasonló és magas szintű minőséget képviselnek.

1. ábra. A vizsgált hibridek homogenitásának eloszlása

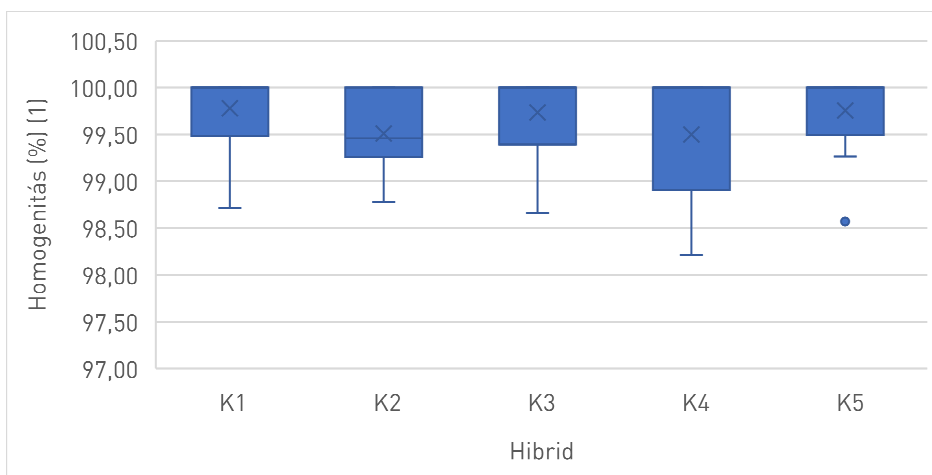


Figure 1. Homogeneity distribution of the examined hybrids. (1) Homogeneity (%)

A K1 kukorica hibrid homogenitási értékei szűk tartományban mozognak, a vetőmagtételtek többsége a legfelső intervallumba esik. A hisztogram alapján (2. ábra) az eloszlás egycsúcsú, az értékek jelentős része eléri a maximumot, míg az alacsonyabb tartományban kisebb mértékben jelennek meg. Az eloszlás arra utal, hogy a K1 hibrid kiemelkedően homogén, és csak minimális eltérés tapasztalható a különböző fémzárolásokból származó vetőmagminták között. A szűk eloszlás és a felső értékek dominanciája stabil genetikai és technológiai hátteret feltételez.

A K2 hibrid hisztogramja (3. ábra) már szélesebb eloszlást mutat, mint az előző esetben. Viszont a hibrid homogenitása továbbra is magas, ugyanakkor az egyedi tételtek között kicsit nagyobb variabilitás figyelhető meg. A hibrid alapvetően egységes, de a homogenitás mértéke nem olyan koncentrált, mint a K1 esetében.

2. ábra. A K1 hibrid homogenitási értékeinek gyakorisági eloszlása (lépték 0,3%)

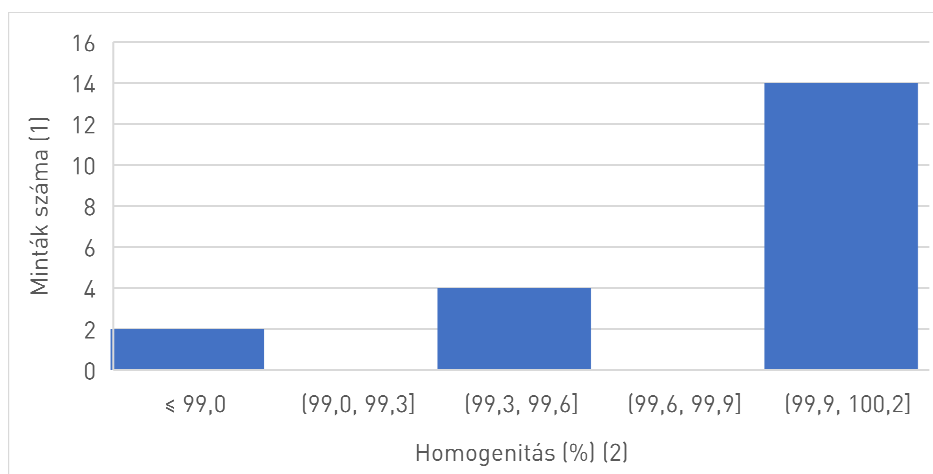


Figure 2. Frequency distribution of the homogeneity values for the K1 hybrid (scale 0.3%). (1) Sample number, (2) Homogeneity (%)

3. ábra. A K2 hibrid homogenitási értékeinek gyakorisági eloszlása (lépték 0,3%)

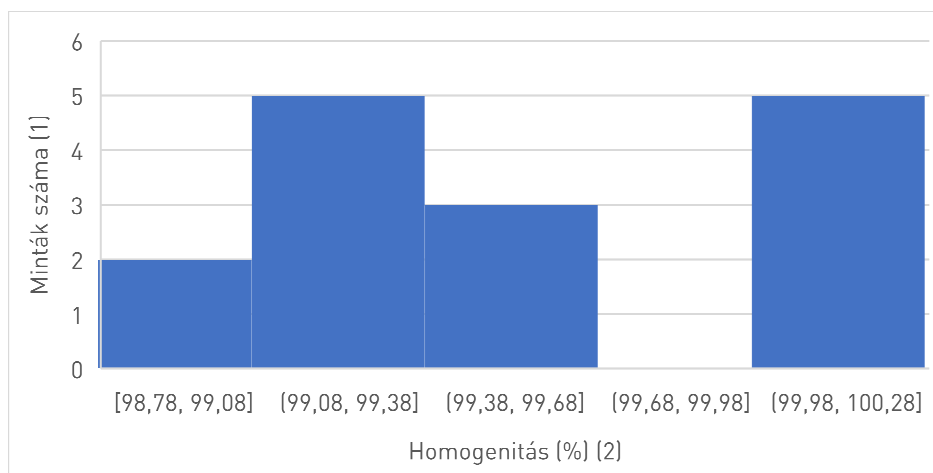


Figure 3. Frequency distribution of the homogeneity values for the K2 hybrid (scale 0.3%). (1) Sample number, (2) Homogeneity (%)

A K3 hibrid hisztogramja (4. ábra) alapján, az értékek döntő többsége közvetlenül a legfelsőbb intervallumba esik, miközben az alsóbb tartományokban kevésbé jelennek meg tételek. Ez az erősen koncentrált eloszlás nagyon magas fokú homogenitást eredményez. Az eloszlás alakja alapján a hibrid tételei szinte azonos homogenitási szintet érnek el, ami a vizsgálatban az egyik legnagyobb egységességet mutatja. Az ilyen eloszlás különösen magas minőségi és technológiai hátteret feltételez.

4. ábra. A K3 hibrid homogenitási értékeinek gyakorisági eloszlása (lépték 0,3%)

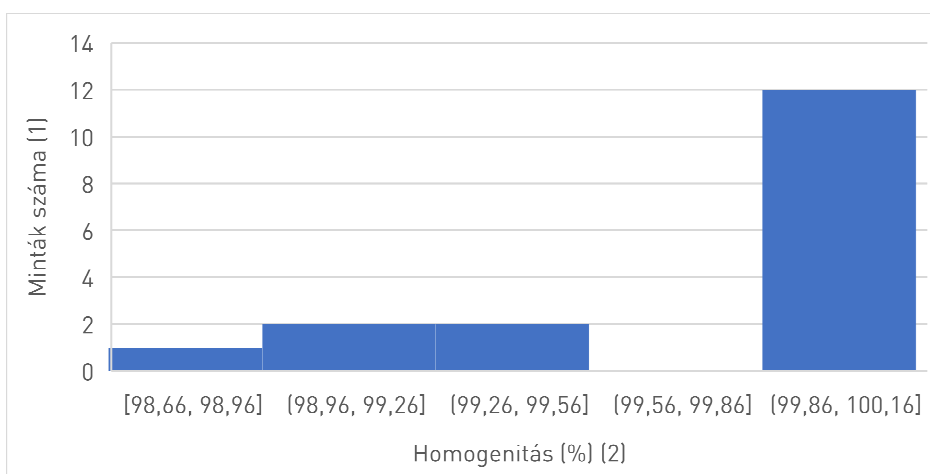


Figure 4. Frequency distribution of the homogeneity values for the K3 hybrid (scale 0.3%). (1) Sample number, (2) Homogeneity (%)

A K4 hibrid fajtánál a felső értéktartomány dominanciája továbbra is megfigyelhető, azonban a hisztogram (5. ábra) szélesebb alsó lefutást jelez a többi hibriddel összehasonlítva.

A 98,2–99,7 intervallumban több tétel található, de ennek ellenére a 99,7–100 közötti tartomány továbbra is jelentős súlyt képvisel, így a fajta homogenitása összességében magas marad. Az eloszlási mintázat arra utal, hogy K4 hibrid homogén, viszont érzékenyebb lehet a környezeti vagy technológiai hatásokra, amelyek enyhe eltéréseket eredményezhetnek a vetőmagtételek között.

5. ábra. A K4 hibrid homogenitási értékeinek gyakorisági eloszlása (lépték 0,3%)

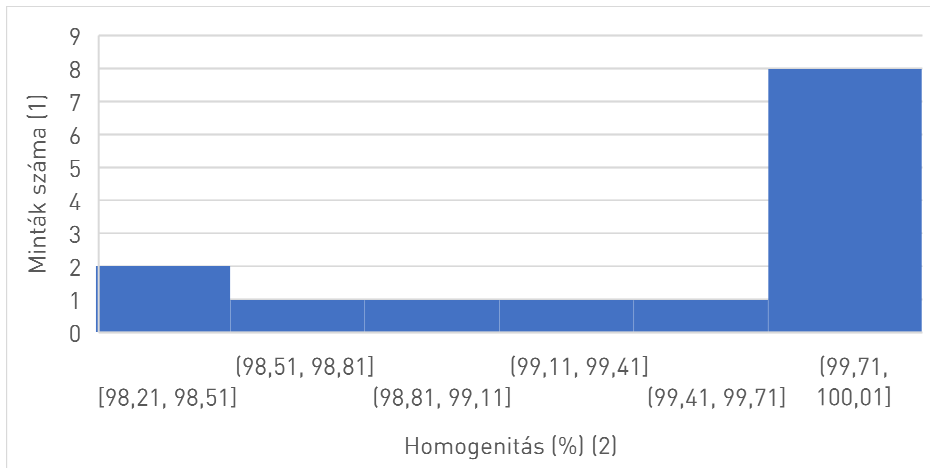


Figure 5. Frequency distribution of the homogeneity values for the K4 hybrid (scale 0.3%). (1) Sample number, (2) Homogeneity (%)

A K5 kukorica hibrid hisztogramján (6. ábra) az értékek többsége szintén a 99,7–100,0 intervallumba esik, miközben az alacsonyabb tartományokban is találunk tételek. Ez az eloszlás stabil, jól strukturált homogenitást jelez, amely a magas egységesség mellett mérsékelt variabilitást mutat.

Összességében a vizsgált öt kukorica hibrid hisztogramjai következetesen szűk eloszlásokat és jelentős mennyiségű maximumot elérő értékeket mutatnak, ami a homogenitási % magas és stabil jellegére utal. Az eltérések elsősorban az eloszlások szélességében és az alsóbb tartományok megjelenésének gyakoriságában mutatkoznak meg. Ez az eloszlási mintázat alátámasztja, hogy a vizsgált hibrid fajták homogenitása általánosan magas, és a megfigyelt eltérések elsősorban a vetőmagtétel heterogenitásának mértékében nyilvánulnak meg.

A hibridek közötti különbségek statisztikai vizsgálatára a Welch-féle varianciaanalízist alkalmaztunk (2. táblázat). Ennek eredményei alapján a vizsgált öt hibrid között nem volt kimutatható statisztikailag szignifikáns különbség a homogenitás tekintetében ( $p = 0,259$ ). Ez azt jelzi, hogy az átlagos homogenitási értékek a hibridek között nagymértékben hasonlóak voltak.

6. ábra. A K5 hibrid homogenitási értékeinek gyakorisági eloszlása (lépték 0,3%)

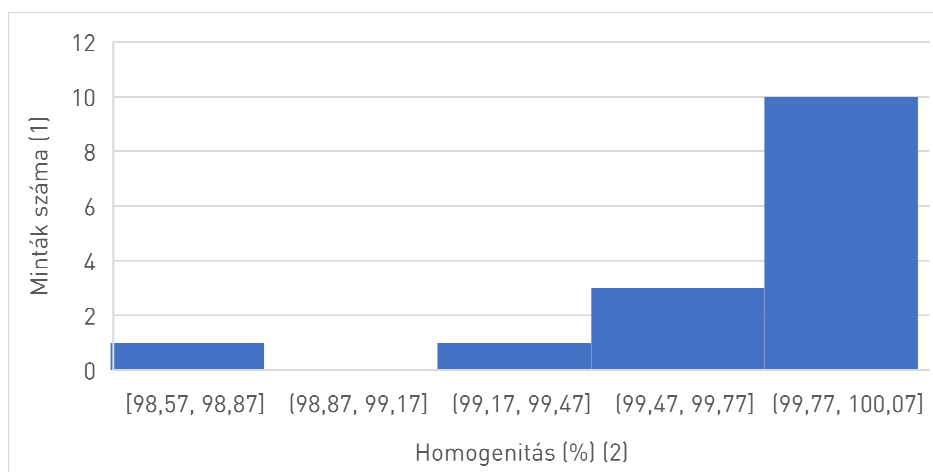


Figure 6. Frequency distribution of the homogeneity values for the K5 hybrid (scale 0.3%). (1) Sample number, (2) Homogeneity (%)

2. táblázat. A Welch-ANOVA varianciaanalízis eredményei (Jamovi elemzés)

Teszt (1)	F érték (2)	df1 szabadságfok (3)	df2 szabadságfok (4)	p-érték (5)
One-Way ANOVA (Welch's)	1,38	4	36,1	0,259

Table 2. Results of the Welch ANOVA (Jamovi analysis). (1) Test, (2) F value, (3) df1 (degree of freedom), (4) df2 (degree of freedom), (5) p value

### Következtetések

A vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy a vizsgált kukorica hibridek homogenitása egységesen magas szintű, és nem mutatható ki statisztikailag szignifikáns különbség közöttük. Ugyanakkor a grafikus elemzések rámutattak arra, hogy a hibridek vetőmagtétellei között megfigyelhető a variabilitás. A gyakorlat szempontjából ez azt jelenti, hogy bár valamennyi vizsgált hibrid fajta megfelel a magas homogenitási elvárásoknak, a fajta gazdasági stabilitásának

értékelésekor fontos lehet az egyes vetőmagtétel homogenitásának figyelembevétele. A vizsgálat megerősíti, hogy egységesen magas homogenitási szint mellett is kimutathatók olyan finom eltérések a hibrdek között, amelyek a genetikai stabilitás és a vetőmag-előállítás következetességének fontos indikátorai lehetnek. Hatósági szempontból a hatályos szabályozás (Magyar Szabvány, 2008. MSZ 20476, 1. határérték táblázata) kukorica hibrid vetőmagok esetén 200 növényből maximum kilenc idegent (4,5% heterogenitás) engedélyez. Jelen vizsgálatban a hibrdek vetőmagtétellei bőven a tőrés határon belül vannak, fajtatisztának minősülnek.

#### IRODALOM

- Al-Naggar, A. M. M., Shafik, M. M. & Musa, R. Y. M. (2020). Genetic diversity based on morphological traits of 19 maize genotypes using principal component analysis and GT biplot. *Annual Research & Review in Biology*, 35(2), 68–85.
- Babic, V., Nikolic, A., Andjelkovic, V., Kovacevic, D., Filipovic, M., Vasic, V. & Mladenovic-Drinic, S. (2016). UPOV morphological versus molecular markers for maize inbred lines variability determination. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 7(4), 417–426.
- Bhat, M. I., Gulzaffar-Dar, Z. A., Lone, A. A., Shikari, A. B., Ali, G., Wani, M. A., Khan, G. H., Gazal, A. & Lone, R. A. (2017). Genetic purity analysis in maize under temperate conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(9), 2710–2722. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.609.334>
- Cervantes Adame, Y. F., Castillo Gutiérrez, A., Carapia Ruiz, V. E., Andrade Rodríguez, M., Núñez Valdéz, M. E., Villegas Torres, O. G., Perdomo Roldán, F., Suárez Rodríguez, R. & López Santillán, J. A. (2016). Genetic variability and morphological association between native maize populations and their F1 cross. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(8), 1919–1931.
- Chanda, R., Mukanga, M., Mwala, M., Osiru, D. S. & MacRobert, J. (2014). A comparative analysis of distinctness, uniformity and stability (DUS) data in discriminating selected Southern African maize (*Zea mays* L.) inbred lines. *African Journal of Agricultural Research*, 4(41), 3056–3076.
- CPVO-TP 002/3 Maize, Protocol for Distinctness, Uniformity and Stability Tests, European Union, Community Plant Variety Office (CPVO), Adopted 11/03/2010
- Fadhli, N., Farid, M., Azrai, M., Nur, A., Efendi, R., Priyanto, S. B., Nasruddin A. D. & Novianti, F. (2023). Morphological parameters, heritability, yield component correlation, and multivariate analysis to determine secondary characters in selecting hybrid maize. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity*, 24(7).

- Gombos, B. & Nagy, J. (2023). A 2022-es rendkívüli aszály agrometeorológiai jellemzői Debrecen-Látóképén. *Növénytermelés*, 72(1), 5–18.
- Gombos, B., Nagy, Z., Hajdu, A. & Nagy, J. (2023). Climate change in the Debrecen area in the last 50 years and its impact on maize production. *Időjárás / Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 127(4), 485–504.
- Guan, J. J., Zhang, P., Huang, Q. M., Wang, J. M., Yang, X. H., Chen, Q. B. & Zhang, J. H. (2020). SNP markers potential applied in DUS testing of maize. *International Journal of Agriculture and Biology*, 23(2), 417–422.
- Gunjaca, J., Buhinicek, I., Jukic, M., Sarcevic, H., Vragolovic, A., Kozic, Z., Jambrovic, A. & Pejic, I. (2008). Discriminating maize inbred lines using molecular and DUS data. *Euphytica*, 161(1), 165–172.
- Kapoor, C., Singh, S., Avasthe, R. K., Raj, C., Singh, M. & Lepcha, H. L. (2022). Morphological description based on DUS characters and molecular characterization of 'Sikkim Primitive' maize: an endangered unique genetic resource. *Plant Genetic Resources*, 20(1), 69–72.
- Kovincic, A., Markovic, K., Ristic, D., Babic, V., Petrovic, T., Zivanovic, T. & Kravic, N. (2023). Efficiency of Biological Typing Methods in Maize Hybrid Genetic Purity Estimation. *Genes*, 14(6), 1195.
- Kristó, A., Lajkó, L., Gergely, L. & Nagy, J. (2025). Napraforgó hibridek genetikai homogenitásának vizsgálata a fajtakitermesztésben. *Növénytermelés*, 74(2), 33–50.
- Kristó, A. & Nagy, J. (2025). A fajtakitermesztés rendszere, metodikája. *Növénytermelés*, 74(4), 113–126.
- Malya, G. S., Kasanga, C. J., Chilagane, L. A. & Lukeye, J. N. (2024). Complementing grow-out test with molecular markers in genetic purity assessment of crop varieties: A systematic review. *African Journal of Agricultural Research*, 20(12), 1061–1067.
- Microsoft Corporation (2019). Microsoft Excel (MSO Version 16.0.10416.20047, 64 bites) [Computer software]
- Magyar Szabvány (2008). *Kisparcellás fajtaazonosító vizsgálat MSZ 20476*. Magyar Szabványügyi Testület, Budapest, 45 p.
- Nagy, E., Gyulai, G., Szabó, Z., Hegyi, Z. & Marton, L. C. (2003). Application of morphological descriptions and genetic markers to analyse polymorphism and genetic relationships in maize [*Zea mays* L.]. *Acta Agronomica Hungarica*, 51(3), 257–265.
- Nagy, J. (2021). *Kukorica: a nemzet aranya – Élelmiszer, takarmány, bioenergia*. Szaktudás Kiadó.
- Pinnisch, R., Mowers, R., Trumpy, H., Walejko, R. & Bush, D. (2012). Evaluation of maize [*Zea mays* L.] inbred lines for yield component traits and kernel morphology. *Maydica*, 57(1), 1–5.

- Reddy, M. R. K., Kumar, S., Chakraborty, M., Barnwal, M. K., Mishra, S. & Bharti, N. (2025). Genetic diversity and morphological variability of maize (*Zea mays* L.) inbreds via DUS descriptors and cluster analysis. *Plant Archives* (09725210), 25(2), 2189–2196.
- Roos, E. E., Wianer, L. E. (1991). Seed Testing and Quality-Assurance. *HortTechnology*, 1(1), 65–69.
- Saha, S., Rana, V. B., Sanghavi, B., Pawan, V. & Mahadevu, P. (2024). Morphological characterization and dendrogram analysis of DUS (Distinctiveness, Uniformity, Stability) traits in maize inbred lines (*Zea mays* L.). *Plant Archives*, 24(1), 431–438.
- Salgado, K. C. P. D. C., Vieira, D. G. G. C., Von Pinho, É. V. D. R., Guimarães, C. T., Von Pinho, R. G. & Souza, L. V. D. (2006). Genetic purity certificate in seeds of hybrid maize using molecular markers. *Revista Brasileira de Sementes*, 28, 169–175.
- Shrestha, J. (2014). Morphological variation in maize inbred lines. *International Journal of Environment*, 3(2), 98–107.
- The jamovi project (2022). jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- Tóthné Zsubori, Z., Pók, I., Hegyi, Z. & Marton, C. (2010). Genotype and year effects on morphological and agronomical traits of silage maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Acta Agronomica Hungarica*, 58(1), 81–89.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

\*Kristó Attila – Kalina Hella  
Debreceni Egyetem  
Kerpely Kálmán Doktori Iskola  
Debrecen  
Böszörményi út 138.  
H-4032  
\* attilakristohun@gmail.com