

Hazai kukoricafajták fehérjéinek értékelése a triptofán tartalom alapján

BÁRTFAY TÍBORNÉ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A kukorica termesztésének legfőbb célja a megbízható és bő termőképesség, azonban emellett fokozott figyelmet érdemel az egyes fajták takarmányértéke, azaz minőségének kérdése is. A takarmányértéket a gyakorlatban a szénhidrát, zsír és nyersfehérje értékkel fejezzük ki. Azonban a fehérje mennyisége nem tükrözi hűen a tápértéket, mert azt minden esetben a minőség — vagyis a kérdéses fehérjének aminosav összetétele dönti el. Régóta ismert tény, hogy az állati szervezet által nem szintetizálható ún. esszenciális vagy nélkülözhetetlen aminosavaknak van legnagyobb szerepük ezen a téren, s így ezek determinálják, hogy a fehérje milyen biológiai értéket képvisel.

A kukoricaszem fehérje összetételét először Gorham tanulmányozta 1822-ben. Kimutatta, hogy a szemben levő fehérje 40%-át egy alkoholban oldható fehérje, a zein képezi. A kukorica hiányos tápértékére először 1908-ban OSBORN és CLAPP [15] mutatott rá. Megvizsgálták a zein aminosavait és megállapították, hogy nagy mennyiségben tartalmaz leucint és aszparaginsavat, azonban triptofánt és lizint nem.

1913-ban WILLCOCK és HOPKINS [26], egereken végzett kísérletekkel mutatták ki, hogy zeinnel, vagy csak kukoricával táplált állatok hamarosan elpusztulnak, de ha triptofánt és lizint adagolnak pótlólag a táplálékukhoz, akkor fejlődésük normális lesz. Ezeket a megfigyeléseket OSBORN [16], HOGAN [14] és MARAIS [13] is megerősítették.

CSONKA és JONES [5], és CSONKA [4] megvizsgálták a kukorica híg lúggal oldható fehérje frakcióját, a glutelint és megállapították, hogy ez a frakció triptofánt és lizint tartalmaz.

A kukoricaszem teljes fehérje frakcióinak és aminosav összetételének vizsgálatairól számos szerző szolgáltatott adatokat. A kutatások eredményeinek egy része arra mutat, hogy a kukoricaszem aminosav összetétele nagymértékben függ a jelenlevő különböző típusú fehérjék relatív mennyiségétől. Zelény szerint a kukoricaszemben a fehérjék relatív arányát a kukorica érettsége befolyásolhatja. DOTY [6] és munkatársai hibridkukoricák aminosav összetételét vizsgálva azt a következtetést vonták le, hogy a fehérjetartalom és az aminosav aránya összefüggésben van a genetikai konstrukcióval, továbbá nagymértékben függ a külső tényezőktől is (talajtípus, trágya és nedvesség-ellátottság, hőmérséklet stb. [17, 19]).

A növénynemesítők a kukorica-fehérje problémájának jelentőségét felismerve számtalan nemesítési eljárással igyekeztek a kukoricaszem fehérje tartalmát befolyásolni.

A nemesítési irányt tekintve két uralkodó felfogás alakult ki azzal kapcsolatban, hogy melyik a legalkalmasabb módszer a kukorica fehérjetartalmának módosítására.

Az egyik felfogás szerint a fehérje százalékanak növelése már elegendő a kukorica tápértékének megjavítására.

Ezt a törekvést szolgálta az Illinois Experiment Station munkatársainak [11] hosszú kísérletek során kidolgozott nemesítési eljárása, valamint FREY 1949-ben végzett kísérletei, amelyek a következő eredményre vezettek:

A fokozott összes fehérje tartalommal kisebb szemtermés jár együtt. Ezenkívül, ahogy nő a szemben a fehérje százalék, növekedik a fehérjében a zein aránya is, tehát a magas fehérjetartalmú kukoricatörzsek minőségileg elmaradnak a normális törzsekhez viszonyítva.

A második felfogás szerint inkább a minőséget kell figyelembe venni, tehát csökkenteni a zein arányát és növelni a triptofán százalékát. FREY [9] és társainak ilyen irányú kísérleteiben a fehérje/zein arány megjavítása céljából végzett szelekció nem vált be, viszont a triptofán tartalom növelésére irányuló szelekció sikerrel járt.

Összegezve az adatokat: a kukorica fehérjében két domináló frakció van: a híg lúgban oldódó α -glutelin és az alkohololdható zein. Triptofán és lizin, e két fontos esszenciális aminosav csak a glutelin frakcióban található. A két frakció aránya és ennek függvényeként a két említett aminosav mennyisége a fajtától, valamint a termesztési tényezőktől függően, meglehetősen változik.

A fehérje kérdésben a triptofán élettani fontossága különösen kiemelendő. Ez nemcsak abban rejlik, hogy a nélkülözhetetlen aminosavak közé tartozik, hanem bioszintézisének tágabb értelemben is jelentősége van. (A triptofán sokirányú anyagcseréjét az 1. ábra szemlélteti.) Így többek között résztvesz a növényi növekedési hormon, az indolecetsav szintézisében, továbbá több lépcsőben történő átváltozása folyamán nikotinsavvá alakul.

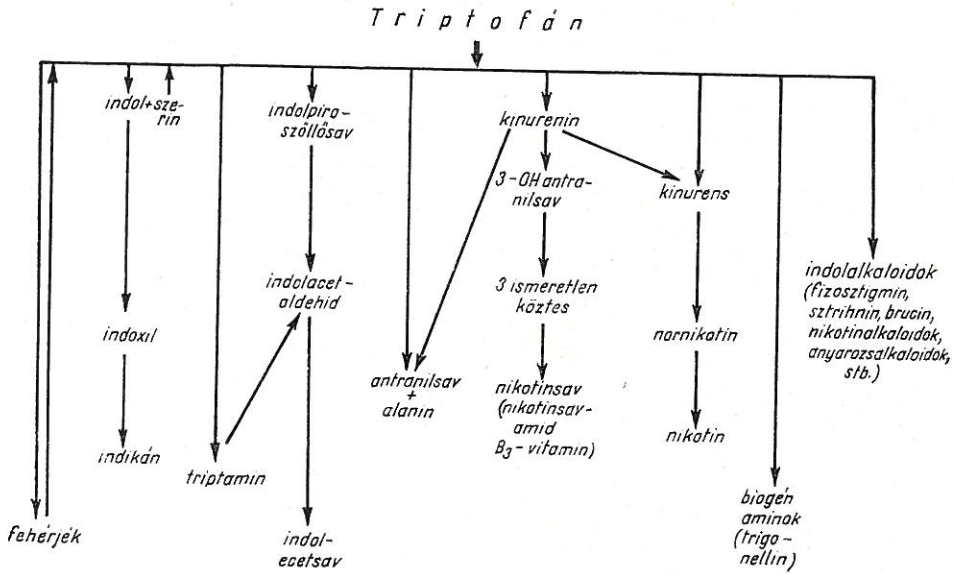
Takarmányozási szempontból különösen ez utóbbi érdemel nagyobb figyelmet. Ugyanis, mint ismeretes a nikotinsav hiánya súlyos betegségnek — a pellagrának — előidézője, s mivel a triptofán a nikotinsav előfutára, alapvetőleg a pellagra okát a triptofán nem kielégítő mennyiségében kereshetjük. Tehát a kukorica csekély triptofán tartalma az oka, hogy egyoldalú fogyasztása a fenti hiánybetegséget idézi elő.

Egyedül a kérődzők tudnak bendőflórájuk segítségével annyi aminosavat szintetizálni, hogy egyoldalú kukoricatakarmányozás esetében a triptofán hiányt pótolják.

A triptofán szerepe takarmányozási szempontból mindjobban előtérbe kerül. Újabb adatok szerint kizárólag kukoricával történő sertéshízalás esetében a triptofán, vagy szabad nikotinsavnak a hiánya okozza a zsír lágylúságát [8].

Az irodalmi adatok meggyőzően rámutatnak a kukorica fehérjének és ezen belül a triptofán tartalmának jelentőségére.

Hazánkban az utóbbi években a kukorica-termesztés nagyarányú fejlesztésével előtérbe került a termesztett fajták minőségének kérdése is. SURÁNYI [24]: „A kukorica és termesztése” c. könyvében részletesen kitér a kukorica fehérje minőségének és ezzel kapcsolatban takarmányozásának problémájára.



I. ábra

A triptofán szerepe az anyagcserében (Dr. Doby Géza: Növényi biokémia c. könyvéből [1]).

A növénytermesztésnek, úgyszintén a modern nemesítésnek a jövőbeni feladata a növények tápanyag összetételének, azaz minőségének tudatos irányítása. A hazai nemesítők közül Berzsényi-Janosits László és Jánossy Andor munkájában ez a törekvés fokozottan megnyilvánul.

A kérdés fontosságát felmérve elhatároztuk, hogy hazai kukorica fajtáinkat a fehérje-minőség megállapítása céljából megvizsgáljuk.

Ennek megfelelően megvizsgáltuk:

1. Az elterjedtebb, törzskönyvezett hazai kukorica fajtáink fehérje, zein és triptofán tartalmát, hogy a fajták közötti különbségeket továbbá a zein/triptofán közötti arányt regisztrálhassuk.

2. A talaj és a klimatikus viszonyok befolyásának felmérésére ugyanezeket a vizsgálatokat a fenti fajták különböző termőhelyekről begyűjtött mintáin is elvégeztük. Az évjárat ingadozásának felbecsülésére a következő évben megismételtük a kísérleteket.

Ezzel a fajta-értékeléssel az volt a célunk, hogy hazai nemesítőinknek munkájához segítséget nyújtsunk.

Kísérleti rész

Az Országos Fajtakísérleti Intézet fajtakísérletéből 1956. és 1957. évben 8 törzskönyvezett takarmány-kukorica fajtát bocsájtottak rendelkezésünkre.

A vizsgált kukorica fajták és származási helyük:

| | |
|------------------------|------------------|
| Fajta megnevezése: | Nemesítés helye: |
| „F” mezőhegyesi | Bánkut |
| „F” korai | Kompolt |
| Martonvásári 5 hibrid | Martonvásár |
| Ovári 5 hibrid | Magyaróvár |
| Aranyözön | Lovászpata |
| Szegedi sárga | Szeged |
| Mindszentpusztai sárga | Martonvásár |
| Martoni „FB” | Martonvásár |

Mind a termesztési helyről származó elit vetőmag, mind a Fajtakísérleti Intézet három különböző telepén [Székkutas (Csongrád m.), Nagycenk (Sopron m.), Borsosberény (Nógrád m.)] termesztett növényeknél a szokásos trágyázást alkalmazták. Talajait tekintve: Székkutas mélyrétegű vályog. — Borsosberény egységesen kötött szürke agyag. — Nagycenk vályogos erdőtalaj.

A vizsgálatokat a következő módszerekkel végeztük:

- Az összes nitrogént mikro-Kjeldahl módszerrel.
- A nyersfehérje értéket az összes nitrogén értéknek 6,25 faktoriala törtenő szorzásával számítottuk ki.
- A fehérjét, a triptofánt és a triklórecetsavas csapadék N-tartalmából számítottuk ki a fenti faktoriala való szorzás útján.
- A zeint 70%-os alkohollal vontuk ki. Egy éjjelen át 55 C°-on tartottuk, centrifugáltuk, majd kétszer 1—1 óráig tartó kevergetéssel extraháltuk. Az egyesített kivonatokból nitrogént határoztunk meg [13, 19].

e) A triptofán kvantitatív meghatározásának irodalma igen nagy. A ma használatos módszerek legnagyobb része VOISENET és RHODE [18, 25] aldehiddel képzett kolorimetrikus eljárásán alapszik, amelyet számos szerző módosított [1, 3, 14, 21, 22, 23]. Tekintve, hogy a triptofán mind savas, mind lúgos hidrolízise folyamán bomlást szenved, előnyös, ha hidrolízismentes anyagon hajtjuk végre a meghatározást. Az eljárás lényege az, hogy a triptofán (szabad vagy fehérjéhez kötött egyaránt) erős savas közegben p-dimetilaminobenzaldehiddel kondenzációs terméket ad, melyet NO₂ kék színűvé oxidál.

A standard görbét tiszta triptofán oldattal veszik fel zselatin védőkolloid hozzáadásával.

A reakciót gondosan kell végrehajtani, mert a színképződést és színintenzitást nagymértékben befolyásolja a redukáló anyag mennyisége, a savkoncentrációja, továbbá a fény- és hőmérséklet is [2]. Különböző fehérjék, különböző árnyalatú színeket hoznak létre aldehiddel, tehát minden fehérje esetében meg kell határozni az optimális körülményeket [12, 22]. Meg kell említeni még, hogy az aldehidreakció nem specifikus a triptofánra, más indol-származékok is adják, azonban ezek a vegyületek előzetes éteres extrahálással eltávolíthatók [20].

Vizsgálatainkban Dory [6] módszerét alkalmaztuk némi módosítással triptofán meghatározásra, finomra őrlött kukorica lisztből. Összehasonlító vizsgálatokat végeztünk extrahált és nem extrahált kukoricán s az eredmények azt mutatták, hogy a kukorica esetében nem szükséges éteres extrahálást végezni.

Eredmények

Az 1. táblázat adatai szerint az egyes kukorica-fajták között a fehérje mennyiségében, a zein- és triptofántartalomban lényeges különbség mutatkozik. Az összes fehérje és a zein esetében ez a különbség az átlaghoz viszonyítva, a szárazanyag %-ában kifejezve $\pm 1\%$ -ot mutat, azonban abszolút mennyiségben ez a fehérjénél 12% -ot, a zeinnél pedig 24% -ot jelent. A triptofánnál a maximális különbség a szárazanyag $\pm 7\text{ mg}\%$ -a, ami a triptofán átlagmennyiségének $11,5\%$ -át jelenti.

Ezek a különbségek részben a fajtajellegből, részben a külső faktorok hatásából adódnak. Az utóbbiak befolyásáról azok a különbségek tájékoztatók, amelyeket a két egymást követő évben termesztett magok mutatnak. Ez a különbség a fehérje-tartalomban átlagosan 5% , a zeinben 10% , a triptofán tartalomban pedig $2,6\%$ -nak mutatkozott. Tekintettel arra, hogy a termesztés mindkét évben ugyanazon a talajon és azonos trágyázás mellett történt, a különbségek feltehetően nagyrészt a két év időjárási viszonyainak különb-

1. táblázat

A vizsgált kukorica fajták fehérje, zein és triptofán tartalma szárazanyag %-ában

| (1) Fajta | (2) Valódi fehérje % | | (3) Zein % | | (4) Triptofán mg/100 g | |
|--------------------------------------|----------------------------|-------|------------------|-------|------------------------------|-------|
| | 1956. | 1957. | 1956. | 1957. | 1956. | 1957. |
| 1. „F” mezőhegyesi | 8,1 | 7,8 | 4,3 | 3,9 | 55,4 | 59,8 |
| 2. „F” korai | 7,9 | 8,2 | 3,9 | 4,3 | 61,0 | 60,0 |
| 3. Martonvásári 5 hibrid | 7,3 | 7,6 | 3,1 | 3,2 | 67,8 | 68,0 |
| 4. Óvári 5 hibrid | 9,1 | 9,6 | 4,5 | 5,5 | 59,8 | 59,1 |
| 5. Aranyözön | 9,1 | 8,6 | 4,7 | 4,6 | 62,6 | 64,9 |
| 6. Mindszentpusztai sárga | 7,8 | 7,9 | 3,6 | 3,8 | 61,0 | 59,3 |
| 7. Szegedi sárga | 9,1 | 8,3 | 4,3 | 3,8 | 61,0 | 63,8 |
| 8. Martoni „FB” | 9,4 | 8,7 | 4,5 | 4,7 | 54,3 | 56,8 |
| Egymás közti maximális eltérés | 12% | | 24% | | 11% | |
| Évjárat közti eltérés | 5% | | 10% | | 2,6% | |

ségéből adódnak. A két évjárat változásait a termesztési körülmények részletekbe menő ismerete nélkül lehetetlen értelmezni, azonban megállapítható, hogy az összes fehérje és zein tartalom változása nagyjában azonos, a triptofáné pedig ellentétes irányú. (Lásd a berajzolt nyilak irányát.) Mindkettőnél csupán egy-egy kivétel tapasztalható. Mindez azt a már említett tényt igazolja, hogy a zein egyáltalán nem, vagy csak igen kis mértékben tartalmaz triptofánt.

Ha a különböző termőhelyek hatását vizsgáljuk, a kukoricaszem fehérje összetételére, a 2. és 3. táblázat adatai alapján a következőket állapíthatjuk meg:

Az 1956-os termésben, az egyes helyekről begyűjtött minták nyersfehérje, valódi fehérje és zein tartalma közel azonos a vetőmag megfelelő értékeivel, viszont 1957-ben egyöntetűen a vetőmag értékei alatt maradnak.

Az azonos termőhelyről származó, azonos fajták 1957-es évi értékei ugyancsak alacsonyabbak. A két évjárat között a nyersfehérje és fehérje mennyiségének ingadozása nagyobb, mint amelyet ugyanabban az évben a különböző termőhelyek hatása okoz.

2. táblázat

A nyersfehérje mennyiségének alakulása a szárazanyag %-ában

| (1) Fajta | (2) Vetőmag | Székkutas | Nagycekn | Borsos-berény | (3) Átlag | (4) Átlagos eltérés % |
|-------------------------------|----------------|-----------|----------|---------------|--------------|--------------------------|
| 1956 | | | | | | |
| 1. „F” mezőhegyesi | 10,7 | 10,4 | 9,7 | 11,4 | 10,5 | 4,5 |
| 2. „F” korai | 9,9 | 10,0 | 10,5 | 10,9 | 10,5 | |
| 3. Martonvásári 5 hibrid | 9,2 | 9,4 | 9,7 | 9,4 | 9,5 | |
| 4. Óvári 5 hibrid | 10,6 | 10,5 | 11,4 | 11,0 | 11,0 | |
| 5. Aranyözön | 11,4 | 11,0 | 11,4 | 11,7 | 11,4 | |
| 6. Mindszentpusztai sárga ... | 10,0 | 10,5 | 10,7 | 11,2 | 10,8 | |
| 7. Szegedi sárga | 11,4 | 10,6 | 11,1 | 10,8 | 10,8 | |
| 8. Martoni „FB” | 10,5 | 11,0 | 10,6 | 11,4 | 11,0 | |
| 1957 | | | | | | |
| 1. „F” mezőhegyesi | 10,0 | 8,8 | 9,0 | — | 8,9 | 4,2 |
| 2. „F” korai | 10,2 | 9,7 | 9,8 | — | 9,7 | |
| 3. Martonvásári 5 hibrid | 8,4 | 8,3 | 8,4 | 9,4 | 8,7 | |
| 4. Óvári 5 hibrid | 11,5 | 10,0 | 10,0 | 10,4 | 10,0 | |
| 5. Aranyözön | 10,7 | 10,2 | 10,1 | — | 10,1 | |
| 6. Mindszentpusztai sárga ... | 8,7 | 9,1 | 10,2 | — | 9,1 | |
| 7. Szegedi sárga | 10,0 | 9,3 | 10,8 | — | 10,0 | |
| 8. Martoni „FB” | 10,3 | 9,8 | 10,2 | — | 10,0 | |

Két évjárat közötti átlagos eltérés 10%

3. táblázat

A fehérje mennyiségének alakulása a szárazanyag %-ában

| (1) Fajta | (2) Vetőmag | Székkutas | Nagycekn | Borsos-berény | (3) Átlag | (4) Átlagos eltérés % |
|-------------------------------|----------------|-----------|----------|---------------|--------------|--------------------------|
| 1956 | | | | | | |
| 1. „F” mezőhegyesi | 8,1 | 7,7 | 9,4 | 8,7 | 8,6 | 5,0 |
| 2. „F” korai | 7,9 | 8,8 | 8,6 | 9,0 | 8,8 | |
| 3. Martonvásári 5 hibrid | 7,3 | 8,2 | 8,4 | 7,9 | 8,2 | |
| 4. Óvári 5 hibrid | 9,1 | 9,3 | 9,6 | 9,3 | 9,4 | |
| 5. Aranyözön | 9,1 | 9,6 | 9,4 | 9,9 | 9,6 | |
| 6. Mindszentpusztai sárga ... | 7,8 | 8,8 | 8,9 | 9,9 | 9,2 | |
| 7. Szegedi sárga | 9,1 | 8,4 | 8,8 | 8,9 | 8,7 | |
| 8. Martoni „FB” | 9,4 | 8,5 | 9,3 | 9,9 | 9,2 | |
| 1957 | | | | | | |
| 1. „F” mezőhegyesi | 7,8 | 7,1 | 7,6 | — | 7,3 | 4,2 |
| 2. „F” korai | 8,2 | 7,7 | 7,6 | — | 7,6 | |
| 3. Martonvásári 5 hibrid | 7,6 | 6,8 | 6,8 | 7,6 | 7,1 | |
| 4. Óvári 5 hibrid | 9,6 | 7,6 | 8,1 | 8,3 | 8,0 | |
| 5. Aranyözön | 8,6 | 8,4 | 8,4 | — | 8,4 | |
| 6. Mindszentpusztai sárga ... | 7,9 | 7,0 | 8,3 | — | 7,6 | |
| 7. Szegedi sárga | 8,3 | 7,6 | 8,6 | — | 8,1 | |
| 8. Martoni „FB” | 8,7 | 7,9 | 8,7 | — | 8,3 | |

Két évjárat közötti átlagos eltérés 12%.

4. táblázat

A zein mennyiségének alakulása a szárazanyag %-ában

| (1) Fajta | (2) Vetőmag | Székkutas | Nagycepek | Borsos-berény | (3) Átlag | (4) Átlagos eltérés % |
|-------------------------------|----------------|-----------|-----------|---------------|--------------|--------------------------|
| 1956 | | | | | | |
| 1. „F” mezőhegyesi | 4,31 | 4,06 | 4,64 | 4,38 | 4,35 | 4,6 |
| 2. „F” korai | 3,94 | 4,31 | 4,50 | 4,50 | 4,43 | |
| 3. Martonvásári 5 hibrid | 3,18 | 3,43 | 3,25 | 3,38 | 3,35 | |
| 4. Óvári 5 hibrid | 4,56 | 4,56 | 4,81 | 4,56 | 4,64 | |
| 5. Aranyözön | 4,75 | 5,00 | 4,81 | 4,88 | 4,89 | |
| 6. Mindszentpusztai sárga ... | 3,68 | 4,43 | 4,44 | 4,31 | 4,39 | |
| 7. Szegedi sárga | 4,31 | 3,94 | 4,63 | 4,44 | 4,33 | |
| 8. Martoni „FB” | 4,56 | 4,44 | 4,50 | 5,00 | 4,64 | |
| 1957 | | | | | | |
| 1. „F” mezőhegyesi | 3,93 | 3,58 | 3,78 | — | 3,68 | 4,0 |
| 2. „F” korai | 4,36 | 4,14 | 4,46 | — | 4,30 | |
| 3. Martonvásári 5 hibrid | 3,28 | 3,02 | 3,26 | 3,83 | 3,37 | |
| 4. Óvári 5 hibrid | 5,50 | 4,16 | 4,28 | 4,31 | 4,25 | |
| 5. Aranyözön | 4,64 | 4,55 | 4,42 | — | 4,48 | |
| 6. Mindszentpusztai sárga ... | 3,81 | 3,93 | 4,48 | — | 4,20 | |
| 7. Szegedi sárga | 3,84 | 4,07 | 4,74 | — | 4,35 | |
| 8. Martoni „FB” | 4,71 | 4,19 | 4,83 | — | 4,51 | |

Két évjárat közötti átlagos eltérés 5,4%.

5. táblázat

A triptofán mennyiségének változása 100 g szárazanyagban mg

| (1) Fajta | (2) Vetőmag | Székkutas | Nagycepek | Borsos-berény | (3) Átlag | (4) Átlagos eltérés |
|-------------------------------|----------------|-----------|-----------|---------------|--------------|------------------------|
| 1956 | | | | | | |
| 1. „F” mezőhegyesi | 55 | 62 | 58 | 65 | 62 | 4,8 |
| 2. „F” korai | 61 | 58 | 61 | 63 | 61 | |
| 3. Martonvásári 5 hibrid | 68 | 61 | 64 | 61 | 63 | |
| 4. Óvári 5 hibrid | 60 | 60 | 66 | 61 | 62 | |
| 5. Aranyözön | 63 | 62 | 64 | 65 | 63 | |
| 6. Mindszentpusztai sárga ... | 61 | 60 | 64 | 66 | 63 | |
| 7. Szegedi sárga | 61 | 62 | 62 | 68 | 64 | |
| 8. Martoni „FB” | 54 | 59 | 55 | 61 | 58 | |
| 1957 | | | | | | |
| 1. „F” mezőhegyesi | 60 | 58 | 52 | — | 55 | 3,5 |
| 2. „F” korai | 61 | 58 | 53 | — | 55 | |
| 3. Martonvásári 5 hibrid | 68 | 56 | 54 | 58 | 56 | |
| 4. Óvári 5 hibrid | 59 | 60 | 56 | 59 | 58 | |
| 5. Aranyözön | 65 | 64 | 59 | — | 61 | |
| 6. Mindszentpusztai sárga ... | 61 | 59 | 58 | — | 58 | |
| 7. Szegedi sárga | 64 | 62 | 62 | — | 62 | |
| 8. Martoni „FB” | 57 | 54 | 54 | — | 54 | |

Két évjárat közötti eltérés 8,3%.

A zeinnél ez az eltérés kisebb és csaknem teljesen követi a fehérjetartalom csökkenését vagy növekedését. Azokban az esetekben, ahol a fehérjével nem egyértelmű az ingadozás, az eltérés oly csekély, hogy a hibahatáron belül esik. Ez igazolja több külföldi szerzőnek [6, 9] azt a megfigyelését, hogy a zein- és fehérjetartalom között lineáris összefüggés van.

A triptofán szárazanyagra számított értékének termőhelyek szerinti változása nem mutat egységes képet (5. táblázat). Általában fordított irányú a zeinhez viszonyítva, azonban számos azonos irányú ingadozás is megállapítható. Az átlagos eltérés százalékos aránya kb. megegyezik a vizsgált N-frakciók arányával még abban is, hogy a két évjárat lényeges különbséget mutat. Frey és munkatársai kimutatták, hogy a triptofán % és a fehérje %-a között pozitív összefüggés van.

Bár a triptofán szárazanyagra számított %-os értékei alkalmasak az őrlemény biológiai értékének megítélésére, azonban a fehérje minőség jellemzésére, illetőleg értékelésére, megfelelőbb a fehérje %-ában kifejezett triptofán mennyiség (6. táblázat).

6. táblázat

A triptofán mennyiségének változása 100 g fehérjében

| (1) Fajta | (2) Vetőmag | Székkutas | Nagyecenk | Borsos-berény | (3) Átlag | (4) Átlagos eltérés |
|-------------------------------|----------------|-----------|-----------|---------------|--------------|------------------------|
| <i>1956</i> | | | | | | |
| 1. „F” „mezőhegyesi” | 0,68 | 0,70 | 0,62 | 0,74 | 0,69 | 3,6% |
| 2. „F” „korai” | 0,80 | 0,65 | 0,71 | 0,69 | 0,68 | |
| 3. Martonvásári 5 hibrid | 0,92 | 0,74 | 0,76 | 0,77 | 0,76 | |
| 4. Óvári 5 hibrid | 0,62 | 0,64 | 0,68 | 0,65 | 0,66 | |
| 5. Aranyözön | 0,68 | 0,64 | 0,67 | 0,64 | 0,65 | |
| 6. Mindszentpusztai sárga ... | 0,78 | 0,68 | 0,71 | 0,66 | 0,68 | |
| 7. Szegeói sárga | 0,67 | 0,73 | 0,70 | 0,76 | 0,73 | |
| 8. Martoni „FB” | 0,73 | 0,70 | 0,59 | 0,61 | 0,63 | |
| <i>1957</i> | | | | | | |
| 1. „F” „mezőhegyesi” | 0,77 | 0,82 | 0,67 | — | 0,74 | 4,6% |
| 2. „F” „korai” | 0,73 | 0,75 | 0,69 | — | 0,72 | |
| 3. Martonvásári 5 hibrid | 0,78 | 0,82 | 0,80 | 0,76 | 0,79 | |
| 4. Óvári 5 hibrid | 0,70 | 0,78 | 0,68 | 0,70 | 0,72 | |
| 5. Aranyözön | 0,75 | 0,75 | 0,70 | — | 0,72 | |
| 6. Mindszentpusztai sárga ... | 0,75 | 0,82 | 0,69 | — | 0,75 | |
| 7. Szegeói sárga | 0,77 | 0,80 | 0,71 | — | 0,75 | |
| 8. Martoni „F B” | 0,65 | 0,68 | 0,62 | — | 0,65 | |

A két évjárat közötti átlagos eltérés 7,0 %

Mivel az 1957. évi termésben a fehérje-értékek alacsonyabbak voltak az előző évinél, természetes, hogy a fehérje %-ában kifejezett triptofán tartalom eltér a szárazanyagban kifejezett mennyiségektől.

A vizsgált fajták fehérje-minőségének értékelése céljából a triptofánnak és a zeinnek 100 g fehérjében található mennyisége alapján sorrendet állapítottunk meg. Az adatok két egymást követő évjáratnak és a különböző termőhelyeknek átlageredményei.

A triptofán és a zein összefüggését értékelve — ha nem is törvényszerűség — de határozott tendencia mutatkozik abban, hogy a kisebb zein értékek nagyobb, a nagyobb zein értékek kisebb triptofán mennyiséggel járnak együtt.

7. táblázat
Triptofán és zein mennyisége 100 g fehérjében

| Fajta | Triptofán g | Zein g |
|------------------------------|-------------|--------|
| Martonvásári 5 hibrid | 0,77 | 45 |
| Szegedi sárga | 0,74 | 50 |
| Mindszentpusztai sárga | 0,71 | 51 |
| „F” mezőhegyesi | 0,71 | 51 |
| „F” korai | 0,70 | 53 |
| Óvári 5 hibrid | 0,69 | 52 |
| Aranyözön | 0,68 | 52 |
| Martoni „FB” | 0,64 | 54 |

A megállapított sorrendet csak tájékoztatásnak vehetjük, mivel a fajták értékének stabilitására e két évjárat eredményeiből nem lehet határozottan következtetni. Az időszaki változások hatása nagyon jelentős — s mint a táblázatokban feltüntettük — néha nagyobb, mint a fajták közötti különbség vagy a termelőhely okozta hatás. Az ingadozás okait pontos meteorológiai adatok birtokában, több évi kísérleti eredményből lehet csak elemezni.

Ö s s z e f o g l a l á s

Hazai kukorica fajtáink fehérje minőségének megállapítása végett megvizsgáltuk törzskönyvezett fajtáink fehérje, zein és triptofán tartalmát.

A különböző termesztési tényezők befolyásának felmérésére a fajtáknak különböző termőhelyekről (Székkutas, Nagycenk, Borsosberény) begyűjtött mintáin is elvégeztük a vizsgálatokat.

Az évjárat ingadozásának felbecsülésére a kísérletet a következő évben megismételtük.

Az eredmények az egyes fajták között lényeges eltérést mutatnak (1. táblázat).

A különböző termőhelyek hatását vizsgálva megállapítottuk, hogy a nyersfehérje és zein tartalomban a két évjárat közötti ingadozás nagyobb, mint amelyet ugyanabban az évben a különböző termőhelyek hatása adott (2. és 3. táblázat).

A zein mennyisége csaknem teljesen követi a fehérje tartalom csökkenését, vagy növekedését (4. táblázat).

A triptofán értékének változása általában fordított irányú a zeinhez viszonyítva (5. és 6. táblázat).

A vizsgált fajták fehérje minőségének értékelése céljából a triptofánnak és a zeinnek 100 g fehérjében található mennyisége alapján sorrendet állapítottunk meg. Az adatok két egymást követő évjáratnak és a különböző termőhelyeknek átlageredményei (7. táblázat).

A megállapított sorrendet csak tájékoztatásnak vehetjük, mivel a fajták értékének stabilitására a két évjárat eredményeiből még nem lehet határozottan következtetni.

Érkezett: 1960. november 3.

I r o d a l o m

- [1] BATES, R. W.: Rapid Method for Quantitative Determination of Tryptophane. *J. Biol. Chem.* **119**. VII. 1937.
- [2] BLOCK, R. J. & BOLLING, D.: The Amino Acid Composition of Proteins and Foods. Sec. Ed. C. Thomas. Springfield, USA. 1951.
- [3] BOYD, W. J.: Note on the determination of tryptophan by means of p-dimethylbenzaldehyd. *Biochem. J.* **23**. 78—82. 1929.
- [4] CSONKA, F. A.: Studies on glutelins. *J. Biol. Chem.* **97**. 281—286. 1932.
- [5] CSONKA, F. A. & JONES, D. B.: Studies on glutelins. *J. Biol. Chem.* **82**. 17—21. 1929.
- [6] DOTY, D. M.: Amino acids in corn grain from several single cross hybrids. *Cereal Chem.* **33**. 199—209. 1946.
- [7] DOBY, G.: Növényi biokémia. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1959.
- [8] DUTHIE, W. D. & Dent, F. A.: Effect of maize fat hardness and growth-rate. *Nature*. **182**. 953—954. 1958.
- [9] FREY, K. J. & BRIMHALL, B.: The effects of selection upon protein quality in the corn kernel. *Agron. J.* **41**. 399—403. 1949.
- [10] HOGAN, A. G.: Corn as source of protein and ash for growing animals. *J. Biol. Chem.* **29**. 485. 1917.
- [11] ILLINOIS AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION: High-low chemical strains well established in white corn. 51st. Ann. Rcpt. 1937—38. 47. 1942.
- [12] KOMM, E.: Methode zur quantitativen Tryptophanbestimmung und Ermittlung des Tryptophangehaltes einiger Proteine. *Z. Physiol. Chem.* **156**. 202—217. 1926.
- [13] MARAIS, J. S. C. & SMUTS, D. B.: The biological value of the proteins of maize supplemented with lysine and tryptophan. *Onderstepoort J. Vet. Med.* **15**. 197. 1940.
- [14] MAY, C. E. & ROSE, E. R.: The tryptophan content of some proteins. *J. Biol. Chem.* **54**. 213—216. 1922.
- [15] OSBORNE, T. & Clapp, S. H.: Hydrolysis of the proteins of maize. *Amer. J. Physiol.* **20**. 477. 1908.
- [16] OSBORN, T. et ALL.: Nutritive properties of proteins of the maize kernel. *J. Biol. Chem.* **18**. 1. 1914.
- [17] PRINCE, A. B.: Effect of nitrogen fertilisation, plant spacing and variety on the protein composition of corn. *Agron. J.* **46**. 185. 1954.
- [18] RHODE, E.: Die Farbenreaktionen der Eiweisskörper mit p-Dimethyl-amino-benzaldehyde und anderer aromatischen Aldehyden. *Z. Physiol. Chem.* **44**. 161—170. 1905.
- [19] SCHNEIDER, E. O., EARLY, E. B. & TURK, D.: Nitrogen Fractions of the Component Parts of the Corn Kernel as Affected by Selection and Soil Nitrogen. *Agron. J.* **44**. 161—169. 1952.
- [20] SCHWEIGERT, B. S. ET ALL.: The tryptophan activity of various compounds for *L. arabinosus* and their influence on the determination of tryptophan in natural materials. *Arch. Biochem.* **10**. 1—8. 1946.
- [21] SMITH, E. & GREEN, R.: Amino acid and carbohydrate analyses of some immune proteins. *J. Biol. Chem.* **164**. 359—366. 1946.
- [22] SPIES, J. R. & CHAMBERS, D. C.: Chemical Determination of Tryptophan in Proteins. *Anal. Chem.* **20**. 30. 1948. és **21**. 1249. 1949.
- [23] SULLIVAN, M. X. & McCONE, H. S.: Rapid procedure for estimating the tryptophane content of casein. *J. Biol. Chem.* **125**. 471—474. 1938.
- [24] SURÁNYI, J.: A kukorica és termesztése. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1957.
- [25] VOISENET, M. E.: Sur une réaction très sensible de la formaldehyde et des composés oxygénés de l'azote et qui est aussi une réaction de coloration des matières albuminoïdes. *Bull. Soc. Chim.* **33**. 1198—1214. 1905.
- [26] WILCOCK, E. G. & HOPKINS, F. G.: Importance of amino acids in metabolism. *J. Physiol.* **35**. 88. 1913.

ОЦЕНКА БЕЛКОВ НА ОСНОВЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРИПТОФАНА У ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОРТОВ КУКУРУЗЫ

Е. Бартфай

Научно-исследовательский Институт Почвоведения и Агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

Резюме

С точки зрения кормоводства содержание белков в кукурузе, а среди них содержание триптофана заслуживает большого внимания. По литературным данным качество белка кукурузы изменяется в зависимости от сортов и условий выращивания. Для определения качества белка:

а) исследовали содержание белка, зенина и триптофана сортовой кукурузы. Таким образом установили разницу между сортами, а также соотношение зенин/триптофан.

в) Для изучения влияния различных условий выращивания были сделаны анализы кукурузы из Секкуташ, Надьценк, Боршошберень.

Опыт был повторен для определения разницы в содержании белка кукурузы урожая различных годов.

Из данных таблицы № 1 видно, что в содержании белка, зенина и триптофана имеется большая разница. В процентном выражении у белка — 12%, у зенина — 24%, а у триптофана — 11%, от их среднего количества.

Урожай кукурузы 2-х лет показывает следующие разницы: в содержании белка 5%, зенина 10%, триптофана 2,6%.

Содержание сырого белка и зенина колеблется по годам, в меньшей степени зависит от условий выращивания (2. и 3. табл.).

С увеличением или уменьшением содержания белка почти в такой же мере происходит увеличение или уменьшение зенина (табл. 4.).

В изменении содержания триптофана по сравнению с зенином наблюдается обратное явление (таблица 5, 6).

Для оценки качества белка, на основе содержания триптофана и зенина в 100 гр белка, нами была установлена очередность. Эта очередность является ориентировочной, т. к. данные 2-х лет не достаточны для установления таковой.

Табл. 1. Содержание белка, зенина и триптофана в изучаемых сортах кукурузы в % от сухого вещества. (1) Сорт. (2) Белок в %. (3) Зенин в %. (4) Триптофан в мг, %.

Табл. 2. Изменение содержания сырого белка в % от сухого вещества. (1) Сорт. (2) Семена. (3) Среднее. (4) Среднее колебание.

Табл. 3. Изменение содержания чистого белка в % от сухого вещества. (1) Сорт. (2) Семена. (3) Среднее. (4) Среднее колебание.

Табл. 4. Изменение содержания зенина в % от сухого вещества. (1) Сорт. (2) Семена. (3) Среднее. (4) Среднее колебание.

Табл. 5. Изменение содержания триптофана в % от сухого вещества. (1) Сорт. (2) Семена. (3) Среднее. (4) Среднее колебание.

Табл. 6. Изменение содержания триптофана в 100 гр белка. (1) Сорт. (2) Семена. (3) Среднее. (4) Среднее колебание.

Табл. 7. Содержание триптофана и зенина в 100 гр белка. (1) Сорт. (2) Триптофан. (3) Зенин в гр.

Рис. 1. Роль триптофана в обмене веществ.

Protein Value of Some Local Maize Varieties as Indicated by their Tryptophane Content

E. BÁRTFAY

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry
of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

Amino acid composition and first of all tryptophane content of maize as a forage crop deserves a special interest in animal husbandry. Data in the literature show that the food value of the maize crop is remarkably influenced by cultural conditions as well as by varietal differences.

The main points of the studies might be summarized as follows:

a) Protein, zein and tryptophane contents of the registered local varieties were determined. Varietal differences and zein to tryptophane ratios were established.

b) Samples of the crop grown at three different localities (Székkutas, Nagycenk and Borsosberény) were analyzed to see the influence of cultural conditions on the above indices.

c) The experiments were repeated in the following season to study the influence of meteorological conditions.

Data of Table 1. show that there are great differences in the protein, zein and tryptophane contents of the varieties studied. The following mean deviations from the average were found: 12% (protein), 24% (zein), and 11% (tryptophane).

Mean seasonal differences were 5% for protein content, 10% for zein, and 2,6% for tryptophane content.

It was found that in respect to protein and zein content seasonal differences are greater than those due to locality (see Tables 2. and 3.).

Zein content changes in direct proportion with raw protein content (Table 4.).

Tryptophane is generally inversely proportional to zein content (Tables 5. and 6.).

A classification of the varieties was done in respect to their protein values, based on both zein and tryptophane contents. The data reported are average values for both seasons and for all localities.

The reported classification of the varieties studied is certainly only of a preliminary nature. The final answer must be postponed until a better understanding of the nature of seasonal variations is reached.

Table 1. Protein, zein and tryptophane contents of dry kernels of the maize varieties studied, expressed as per cents of dry matter content. (1) Maize variety. (2) True protein content. (3) Zein content. (4) Tryptophane content ($\pm 0,001$).

Table 2. Raw protein content, per cent of dry matter. (1) Maize variety. (2) Seed material. (3) Average value. (4) Deviation from the average.

Table 3. True protein content, per cent of dry matter. (1) to (4) as in Table 2.

Table 4. Zein content, per cent of dry matter. (1) to (4) as in Table 2.

Table 5. Tryptophane content, per cent of dry matter. (1) to (4) as in Table 2.

Table 6. Tryptophane to protein ratios (g tryptophane per 100 g protein). (1) to (4) as in Table 4.

Table 7. Tryptophane zein contents of the raw maize protein (g per 100 g raw protein). (1) Tryptophane. (2) Tryptophane content. (3) Zein content.

Fig. 1. The metabolic role of tryptophane.