

Kukoricafajták gyakorlati érésfokozatának összefüggése a szemek szárazanyag- és keményítőtartalmával

WALGER JÁNOS, SVÁB JÁNOS,* THURÁNSZKY ATTILÁNÉ és GÁLL ÉVA

*Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet,
Takarmányminősítő Osztály, Budapest*

A kukoricasilózás legmegfelelőbb időpontjának meghatározása az utóbbi években — a silókukorica vetésterületének gyors emelkedése miatt [17] — döntő tényezője lett a takarmánybázis növelésére irányuló törekvéseknek [4, 9].

Jelentős számú külföldi szakirodalmi adat [7, 8, 11 stb.] és hazai kísérlet [3, 6, 14 stb.] foglalkozik már e kérdéssel. Az adatok összehasonlítását azonban nagyon megnehezíti, hogy a szerzők vagy naptári időpontot [pl. 10] vagy a gyakorlati érésfokozatot (körömpróba) [pl. 5] adnak meg. Az eredmények megbízható összehasonlítása így alig lehetséges.

Szükségszerű volt tehát egy módszer az érésfokozatok egzakt jellemzésére, valamint kapcsolatot keresni az érés fokát mutató különböző módszerek között. A gyakorlatban elterjedt körömpróba nagyon szubjektív, különösen akkor, ha a megfigyelés különböző személyektől származik. Korábbi — a kukorica tápértékváltozásával foglalkozó — kísérleti adataink rendezése során [16] úgy gondoltuk, hogy helyesebben járunk el, ha a szemek szárazanyag-tartalmát tekintjük az érés folyamatát meghatározó tényezőül. Későbbi kísérleteink [13] igazolták eljárásunk helyességét.

Miután a kukoricaszemek szárazanyag-tartalmát most már az érés fokának biztos mutatójával tekinthetjük, nem látszott érdektelennek a keményítő-tartalomnak a szárazanyag változásával való összefüggését is megvizsgálni, hiszen a fejlettebb kukoricaszem szárazanyag-tartalmának közel 70%-a keményítő [2]. Végül a közvetlen gyakorlati szempontok arra indítottak, hogy e két tényező változását a körömpróba fokozattal is összehasonlítsuk.

1959. évben *Mv 5* hibriddel előkísérletet végeztünk a keményítőtartalom és a szárazanyag-tartalom összefüggésének tisztázására [15]. A biztató eredmények arra indítottak bennünket, hogy 1960-ban szélesebb alapokon most már nyolc fajtával, illetve hibriddel végezzünk kísérleteket és adatainkat statisztikailag értékeljük.

A mintavétel helye és módja

A Nógrádkövesdi Állami Gazdaság területén nyolc lófogu kukoricafajtát, illetve hibridet vetettünk el egymás mellett:

1. <i>Aranyözön</i>	3. <i>Vír</i> 156	5. <i>Mv 1</i>	7. <i>Mv 39</i>
2. <i>Szegedi sárga</i>	4. <i>Odessza</i> 10	6. <i>Mv 5</i>	8. <i>Mv 156</i>

* Növényfajta-minősítő Tanács Titkárságának munkatársa

Az első hét fajtát a Növényfajtamínősítő Tanács Titkársága, a nyolcadikat a gazdaság (*Mv 112* × *13,156* jelzéssel) bocsátotta rendelkezésünkre.

1960. augusztus 18-tól november 3-ig kilenc alkalommal vettünk mintákat. A mintavételek időpontjai a következők voltak:

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. augusztus 18. | 6. szeptember 21. |
| 2. augusztus 25. | 7. szeptember 28. |
| 3. szeptember 1. | 8. október 18. |
| 4. szeptember 8. | 9. november 3. |
| 5. szeptember 15. | |

Minden alkalommal lehetőleg az átlagos fejlődési állapotnak megfelelő 6—8 csőmintát vettünk. A még csuhélevelekkel borított csövet légmentesen záró műanyag zsákba tettük és a mintavételt követő napon dolgoztuk fel. A behozott mintáknak csővenként megállapítottuk a gyakorlati fejlődési állapotát (körömpróba fokozatát). Ezt a munkát a laboratóriumban nagy körültekintéssel mindig ugyanaz a személy végezte, azért, hogy a gyakorlati értékelés elkerülhetetlen szubjektivitását lehetőleg minimumra csökkentsük.

Nyolc éresi (körömpróba) fokozatot különböztettünk meg:

- | | |
|--------------------|------------------------|
| 1. vizesérés | 5. viaszérés |
| 2. vizes-tejesérés | 6. viasz-törésre érett |
| 3. tejesérés | 7. törésre érett |
| 4. tejes-viaszérés | 8. teljesérés |

E fokozatok részletes ismertetését más helyen közöltük [15].

A szárazanyagtartalom meghatározása során a hőmérsékletet csak fokozatosan emeltük (8 órán át 40—60 C°-on, majd súlyállandóságig 105 C°-on szárítottuk), hogy a kényes, könnyen pörkölődő anyagot kíméljük. A keményítőtartalom meghatározását nem Ewers módszere szerint végeztük [18]. A részletvizsgálati adatokat, melyekből számításainkat végeztük, a korlátozott terjedelem miatt el kellett hagynunk. Példának azonban a 8 fajta közül a *Szegedi sárga* adatait az 1. táblázatban mégis közreadjuk.

A kísérleti adatok statisztikai feldolgozása regresszio analízissel és kovariancia analízissel történt [12].

A szárazanyagra vonatkoztatott keményítőszázalék és a szárazanyag-százalék összefüggése

A szárazanyagszázalék (a továbbiakban $sz\%$) és a szárazanyagra vonatkoztatott keményítőszázalék (a továbbiakban $ke/sz\%$) összefüggését első sorban grafikusán vizsgáltuk.

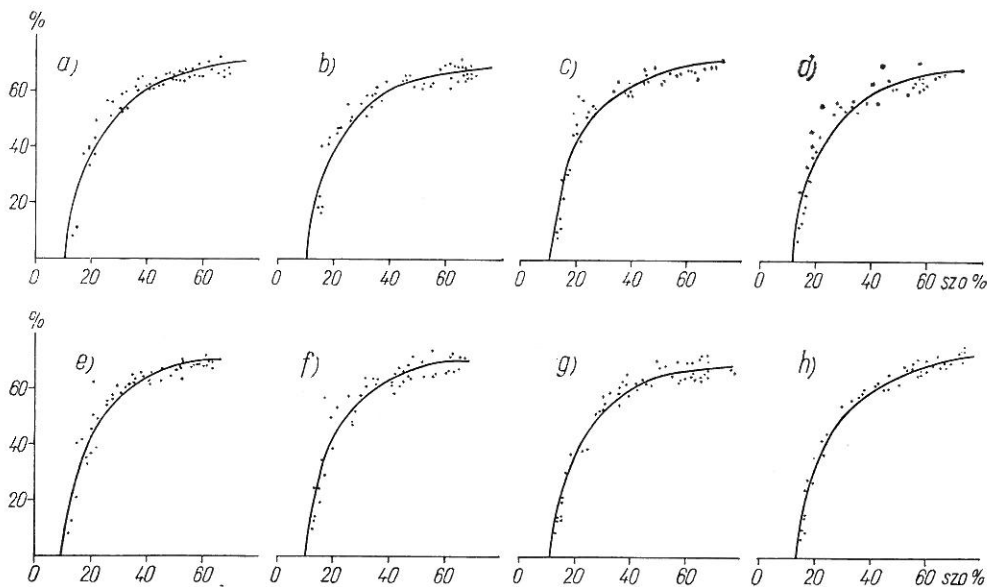
A grafikonok minden fajtánál szoros összefüggést és igen hasonló vonalat mutattak. Ezeket az 1. ábra a—h görbéi mutatják. Az ábrákból egyértelműen leolvasható hogy kis $sz\%$ esetén a szárazanyagnak csak elenyészően csekély része keményítő. Amint azonban növekszik a $sz\%$, eleinte rohamosan, majd lassabban növekszik a $ke/sz\%$.

Az ábrákból világosan kitűnik, hogy bár az összefüggés igen szoros, de nem arányos. Tehát a $sz\%$ semmiképpen sem számítható át $ke/sz\%$ -ra, valamilyen konstans szorzó segítségével.

Az összefüggést kifejező képletet keresve legjobbnak a hiperbola illesztést találtuk, az alábbi általános képlettel kifejezve

$$kc/sza\% = a + b \frac{1}{sza\%} \quad (1)$$

A továbbiakban fajtánként meghatároztuk az (1) képlet szerinti összefüggés egyenleteit és az összefüggés szorosságát kifejező korrelációs koefficienseket. Ezeket fajtánként külön-külön a 2. táblázat tartalmazza. A táblázatból kitűnik, hogy a hiperbola illesztéssel mind a nyolc fajtánál igen szoros összefüggést jelző $-0,930$ és $-0,988$ közötti korrelációs koefficienseket kaptunk, messze meghaladva a $P = 0,1\%$ szignifikancia szintet [12].



1. ábra

A szárazanyagra vonatkoztatott keményítő% és a szárazanyag% összefüggése nyolc kukoricafajtánál, ill. hibridnél: a) Aranyözön, b) Szegedi sárga, c) Vir 156, d) Odessza 10, e) Mv 1 f), Mv 5, g) Mv 39, h) Mv 156

A különböző fajták regressziós koefficiensei kovariancia analízissel ellenőrizve egymástól nem különböztek szignifikánsan. (A homogenitáspróba $F = 1,23$ -t adott, és $F_{0,1\%} = 3,50$). Másrésről azonban a statisztikai analízis azt bizonyította, hogy a különböző fajták görbéi jobban eltérnek egymástól, mint amekkora eltérést mintavételi hibának lehetne tekinteni. A statisztikai próba ezen megállapítása ellenére a különbségek olyan kicsinyek — amint az a 2. táblázatból is kitűnik —, hogy gyakorlati hibahatárokon belül az egységes áttekinthetőség érdekében megalapozottnak látszott a nyolc fajtánál mutatózó összefüggést közös egyenletben kifejezni.

1. táblázat.

„Szegedi sárga” kukoricaszemek szárazanyaga- és keményítőtartalom változása a fejlődés során. (Alapvizsgálati adatok)

Sor- szám	(1) Gyakorlati érésfokozat		(2) Eredeti szárazanyagtartalom	(3) Keményítőtartalom	
	száma	megnevezése		eredeti	víz-tartalomra számítva
1	1	vizesérés	9,1	0,0	0,0
2	1	vizesérés	11,0	0,4	3,6
3	1	vizesérés	11,9	0,0	0,0
4	1	vizesérés	12,1	0,2	1,6
5	2	vizes-tejesérés	13,4	1,7	12,6
6	2	vizes-tejesérés	13,7	2,7	19,7
7	2	vizes-tejesérés	13,9	3,1	22,3
8	2	vizes-tejesérés	14,9	5,9	40,9
9	2	vizes-tejesérés	15,5	2,7	17,4
10	2	vizes-tejesérés	15,7	4,6	29,2
11	2	vizes-tejesérés	15,9	3,0	18,8
12	3	tejesérés	16,9	7,4	43,7
13	2	vizes-tejesérés	17,5	7,1	40,5
14	2	vizes-tejesérés	18,7	8,6	45,9
15	2	vizes-tejesérés	18,9	9,0	47,6
16	3	tejesérés	19,5	9,3	47,6
17	3	tejesérés	19,8	10,6	53,5
18	2	vizes-tejesérés	20,0	10,6	53,0
19	3	tejesérés	22,6	11,4	50,4
20	3	tejesérés	22,8	11,2	49,1
21	2	vizes-tejesérés	24,4	13,1	53,6
22	3	tejesérés	24,9	14,3	57,4
23	3	tejesérés	28,4	16,3	57,3
24	3	tejesérés	29,5	16,9	57,2
25	3	tejesérés	30,3	17,6	58,0
26	4	tejes-viaszérés	31,2	16,9	54,1
27	3	tejesérés	31,4	18,0	57,3
28	3	tejesérés	33,2	20,5	61,7
29	3	tejesérés	35,7	21,0	58,8
30	3	tejesérés	37,8	23,0	60,8
31	3	tejesérés	37,9	23,8	62,7
32	3	tejesérés	38,0	23,4	61,5
33	5	viaszérés	38,9	24,7	63,4
34	3	tejesérés	39,4	24,1	61,1
35	4	tejes-viaszérés	41,3	26,0	62,9
36	4	tejes-viaszérés	41,7	26,4	63,3
37	4	tejes-viaszérés	42,0	25,4	60,4
38	4	tejes-viaszérés	43,5	27,1	62,2
39	4	tejes-viaszérés	44,3	26,3	59,3
40	4	tejes-viaszérés	46,6	29,1	62,4
41	7	törésre érett	47,7	30,0	62,8
42	6	viasz-törésre érett	50,3	33,5	66,6
43	5	viaszérés	51,1	34,9	68,2
44	5	viaszérés	52,1	34,6	66,4
45	5	viaszérés	52,9	36,2	68,4
46	6	viasz-törésre érett	53,5	35,9	61,7
47	7	törésre érett	55,5	35,8	64,5
48	5	viaszérés	55,7	38,4	68,9
49	6	viasz-törésre érett	56,4	37,0	65,6
50	7	törésre érett	56,6	36,5	64,4
51	6	viasz-törésre érett	58,1	38,7	66,6

1. táblázat folytatása

Sor- szám	(1) Gyakorlati érésfokozat		(2) Eredeti szárazanyagtartalom	(3) Keményítőtartalom		
	száma	megnevezése		eredeti	víz-tartalomra	szárazanyagra
				számítva		
52	5	viaszérés	58,4	39,0	66,7	
53	6	viasz-törésre érett	58,5	40,7	69,5	
54	7	törésre érett	58,7	38,3	65,2	
55	6	viasz-törésre érett	58,7	39,2	66,7	
56	7	törésre érett	58,8	39,7	67,5	
57	7	törésre érett	60,4	43,4	71,8	
58	7	törésre érett	60,4	40,3	66,7	
59	7	törésre érett	60,5	41,9	69,2	
60	6	viasz-törésre érett	61,5	42,4	68,9	
61	7	törésre érett	61,9	41,1	66,3	
62	7	törésre érett	62,0	42,3	68,2	
63	7	törésre érett	64,4	40,9	63,5	

Ezt a közös összefüggést a

$$ke/sza\% = 83,4 - 861 \frac{1}{sza\%} \quad (2)$$

egyenlet fejezi ki. Ennek az egyenletnek grafikonját a 2. ábra mutatja.

Az egyenletből, illetve az ábrából leolvasható, hogy mind a fajták, mind azon belül az egyes csövek átlagában, a szemekben nem mutatható ki keményítő, ha a $sza\%$ 10,3-nál kisebb. Ezzel szemben a keményítőtartalom az éréskor sem haladja meg a szárazanyag tartalom 74,8%-át. Ezen két határértéken belül a $ke/sza\%$ eleinte rohamosan, majd mind lassabban növekszik.

Az (1), illetve jelen kísérleteinkre vonatkoztatott (2) egyenletből már közvetlenül kiszámítható a szem összességére vonatkoztatott keményítő-százalék ($ke\%$).

A $ke/sza\%$ -ból ugyanis alábbi általános képlettel számítható ki a $ke\%$

$$ke\% = \frac{ke/sza\% \cdot sza\%}{100} \quad (3)$$

A $ke/sza\%$ -ot az (1) képlet jobb oldalával helyettesítve

$$ke\% = \frac{\left(a + b \frac{1}{sza\%}\right) sza\%}{100} \quad (4)$$

$$ke\% = \frac{a \cdot sza\% + b}{100} \quad (5)$$

képletet kapjuk.

Adatainkat behelyettesítve, a (2) képletből

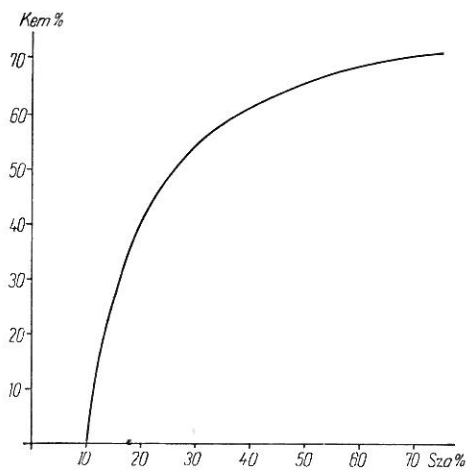
$$ke\% = 0,834 \cdot sza\% - 8,61\% \quad (6)$$

2. táblázat

A keményítőtartalom(%) és szárazanyagtartalom(%) összefüggése
különböző lófogú jellegű kukoricafajtáknál, illetve hibrideknél

(1) Fajta	(2) A vizsgált csövek száma	r	ke% = a + b $\frac{1}{\text{sza}\%}$
Aranyözön	57	-0,982	83,1 - 8,73 $\frac{1}{\text{sza}\%}$
Szegedi sárga	63	-0,930	81,8 - 7,95 $\frac{1}{\text{sza}\%}$
Vár 156	58	-0,958	84,9 - 8,33 $\frac{1}{\text{sza}\%}$
Odessza 10	53	-0,983	83,5 - 8,89 $\frac{1}{\text{sza}\%}$
Mv 1	59	-0,971	83,3 - 7,95 $\frac{1}{\text{sza}\%}$
Mv 5	63	-0,959	82,0 - 8,05 $\frac{1}{\text{sza}\%}$
Mv 39	63	-0,988	85,2 - 9,56 $\frac{1}{\text{sza}\%}$
Mv 156	54	-0,949	84,1 - 9,86 $\frac{1}{\text{sza}\%}$

Az összefüggés lineáris és azt fejezi ki, hogy ha a kukoricaszem szárazanyag-tartalma nem haladja meg a 10%-ot (pontosabban 10,3%-ot), akkor nincs benne kimutatható keményítő.



2. ábra

A keményítő% és szárazanyag% összefüggése nyolc kukorica fajta, ill. -hibrid átlagában. Az ábrán a vízszintes tengely a szárazanyag%-ot, a függőleges tengely a szárazanyagra számított keményítőtartalom %-át mutatja

Minden további 1% szárazanyag felhalmozódás 0,843% keményítő gyarapodást jelent a szem összsúlyára vonatkoztatva, függetlenül attól, hogy a szárazanyag pl. 20%-ról 21%-ra vagy 65%-ról 66%-ra növekszik, és nem haladhatja meg a 74,8%-ot. Ismerve a kukoricaszem sza%-át, a (6) képletnek megfelelően azt szorozzuk 0,834-del, a szorzatból pedig levonunk 8,61%-ot, illetve a gyakorlati számításnak inkább megfelelő kerek 10%-ot. Az így kiszámított érték a ke%, vagyis a kukoricaszem összsúlyára vonatkoztatott keményítőtartalom százalékban kifejezve. Pl. ha 30% szárazanyag-tartalmat határoztunk meg, akkor $30\% \cdot 0,834 = 25,02\%$. Ebből levonunk 10-et. Az eredményül kapott 15% a kukorica keményítőtartalma a szemek teljes (vizes) súlyára vonatkoztatva százalékban kifejezve.

A szárazanyag % és a körömpróba összefüggése

Kérdéses, hogy ha csak körömpróbával állapítható meg az érési fokozat, abból milyen következtetést vonhatunk le a szárazanyagszázalékra, illetve a keményítőtartalomra.

Adataink szerint a szárazanyagtartalom igen szoros összefüggést mutat a körömpróba-fokozatokkal. Az összefüggés vizsgálatát mind a nyolc fajtára különkülön elvégeztük, annak eredményét, a korrelációs koefficienseket és az összefüggés egyenleteit a 3. táblázat mutatja. Amint a táblázat adataiból

3. táblázat

A szárazanyagtartalom (%) és a körömpróba-fokozat (kf) összefüggése különböző lófogú jellegű kukoricafajtáknál, illetve hibrideknél

(1) Fajta	(2) A vizsgált csövek száma	r	szá % = a + b · kf
Aranyözön	57	0,904	-4,8 + 9,32 · kf
Szegedi sárga	63	0,939	2,9 + 8,59 · kf
Vár 156	58	0,956	2,0 + 8,78 · kf
Odessza 10	53	0,950	-5,7 + 8,88 · kf
Mv 1	59	0,945	+1,5 + 9,10 · kf
Mv 5	63	0,970	-0,2 + 9,74 · kf
Mv 39	63	0,945	-1,0 + 9,82 · kf
Mv 156	54	0,936	1,0 + 9,06 · kf

is kitűnik, a fajták között nem volt figyelemre méltó különbség, ezért a nyolc fajta átlagában a szárazanyag% a körömpróba-fokozat segítségével alábbi közös egyenlet szerint fejezhető ki.

$$\text{szá \%} = 0,7 + 9,22 \text{ kf} \quad (7)$$

ahol kf az 1–8-ig emelkedő körömpróba-fokozatot jelenti (lásd 378. oldal).

Meglepő, hogy a körömpróba-fokozatok és a szárazanyagszázalék között egészen egyszerű lineáris összefüggés mutatkozott, sőt ha a számszerűen jelentéktelen 0,7 konstans elhagyjuk, akkor az összefüggés egyszerű arányt mutat. Minden körömpróba-fokozat 9,22 szárazanyagszázalék különbséget jelent. Tehát ha pl. a 3. körömpróba-fokozatot állapítottuk meg (tejésérés), akkor a szárazanyagtartalom $3 \times 9,22 = 28\%$. Ha a 6. körömpróba-fokozatot állapítottuk meg (viasztörésre érett), akkor a szárazanyagszázalék $6 \cdot 9,22 = 55\%$. Az, hogy az összefüggés arányosnak tekinthető, gyakorlatilag igen előnyös, mert az átszámítást nagyon leegyszerűsíti.

Fenti egyenlet alapján kiszámítottuk az egyes körömpróba-fokozatokhoz tartozó átlagos szárazanyagszázalék-értékeket. Ezekből úgy készítettünk táblázatot, hogy a két kiszámított átlag közötti különbség felét tekintettük a körömpróba-fokozatból megállapítható határértéknek. Ezzel az eljárással a 4. táblázatban megadjuk, hogy a különböző körömpróba-fokozatokhoz milyen határértékek közötti szárazanyagszázalék adatok várhatók.

Figyelembe kell természetesen venni, hogy a körömpróba-fokozatok megítélése igen szubjektív. Vizsgálataink mégis azt mutatják, hogy minden szubjektivitás ellenére reális kapcsolat van a szárazanyagszázalék és a körömpróba-fokozatok között és ezért érdemes lenne a körömpróba-fokozatokat valamilyen

módon standardizálni. A körömpróba fokozatok általunk részletesebben kidolgozott [15] skálájának jogosultságát a korrelációs számítás máris teljes mértékben igazolta. A standardizálás kérdésére 1961. évi vizsgálataink alapján egy következő dolgozatban fogunk visszatérni.

Ha a körömpróbaival megállapítottuk a szárazanyag százalékokat, akkor már az (5), illetve (6) képlet segítségével közvetlenül kiszámíthatjuk a keményítő százalékokat. Tételezzük fel, hogy a körömpróba a 6. fokozatot mutatja. Ez átlagosan 5% szárazanyag tartalomnak felel meg. Ezt helyettesítve a (6) képletbe

$$ke\% = 0,834 \cdot 55\% - 8,61 = 37,3\% \quad (8)$$

azaz 37,3% keményítő tartalmat kapunk az összes súlyra vonatkoztatott százalékban kifejezve.

Vizsgálataink végeredményben két lényeges következtetéssel zárultak. Az egyik az, hogy mind a $sza\%$ és a $ke/sza\%$, mind a körömpróba fokozat és a $sza\%$ igen szoros összefüggésben van. A másik lényeges eredmény az, hogy az összefüggések jellegűen meghatározott hiperbola, illetve lineáris függvény igen jól illeszkedik a tényleges megfigyelésekhez. Az összefüggéseket tehát, legalábbis gyakorlati hibahatáron belül, ezek a függvények jól kifejezik. Szintén eredménynek tekinthető, hogy a talált összefüggések fajtánként a gyakorlati hibahatáron belül azonosak voltak.

4. táblázat

**A különböző körömpróba fokozatok szárazanyag % határértékei
8 lófogú kukoricafajta, illetve hibrid átlagában**

(1) Körömpróba fokozat (kf)		(2) szárazanyag% (sza%)	
száma	megnevezése	min	max
1	Vizesérés		14,5
2	Vizes-tejesérés	14,6	23,7
3	Tejesérés	23,8	32,9
4	Tejes-viaszérés	33,0	42,1
5	Viaszérés	42,2	51,4
6	Viasz-törésre érett	51,5	60,6
7	Törésre érett	60,7	69,8
8	Teljesérés	69,9	

A körömpróba és a $sza\%$ összefüggésével itt részletesebben már nem kívánunk foglalkozni, mert bármilyen további következtetés előtt szélesebb körű vizsgálatra van szükség, arra, hogy a szubjektív elemeket pl. a köröm vastagságát, a gyakorlottságot stb. mennyire kell figyelembe venni. E kérdésben 1961. évi vizsgálatainktól várjuk a választ.

Összefoglalás

A silókukorica betakarítására legkedvezőbb érési fokozat (tejeséresi tejes-viaszérés, viaszérés stb.) meghatározása mind gyakorlati, mind elmélet, szempontból igen fontos. Az érés fokát a gyakorlatban a szubjektív körömpróba fokozattal, laboratóriumi körülmények között objektíven a szárazanyag tartalommal [16] lehet kielégítően jellemezni.

A keményítőtartalom, mely az érés felé a kukoricaszem legnagyobb részét teszi és takarmányozás szempontjából is legjelentősebb, korábbi kísérletek szerint [1, 15] összefüggést mutat a szárazanyagtartalommal.

Ebben a dolgozatban közöljük nyole lófogú kukoricafajtára, ill. hibridre vonatkozó újabb vizsgálatok eredményét, melyekben a) a keményítőszázalék és a szárazanyagyszázalék, b) a körömpróba fokozat és a szárazanyagyszázalék, és ezeken keresztül c) a keményítőtartalom és a körömpróba összefüggését határoztuk meg.

Eredményeinket a következőkben foglalhatjuk össze:

1. A szárazanyagra számított keményítőszázalék és a szárazanyagyszázalék igen szoros, hiperbola alakú összefüggést mutat (1) képlet. A vizsgált nyolec fajttal kapott korrelációs koefficienseket és regressziós egyenleteket az 2. táblázat, az összefüggések görbéit az 1. ábra mutatja. A fajták közötti igen kis különbség gyakorlatilag elhanyagolható, ezért a nyolec fajta mintáinak adataiból közös összefüggést állapítottunk meg, melyet a (2) egyenlet fejez ki, és a 2. ábra mutat.

2. A körömpróba fokozat és a szárazanyagyszázalék mind a nyolec fajtnál szoros lineáris összefüggést ad. A fajtánkénti korrelációs koefficienseket és regressziós egyenleteket a 3. táblázat tartalmazza. Minthogy a fajták közötti eltérés itt is a gyakorlati hibahatáron belül maradt, az összefüggést a közös (7) egyenlettel adjuk meg.

3. A körömpróba fokozat és a szárazanyagyszázalék közötti összefüggésből az (1) képlet alapján kiszámítható a szárazanyagra vonatkoztatott keményítő százalék.

4. A vizes szemre vonatkoztatott keményítőszázalék a szárazanyagyszázalékból az (5), illetve (6) képletek szerint a körömpróba fokozatból pedig a (8) képlet szerint számítható ki.

5. Végeredményben tehát egy részéről a szemek szárazanyagtartalma és keményítőtartalma között — úgy látszik — szoros korreláció áll fenn. Valószínű ugyan, hogy a termőhelytől, az évszaktól, a meteorológiai viszonyoktól stb. függően a képletekben megadott számértékek a további kísérletek során némileg változni fognak, de ez az összefüggés lényegét feltehetően nem fogja érinteni.

Érkezett : 1961. május 28.

Irodalom

- [1] CULPEPPER, C. W. & MAGOON, C. A.: A study of the factors determining quality in sweet corn. *J. Agr. Res.* **34.** 413—433. 1927.
- [2] GREBENSZIKOV, J.: Mais als Kulturpflanze. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg, Lutherstadt. 1959.
- [3] KOCIS, S.: A silókukorica termesztéséről. A debreceni Mezőgazdasági Akadémia gyakorlati szaktanácsadója. 1. szám. Mg. Akadémia Kiadása. Debrecen, 1959.
- [4] KOVÁCS, J.: Kukorica nemesítésünk a termésátlagok növeléséért. *Magyar Mezőgazdaság*, **13.** (24) 3—4. 1958.
- [5] KÖRÖSSY, J.: Négyzetes silókukorica termesztés. *Magyar Mezőgazdaság*, **13.** (24), 12—13. 1958.
- [6] KURELECZ, V.: A tejes-viaszos érésben silózott kukorica és a silózott zöld kukoricaszár táplálóértéke. *Állattenyésztés*, **6.** 335—346. 1957.
- [7] NEHRING, K.: Die Einsäuerung von Silomais. *Dtsch. Landw.* **8.** 252—254. 1957.
- [8] SACHAREV, N. J., OGUCHOVA, Z. D. & ANDRONOV, A. S.: A kukorica tápértéke különböző idejű és módszerű betakarítás esetén. *Zsivotnovodsztvo* (9) 20—31. 1956.

- [9] SCHÜLLER, F.: Hazai nemesítésű hibridek eredményei nagyüzemi kísérletekben. Magyar Mezőgazdaság, **13**, (24) 4—5. 1958.
- [10] SIGMOND, E.: Tanulmány a tengeri és dohány tápanyagfelvétcléről. Kísérl. Közl. **3**, 54—92. 1900.
- [11] SPRAGUE, G. F.: Corn and Corn Improvement. Acad. Press, Inc. New York. 1955.
- [12] SVÁB, J.: Statisztikai módszerek mezőgazdasági kutatók számára. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1961.
- [13] WALGER, J. & SZABÓ-SZÜCS, J.-NÉ: Kukoricaszemek érésfolyamatának vizsgálata egy csövön belül. Agrokémia és Talajtan. **9**, 323—330. 1960.
- [14] WALGER, J. & THURÁNSZKY, A.-NÉ: A silókukorica tápértékének és termésmennyiségének változása a fejlődés során. Agrokémia és Talajtan. **9**, 331—344. 1960.
- [15] WALGER, J. & THURÁNSZKY, A.-NÉ: A Mv 5 kukorica gyakorlati érésfokozatainak összefüggése a szemek szárazanyag- és keményítőtartalmával. OMMI Évkönyve 1961. (Megjelenés alatt.)
- [16] WALGER, J., TAKÁCS, I. & SZÁSZI, J.: A tápérték változása a kukoricánövényszárában és csövében a viaszéréstől a teljesérésig. Agrokémia és Talajtan. **6**, 143—154. 1957.
- [17]—Országos kukoricatermesztési tanácskozás. FM. Tájékoztatói és Propaganda Osztály Kiadása. 1958.
- [18]—Takarmányok táplálóértékének megállapítása. Kémiai vizsgálatok és számítások. Magyar Népköztársaság Országos Szabvány. MNOSZ. 6830—53. S. 19. 1953.

СВЯЗЬ МЕЖДУ СТЕПЕНЬЮ ЗРЕЛОСТИ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ КУКУРУЗЫ И СОДЕРЖАНИЕМ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И КРАХМАЛА ЗЕРЕН

Я. Вальгер, Я. Шваб, Ж. Турански, и Э. Гал

Отдел кормов, Государственного Института по оценке качеств с. х. продукции, Будапешт

Резюме

Силосование более зрелой кукурузы приобретает все большее значение. Определение времени уборки (молочная спелость, молочно-восковая спелость или восковая спелость) имеет большое значение и для практики и для научных исследований. В практике степень зрелости определяется субъективно при помощи пробы «на ноготь», в лабораторных условиях степень зрелости объективно определяется установлением содержания сухого вещества [16].

Крахмал составляет значительную часть в зернах кукурузы и является самым важным веществом с точки зрения кормовой ценности, по ранним наблюдениям авторов [1, 15] имеется связь между содержанием крахмала и сухим веществом. Авторы исследовали у восьми зубовидных сортов и гибридов кукурузы связь между %-ным содержанием сухого вещества и крахмала, далее связь между пробой «на ноготь» и содержанием вещества. Результаты исследования:

1. Между %-ным содержанием сухого вещества и содержанием крахмала в % от сухого вещества имеется очень тесная связь, которая на графике образует гиперболическую кривую (уравнение 1). Корреляционные коэффициенты и регрессивные уравнения, полученные у 8-ми изученных сортов и гибридов кукурузы, приведены в таблице 2, а связи изображены на 1 рисунке.

Между сортами имеется очень незначительная разница, которой практически можно пренебречь, поэтому из данных 8-ми сортов установили общие взаимосвязи, которые изображены уравнением 2 и на рисунке 2.

2. Имеется тесная линейная связь между степенью пробы «на ноготь» и процентом сухого вещества у всех 8-ми сортов. Корреляционные коэффициенты и регрессивные уравнения отдельных сортов приведены в табл. 3. Поскольку между сортами отклонение находится в пределах ошибки, взаимосвязь выражается общим уравнением (7).

3. Исходя из взаимосвязи между степенью пробы «на ноготь» и между %-ом сухого вещества, на основе уравнения (1) можно вычислить количество крахмала в % от сухого вещества.

4. Процентное количество крахмала незрелого зерна можно вычислять из процентного содержания (5) и из уравнения (6) сухого вещества, и можно вычислить еще из степени и пробы «на ноготь» при помощи уравнения (8).

5. Имеется тесная связь между содержанием сухого вещества и содержанием крахмала зерен, а также между этими двумя факторами и пробой «на ноготь». Возможно,

что в ходе дальнейших опытов возникнут некоторые расхождения в зависимости от местобитания, метеорологических условий, но можно предполагать, что это расхождение не изменит сущности этой связи.

Табл. 1. Изменение содержания сухого вещества и крахмала в зернах кукурузы сорта «Сегедская желтая» в период развития. (1) Степень практической зрелости: 1 — водная спелость, 2 — водно-молочная спелость, 3 — молочная спелость, 4 — молочно-восковая, 5 — восковая, 6 — восковая спелость (пригодная для ломки), 7 — пригодная для ломки, 8 — полная спелость. (2) Исходное содержание сухого вещества. (3) Содержание крахмала в пересчете на исходное содержание воды и сухого вещества.

Табл. 2. Связь между процентным содержанием крахмала и сухого вещества у различных сортов и гибридов кукурузы. (1) Сорта кукурузы. (2) Число изученных початков. (3) k_{em} = крахмал, s_{za} = сухое вещество.

Табл. 3. Связь между процентным содержанием сухого вещества и степенью пробы «на ноготь» (k_f), у различных сортов и гибридов зубовидной кукурузы. (1)—(2) см. табл. 2.

Табл. 4. Предельные величины процентного содержания сухого вещества при различных степенях пробы «на ноготь» в среднем от 8-ми сортов и гибридов зубовидной кукурузы. (1) Число и обозначение пробы «на ноготь» (k_f), название степени спелости от (1)—(8) см. в табл. 1. (2) Сухое вещество в % (s_{za} %) минимальное и максимальное количество.

Рис. 1. Связь между процентом сухого вещества и количеством крахмала в % от сухого вещества у 8-ми сортов и гибридов кукурузы: а) золотой дождь, в) Сегедская желтая, с) Вир 156, д) Одесская, 10, е) Мв. 1., f) Мв.—5, g) Мв 39, h) Мв 156.

Рис. 2. Связь между процентным содержанием крахмала и сухого вещества в среднем от 8-ми сортов и гибридов кукурузы. На горизонтальной оси — % сухого вещества, на вертикальной — содержание крахмала в % от сухого вещества.

Über den Zusammenhang zwischen praktischem Reifegrad der Maissorten und dem Trockensubstanz- sowie Stärkegehalt der Maiskörner

J. WALGER, J. SVÁB, Zs. THURÁNSZKY und É. GÁLL

Landesanstalt für landwirtschaftliche Qualitätsprüfung, Abteilung für Futtermittelprüfung, Budapest

Zusammenfassung

Die Bestimmung des erntegerechten Reifegrades des Silomaises (Milchreife, Milch-wachsreife, Wachsreife usw.) ist sowohl von theoretischem, als auch von praktischem Gesichtspunkt sehr wichtig. Der Reifegrad wird in der Praxis mit der subjektiven Methode der Nagelprobe, unter Laborbedingungen mit objektiver Prüfung des Trockensubstanzgehaltes [16] bestimmt.

Vorliegende Untersuchungen haben Hinweise geliefert, daß zwischen dem Gehalt an Stärke — die bei fortschreitender Reife den Großteil des Kornes ausmacht und vom Gesichtspunkt des Futterwertes von größter Bedeutung ist — und dem Trockensubstanzgehalt ein Zusammenhang besteht [1, 15].

In der vorliegenden Arbeit werden Ergebnisse der mit 8 Zahnmaissorten bzw. Hybriden geführten neueren Untersuchungen erörtert, in deren Verlauf Zusammenhänge zwischen a) Stärkeprozent und Trockensubstanzprozent, b) den einzelnen Stufen der Nagelprobe und dem Trockensubstanzprozent, schließlich aus diesen Zusammenhängen c) der Zusammenhang zwischen Stärkegehalt und Stufen der Nagelprobe laut nachstehendem erwiesen werden konnte.

1. Zwischen dem auf Trockensubstanz bezogenen Stärkeprozent und dem Trockensubstanzprozent besteht ein sehr enger hyperbelförmiger Zusammenhang (Formel 1). Die für die geprüften 8 Maissorten bzw. Maishybriden berechneten Korrelationskoeffizienten und Regressionsgleichungen sind in Tabelle 2, die graphischen Darstellungen der Zusammenhänge in Abb. 1. vorgeführt. Da die Sortenunterschiede praktisch bedeutungslos sind, wurde aus den Meßwerten der 8 Sortenproben der gemeinsame Zusammenhang bestimmt, der mit Formel (2) ausgedrückt und in Abb. 2. veranschaulicht wurde.

2. Zwischen den einzelnen Graden der Nagelprobe und dem Trockensubstanzprozent ist bei allen 8 Sorten ein enger linearer Zusammenhang nachzuweisen. Die Korrelationskoeffizienten und Regressionsgleichungen je Sorte sind in Tabelle 3 enthalten. Da die Sortenunterschiede auch hier innerhalb der praktisch unbedeutenden Fehlergrenze liegen, wird der Zusammenhang mit einer gemeinsamen Gleichung (7) ausgedrückt.

3. Aus dem zwischen den einzelnen Graden der Nagelproben und dem Trockensubstanzprozent bestehenden Zusammenhang kann mit Formel (1) das auf Trockensubstanz bezogene Stärkeprozent berechnet werden.

4. Das auf Frischkörner bezogene Stärkeprozent kann aus dem Trockensubstanzprozent nach Formeln (5) und (6), aus dem Nagelprobegrad nach Formel (8) berechnet werden.

5. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß einerseits zwischen dem Trockensubstanzgehalt und dem Stärkegehalt, andererseits zwischen diesen zwei Faktoren und den Graden der Nagelprobe eine enge Korrelation angenommen werden kann. Wenn auch in Abhängigkeit von Standort, Jahrgang, meteorologischen Verhältnissen usw. Abweichungen von den hier nachgewiesenen Verhältnissen vorfallen können, scheint doch die Annahme berechtigt, daß diese Abweichungen den Zusammenhang im wesentlichen nicht beeinflussen.

Tabelle 1. Veränderungen im Trockensubstanz- und Stärkegehalt der Maiskörner der Sorte »Szegedi sárga« in den verschiedenen Entwicklungsphasen (Grunddaten). (1) Praktische Reifestufen: 1 = wäßrig-reif, 2 = wäßrig-milchreif, 3 = milchreif, 4 = milchwachsreif, 5 = wachsreif, 6 = wachsvollreif, 7 = erntereif 8 = vollreif. (2) Natürlicher Trockensubstanzgehalt, (3) Stärkegehalt auf natürlichen Wassergehalt und auf Trockensubstanz berechnet.

Tabelle 2. Zusammenhang zwischen Stärkegehalt ($kem\%$) und Trockensubstanzgehalt ($sza\%$) bei verschiedenen Zahnmaistypen. (1) Maissorte bzw. Hybride, (2) Zahl der geprüften Kolben, kem = Stärke, sza = Trockensubstanz.

Tabelle 3. Zusammenhang zwischen Trockensubstanzgehalt ($sza\%$) und einzelnen Stufen der Nagelprobe (kf) bei verschiedenen Zahnmaistypen. (1)–(2) wie in Tabelle 2.

Tabelle 4. Den einzelnen Stufen der Nagelprobe entsprechende Grenzwerte des Trockensubstanzgehaltes (%) im Durchschnitt von 8 Zahnmaissorten bzw. Hybriden. (1) Stufennummer und Benennung der Nagelprobe (kf). 1–8 verschiedene Reifgrade wie in Tabelle 1. (2) Trockensubstanzprozent ($sza\%$), Minimum und Maximum.

Abb. 1. Zusammenhang zwischen dem auf Trockensubstanz bezogenen Stärkeprozent und Trockensubstanzprozent bei 8 Maissorten bzw. Hybriden: a) »Aranyözön« (Goldflut), b) »Szegedi sárga«, c) VIR 156, d) Odessa 10, e) Mv. 1, f) Mv. 5, g) Mv. 39, h) Mv. 156.

Abb. 2. Zusammenhang zwischen Stärkeprozent und Trockensubstanzprozent im Durchschnitt von 8 Maissorten bzw. Hybriden. Auf der Abszisse sind die Trockensubstanzprozent, auf der Ordinate die auf Trockensubstanz bezogenen Stärkeprozent angeführt.