

József Attila Tudományegyetem
Természettudományi Kara

D o k t o r i é r t e k e z é s

Fehérjeminőség alakulása kukoricavonalak
kialakítása során

S z a b ó L i l l a

S z e g e d

1986.



T A R T A L O M J E G Y Z É K

I.	Bevezetés	1. old.
II.	Irodalmi áttekintés és célkitűzések	3.
III.	Anyagok és módszerek	8.
	1. Kémiai meghatározások	
	1.1. Fehérjemeghatározás Kjeldahl szerint	9.
	1.2. Fehérjemeghatározás festékmegkötéssel	10.
	1.3. Fotometriás lizinmeghatározás	10.
	1.4. Aminósavanalízis	11.
	2. Biológiai értékelés	13.
	3. Magszövetteni vizsgálatok	15.
	4. Szántóföldi kísérletek	18.
IV.	A kísérlet leírása és eredmények közzlése	19.
V.	Eredmények értékelése	62.
VI.	Összefoglalás	64.
	Irodalomjegyzék	65.

I. Bevezetés

Évszázadokon keresztül egyensúly jellemezte az energia- és élelemtermelést a világban. Ez az egyensúly a jól fejlett, de eredendően a napenergiára támaszkodó mezőgazdaság számára 1100 kg/ha magtermést tett lehetővé Chancellor és Gross /23/. A jelentősen eltérő fejlődési ütemek következtében ez szembeötlően megingott.

A változás egyik irányát képezik azok az országok, melyek az elmúlt száz évben erőteljesen fejlesztették technológiájukat, s a meg nem újuló fosszilis energiát vetették be a termelés széleskörű növelésébe a termőföldek kihasználása érdekében. A másik irányt azok alkotják, amely országok az elmúlt időszak fokozott ipari fejlődésével nem tudtak lépést tartani, s növekvő népességüket is figyelembe véve, élelemhiánnyal küzdenek. Az első csoport nem fokozhatja az eddigi módon a termelést, mert fogyó energiaforrásokra támaszkodik. A másik csoportba tartozóknak szembe kell nézni az egyre súlyosabb élelemhiánnyal, s a gazdasági kimerülés tényével. A fosszilis energiákon kívül az ásványi tartalékok, melyekből a műtrágyát és adalékait nyerik, szintén korlátozott mértékben áll rendelkezésre a gazdaságosan kiaknázzható helyeken Meadows és mtrsai, 1972 /24/. A mezőgazdasági termelés területi terjeszkedésének is határt szab a természetes élő környezet. További nagyarányú átalakításokat nem viselne el új gazdasági károkat okozó hatások nélkül. A termelés növelését a megújuló forrásokra célszerű alapozni. A

Nap energiájának jobb kihasználása olyan lehetőséget jelent, amely jelen fogalmaink szerint korlátlan. 1970-ben Holdren és mtrsa adatai szerint $52,9 \times 10^{15}$ kcal napenergiát használtak fel emberi célokra. A Föld felszínére érkező összenergiával $876,960 \times 10^{15}$ kcal összehasonlítva nagyon kevés. A teljes energiamennyiségből 605×10^{15} kcal-át képes a növényállomány megkötni. A megújuló erőforrások egyike a Nap fény és hőenergiája. A hasznosítás fizikai lehetőségei mellett ezt az energiát - mint az energiamegkötő folyamatok természetes "üzeme" - a növény teszi az ember számára hozzáférhetővé.

A növény a genetikai változásokat bizonyos mértékig kiegyenlítő, megtartó energiamegkötő egység. Eképp bizonyos szükséglet szerinti módosítás lehetőségét is magában rejti.

Az emberi táplálkozás kalóriaigényének 70 %-át gabonamagvakból nyeri átlagos becslések szerint Frey /21/. A világ fehérjeszükségletének kb. 50 %-a származik gabonafélékből, 20 %-a pillangósokból és 30 %-a állati eredetű Oram és Brock /22/. A fejlődő országokban az állati eredetű fehérje fogyasztása mindössze 10 %. Ezen kívül az állati eredetű fehérjék előállítására is a gyorsnővekedésű új tenyészfajták alkalmazása miatt a hatékonyabb fehérjetakarmányozást kívánja meg. Szükséges minden lehetőség felderítése annak érdekében, hogy a növény termelte fehérje mennyisége és minősége milyen módon növelhető, illetve javítható.

II. Irodalmi áttekintés és célkitűzések

A kukoricatápérték javításának gondolata az egyik legkiterjedtebb termőterületén, az Amerikai Egyesült Államokban lévő Illinoisban érlelődött meg Dubley /7/, Alexander /1/. Nem csupán a tápérték fokozása volt a cél. Tekintettel a nagymérvű termelésre, nemcsak takarmányozásra használták a kukoricát, hanem ipari feldolgozásra is. A keményítő, szirup, alkohol előállítása céljára termelt alapanyag esetén a magas szénhidrát-tartalom kedvez a technológiának, míg a fehérje, olaj nehezíti az ezirányú feldolgozást. A magasabb olajtartalom az olajkinyerést teszi gazdaságosabbá stb.

Ha a kukoricát állati takarmányként, vagy emberi táplálkozás céljára használják, a nagyobb fehérjetartalom növeli az értékét.

Hopkins 1896-ban elsőként kémiai analízissel kapcsolta nemesítői munkáját. Két alapvető megállapítást tett:

- a cső szemei kémiai összetételüket tekintve megközelítően egységesek.
- a különböző vonalakból származó csövek eltérőek, s még azonos vonalon belül is előfordulnak a beltartalmi értékben különbségek.

A csövön belüli kis eltérés elégségesé teszi, hogy csupán néhány sort fordítsanak a csőről analízis céljára. Az akkori nemesítési gyakorlatnak ez különösen hasznos volt. Az egyes változatok és vonalak között eleve meglévő különbségek a munka kezdetének jó kiindulópontjául szolgáltak.

A kísérlethez Burr 1887-ben nemesített fajtáját a Buss's White-ot használta. 163 cső képezte a mintaalapot. A kémiai vizsgálat eredményeként csökkent mennyiséget jó talajba, elkülönített helyen vetették el. A kapott csövekből ismét nagyszámú analízist hajtottak végre, majd a következő évben újból a legjobbak kerültek elvetésre. Ezt ismételték folyamatosan évről évre. Ez a legősibb egyed kiválasztásos nemesítési eljárás. Kilenc éven keresztül csak a kémiai összetételt vették a válogatás alapjául. 1906-ban Smith /41/ a 10-25. generációk vizsgálatánál a termésmennyiség és a kémiai összetétel volt a vizsgálati szempont. A 26-52. generációk vizsgálatánál a termésmennyiség, a kémiai összetétel vizsgálata mellett vonalon belüli keresztezéseket /sib/ is végeztek. Az 53-70. generációk ellenőrzést kiegészítették az előbbieken túl kg/ha N érték figyelembevételével. Ezek a változtatások hiven tükrözik a nemesítés gyakorlatának időbeni fejlődését. A területegységről nyerhető N, mint vizsgálati szempont jelzi, hogy már akkor felismerték a fehérje-, olajtartalom stb. növekedése esetén bekövetkező termés-csökkenés tényét.

A hetven generáción át végzett válogatás eredményeként négy vonalat hoztak létre azonos módon: Illinois High Protein /IHP/ 26,6% fehérje-, Illinois Low Protein 4% fehérjetartalommal, Illinois High Oil 16% olaj-, Illinois Low Oil 0,4% olajtartalommal.

A tápérték javításának másik lehetőségét a kukoricaneemesítés számára a mutáns gének megtalálása jelentette: opaque-2 Mertz /20/, opaque-5 Robertson /37/, opaque-6 Nelson

/38/, opaque-7 Misra /32/, floury-2 Nelson /30/, floury-3 McWhirter /47/. E felfedezések éppen akkor történtek, amikor a fehérje-kalória arány és a fehérje hiánya a legvitatottabb kérdések voltak. Amint az opaque anyagok ismertté váltak, az eszenciális aminosavak mennyiségében bekövetkező jelentős változás miatt sok nemesítő vonta programjába. Közel tíz évig jelentős erőfeszítéssel foglalkoztak köztermesztésre alkalmas opaque és más fehérjemínőséget befolyásoló mutánsokkal hibridek létrehozásával. Éppen e felfokozott ütemű alkalmazása tette lehetővé, hogy a nemesítés folyamatát tekintve viszonylag rövid idő alatt sokirányú tapasztalat halmozódjon fel. Az opaque gén a mag lizintartalmát jelentősen növelte ugyan, azonban ezzel együttjárt a termésátlagok 8-10%-os csökkenése Brown /4/. A mag szerkezeti megváltozása okozta fajsúlycsökkenés a termésátlag negatív változásán kívül számos hátrányos tulajdonsággal függ össze. A normál endospermiumú anyagokhoz képest a mutáns gén hatása következtében a mag szárazanyagberakódása hamarabb befejeződik. Vagyis a génhatásra a szintézisfolyamatok idő előtti gátlása következik be Duvick /8/, Shannon /40/, Ozbun és mtrsai /34/, Tsai és mtrsai /43/.

Azt a tényt, hogy a mag kitelési időszakában történik a gátlás igazolja Nelson /31/ megfigyelése, hogy a csirafehérje mennyisége és minősége mutáns és normál változatok esetében is viszonylag állandó. A normál változatok endospermiumsejtjei keményítőszemekkel szorosan megrakottak. A mutánsok lazán töltik be, vagy nagy hézagokat hagynak a szerkezeti matrixban. A hiányosan telt endospermiumsejtek falai nem si-

mulnak egymáshoz. A mag vizleadása ezáltal lassúbb folyamat, s a szárításhoz is nagyobb energiaráfordítás szükséges. A problémák sora folytatódik azzal, hogy a magasabb nedvességtartalom mellett a jobb beltartalom nehezebben őrizhető meg a mikróbák károsító hatásától. A mutáns génekkel kapcsolatos tapasztalatok jó összefoglalóját adják Vasal és mtrsai /46/.

A hazai nemesítés is jelentős múltra tekinthet vissza a fehérjenemesítést céljával tűző nemesítés terén Bálint és mtrsai /2/. A fehérjetartalom növelésének lehetőségeit az alábbiakban foglalták össze:

1. IHP-vel való visszakeresztezés.
2. Alapvonalak előállítása IHP-ből.
3. Indukált mutánsok létrehozása.
4. A kukorica rokon fajaival történő keresztezéssel.
5. A poliploidia felhasználásával.

A beltenyésztett törzsek magas fehérjetartalmának megőrzése állandó nagymennyiségű tenyészanyag ellenőrzését kívánja meg, a hazai viszonyaink között nehezen alkalmazható.

A mesterségesen előidézett mutációk következtében létrejött alvonalak vizsgálata során azt tapasztalták, hogy a tulajdonságok negatív irányban jelentősebben változnak Frey /11/, Lindstrom és mtrsa /17/.

Normál endospermiumú opaque változatok kialakításában látja a megoldást Brown és mtrsa /3/. Első eredményekről számoltak be e próbálkozás terén Magoja és mtrsai /18/, /19/.

A folyamatos szelekciós program eredményes, de lassú és

nagy mintatömegek ellenőrzésével jár.

A mai nemesítés által széleskörben alkalmazott recurrent szelekciós eljárás Zuber /48/, Zuber /49/, Paez /35/ a fehérjeminőség javítására is használható. Munkánk során mi is ezt az utat követjük.

Néhány új elgondolás támogatja a jó fehérjeminőségű kukorica /QPM= Quality Protein Maize/ jövőbeni kutatását:

1. tápérték további javítása a magasabb olajtartalomra történő szelektálással.
2. új kutatási stratégiák és anyagok kidolgozása szinmarkerek beépítésére. Szinjelző törzsekkel részlegesen kapcsolt jó fehérjeminőségű QPM genotípusok kialakítása.

Ez a mintatömeg szűrését tenné gyorsabbá Vasal /58/.

III. Anyagok és módszerek

1. Kémiai meghatározások

A gabonafélék fehérjeminőségének és mennyiségének növelését végző nemesítői munka a minta tömegének ellenőrzésére alkalmas kémiai módszerek használatát kívánja meg.

A legrégebbi fehérjemeghatározás a Kjeldahl szerinti. Ma is a leggyakrabban használt, megbízható, a standard összehasonlítás alapmódszere. Némi módosítással használtuk munkánk során Erdey /10/, Horitz /15/. Általa az összes-N₂ anyagmennyiséget kapjuk meg, ami nem illó.

A legtöbb növényi anyagban szűrővizsgálati módszert tesz lehetővé a bázikus aminosavakból származó szabad aminos csoportok festékmegkötése. Az eljárás az Acilane Orange G savas diazo festéket alkalmazza, mely mennyiség szerint kapcsolódik a fehérjelánc bázikus imidazol-, guanidin- és amino csoportjaihoz, a fehérje arginin-, hisztidin- és lizintartalmával jó egyezést mutatva Udy /44/, Udy /45/, Mossberg /36/.

A növényi magvakban a fehérje mennyiségére a környezeti tényezők igen erős befolyást gyakorolnak. A fehérjemennyiség egészére jellemző adatok, mint össznitrogéntartalom, a lizin %, vagy a szabad -NH₂ csoportok összessége külső hatásokra változóak lehetnek. A fajták és vonalak, vagyis a genetikailag állandósult fehérjetulajdonságok jel-

lemzésére sokkal alkalmasabbak az egyes összetevők viszonylagos értékei, az olyan arányszámok, mint pl. Lys/fehérje Munck /53/, Munck /54/.

A Lys/fehérje számítása végett a tenyészanyag lizintartalmát is meghatároztuk. A fajlagos színreakción alapuló Storherr /5/, Patty-Patty /29/ lizinvizsgálati módszert alkalmaztuk némi módosítással Maráz /14/.

Az egyes vizsgálatokat az alábbi módon végeztük el:

1.1. Fehérjemeghatározás Kjeldahl szerint

Légszáraz örleményből 0,5 g-ot mértünk be, mely mennyiség roncsolásához 20 ml konc. kénsavat használtunk. A roncsolást TECATOR⁺ típusú fémblokkos, elektromos fűtésű roncsolóban végeztük. A roncsolatot desztillált vízzel 250 ml-re higitottuk. A roncsolmány 20 ml-ét Parnas-Wagner készülékbe pipettáztuk, az ammónia felszabadítására 10 ml 30 %-os NaOH-ot használtunk.

Az ammónia mérését 0,01 N H₂SO₄-al végeztük. A titrálás végpontjelzésére 0,2 g metilénkék és 0,1 g metilvörös indikátorok 100 ml 96 %-os etanolos oldatát használtuk.

Számítás:

$$\text{Ny feh. \%} = \frac{S \cdot fs \cdot 2,18875}{b}$$

S = a titrálásnál fogyott 0,01 N H₂SO₄ ml-nek száma

fs = a titráló kénsav faktora

b = a bemért örlemény súlya g-ban

A vizsgálathoz REANAL /Bp., Mo./ vegyszereket használtunk,

⁺TECATOR /Höganäs, Svédo./

kivéve a kénsavat, mely Farmitalia Carlo Erba /Milano, Olasz.o./.

1.2. Fehérjemeghatározás festékmegkötéssel

A lészáraz örlemény 1 g-ját mértük be a vizsgálatához. 40 ml festékoldatot adtunk hozzá és 2-3 órai keverés után fotometráltuk.

Az adagoláshoz 40 ml-es automata pipettát használtunk.

A festék összetétele:

Acilane Orange G 2,0 g/l, citromsav / $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ / 15,84 g/l, $Na_2HPO_4 \cdot H_2O$ 2,98 g/l, Thymol 0,3 g/l.

A mérések a Foss Electric/Hillerod, Dánia/ cég által e célra kialakított Pro Meter II. típusú készüléken történtek. A műszer szűri, majd fotometrálja a reakcióelegyet 475 nm-en. A mintával kölcsönhatásba került és az eredeti festékoldat koncentrációkülönbségéből, az egyes növények fehérjetípusainak megfelelően kialakított kalibrációs görbék segítségével számítottuk ki a fehérjetartalmat.

1.3. Fotometriás lizinmeghatározás

A 6 N HCl-as hidrolizishez 300 mg lészáraz örleményt mértünk be. Leforrasztott kémcsőben $105^{\circ}C$ -on 24 óráig folytattuk a hidrolizist. Szűrés után 20 ul hidrolizátumot szűrőpapírra cseppentettünk. Beszáradás után a foltot apróra vágva csiszoltdugós kémcsőbe tettük. Hozzáadtunk 1,2 ml reagensoldatot. A reagens összetétele: furfurol-alkohol- 0,15% $K_2S_2O_5$ -ot tartalmazó ecetsav 1 : 3 : 8 arányú /térfogat/ elegye. Kémcsőtermosztátban $95^{\circ}C$ -on 30 percig tartottuk, majd

lehülés után glicerin és víz 1:4 arányú elegyével higitottuk. A fotometrállást 535 nm-en végeztük. Az alkalmazott fotométer típusa: Spektromom 204 /LABOR MIM Bp., Mo./. A minta lizintartalmát standard oldatsorozat extinkcióértékeivel történt összehasonlítás útján állapítottuk meg.

A használt sósav, alkohol, ecetsav, káliummetabiszulfid REANAL, Bp., Mo./, a furfurol REACHIM /SzSzSzR/, a standard lizin Serva Feinbiochemica /Heidelberg, NSzK/ volt.

1.4. Aminósavanalízis

A teljes aminósavanalíziseket néhány kiválasztott mintából végeztük el biológiai értékek számítása céljából. Az aminósavak mennyiségének meghatározását a klasszikus módon Spackman /50/, Moore, Stein /26/, /27/, de egy oszlopon történt elválasztással Dévényi /55/ végeztük, BC 200 Bio Cal /NSzK/ típusú aminósavanalizátoron.

Hidrolízis

Savas : 10 mg örleményt és 10 ml 6N HCl-at kihúzott kémcsőbe mértünk, N₂ gázt vezettünk fölé, s leforrasztottuk. Forgó vákuumbepárlón savmentesre szárítottuk, majd 2,2 pH-jú pufferbe felvéve vittük oszlopra.

Lúgos : 60 mg örleményt és 20 ml 4N NaOH-ot N₂ légterben lezártuk. 105⁰C-on 5 órán át hidrolizáltuk. Az aliquotot semlegesítés után vittük oszlopra.

Oszloptöltet : 55 cm, Aminex AG /Biorad Laboratories, Richmond, California U.S.A./.

Puffer átfolyási sebessége : 80 ml/óra.

Ninhidrin átfolyási sebessége : 40 ml/óra.

Analizishőmérséklet : 50 °C.

		<u>Pufferek</u>		
pH		3,28	4,25	6,0
Ionkoncentráció		0,2 n Na ⁺	0,8 n Na ⁺	1,5 n Na ⁺
NaOH /97 %/	/g/	41,2	41,2	20,6
Citromsav kr.	/g/	70,5	70,5	32,25
NaCl	/g/	-	125,3	438,2
HCl /38 %/	/ml/	61,1	41,8	-
Brij 35	/g/	10,0	10,0	10,0
Végtérfogat	/ml/	5000	5000	5000

Ninhidrin reagens összetétele Rosen /56/ :

5 mólos nátriumacetát . 3H ₂ O	1 l
4 % ninhidrines metilcelloszolv oldat	2 l
káliumcianid	2 g
nátriumcitrát . 3H ₂ O	20 g

ionmentes vízzel 4 literre kiegészítve.

Az aminosavak mennyiségének kiértékelését az alábbiak szerint végeztük:

a csúcsmagasság félértéke feletti pontok számát szoroztuk a csúcsmagasság felével és osztottuk a bemért standard mólok számával. Az így kapott faktorokat használtuk az ismeretlen aminosavmennyiségek meghatározására az egyes görbék alatti területek felhasználásával.

2. Biológiai értékelés

Munkánk végcélja takarmánynövény előállítás, s eredményének végső próbatétele a takarmányozási hatékonysága. A fehérjeminősítés célja, hogy a fehérje takarmányozási értékét leíró adatokhoz jussunk, meghatározzuk a felhasználás célszerű területeit, végül más fehérjehordozóval összehasonlítva gazdasági értékét Hegedűs /51/.

A nemesítés e szakaszában, amelyben a nemesítvény még nem kiegyenlített, s nagyobb mennyiségben előállítani értelmetlen, kis mintamennyiséget igénylő vizsgálat alapján, számított értékek felhasználásával tájékozódunk a fehérje biológiai értékéről.

Kiindulási vonalaink, a belőlük egyesített populációk /a populációk esetén tételminősítő mintavételt alkalmaztunk/, a populáció egyes kiemelt tagjaiból és az IHP-ből végeztünk aminosavanalízist. Az aminosavadatokból biológiai értéket számoltunk az alábbiak szerint:

a./ Chemical Score, vagy Cs-index Mitchell, Block /33/ Lloyd /57/.

Az eljárás azon az elgondoláson alapszik, hogy a fehérje tápértéke elsődlegesen a fehérjében legkisebb mennyiségben előforduló eszenciális aminosav mennyiségétől függ. Viszonyítási alapul a teljes tojás fehérjéjét vette.

CS-index: a minta fehérjében legkisebb mennyiségben előforduló eszenciális aminosavának a tojásfehérjéhez viszonyított %-os értéke.

b./ Essential Amino Acid Index, EAA-Index Oser /39/.

E megfogalmazás szerint valamennyi eszenciális aminosav hatással van a fehérjehasználásra. Ennek megfelelően csak az eszenciális aminosavakat fejezi ki a teljes tojás aminosavainak százalékában, s ezek számtani középértékét tekintette a fehérjemínőség jellemzőjének.

c./ Total Amino Acid Value, TAAV, Hansen, Eggum /13/.

A teljes aminosavkészlet, eszenciális aminosavak mennyiségét és arányát figyelembevevő többváltozós egyenlet alapján értékel.

d./ Predictive Value, PV-Index, Morup és Olesen /28/

Az aminosavak egymáshoz viszonyított arányának nagyobb jelentőséget tulajdonítanak. Az aminosavak koncentrációit a fehérjében lévő eszenciális aminosavak arányában fejezi ki. Összehasonlítás alapjául burgonya és tojás keverékét használja 100 %-osnak.

Ezúton mondok köszönetet Dr. Örsi Ferenc egyetemi docensnek, a Budapesti Műszaki Egyetem Élelmiszerbiokémiai Tanszék programjai alapján történt kiértékelésért.

3. Magszöveti vizsgálatok

A mag szerkezeti tulajdonságainak sokrétű gazdasági hatása van. A beketarítás során mutatott ellenállósága, őrlési tulajdonságai, száradi jellemzői, beltartalom - valamennyi a szöveti-szerkezeti felépítéssel függenek össze. A beltartalmat is a raktározó- és alapszöveti elemek szolgáltatják. A nemesítés folyamatában pontos ismerete elengedhetetlen.

A kukorica *Zea mays* L. magszerkezete az alábbi részekből épül fel Inglett /59/:

Az alapi rész a mag legkisebb részlete. Nagy, csillagalakú sejtek alkotják, a gyors vízforgalom lebonyolításáért felelős. A pericarpium vastagfalú, hosszúkás elhalt sejtekből kialakult réteg. Ez alatt szivacsos sejteket találunk, a kereszt és tömlős sejteket, melyek összefüggenek a nyél szivacsos sejtjeivel. A következő a magköpeny, vagy testa, amely réteg parásodott membránként ismert. A testa alatt találjuk az egysejtrétegű aleuront. Ez a réteg a magsúly kb. 3%-át teszi ki. Morfológiailag az endospermium része.

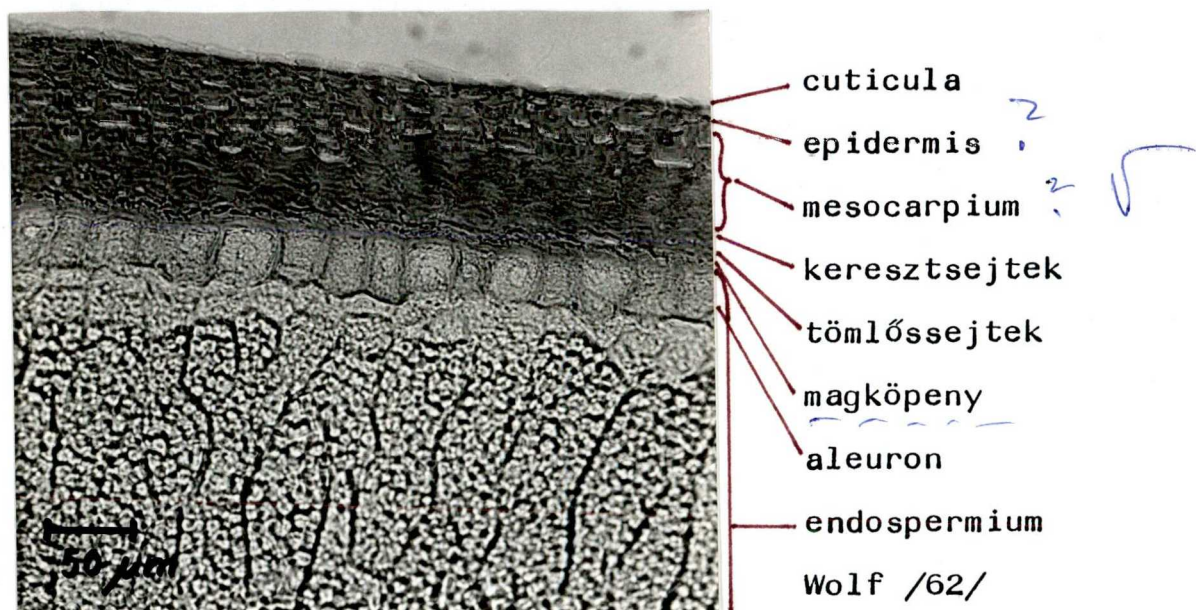
A csira két fő részből áll: scutellum és csiratengely /axis/. Normál magtípusnál a magsúly 11,5%-a.

Az endospermium a normál lófogú, érett magvakban lisztes és üveges területekből tevődik össze, melyek aránya változó. Az üveges endospermium sejtjei keményítőszemesekkel olyan szorosan rakottak, hogy a keményítőgranulák



sokszögletűre torzulnak. A lisztes endospermiumú régiót nagy sejtek jellemzik, nagy kerek keményítőszemekkel és vékony fehérjematrixal, ez a száradás során töredezik és üregeket képez Duvick /64/. Az üveges endosperm típusban a matrixfehérje vastagabb, s szárításkor nem sérül, s 1,5-2%-al magasabb a fehérjetartalma Hinton /63/.

Az aleuron réteg alatt nagymennyiségű, 28% fehérjét tartalmaznak a sejtek. A keményítőszemcsék itt apróbbak és vékony fehérjematrix fogja körül valamennyit.



1. ábra. A kukorica mag szerkezeti részlete

Az érett lófogú endospermium fehérjetartalmú anyaga két, mikroszkópiusan elkülöníthető részből adódik: a szerkezeti fehérje /matrix/ és a szemcsés fehérjetestek /protein bodies/ a matrixba ágyazva. A szemcsés fehérjetestek átmérője a fénymikroszkóp felbontóképességének határán /kb. 3μm/ van. Legnagyobb és legtöbb fehérjetest az aleu-

ron rétegben, a mag közepe felé haladva számuk és méretük csökken. A normál endospermium típus egymáshoz szoruló, zsúfolt keményítőszemcsék képét mutatja, a mutáns endospermium szivacsos szerkezetű Dimler /61/. E megfigyeléseket hasznosítottuk, amikor kísérleti anyagainkat jellemeztük.

Az alábbi mintákból készítettünk metszeteket: P₁, B₁66/56 md, F₅fix., L12V; P₂, A 90, A 395, A 632, A 401, Vsz72 és W 117, IHP.

A metszeteket érett, száraz magvak középső részéből készítettük paraffinbeágyazás Sass/60/ után.

A magvakat desztillált vízbe áztattuk egy napig, majd a következő alkoholsorozaton vittük végig:

30% etanol		1 nap
50%	"	1 "
70%	"	1 "
80%	"	1 "
absz.alkohol:	benzol	2 óra
3 :	1	30 perc
2 :	1	30 "
1 :	1	30 "
1 :	2	30 "
1 :	3	30 "
	benzol	3 óra

Egy éjszakán át 20°C-on állni hagytuk, reszelt paraffinnal telítve. Ezután 35°C hőmérsékletű termosztátba helyeztük, s 6 napon keresztül 2°C-al emelve a termosztát hőmér-

sékletét folytonosan adagoltunk hozzá reszelt paraffint. A telítés befejeztével a magvakat blokkokba öntöttük, s a metszést ezekből végeztük REICHERT /NSZK/ típusú szánka-mikrotóm^{en}. A metszeteket tárgylemezre ragasztottuk, s a paraffin kioldására a következő oldószereket alkalmaztuk:

benzol		4-5 óra
96%-os etanol		4-5 perc
80%-os	"	4-5 "
70%-os	"	4-5 "
50%-os	"	4-5 "
30%-os	"	4-5 "
deszt.viz		

A metszetek fedése után polarizációs mikroszkópi felvételeket készítettünk.

A mikroszkóp típusa: OPTON /Oberfranken, NSZK/
polarizációs mikroszkóp II.

4. A szántóföldi kísérletek feltételei

A tenyészkerti munkákat a Gabonatermesztési Kutató Intézet Ságvári telepén hajtottuk végre.

A talaj típusa: réti csernozjom.

A vetés sűrűsége: 60 000 tő/ha, monokultúrában vegyszeres gyomirtást alkalmazva.

Az F_1 hibrideket a tesztkeresztezés után 3 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben vetettük, s itt keresztezéseket és öntermékenyítéseket végeztünk, s e vizsgálatok szol-

gáltatták a populáció egyedeinek kiválasztásához az alapot. A növényeket szigeteltük, s kézi megporzást végeztünk. A betakarítást követően a csöveket 39°C-on szárítottuk, 1-1,5 hétig Sirokko elnevezésű dohány szárítóban. A mintákat az analízisek számára Culatti /Milánó, O.o./ típusú darálón őröltük.

IV. A kísérletek leírása és eredmények közlése

1. A kísérlet alapja az a nemesítői munka, amely a lehető legjobb termésszinten, jobb fehérjeminőség mellett nagyobb fehérjemennyiség elérését tűzte ki célul. Eszközül a populációnemesítést, a populáción belüli javításra a recurrens szelekciót Hallauer /12/ használtuk. Ez módot ad az agronómiai tulajdonságok és a beltartalmi értékre történő egyidejű szelekcióra.

A kukoricafajtagyűjtemény 73 vonalát kereszteztük a 20-22% fehérjét tartalmazó IHP vonallal. A kérdés, hogy a hetven éven keresztül egyedkiválasztással folytatott nemesítés eredményeként magasabb fehérjeszinten állandósult vonal fehérjetartalma a keresztezésekben miként öröklődik tovább? Az F_1 hibrideket 1978-ban elvetettük és a sib keresztezésekből származó növényeket habitualis jellemzői, valamint fehérjetartalmuk alapján elbiráltuk. A vizsgált vonalakat és az analízis adatait 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: A kísérletbe vont vonalak és IHP-hibridjeik beltartalmi értékei

Vonal megnevezése	vonál			hibrid /F ₁ /		
	Kjeldahl N /%/	Lizin %	Lizin/ N %	Kjeldahl N/%/	Lizin %	Lizin/ N %
A 73	13,9	0,40	2,9	14,2	0,36	2,5
A 90	12,0	0,36	3,0	12,7	0,32	2,5
A 90/301	11,9	0,36	3,0	15,0	0,36	2,4
A 158	12,2	0,39	3,2	15,1	0,39	2,6
A 374/B	13,8	0,40	2,9	16,3	0,42	2,6
A 395	12,3	0,35	2,9	15,2	0,40	2,6
A 401	13,9	0,40	2,9	16,1	0,44	2,7
A 624	11,5	0,32	2,8	14,8	0,40	2,7
A 632	13,7	0,37	2,5	16,0	0,41	2,6
A 634	13,3	0,39	2,9	14,4	0,40	2,8
A 635	13,6	0,38	2,8	15,1	0,37	2,5
A 636	13,6	0,36	2,7	15,9	0,41	2,6
A 639	11,4	0,35	3,1	14,1	0,33	2,3
A 640	15,2	0,43	2,8	15,1	0,38	2,5
A 641	13,2	0,42	3,2	14,2	0,38	2,7
A 648	12,8	0,35	2,7	15,4	0,39	2,5
A 649	-	-	-	-	-	-
A 652	11,8	0,39	3,3	14,7	0,34	2,3
A 653	13,3	0,39	2,9	15,9	0,36	2,3
A 656	11,0	0,37	3,4	12,9	0,35	2,7
B 37/Z	12,1	0,37	3,1	14,4	0,36	2,5
B ₁ 66/56 MD	11,0	0,40	3,6	16,1	0,46	2,9
Bc 3	13,1	0,38	2,9	15,1	0,41	2,7
Bc 19	12,6	0,39	3,1	14,9	0,37	2,5

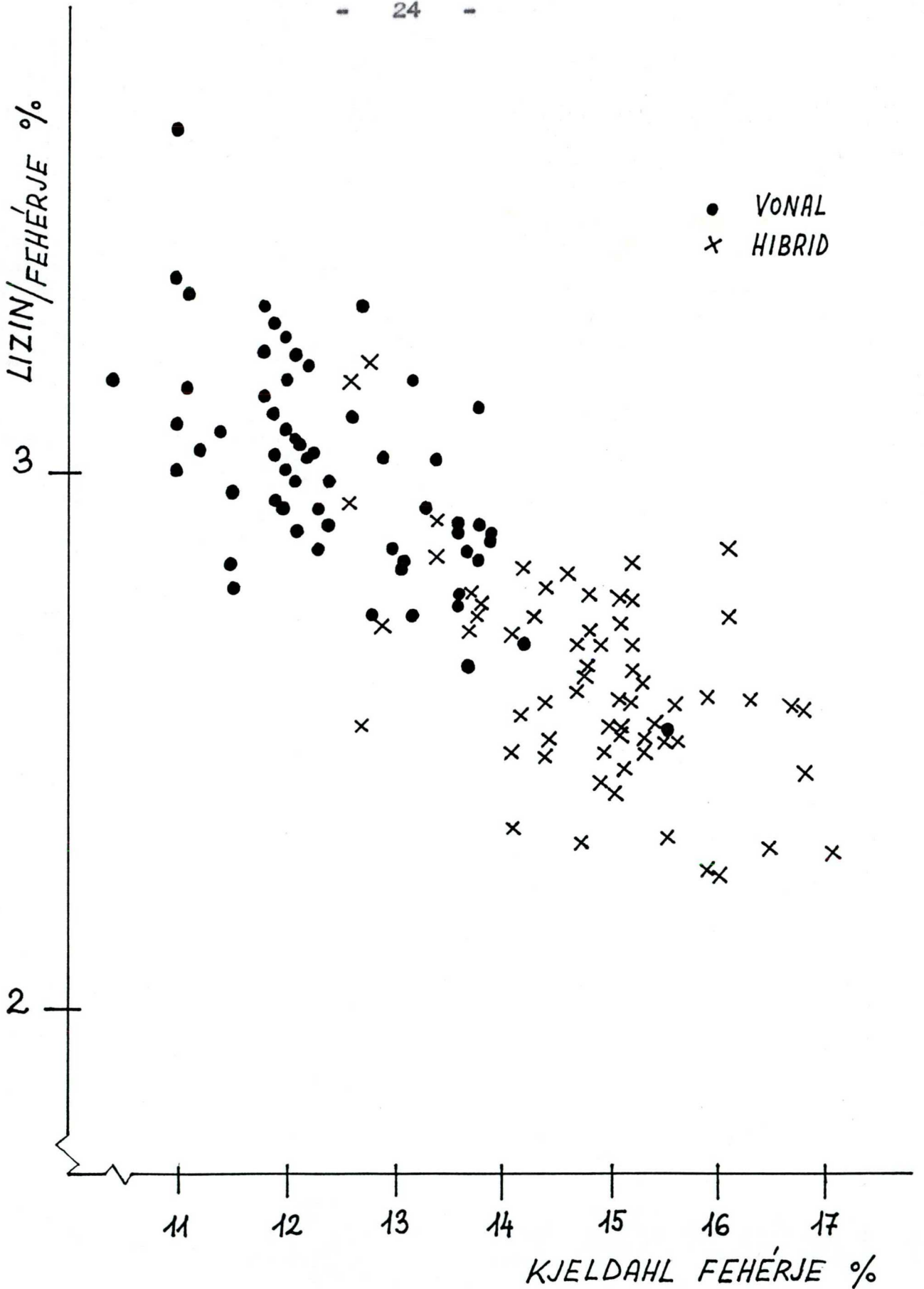
Vonal megnevezése	vonal			hibrid /F ₁ /		
	Kjeldahl N /%/	Lizin %	Lizin/ N %	Kjeldahl N /%/	Lizin %	Lizin/ N %
C 123/ZG	11,9	0,35	2,9	12,8	0,41	3,2
CM 5	-	-	-	-	-	-
CM 7	-	-	-	-	-	-
Co 113	11,8	0,37	3,1	14,6	0,41	2,8
Co 125	11,9	0,37	3,1	15,1	0,38	2,5
Co 220	11,0	0,33	3,0	13,4	0,39	2,9
F ₂ Bernburg	-	-	-	-	-	-
F ₅ fix.	12,6	0,37	2,9	17,0	0,39	2,3
F 60	13,2	0,36	2,7	14,8	0,39	2,6
F 182	12,2	0,37	3,0	15,2	0,42	2,7
Fv 4	12,3	0,36	2,9	14,1	0,35	2,5
GF 4	-	-	-	-	-	-
GK 3	12,9	0,39	3,0	16,7	0,43	2,6
GK 13	14,1	0,38	2,7	15,6	0,39	2,5
GK 21	12,1	0,35	2,9	14,8	0,41	2,8
GK 73 fcs.	12,0	0,39	3,3	16,8	0,41	2,4
GK 112	-	-	-	-	-	-
H 49	12,0	0,37	3,1	15,3	0,40	2,6
H 93	13,7	0,39	2,9	15,3	0,38	2,5
H 94	11,9	0,39	3,3	14,4	0,41	2,9
H 99	11,9	0,36	3,0	14,4	0,37	2,6
K 71	12,1	0,39	3,2	13,7	0,37	2,7
L 6-11	11,5	0,34	3,0	14,9	0,36	2,4
L 7-12	12,4	0,37	3,0	15,0	0,38	2,5

Vonali megnevezése	vonali			hibrid /F ₁ /		
	Kjeldahl N /%/	Lizin %	Lizin/ N %	Kjeldahl N /%/	Lizin %	Lizin/ N %
L 12-V	13,0	0,37	2,9	16,8	0,43	2,6
L 14-5	11,5	0,34	3,0	13,4	0,38	2,8
MAV 2	12,2	0,37	3,0	14,9	0,40	2,7
Pi 301-6-4	12,4	0,36	2,9	15,2	0,39	2,6
R 168	11,8	0,38	3,2	13,8	0,39	2,8
Szv 13	11,1	0,37	3,3	12,6	0,40	3,2
Szv 196	11,0	0,34	3,1	13,7	0,38	2,8
Szv 293	-	-	-	-	-	-
Szv 317	12,9	0,39	3,0	14,8	0,37	2,5
Vn 72	12,7	0,42	3,3	14,9	0,40	2,7
Vn 105	13,8	0,39	2,8	14,7	0,38	2,6
Vn 128	11,2	0,34	3,0	14,3	0,39	2,7
Vir 55-6	13,8	0,43	3,1	15,6	0,40	2,6
W 64 A/Z	13,7	0,36	2,6	15,5	0,36	2,3
W 117	10,4	0,33	3,2	12,6	0,37	3,0
W 153 R	12,0	0,38	3,2	14,1	0,38	2,7
W 155 TV	12,1	0,36	3,0	14,2	0,40	2,8
W 182 BN	14,5	0,41	2,8	14,9	0,37	2,5
W 401	13,1	0,37	2,8	16,5	0,38	2,3
W 444-6	12,1	0,37	3,1	15,5	0,39	2,5
W 444-8	13,4	0,38	2,8	14,5	0,38	2,6
W 494	13,1	0,37	2,8	15,1	0,41	2,7
W 729	15,5	0,39	2,5	16,0	0,36	2,3
WF 4	12,3	0,36	2,9	14,1	0,35	2,5
WF 9	11,9	0,36	3,0	13,8	0,38	2,8

Valamennyi vizsgálati értéket ábrázoltunk a lizin/fehérje érték és a Kjeldahl fehérje összefüggésében. A hibridek magasabb fehérjetartalma és a fehérjeegységre eső lizintartalom negatív összefüggését jól szemlélteti az 1. ábra. Vizsgálati szempontjaink szerint 9 vonalat választottunk ki. Ezeket 1979-ben ismét elvetettük és ugyanúgy, mint az előző évben analizáltuk. A két év analízis eredményeit láthatjuk a 2. táblázaton.

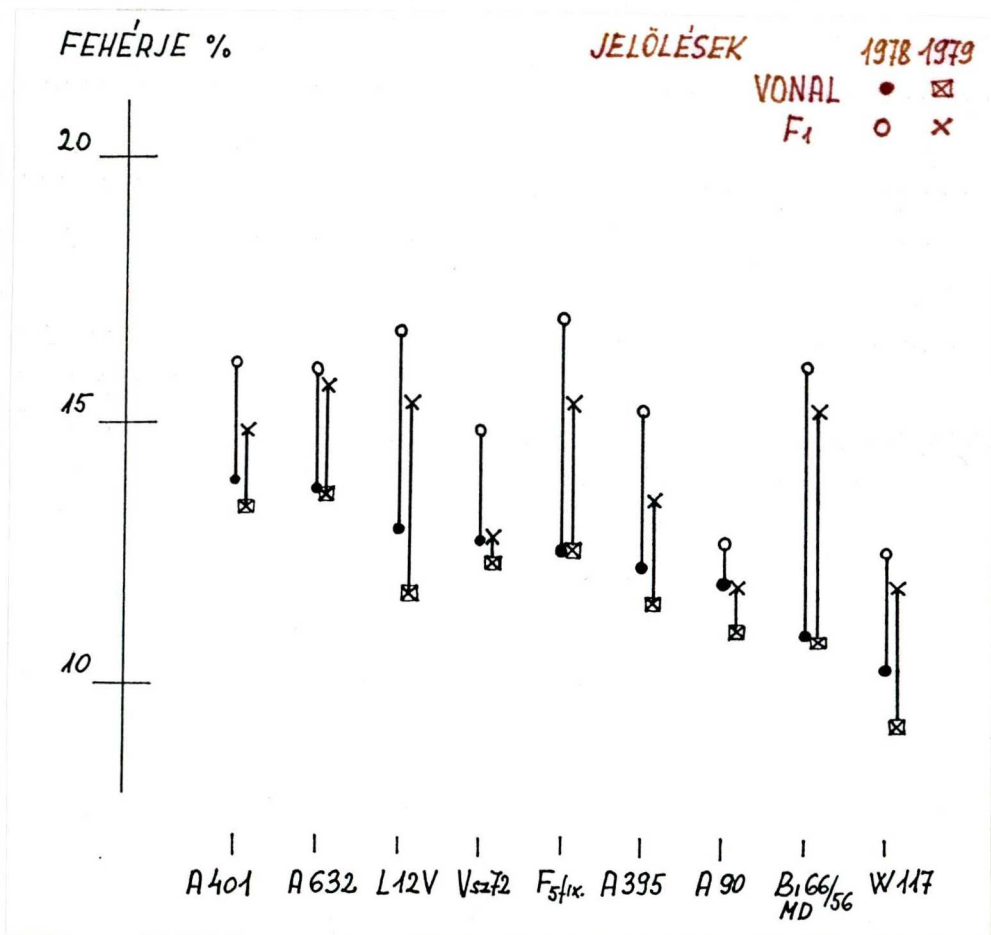
Minta	1978						1979					
	vonal			F ₁ hibrid /IHP/			vonal			F ₁ hibrid /IHP/		
	Kjel. feh.%	Lys %	Lys/ feh.	Kjel. feh.%	Lys %	Lys/ feh.	Kjel. feh.%	Lys %	Lys/ feh.	Kjel. feh.%	Lys %	Lys/ feh.
B ₁ 66/56MD	11,0	0,40	3,6	16,1	0,46	2,9	10,9	0,41	3,7	15,2	0,43	2,5
L 12 V	13,0	0,37	2,9	16,8	0,43	2,6	11,6	0,37	3,4	15,4	0,43	2,8
F ₅ fix.	12,6	0,37	2,9	17,0	0,39	2,3	12,6	0,39	2,9	15,4	0,42	2,7
A 90	12,0	0,36	3,0	12,7	0,32	2,5	11,2	0,41	2,9	11,8	0,39	3,3
A 395	12,3	0,35	2,9	15,2	0,40	2,6	11,6	0,39	3,4	13,5	0,39	2,9
A 401	13,9	0,40	2,9	16,1	0,44	2,7	13,3	0,39	2,9	14,9	0,45	3,0
A 632	13,7	0,37	2,5	16,0	0,41	2,6	13,6	0,39	2,9	15,7	0,43	2,7
Vsz 72	12,7	0,42	3,3	14,9	0,40	2,7	12,4	0,39	3,2	12,8	0,42	3,3
W 117	10,4	0,33	3,2	12,6	0,37	3,0	9,4	0,36	3,8	12,9	0,39	3,0

2. táblázat: A kiválasztott vonalak és hibridjeinek analízis adatai 1978 és 1979-ben.



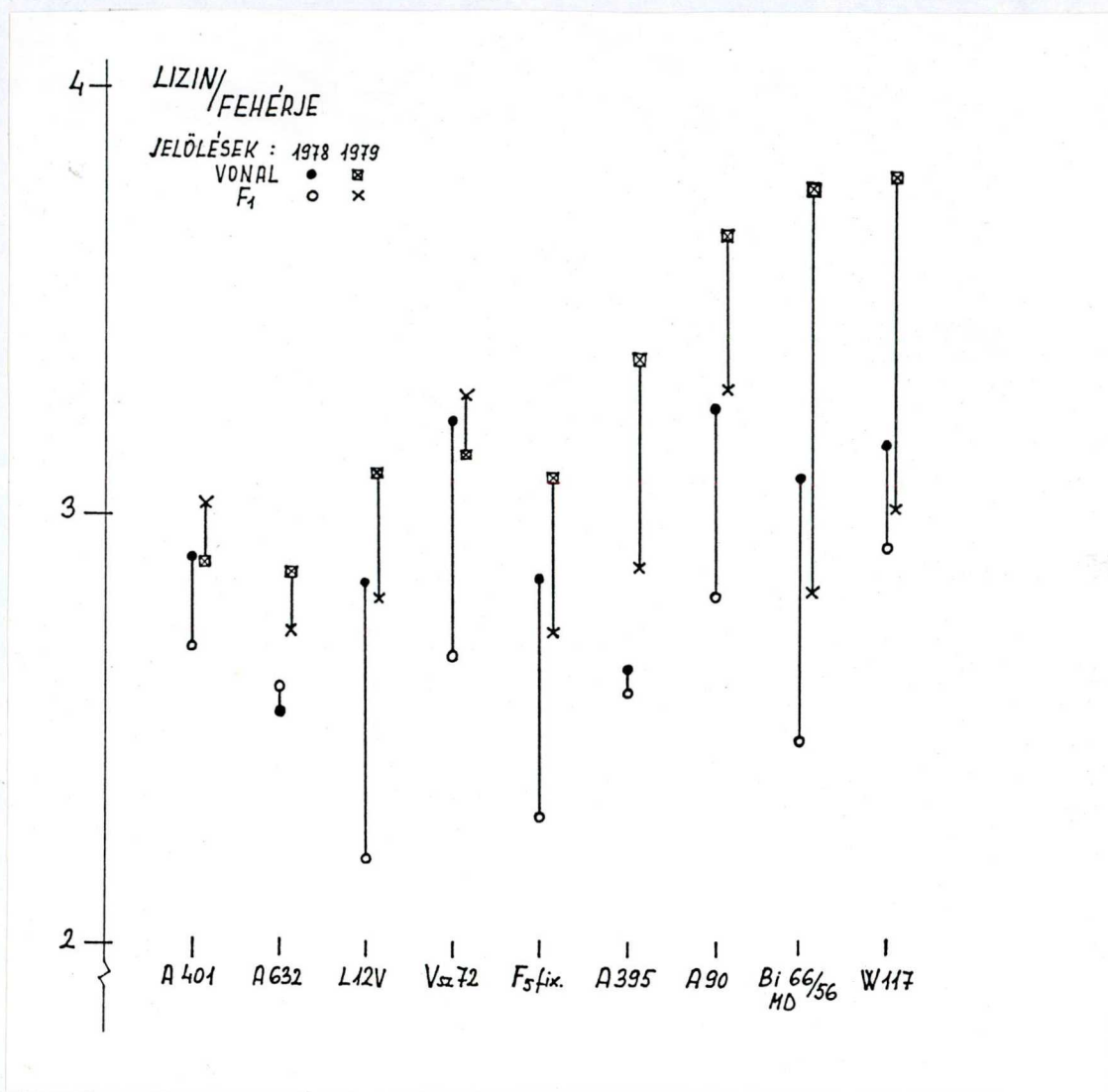
1. ábra: A vizsgált vonalak és F₁ hibridjeik lizin/fehérje és Kjeldahl fehérjetartalom összefüggése.

A két egymást követő év Kjeldahl fehérje 2. ábra és lizin/fehérje 3. ábra hibrid-vonal különbségeit vizsgáltuk.



2. ábra: A 9 kiválasztott vonal és hibridjeinek Kjeldahl fehérjetartalom különbségei.

Azt tapasztaltuk, hogy három vonal L12V, F₅ fix., B₁ 66/56 MD mindkét évben hasonlóan a vonalhoz hasonlóan hibridjeik fehérjetartalma 4-5%-al nőtt. Ha a három vonal átlagát nézzük a fehérjekülönbség 4% /vonal átlag 11,9%, hibrid átlag 15,9%/, a lizin/fehérje értékek ezzel egyidőben 0,6%-al csökkentek /vonal átlag 3,2%, hibrid átlag 2,6%/.



3. ábra: A 9 kiválasztott vonal és hibridjeinek lizin/fehérje különbségei.

A fennmaradó hat vonal fehérjenövekménye kevesebb 2,7% /vonál átlag 12,2% hibrid átlag 14,9%/, de ugyanakkor lizin/fehérje hányadosuk 0,3%-al nőtt /vonál átlag 2,8%, hibrid átlag 3,1%/.

A csoportosítást végül így jellemezhetjük:

- B₁ 66/56 MD, L12V, F₅ fix vonalak IHP-vel F₁ hibridjünkben több, de rosszabb minőségű fehérjét örökítenek P₁.

- A 90, A 395, A 401, A 632, Vn 72, W 117 vonalak kisebb mennyiségű fehérjét, de jobb minőségben örökítenek P_2 .

Az így kialakult két csoportot diallél keresztezéssel populációkká egyesítettük /3.táblázat/. Ezt követően évről évre javítottuk a populációt. A növényállományban nagyszámú öntermékenyítést és populáción belüli keresztezést /sib/ hajtottunk végre felváltva. Minden egyes ciklusban felmértük a kapott anyagot agronómiai bélyegek szerint, s az ezáltal csökkent mennyiséget kémiai analízisnek vetettük alá. A legjobb anyagokat igyekeztünk nagyobb számban megtartani, hogy a populációk genetikai bázisa szélesebb legyen. A populációk fentiek szerint csökkentett mennyiségéből minden következő évben nagy fészekszámú vetést hajtottunk végre az alábbi vázlat szerint:

73 vonal X IHP
tesztkeresztezés

P_1 nagyobb mennyiségű, de rosszabb minőségű fehérjét örökítők	P_2 kisebb mértékű, de jobb minőségű fehérjét örökítők
--	--

1981	populáció egyesítés diallél keresztezéssel
1982	populáción belüli keresztezések /sib/
1983	öntermékenyítés
1984	populáción belüli keresztezések /sib/
1985	öntermékenyítés

Az 1982 és 1983 években elvetett anyagok kémiai vizsgálá-

3. táblázat: Populációösszeállítás diallél keresztezéssel

1. Populáció

Vonal megnevezése	feh. %	l %	l/f	feh. %	l %	l/f	feh. %	l %	l/f
♀ ○	Bi 66/56 MD			L 12 V			F ₅ fix.		
Bi 66/56 MD	12,7	0,46	3,6	11,3	0,46	4,1	12,6	0,48	3,8
L 12 V				12,5	0,45	3,6	13,1	0,44	3,5
F ₅ fix.							13,6	0,53	3,9

2. Populáció

Vonal megnevezése	feh. %	l %	l/f	feh. %	l %	l/f	feh. %	l %	l/f	feh. %	l %	l/f	feh. %	l %	l/f	feh. %	l %	l/f
♀ ○	A 90			A 395			A 401			A 632			Vsz 72			W 117		
A 90	12,3	0,57	4,3															
A 395	14,0	0,56	4,0	12,3	0,39													
A 401	13,5	0,49	3,6	13,2	0,39	3,0	13,6	0,51	3,8									
A 632	13,7	0,55	4,0	13,3	0,41	3,1	14,9	0,52	3,5	12,1	0,48	4,0						
Vsz 72	13,7	0,55	4,0	13,5	0,42	3,1	14,4	0,50	3,5	13,6	0,48	3,5	12,7	0,39	3,1			
W 117	14,0	0,53	3,8	13,0	0,38	2,9	14,3	0,48	3,4	13,0	0,44	3,4	12,8	0,44	3,4	10,3	0,44	4,3

tának nem lett volna értelme heterogén volta miatt, a fő cél a kiegyenlítés volt. 1983-ban termett csöveket már vizsgáltuk. Első szűrésként a festékmegkötést /DBC/ alkalmazva. A 8,88% feletti értékűek Kjeldahl fehérje és lizin vizsgálatát is elvégeztük.

Az 1984-ben és 1985-ben elvetésre kiválasztott anyagok analízisértékeit a 4.-9. táblázatok tartalmazzák. 500-1000 fészket vetettünk oly módon, hogy az elvetett mag az egyes vizsgálat szerint kiválasztott mintákat azonos arányban tartalmazta.

A kialakult P_1 és P_2 -t elvetésre Kjeldahl fehérjetartalom szerint válogattuk. 1984-ben a P_2 populációt, ugyanazt a mintaalapot Kjeldahl fehérje és festékmegkötés szerint is válogattuk. Vagyis a kezdetben változékonnyabb fehérjeörökítésűnek jellemzett csoportot két irányban szelektáltuk tovább. Így állt elő P_{2a} , mely válogatásánál továbbra is a Kjeldahl fehérjét tartottuk szem előtt, P_{2b} pedig, mely a festékmegkötés alapján kiválasztottakból áll. A populációk elvetett és termelt anyagainak szélső analízis eredményeit tüntetjük fel az alábbiakban: /10. táblázat/

Jól látható, hogy pl. egy 13,05-13,99% fehérjét tartalmazó mintatömeg elvetéséből származó termés ismét tartalmaz 11,52% körüli értékeket, mégpedig szép számmal. A fehérjeörökítés polygénikus, gyakorlati befolyásolása a nemesítésben nehéz.

Populációink analízisét a továbbiakban az egyes vizsgálati típusok eloszlásgörbéivel analizáltuk.

4. táblázat: P₁ populációból 1984-ben elvetett anyagok fehérjevizsgálati értékei

Minta sorszáma	DBC %	Kjeldahl N %	Lizin %	Lizin/fehérje
1.	9,2	13,7	0,46	3,4
2.	9,9	13,6	0,48	3,5
3.	9,9	13,9	0,52	3,7
4.	9,4	13,3	0,46	3,5
5.	8,9	13,7	0,49	3,6
6.	9,3	13,2	0,46	3,5
7.	9,5	13,6	0,44	3,2
8.	9,7	13,4	0,43	3,2
9.	9,4	13,2	0,43	3,3
10.	9,3	13,4	0,46	3,4
11.	9,2	13,2	0,43	3,3
12.	9,0	13,6	0,46	3,4
13.	9,1	13,3	0,46	3,5
14.	8,9	13,4	0,39	3,1
15.	9,2	13,4	0,48	3,6
16.	9,9	13,2	0,43	3,3
17.	9,4	13,1	0,43	3,3
18.	10,0	14,0	0,44	3,1
19.	9,4	13,6	0,45	3,3
20.	9,4	13,7	0,38	2,8



5. táblázat: P₂a populációból 1984-ben elvetett anyagok fehérjevizsgálati értékei

Minta sorszám	DBC %	Kjeldahl N %	Lizin %	Lizin/fehérje
1.	10,3	13,6	0,48	3,5
2.	9,3	14,0	0,44	3,1
3.	10,2	13,5	0,44	3,3
4.	9,7	13,7	0,44	3,2
5.	9,4	13,8	0,51	3,7
6.	9,4	13,7	0,50	3,7
7.	9,7	14,0	0,61	4,4
8.	9,2	13,6	0,49	3,6
9.	9,8	14,4	0,57	4,0
10.	10,5	14,1	0,51	3,6
11.	9,6	13,8	0,49	3,5
12.	9,1	13,7	0,42	3,1
13.	9,2	13,9	0,45	3,2
14.	9,8	13,9	0,44	3,2
15.	9,8	13,7	0,43	3,2
16.	9,6	14,1	0,39	2,8
17.	9,6	13,8	0,38	2,7
18.	10,0	13,9	0,46	3,3
19.	9,1	14,6	0,43	2,9
20.	9,6	14,3	0,43	3,0
21.	10,6	14,8	0,41	2,8
22.	10,0	13,7	0,42	3,1
23.	9,9	14,2	0,39	2,7
24.	9,6	14,3	0,47	3,3
25.	10,0	14,1	0,43	3,1
26.	9,4	13,9	0,38	2,7
27.	10,2	14,0	0,38	2,7
28.	9,9	14,1	0,42	2,9
29.	9,3	13,9	0,40	2,9
30.	9,3	13,7	0,47	3,4
31.	9,3	13,9	0,43	3,1

Minta sorszám	DBC %	Kjeldahl N %	Lizin %	Lizin/ fehérje
32.	9,2	13,9	0,53	3,8
33.	9,3	13,9	0,43	3,1
34.	10,0	13,7	0,42	3,1
35.	10,2	14,8	0,48	3,2
36.	9,9	14,0	0,52	3,7
37.	9,3	13,8	0,52	3,8
38.	9,7	14,2	0,43	3,0
39.	9,7	14,2	0,49	3,4
40.	9,5	13,8	0,46	3,3

6. táblázat: P₂b populációból 1984-ben elvetett anyagok fehérjevizsgálati értékei

Minta sorszáma	DBC %	Kjeldahl N %	Lizin %	Lizin/ fehérje
1.	10,1	13,4	0,46	3,4
2.	10,3	13,6	0,48	3,5
3.	10,2	13,5	0,44	3,3
4.	10,2	13,5	0,48	3,6
5.	10,5	14,1	0,51	3,6
6.	10,3	13,8	0,55	4,0
7.	10,1	13,2	0,49	3,7
8.	10,0	13,9	0,46	3,3
9.	10,6	14,8	0,41	2,8
10.	10,0	14,1	0,43	3,1
11.	10,2	12,8	0,38	3,0
12.	10,2	13,9	0,38	2,7
13.	10,0	12,6	0,43	3,4
14.	10,0	13,6	0,42	3,1
15.	10,2	14,8	0,48	3,2

7. táblázat: A P₁ populációból 1985-ben elvetett anyagok fehérjevizsgálati értékei

Minta sorszám	DBC fehérje %	Kjeldahl N %	Lizin %	Lizin/fehérje
1.	8,5	14,0	0,54	3,9
2.	8,4	13,0	0,51	3,9
3.	8,8	12,8	0,55	4,3
4.	9,2	14,3	0,56	3,9
5.	8,7	13,6	0,51	3,8
6.	8,9	12,2	0,54	4,4
7.	9,3	13,3	0,50	3,8
8.	8,6	13,1	0,54	4,1
9.	8,1	12,0	0,46	3,8
10.	8,6	12,1	0,55	4,5
11.	8,8	12,8	0,50	3,9
12.	8,2	12,6	0,49	3,9
13.	8,8	13,2	0,51	3,9
14.	9,5	14,0	0,54	4,0
15.	8,9	13,7	0,59	4,3
16.	8,8	13,4	0,55	4,1
17.	8,8	12,2	0,50	4,1
18.	8,7	13,6	0,58	4,3
19.	9,2	13,2	0,51	3,9
20.	9,2	13,4	0,54	4,0
21.	8,6	13,6	0,54	4,0
22.	8,0	12,2	0,53	4,3
23.	8,3	12,1	0,55	4,5
24.	8,9	13,0	0,52	4,0
25.	8,0	12,2	0,51	4,2
26.	8,8	13,2	0,54	4,1
27.	8,3	11,5	0,45	3,9
28.	9,8	14,5	0,60	4,1
29.	9,4	13,1	0,60	4,6

8. táblázat: A P₂a populációból 1985-ben elvetett anyagok
fehérjevizsgálati értékei

Minta sorszáma	DBC fehérje %	Kjeldahl N %	Lizin %	Lizin/ fehérje
1.	10,1	15,3	0,56	3,7
2.	9,5	14,0	0,56	4,0
3.	9,1	12,0	0,51	4,2
4.	8,8	13,0	0,52	4,0
5.	8,8	11,9	0,48	4,0
6.	9,1	14,0	0,51	3,6
7.	8,4	11,5	0,49	4,2
8.	8,8	13,1	0,47	3,6
9.	9,2	14,4	0,51	3,5
10.	9,6	14,1	0,54	3,8
11.	9,0	11,7	0,51	4,4
12.	9,3	13,7	0,54	4,0
13.	9,4	13,5	0,54	4,0
14.	8,9	12,8	0,48	3,7
15.	9,4	13,7	0,54	3,9
16.	9,4	12,7	0,54	4,2
17.	9,2	14,2	0,54	3,8
18.	9,5	14,2	0,50	3,5
19.	9,5	14,1	0,53	3,8
20.	9,4	12,8	0,47	3,7
21.	10,2	16,5	0,58	3,5
22.	9,7	13,9	0,57	4,1
23.	9,6	14,9	0,58	3,9
24.	9,2	13,6	0,51	3,8
25.	9,2	13,1	0,52	4,0
26.	8,8	13,7	0,52	3,8
27.	8,8	12,0	0,45	3,7
28.	8,5	11,8	0,47	4,0
29.	9,5	15,9	0,55	3,5
30.	9,4	13,2	0,52	3,9
31.	8,6	12,7	0,52	4,1
32.	9,3	12,1	0,46	3,8

Minta sorszám	DBC fehérje %	Kjeldahl N %	Lizin %	Lizin/fehérje
33.	9,2	12,7	0,52	4,1
34.	9,5	12,6	0,48	3,8
35.	9,3	13,2	0,50	3,8
36.	9,6	15,4	0,55	3,6
37.	8,4	10,9	0,41	3,8
38.	8,4	11,2	0,49	4,4
39.	8,8	11,9	0,52	4,4
40.	10,3	14,4	0,57	4,0
41.	8,1	10,5	0,43	4,1
42.	8,8	12,3	0,47	3,8
43.	9,2	13,5	0,55	4,1
44.	8,8	14,9	0,55	3,7
45.	9,2	13,6	0,54	4,0
46.	9,9	15,1	0,54	3,6
47.	9,6	14,8	0,56	3,8
48.	9,1	13,1	0,48	3,7
49.	8,9	13,9	0,52	3,7
50.	9,2	13,2	0,53	4,0
51.	9,4	12,9	0,51	4,0
52.	9,8	14,2	0,57	4,0
53.	8,8	13,1	0,50	3,8
54.	8,7	13,1	0,49	3,7
55.	9,2	13,7	0,56	4,1
56.	8,8	12,0	0,52	4,3
57.	8,1	11,4	0,50	4,4
58.	9,6	14,8	0,58	3,9
59.	9,1	13,1	0,52	3,9
60.	9,1	12,9	0,50	3,9
61.	9,4	14,2	0,45	3,2
62.	9,4	13,9	0,48	3,5
63.	8,1	10,9	0,42	3,8
64.	8,1	11,0	0,42	3,8
65.	8,8	13,9	0,49	3,5

9. táblázat: A P₂ b populációból 1985-ben elvetett anyagok fehérjevizsgálati értékei

Minta sorszám	DBC fehérje %	Kjeldahl N %	Lizin %	Lizin/fehérje
1.	9,3	14,2	0,50	3,5
2.	9,2	13,3	0,50	3,8
3.	9,2	14,6	0,56	3,8
4.	10,2	15,3	0,59	3,9
5.	10,2	15,8	0,54	3,4
6.	9,4	13,4	0,50	3,7
7.	9,4	14,3	0,48	3,3
8.	9,7	13,5	0,52	3,9
9.	9,0	11,9	0,45	3,8
10.	10,1	16,2	0,57	3,5
11.	10,2	14,1	0,60	4,3
12.	9,7	14,6	0,54	3,7
13.	10,1	14,4	0,53	3,7
14.	9,0	14,2	0,53	3,7
15.	9,1	12,6	0,50	4,0
16.	9,6	12,0	0,51	4,2
17.	10,0	14,2	0,56	4,0
18.	9,6	12,5	0,49	3,9
19.	9,1	12,2	0,49	4,0
20.	9,2	10,8	0,49	4,6
21.	8,9	12,8	0,50	3,9
22.	9,1	12,5	0,47	3,8
23.	9,4	12,5	0,52	4,2
24.	9,5	13,1	0,50	3,8
25.	9,5	15,0	0,51	3,4
26.	10,4	13,9	0,57	4,1
27.	9,1	14,1	0,54	3,8
28.	9,2	12,6	0,53	4,2
29.	10,0	14,6	0,52	3,6
30.	9,4	12,2	0,47	3,8
31.	9,8	13,7	0,53	3,9

Minta sorszám	DBC fehérje %	Kjeldahl N %	Lizin %	Lizin/ fehérje
32.	10,0	14,8	0,55	3,7
33.	9,4	13,7	0,51	3,7
34.	9,2	13,0	0,50	3,9
35.	9,4	11,5	0,56	4,9
36.	9,9	13,2	0,54	4,1
37.	9,3	14,1	0,54	3,8
38.	9,3	13,7	0,54	4,0
39.	9,0	13,7	0,56	4,1
40.	9,2	11,5	0,55	4,8
41.	9,3	12,8	0,49	3,8
42.	9,1	13,3	0,47	3,5
43.	9,2	14,7	0,55	3,7
44.	9,3	13,9	0,49	3,5
45.	9,0	13,3	0,49	3,7
46.	10,0	14,0	0,57	4,1
47.	9,0	12,7	0,50	3,9
48.	9,8	14,7	0,57	3,8
49.	10,7	14,5	0,56	3,9
50.	10,1	14,4	0,54	3,7

1984		vetés	termés
Kjel. feh.	P ₁	13,05-13,99	11,52-14,50
DBC		8,88-10,00	8,00-9,80
Lys/fehérje		2,76-3,74	3,32-4,56
Kjel. feh.	P _{2a}	13,52-14,84	7,93-16,45
DBC		9,12-10,64	7,20-10,32
Lys/fehérje		2,73-4,36	3,37-5,39
Kjel. feh.	P _{2b}	12,63-14,84	10,76-16,19
DBC		10,00-10,64	8,20-10,68
Lys/fehérje		2,71-3,97	3,40-4,85
1985			
Kjel. feh.	P ₁	11,52-14,50	10,09-13,05
DBC		8,00-9,80	7,76-9,92
Lys/fehérje		3,75-4,56	3,14-4,68
Kjel. feh.	P _{2a}	9,58-16,45	9,50-14,38
DBC		8,00-10,32	8,20-13,74
Lys/fehérje		3,51-4,60	3,08-4,75
Kjel. feh.	P _{2b}	10,76-16,19	9,07-13,90
DBC		8,92-10,68	8,00-10,60
Lys/fehérje		3,42-4,85	3,20-5,25

10. táblázat: Az elvetett és termett anyagok analiziseredményainek maximum és minimum értékei.

2. Az egyes vizsgálati módszereknél megjegyeztük, a meghatározások által szolgáltatott eredmények minőségére vonatkozó jellemzőit.

A tesztkereszteztést követő csoportosításnál jellemeztük a kialakult populációkat fehérjeörökítési tulajdonságaik szerint:

P_1 több fehérje - rosszabb minőség

P_2 kevesebb fehérje - jobb minőség

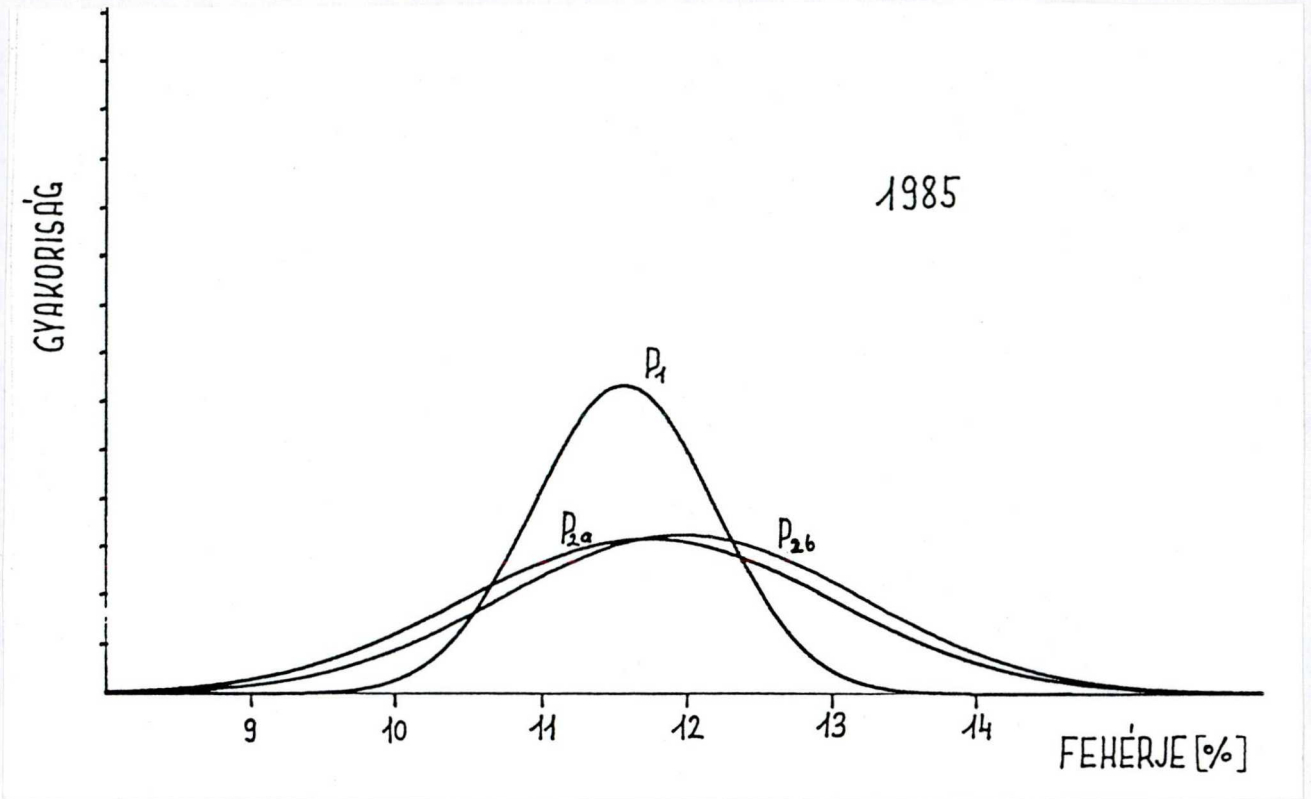
Az évenkénti válogatás P_1 -ből Kjeldahl fehérjetartalom szerint, P_2 -ből Kjeldahl fehérjére P_{2a} és festékmegkötésre P_{2b} .

Az 1985 évi adatok alapján összehasonlítottuk a három populációt a különböző vizsgálati típusok eloszlásgörbéi tükrében.

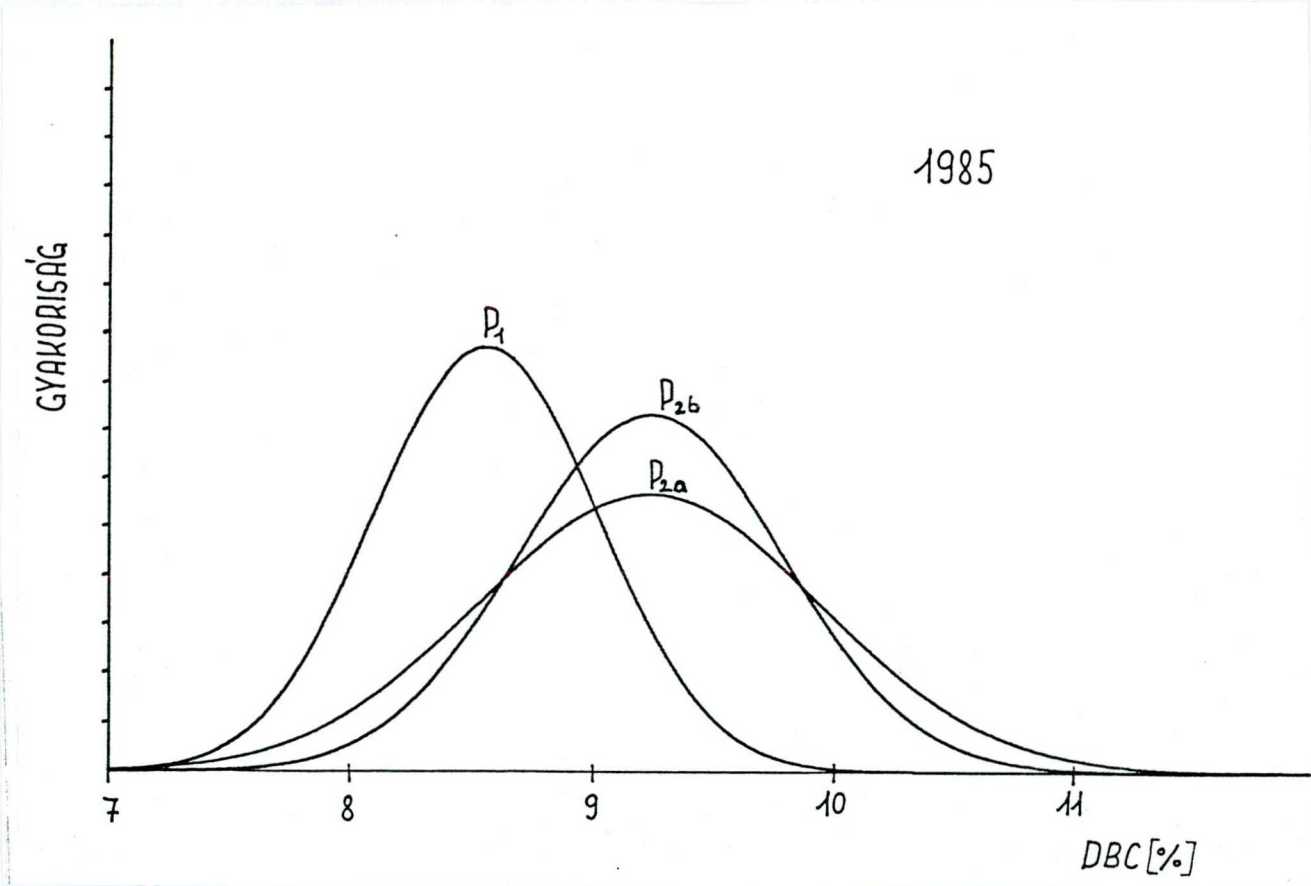
A P_1 populáció görbéje 11,5%-os fehérjeértéknél mutat gyakorisági maximumot. /4.ábra/

A görbe normál eloszlást mutat. Határozott maximuma mutatja, hogy a fehérjeszelekció eredményes. A P_{2a} és P_{2b} görbék azonban ellaposodóak, szelekciós hatást nem tapasztalunk.

A P_1 populáció, mely Kjeldahl fehérjére jól szelektálható, e vizsgálati típusnál is határozott csúccsal rendelkező normál eloszlást ad. /5.ábra/ A szelekciós hatás azonban a P_{2a} és P_{2b} -ben is megmutatkozik. A Kjeldahl fehérjére szelektált görbéje elnyúlóbb. P_{2b} -ben megmutatkozik az értékhatárok szűkülése. A P_1 maximuma 8,7% DBC



4. ábra: A populációk Kjeldahl fehérjetartalom eloszlás-görbéi az 1985 évi termés alapján.

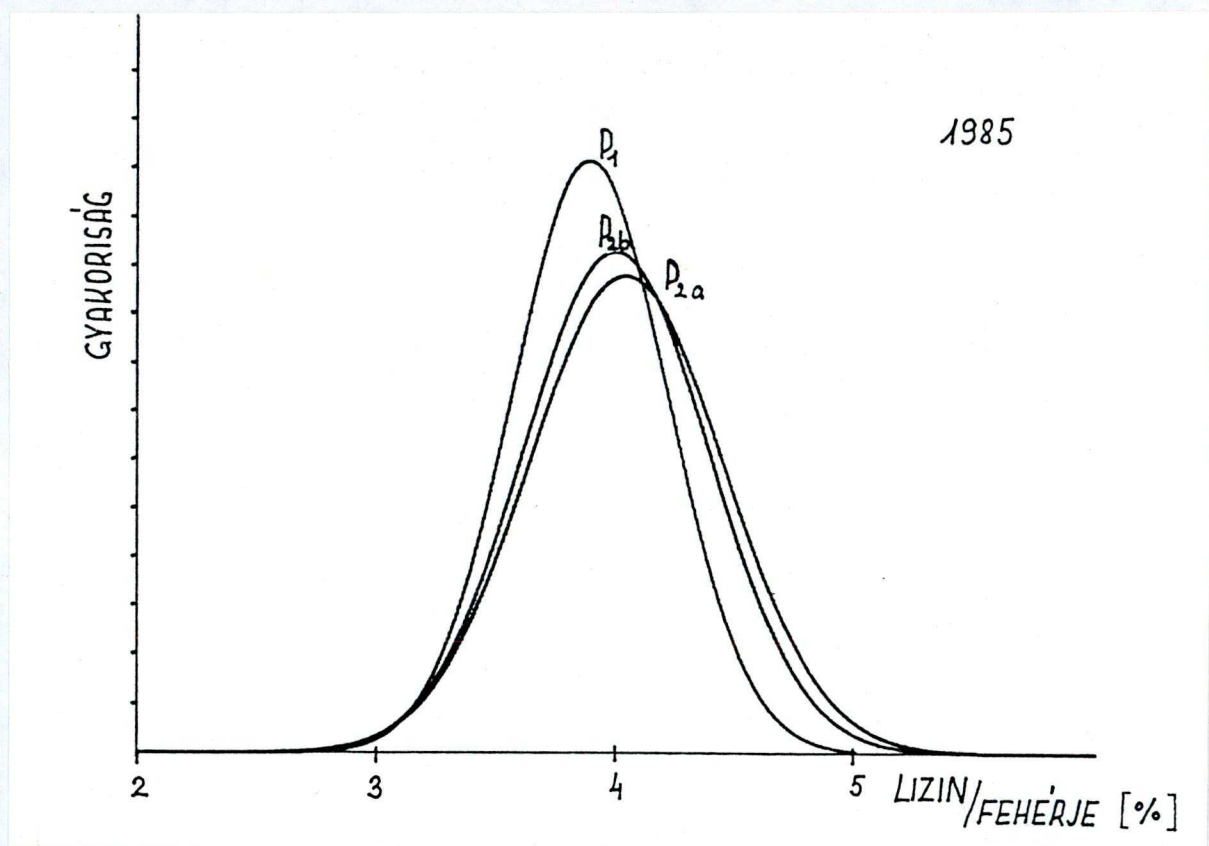


5. ábra: A populációk festékmegkötés /DBC/ eloszlás-görbéi az 1985 évi minták alapján.

értéknél van, míg P_{2a} és P_{2b} -nél 9,20% körül van.

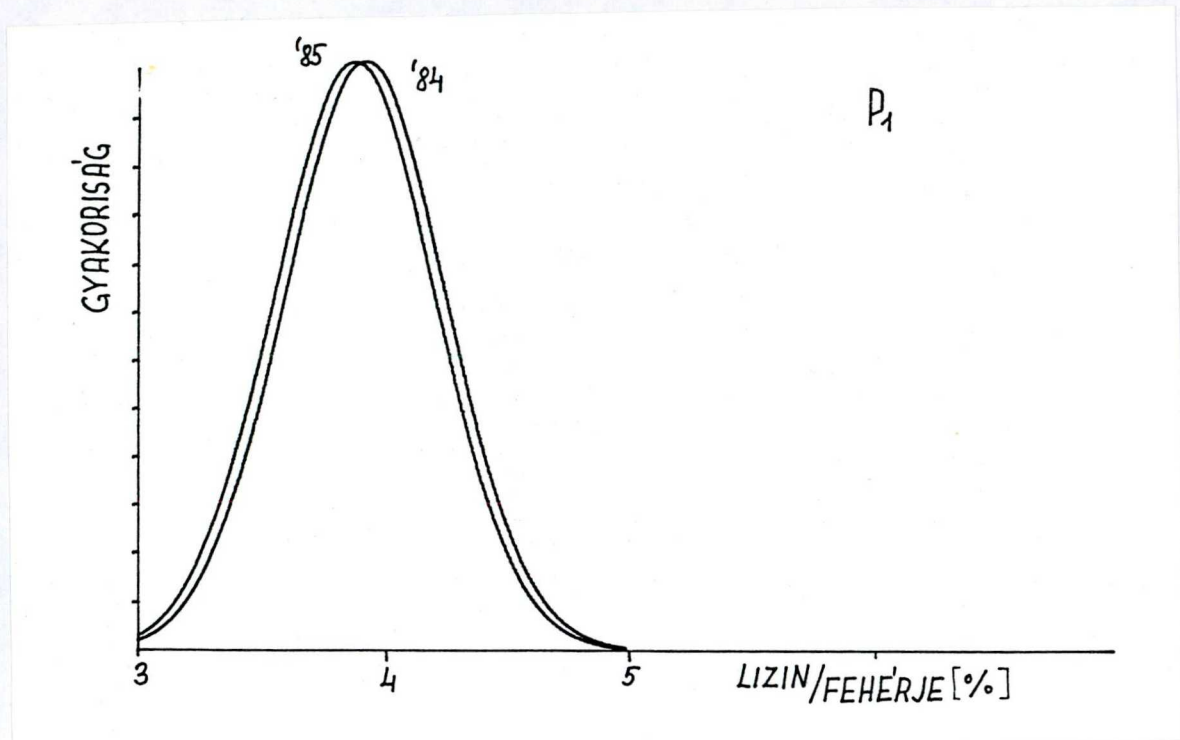
P_{2a} és P_{2b} populációk jobb minőségűek.

A lizin/fehérje eloszlásgörbék /6.ábra/ a legszűkebb értékhatárok között mozognak. A P_1 csúcsmaximumát találjuk a legalacsonyabb lizin/fehérje értéknél. A másik két populáció jó szelektáltságát láthatjuk, jobb minőséget jelezve.

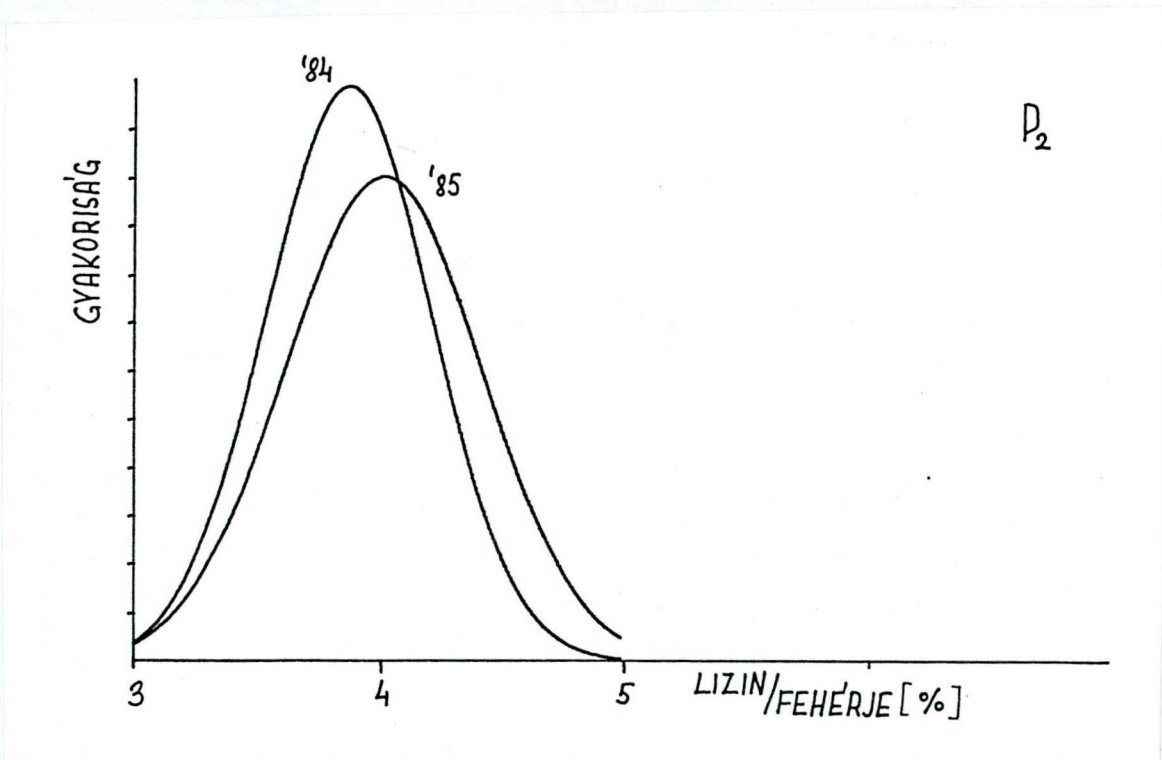


6. ábra: A populációk lizin/fehérje értékének eloszlásgörbéi az 1985 évi adatok szerint.

A populációk időbeni alakulását a leginkább genetikai tulajdonságot tükröző lizin/fehérje arány két éves adatai alapján ítéljük meg. /7. és 8.ábra/



7. ábra: A P_1 populáció lizin/fehérje értékeinek eloszlásgörbéi 1984 és 1985 éves adatok alapján.

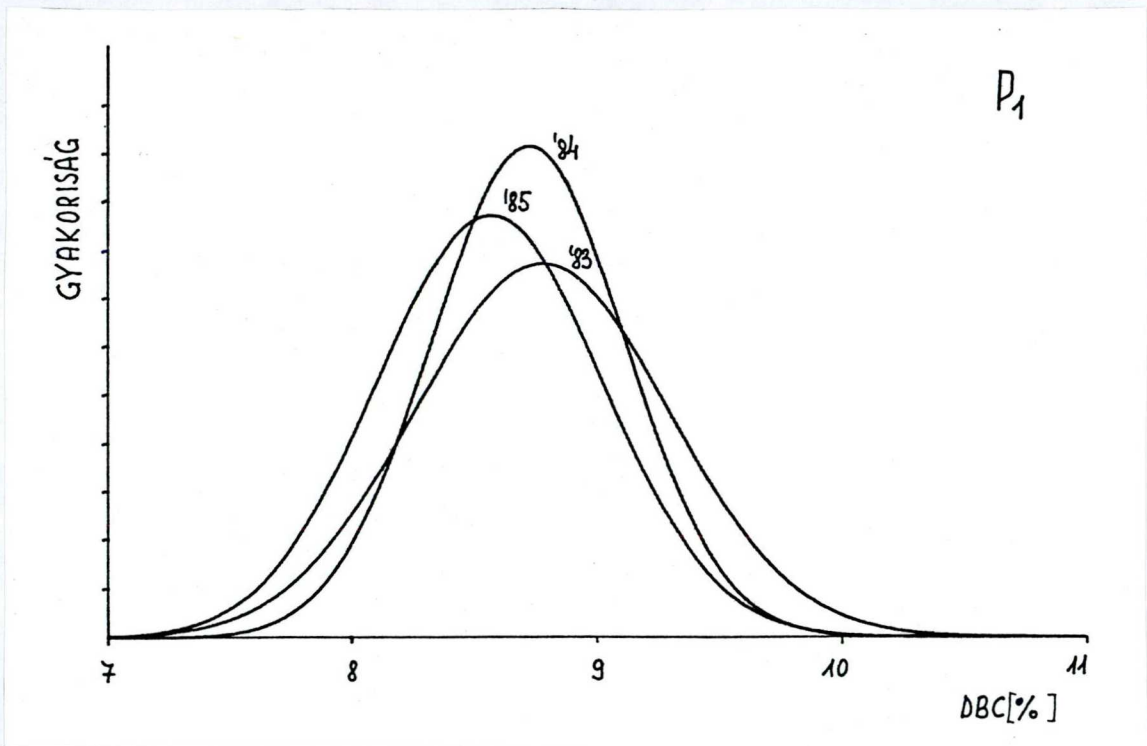


8. ábra: A P_2 populáció lizin/fehérje értékeinek eloszlásgörbéi az 1984 és 1985 évi adatok szerint.

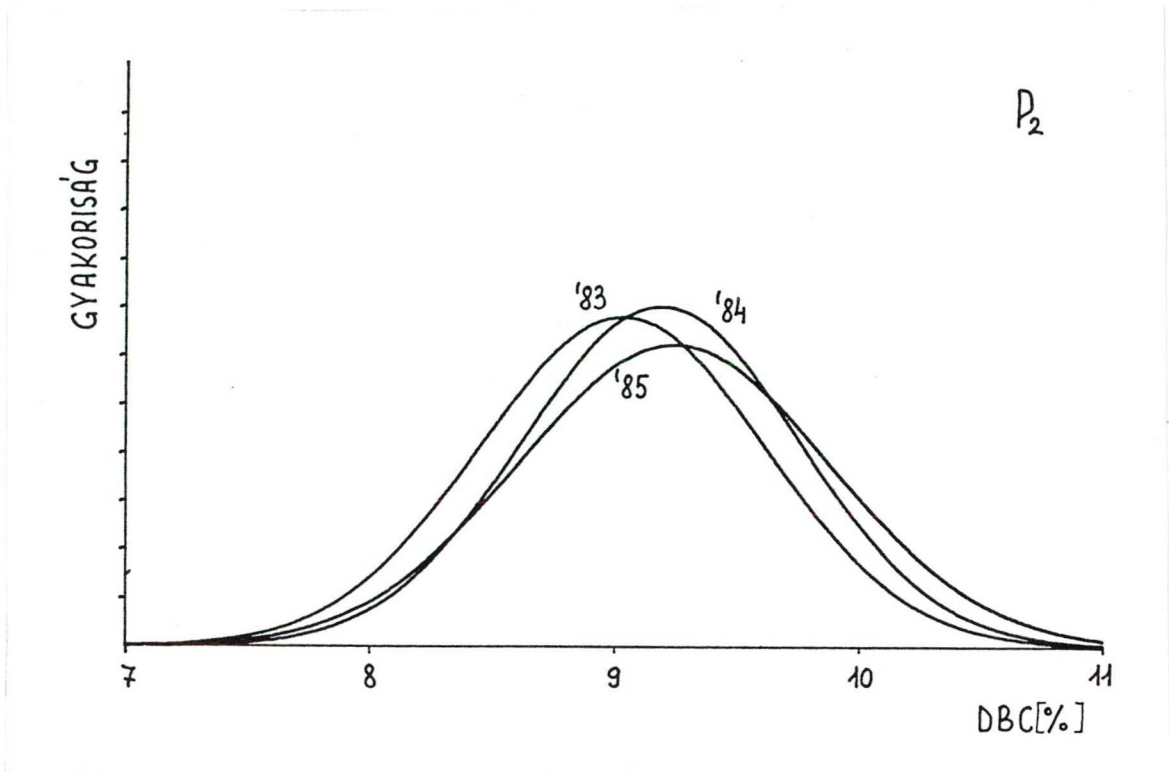
Megállapíthatjuk, hogy a P_1 populáció Kjeldahl fehérje-tartalomra történt szelekciója fehérjeminőség romlását idézi elő.

A fehérjeörökítésben rugalmasabbnak mutakozó csoport a fehérjére történt szelekció során jobb minőséget eredményez.

Végül festékmegkötés /DBC/ alapján módunkban áll a két különböző típusú populáció P_1 és P_2 összehasonlítására három év távlatában. /9. és 10. ábra/



9. ábra: A P_1 populáció időbeni alakulása festékmegkötés /DBC/ vizsgálatok szerint.

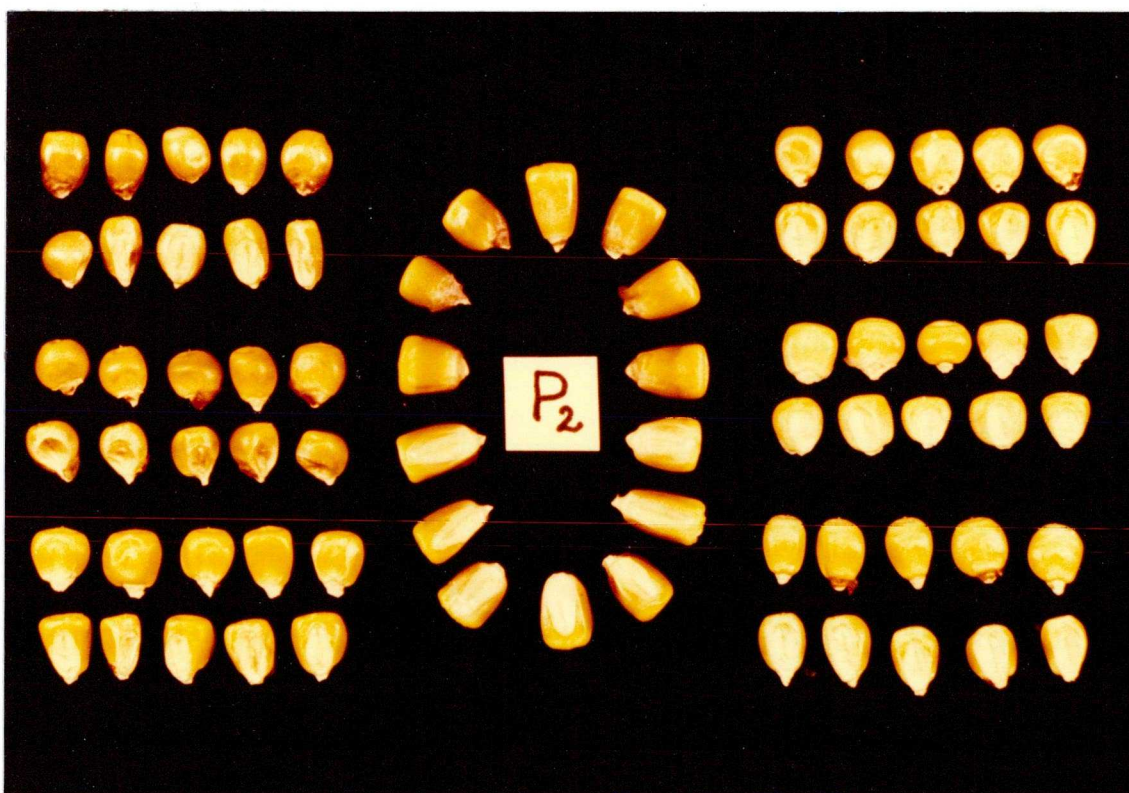


10. ábra: A P₂ populáció előrehaladása festékmegkötés /DBC/ szerint.

A P₁ populáció évről évre az alacsonyabb, a P₂ populáció a magasabb értékek felé tolódik. A P₂ jobb minőségét ez is megerősíti.



11. ábra: A P_1 populáció és alkotó vonalai.



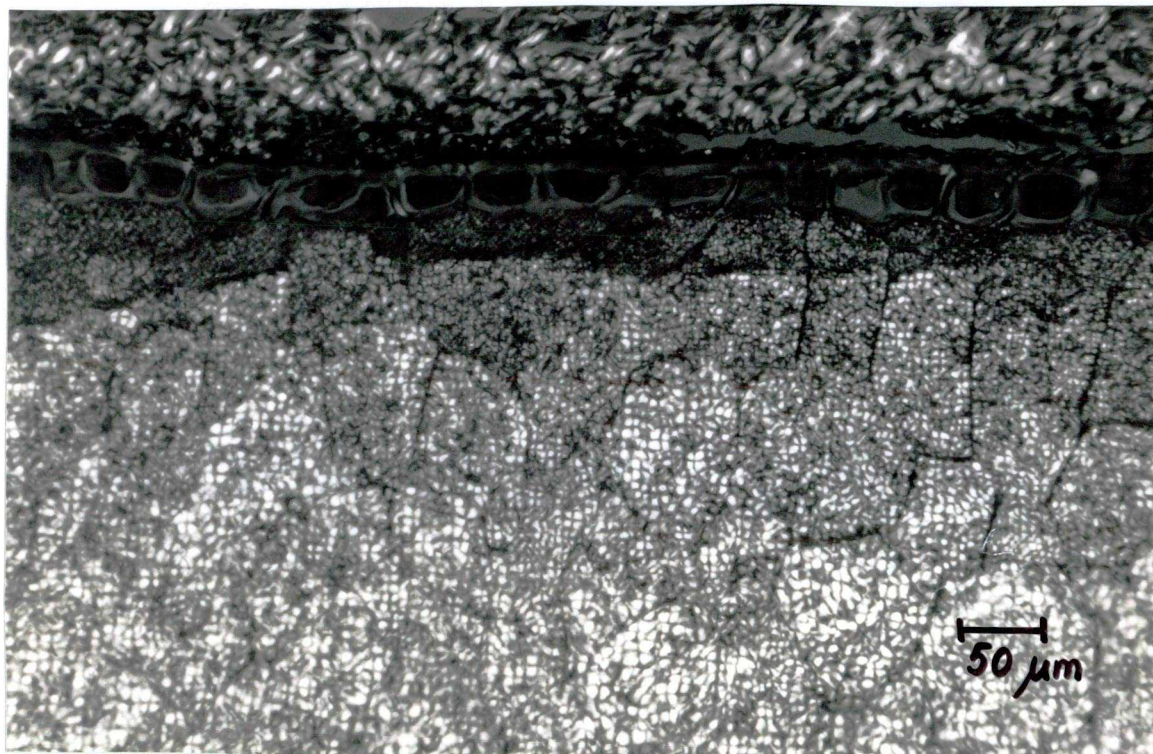
12. ábra: A P_2 populáció és alkotó vonalai.

3. A kukoricaszem szöveti vizsgálata a fehérjemínőség szemszögéből. A fehérjemennyiség és minőség változásainak esetleges szövettani vonzatát kívánjuk ezzel figyelemmel kísélni. Egyik megfigyelési szempontnak az endospermium sejtek keményítő szemcséinek mennyiségét és formáját vettük. A kísérletben szereplő vonalak és a kialakult populációk magvaiban az endospermiumsejtek keményítő szemekkel tömődtek. Szorosan egymáshoz illeszkedve töltik ki a sejteket. A populációk valamennyi kiindulási vonala ebben egységes, a normal, üveges szentípus endospermium képét mutatja.

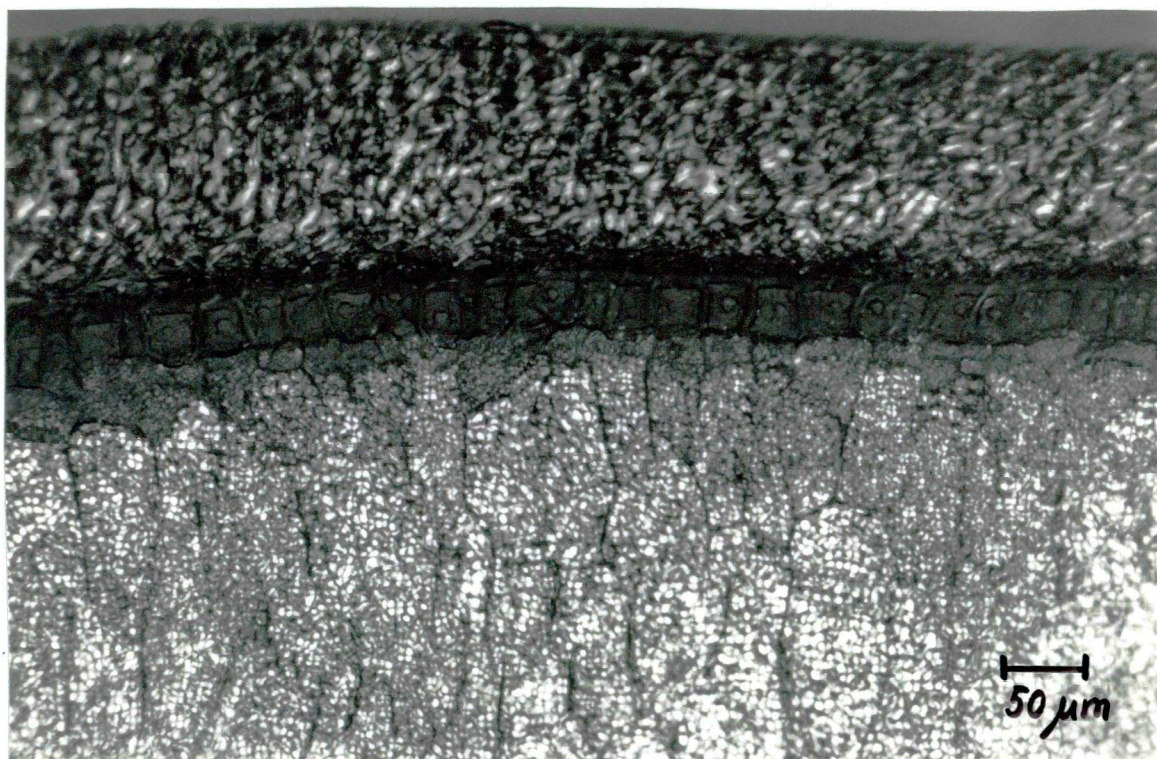
A másik számunkra érdekes rész az aleuron és a subaleuronális régió. A fehérjeörökítés tipizálása a szövettani képen is megmutatkozik. Néhány észrevételre még akkor is mód nyílik, ha nem statisztikus mintavétel kiértékeléséből tesszük. A P_1 típus vonalai az aleuron alatti részben határozottabb szöveti elkülönülést tapasztalunk. A fehérjeörökítés szempontjából a Kjeldahl fehérjét konzekvensen örökítőek ezek. A P_2 típusú vonalak metszeteiben a fehérjedúsabb szöveti rész az endospermiumba mélyebben nyomul bele.

A \hat{P}_1 és P_2 - a diallél egyesítés utáni első populáción belüli keresztezésből származó - mintái az egyes vonalak képe alapján tett megállapítást megerősítik. A magszövettani vizsgálatokat a fehérjenemesítés hasznos kiegészítő vizsgálatának tekintjük.

A kukoricaszem magkeresztmetszeti képe az aleuron alatti területről.

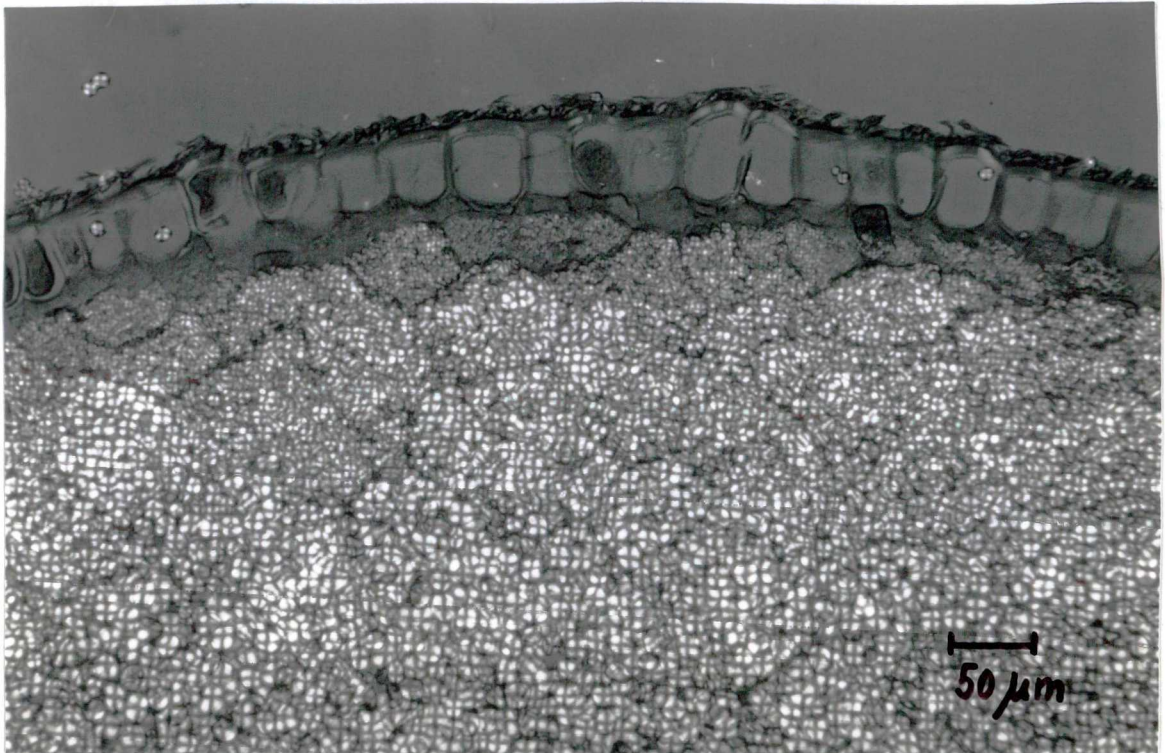


13. ábra. L 12-V /P₁/

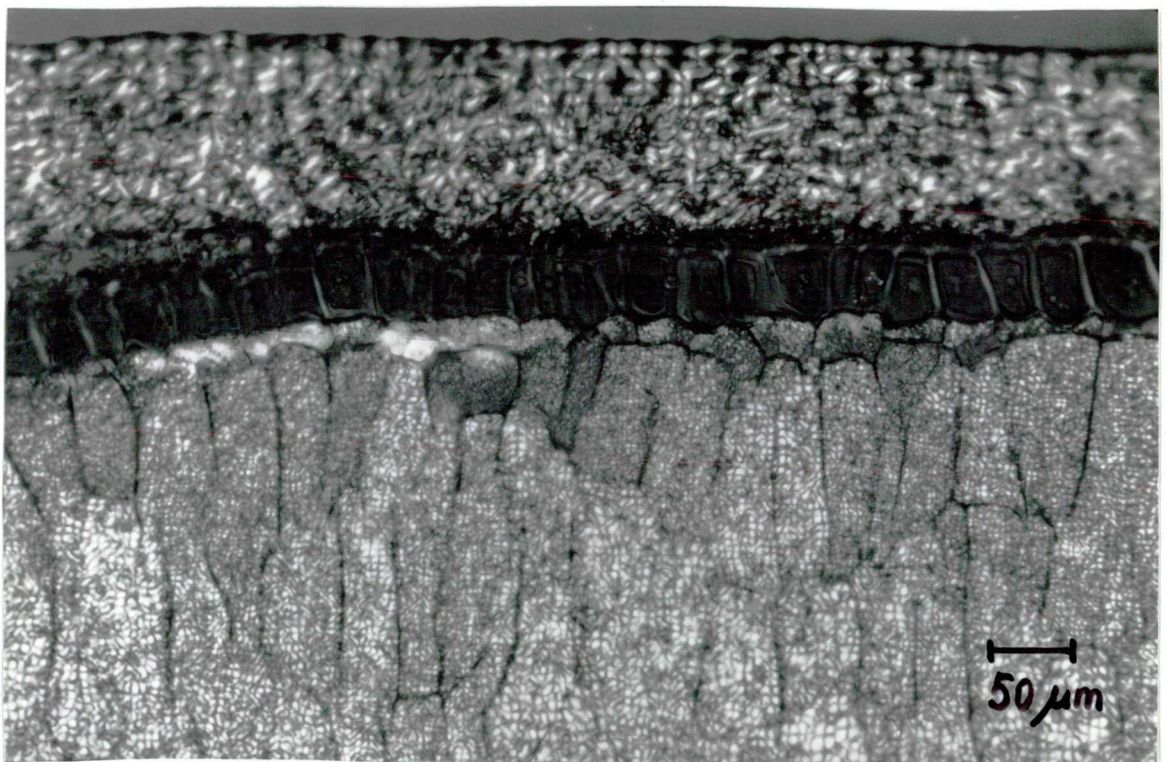


14. ábra: B₁ 66/56 MD /P₁/

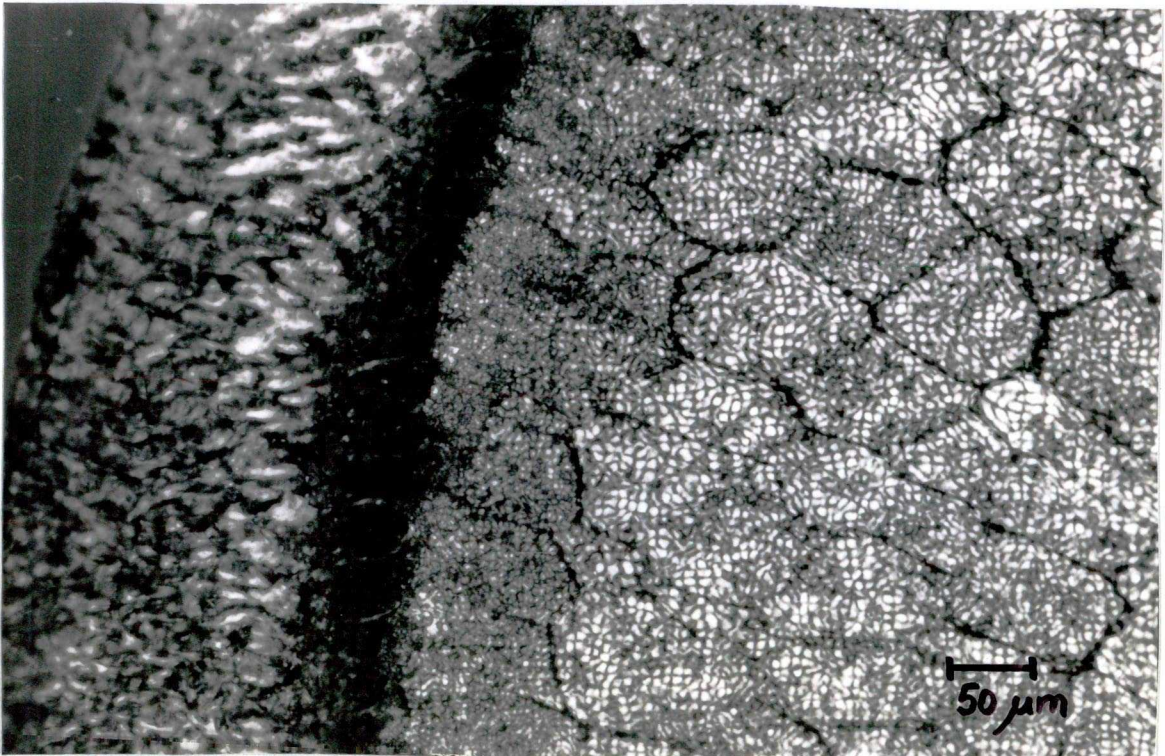




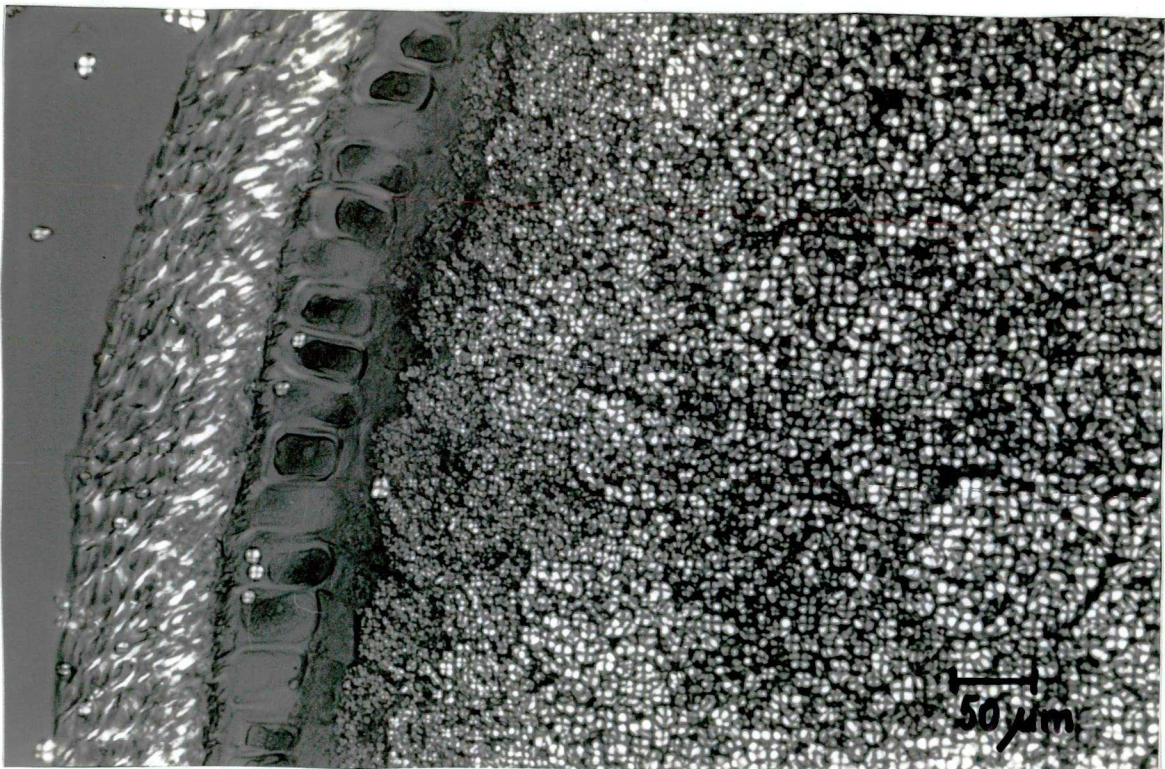
15. ábra: F_5 fix / P_1 /



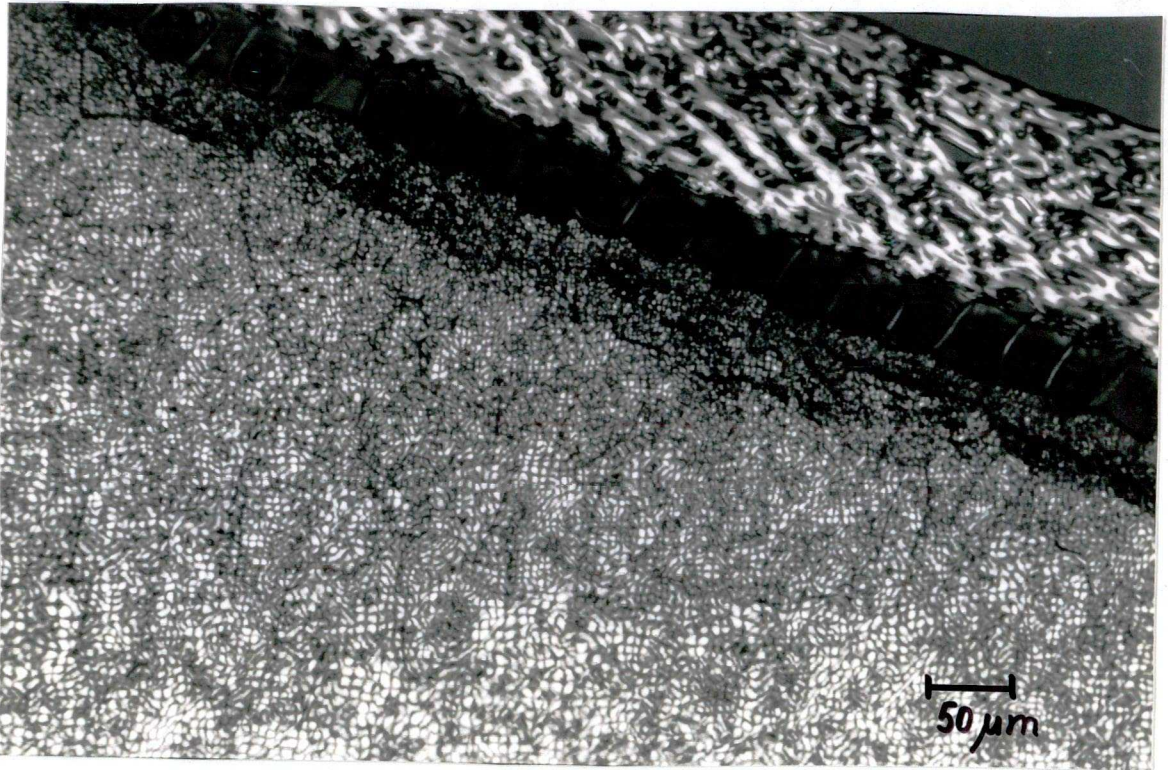
16. ábra: P_1 '82a diallélt követő első populáción belüli keresztelés után.



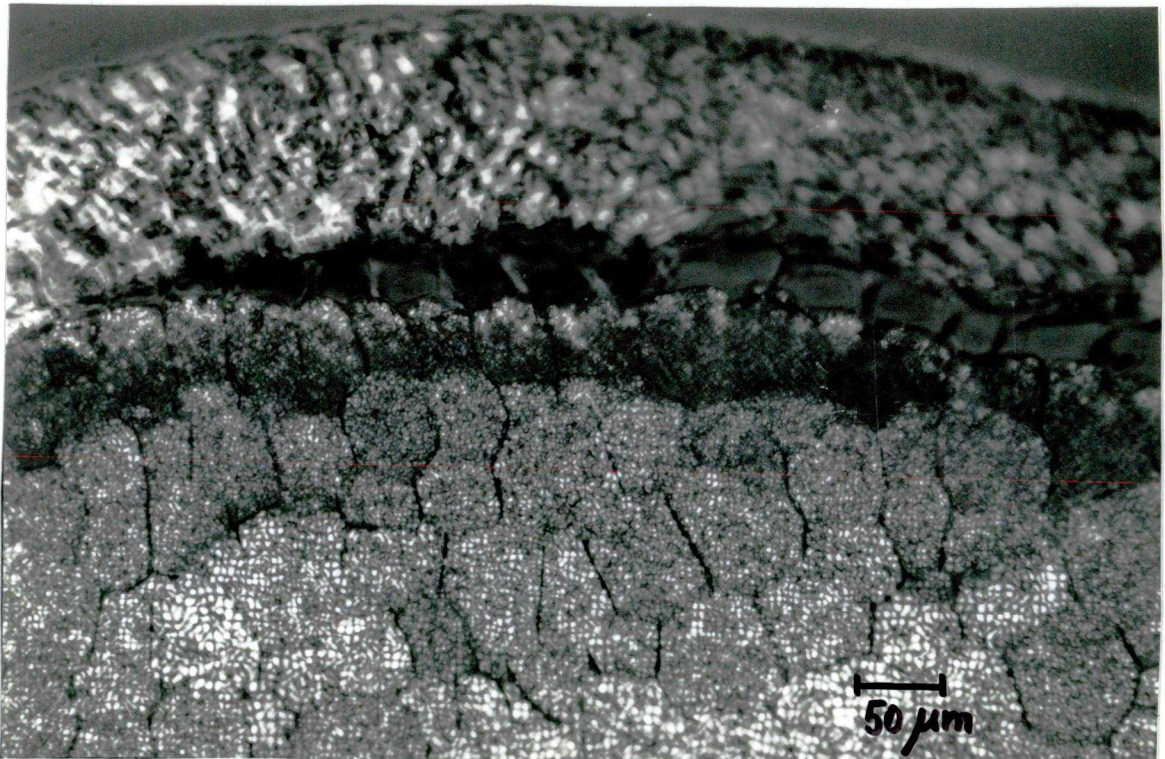
17. ábra: A 632 /P₂/



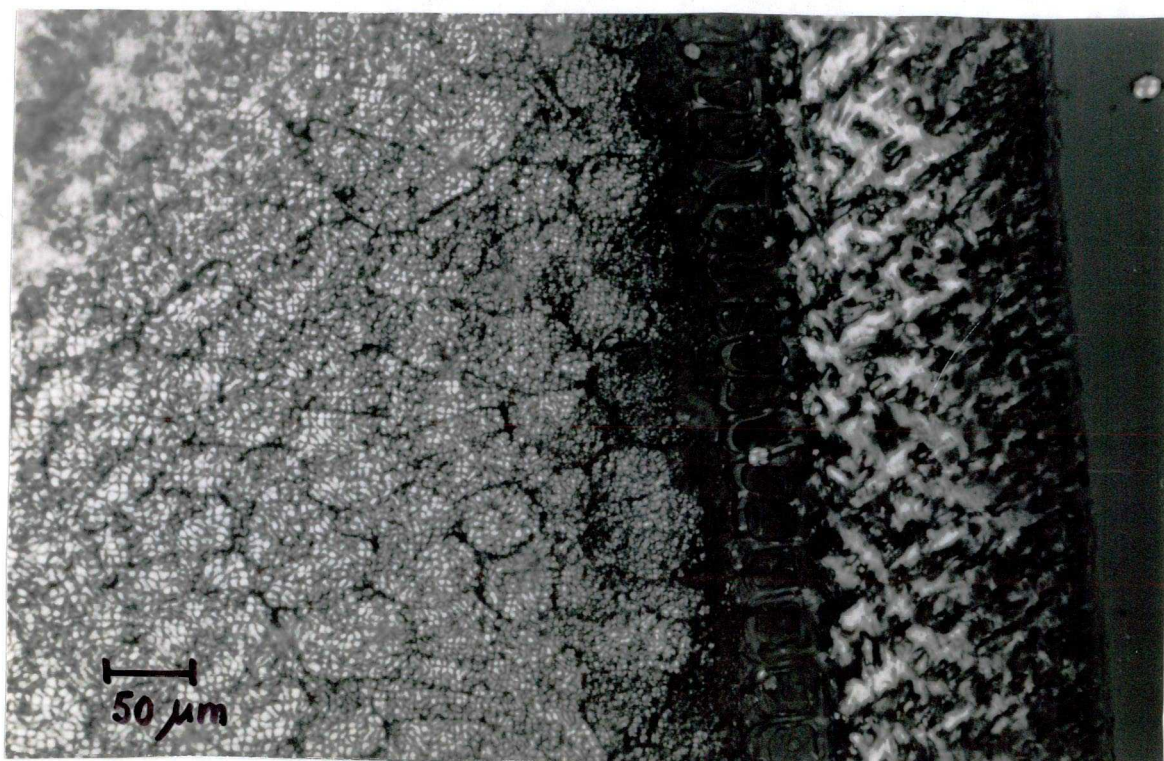
18. ábra: A 90 /P₂/



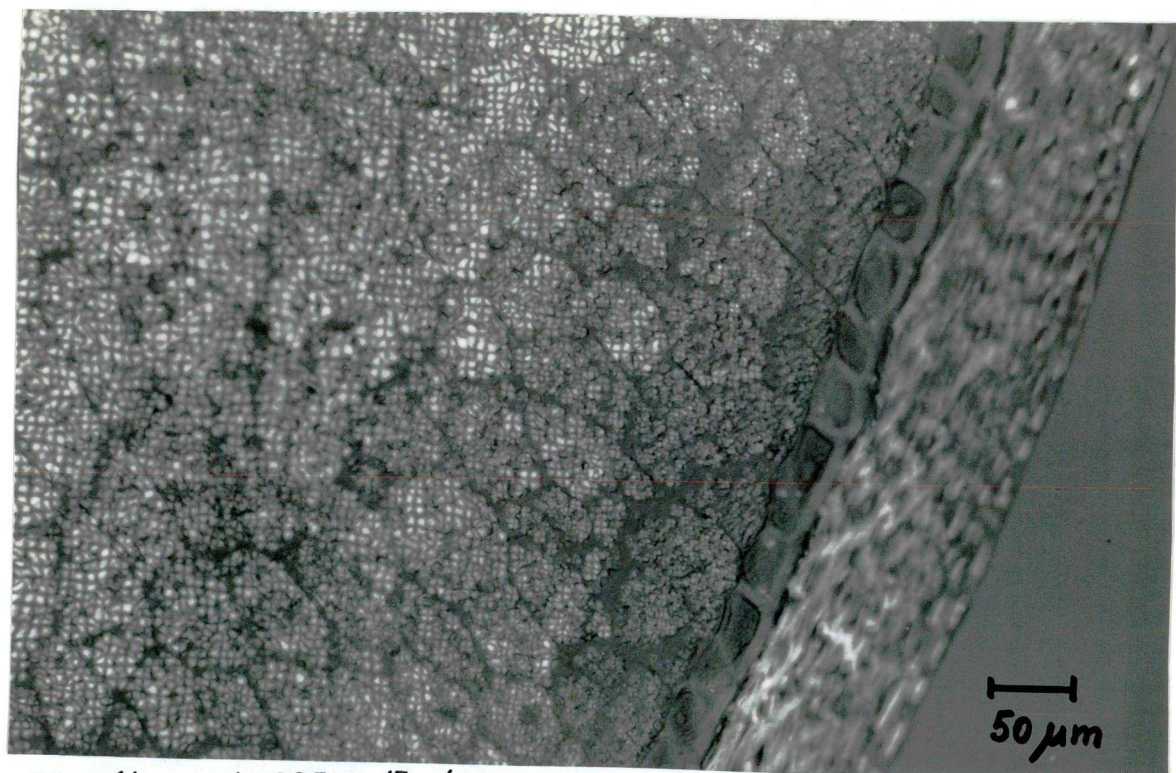
19. ábra: W 117 /P₂/



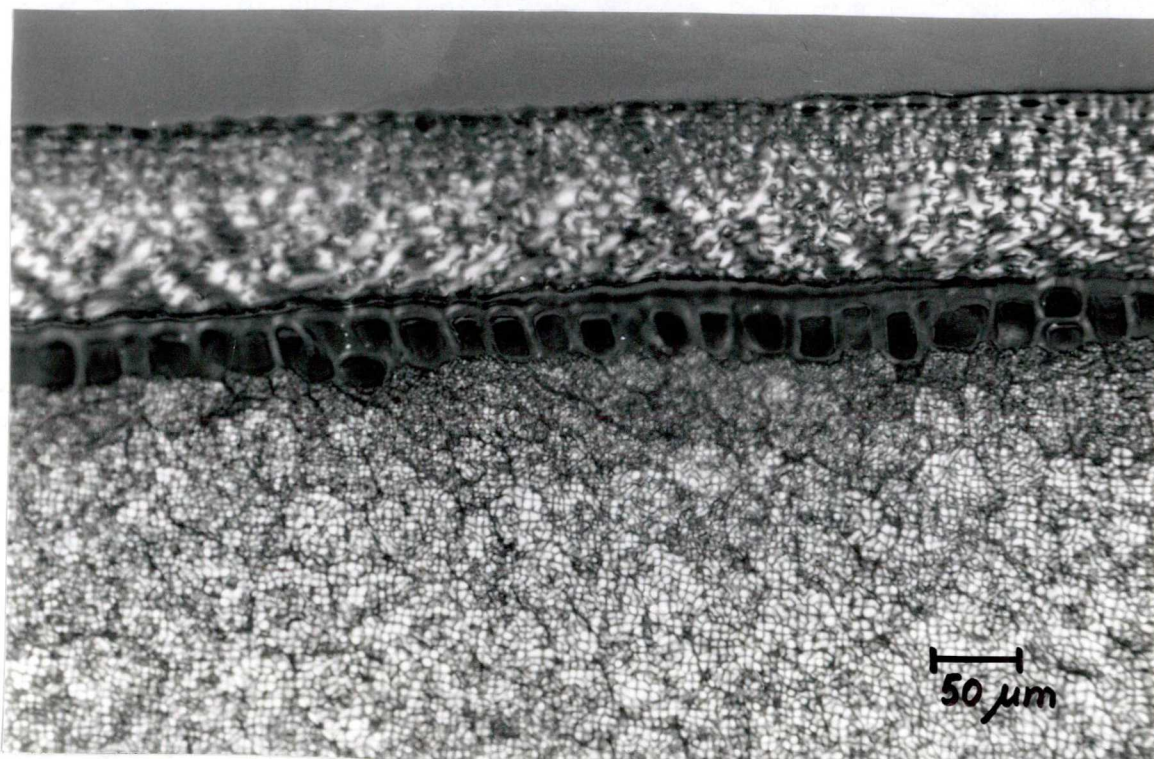
20. ábra: Vsz 72 /P₂/



21. ábra: A 401 /P₂/



22. ábra: A 395 /P₂/



23. ábra: $P_{2'82}$ a diallélt követő első populáción belüli keresztezés után.

4. A fehérje biológiai értékének állatkísérlettel történő meghatározása, mint pl. az NPU /Net protein utilisation/, vagy a PER /Protein efficiency ratio/ Lloyd /57/, 1000g körüli mintamennyiséget igényel. A nemesítés folyamán egy-egy kiválasztott anyagból nem áll rendelkezésre annyi, ezért számított biológiai értékeket alkalmaztunk aminosavanalízis értékei alapján. Az aminosavösszetételeket 11. és 12. táblázatban adjuk meg.

Aminosavanalízist végeztük a kiindulási vonalaktól, a P_1 és P_2 -ből, mint populációból, s kiemeltük 4-4 mintát P_1 44, P_1 101, P_1 160, P_1 309, valamint P_2 54, P_2 289,

11. táblázat: A P₁ populáció mintáinak aminosav vizsgálati adatai

Aminosavak	B ₁ 66/56 MD	L 12 V	F ₅ fix.	P ₁ 82	P ₁ 44	P ₁ 101	P ₁ 160	P ₁ 309	IHP
Hidroxi-prolin	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aszparaginsav	1,01	1,09	1,08	1,039	0,95	0,81	0,87	0,99	1,08
Treonin	0,40	0,49	0,38	0,47	0,52	0,37	0,41	0,33	0,53
Szerin	0,54	0,67	0,51	0,65	0,72	0,51	0,56	0,80	1,28
Glutaminsav	1,95	2,15	2,71	2,63	2,47	2,19	2,07	2,74	4,63
Prolin	1,40	1,23	1,06	0,94	1,02	0,90	1,02	0,92	1,36
Glicin	0,52	0,52	0,46	0,45	0,38	0,37	0,39	0,44	0,52
Alanin	0,98	0,98	1,08	1,08	1,07	0,84	0,85	1,16	1,89
Cisztin	0,18	0,14	0,19	0,14	0,15	0,13	0,12	0,17	0,21
Valin	0,66	0,70	0,66	0,63	0,57	0,52	0,54	0,63	0,91
Metionin	0,15	0,15	0,12	0,15	0,14	0,14	0,17	0,17	0,17
Izoleucin	0,31	0,43	0,38	0,38	0,40	0,32	0,36	0,43	0,78
Leucin	1,50	1,79	1,74	1,52	1,66	1,96	1,47	1,84	2,53
Tirozin	0,56	0,62	0,59	0,54	0,53	0,43	0,44	0,57	0,55
Fenilalanin	0,66	0,70	0,68	0,65	0,54	0,52	0,52	0,58	0,74
Lizin	0,34	0,32	0,35	0,32	0,34	0,25	0,30	0,34	0,38
Hisztidin	0,33	0,38	0,33	0,34	0,30	0,26	0,30	0,37	0,35
Ammonia	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arginin	0,52	0,58	0,60	0,56	0,42	0,46	0,50	0,47	0,60
Triptofán	0,045	0,044	0,040	0,040	0,40	0,050	0,040	0,065	0,060

12. táblázat P₂ populáció mintáinak aminosav vizsgálati adatai

Aminosavak	A 90	A 395	A 401	A 632	Vsz 72	W 117	P ₂	P ₂ 54	P ₂ 289	P ₂ 448	P ₂ 463
Hidroxi-prolin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aszparaginsav	0,78	0,89	0,79	1,03	1,04	0,89	0,87	0,81	1,17	1,01	1,20
Treonin	0,27	0,26	0,23	0,36	0,37	0,26	0,27	0,28	0,44	0,27	0,39
Szerin	0,65	0,64	0,58	0,89	0,90	0,65	0,67	0,68	0,85	0,65	0,94
Glutaminsav	1,99	2,14	2,43	2,62	2,61	1,78	2,03	2,10	3,03	2,61	3,42
Prolin	0,95	1,02	0,90	0,94	1,31	1,04	1,22	1,18	1,39	1,13	1,26
Glicin	0,42	0,39	0,31	0,46	0,46	0,40	0,44	0,46	0,49	0,41	0,52
Alanin	0,92	0,90	0,95	1,20	1,20	0,83	0,97	1,08	1,30	1,15	1,40
Cisztin	0,16	0,15	0,17	0,19	0,09	0,15	0,14	0,12	0,17	0,12	0,15
Valin	0,46	0,45	0,54	0,67	0,66	0,54	0,63	0,61	0,75	0,63	0,77
Metionin	0,12	0,13	0,13	0,11	0,10	0,09	0,12	0,087	0,12	0,21	0,15
Izoleucin	0,26	0,27	0,26	0,45	0,44	0,30	0,38	0,24	0,53	0,44	0,50
Leucin	1,60	1,57	1,50	1,90	1,90	1,21	1,63	1,55	2,10	1,80	2,12
Tirozin	0,40	0,44	0,43	0,57	0,62	0,38	0,50	0,49	0,65	0,57	0,61
Fenilalanin	0,48	0,57	0,56	0,72	0,79	0,47	0,60	0,62	0,45	0,37	0,44
Lizin	0,23	0,24	0,21	0,30	0,28	0,31	0,31	0,41	0,40	0,36	0,38
Hisztidin	0,29	0,25	0,29	0,34	0,31	0,27	0,31	0,36	0,39	0,34	0,46
Ammónia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arginin	0,46	0,48	0,39	0,59	0,41	0,40	0,58	0,49	0,54	0,45	0,51
Triptofán	0,040	0,045	0,040	0,050	0,067	0,030	0,050	0,050	0,040	0,065	0,50

P_2 448, P_2 463-at. A lizintartalom alakulása az eddigi megállapításokkal megegyezően azt mutatja, hogy P_1 populációban a kiindulási vonalához képest alacsonyabb, P_2 -ben magasabb.

Az általunk használt számított indexek a következők:

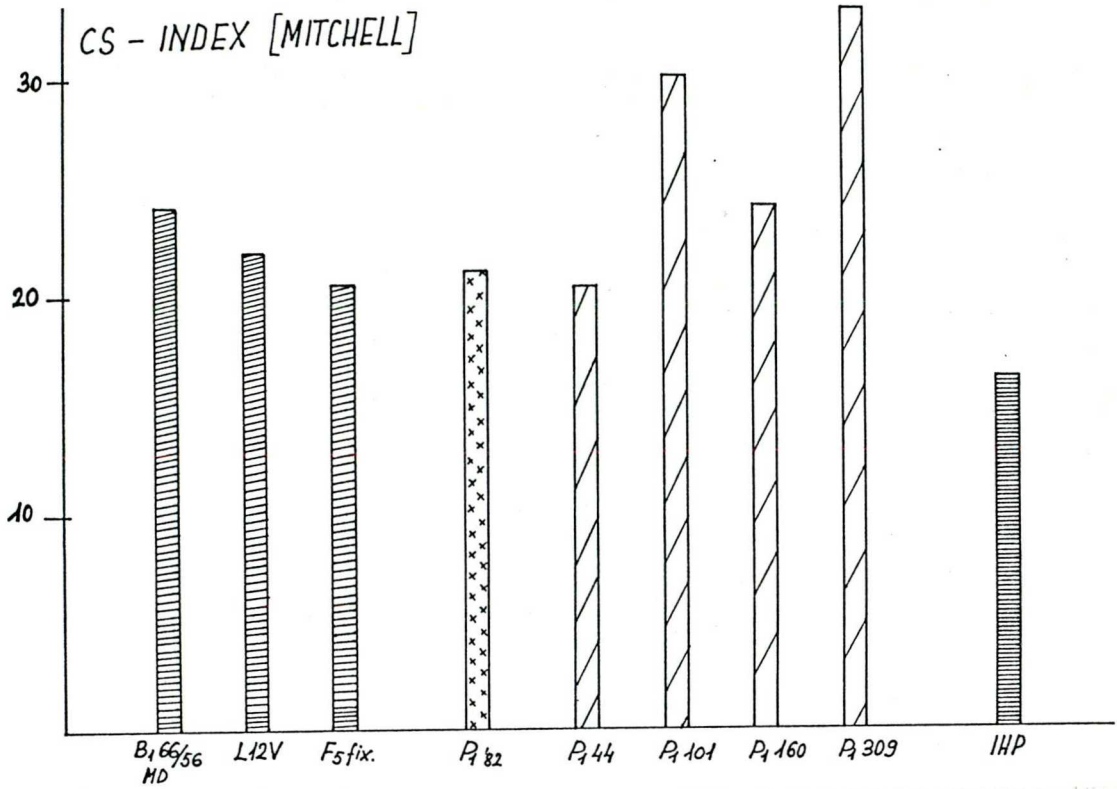
Cs-index, EAA index, TAAV és a PV index.

A kémiai indexek fehérje biológiai értékének kiszámolására való alkalmasságát az állatkísérletekkel mért és a modellel kiszámolt értékek közötti korrelációs koefficiensek: Cs-index 0,88, EAA index 0,66, TAAV 0,62 és PV index 0,83 Hegedűs /65/. A mi adatainkból is kitűnik, hogy a gyengébb korrelációt mutató indexek kevésbé használhatók, alig tesznek különbséget jelentősen eltérő anyagok között. /26., 27., 28., 29. ábra/ Jó kontrollnak bizonyult e tekintetben az IHP. A 22% fehérjetartalmának magas zein aránya, s az ebből adódó gyenge biológiai értéke bizonyított, az EAA-index és TAAV adataiból ez nem derül ki.

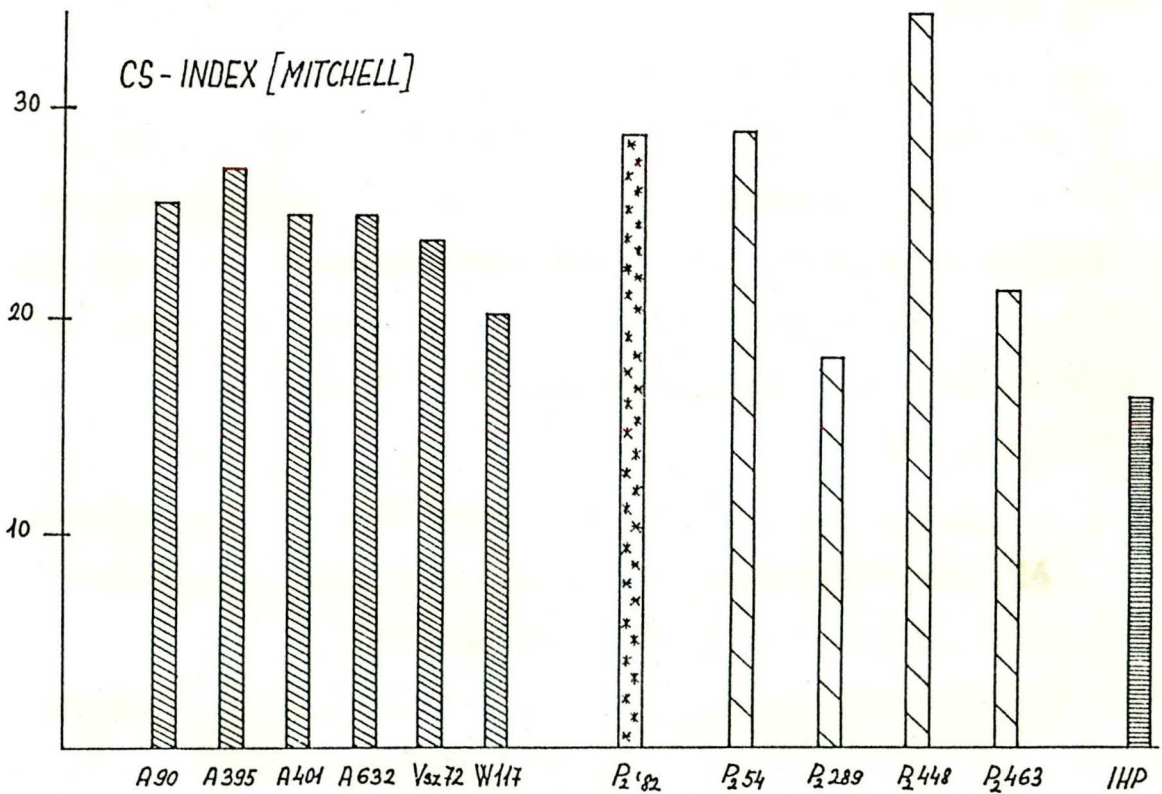
A CS index mint a P_1 populáció biológiai értéke a gyengébb /13. táblázat/ hasznosulási értéke 21,3, míg a P_2 értéke 28,5. /24., 25. ábra/

A PV index értékelése szerint fordított a helyzet. A P_1 -et minősíti jobbnak, mégpedig lényegesen 52,6, míg a P_2 16,4-es értéke azonos az IHP-vel. /30., 31. ábra/

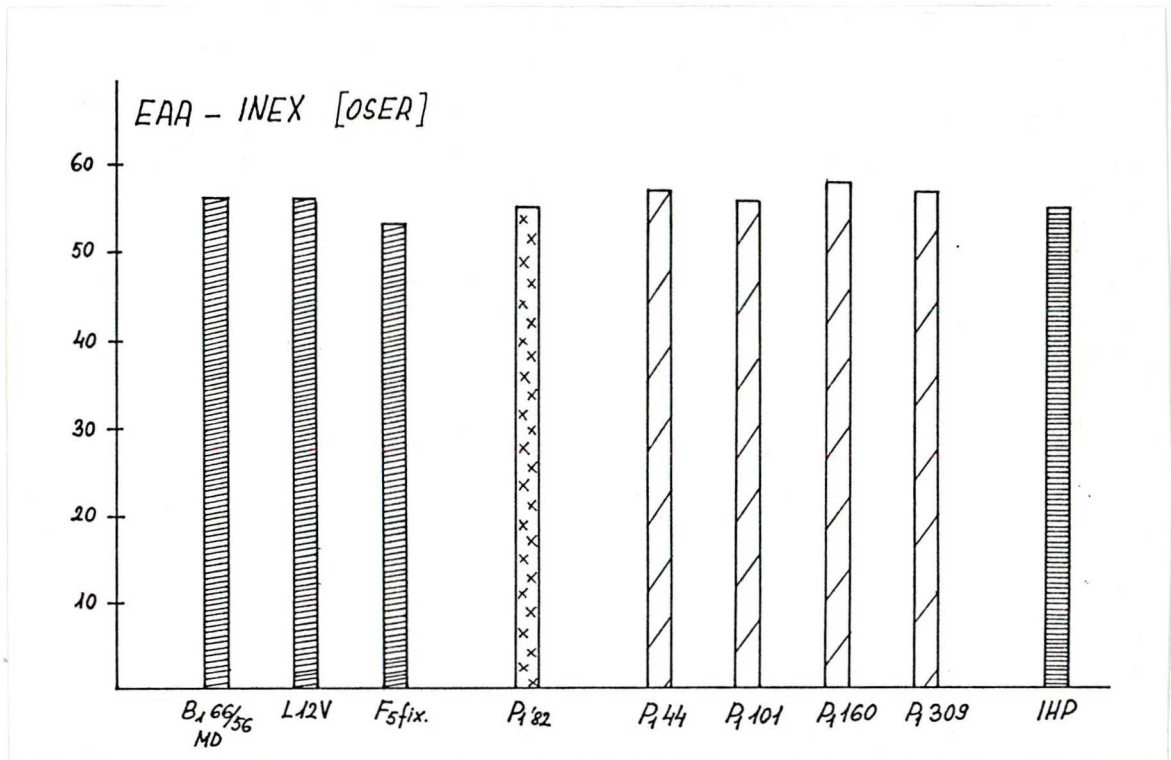
Az IHP-t a két modell egyformán minősíti CS-index 16,1, PV index 16,4. Ennek alapján a CS-index bizonyul használhatónak.



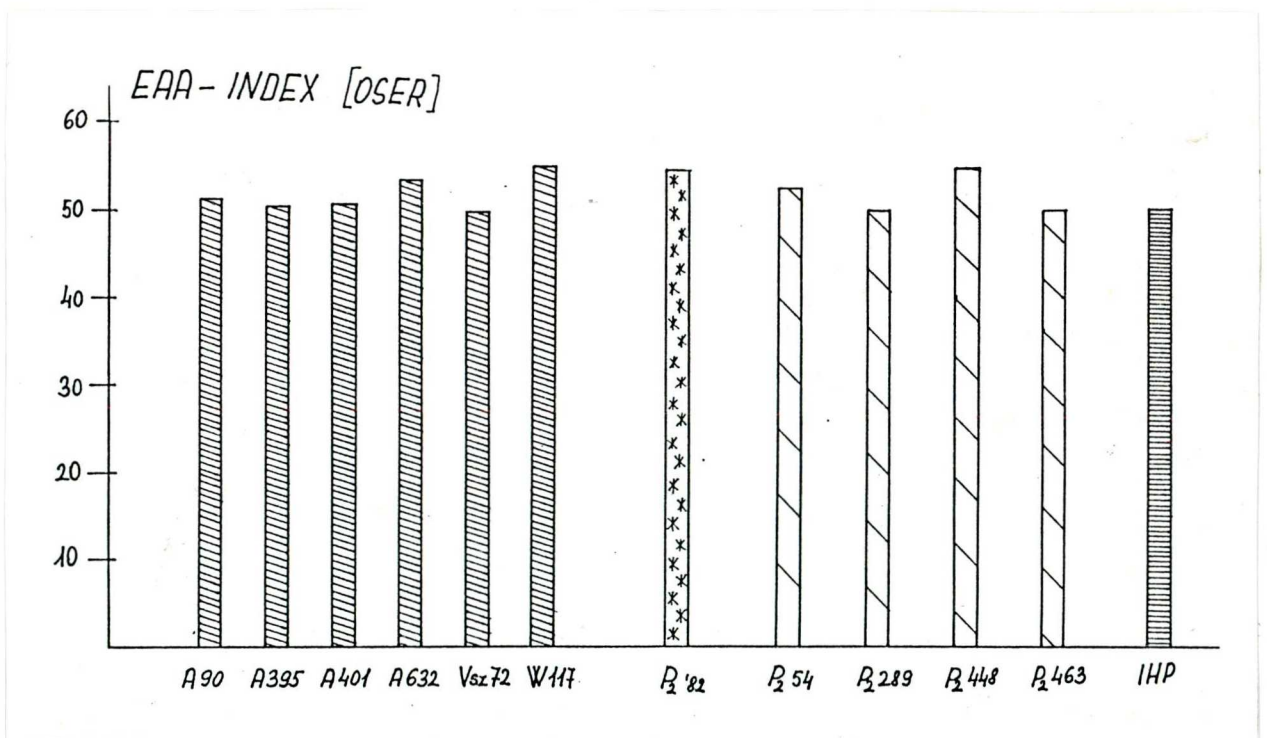
24. ábra: A P₁ populáció biológiai értékei a limitáló aminosavtartalommal összefüggő számítás szerint.



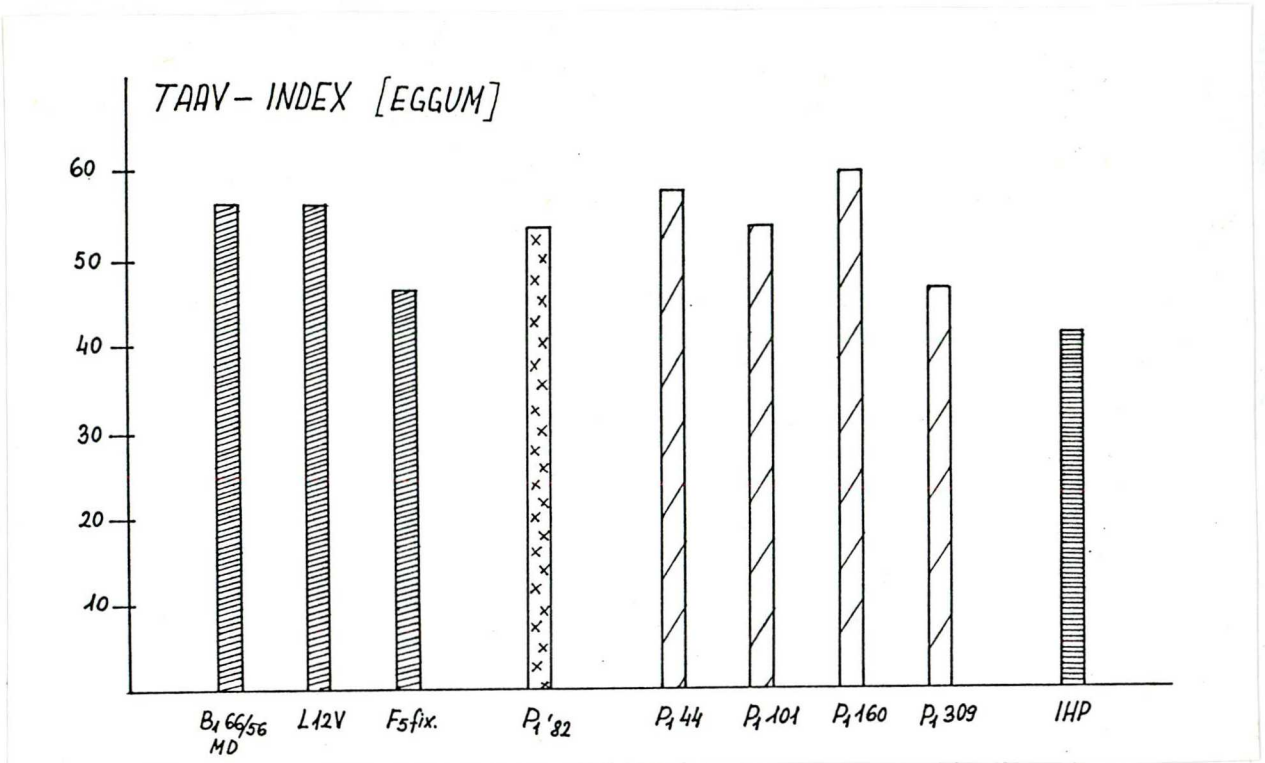
25. ábra: A P₂ populáció biológiai értékei a limitáló aminosavtartalommal összefüggő számítások szerint.



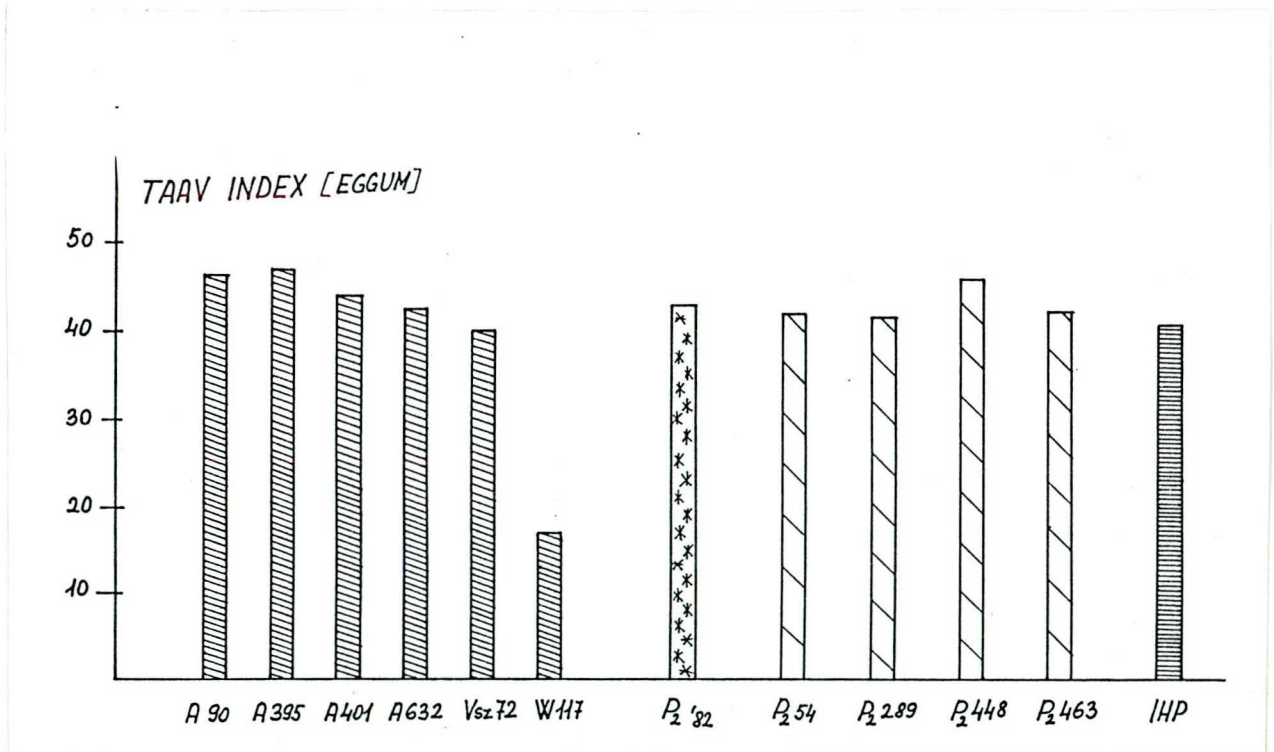
26. ábra: A P₁ populáció és alkotó vonalainak eszenciális aminosavindexei.



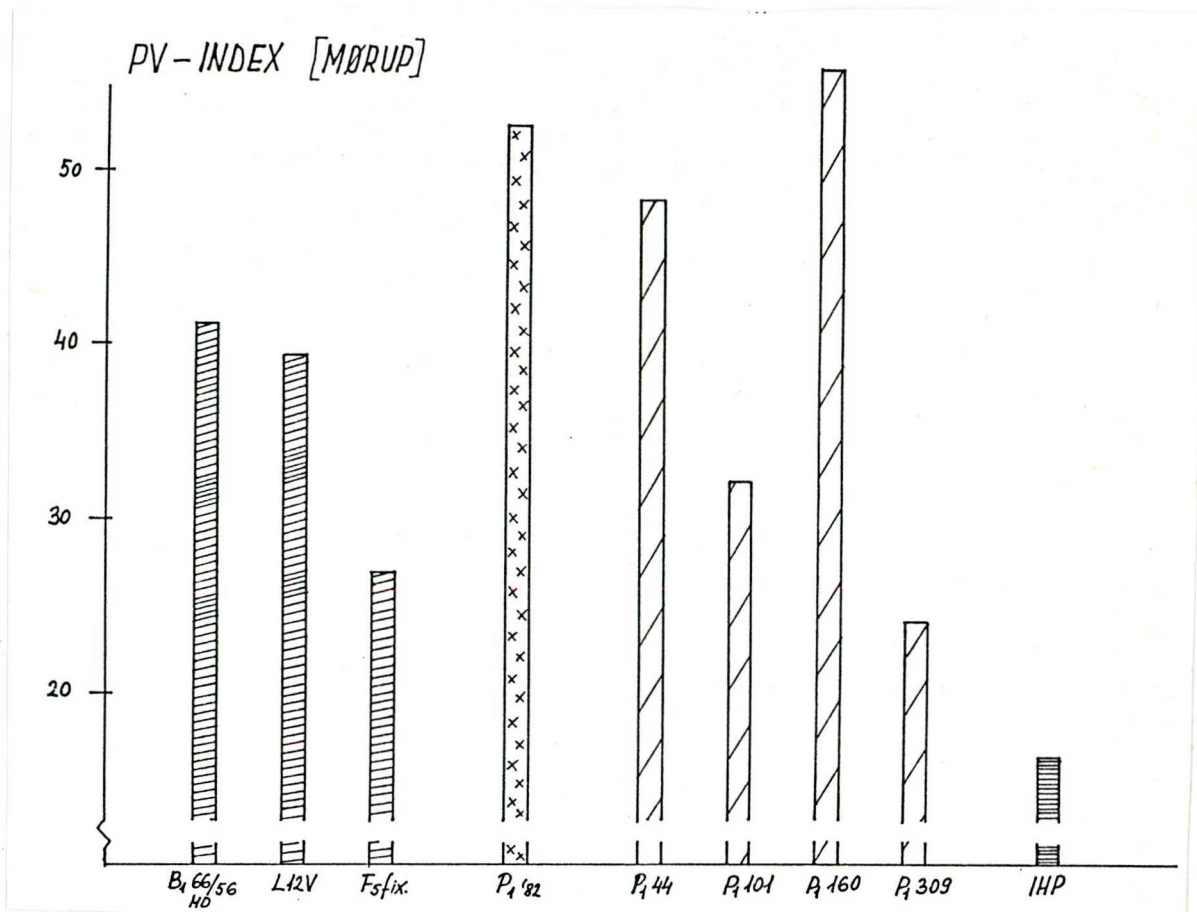
27. ábra: A P₂ populáció és alkotó vonalainak eszenciális aminosavindexei.



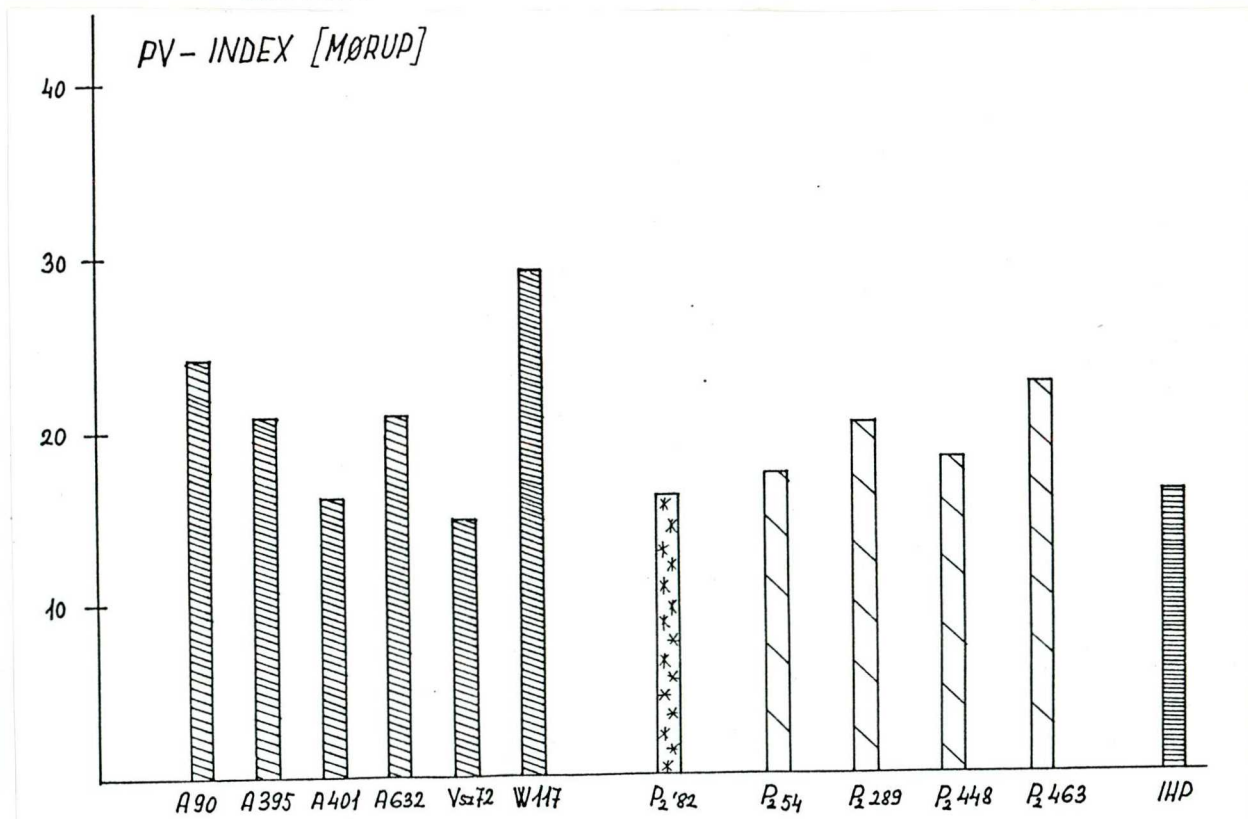
28. ábra: A P₁ populáció, a populációt alkotó vonalak, néhány kiemelt populációtag összes eszenciális aminosavra vonatkoztatott indexei.



29. ábra: A P₂ populáció, a populációt alkotó vonalak, néhány kiemelt populációtag összes eszenciális aminosavra vonatkoztatott indexei.



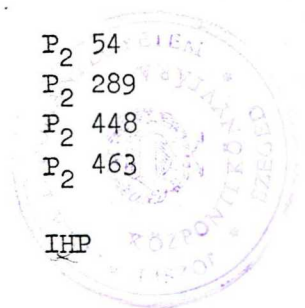
30. ábra: Az aminosavak arányát tekintetbe vevő PV-index értékei a P₁, kiindulási vonalai és kiemelt 4 tagja esetén.



31. ábra: Az aminosavak arányát összehasonlítási alapul vevő PV-index értékei a P₁, kiindulási vonalai és kiemelt 4 tagja esetén.

13. táblázat: A populáció kiindulási vonalainak, az egyesített populációnak és néhány kiválasztott tagjának biológiai értékei

Minta	Chemical Score /Mitchell/	Essential Amino Acid /Oser/ Index	Total Amino Acid Value /Hansen-Eggum/	Predictive Value /Morup-Olesen/
B ₁ 66/56 MD	24,7	56,3	55,8	40,9
L 12 V	22,6	56,0	56,3	39,6
F ₅ fix.	20,6	53,7	45,9	26,9
P ₁ 82	21,3	55,0	53,9	52,6
P ₁ 44	21,8	56,9	57,3	48,4
P ₁ 101	30,2	55,7	53,5	32,2
P ₁ 160	24,4	57,8	59,2	57,5
P ₁ 309	33,2	56,8	45,9	24,0
A 90	25,4	51,3	46,7	24,3
A 395	27,7	50,9	47,0	20,7
A 401	24,8	50,6	44,4	16,3
A 632	24,9	53,6	42,7	20,9
V _{sz} 72	23,6	49,6	40,0	14,9
W 117	20,2	54,5	17,4	29,1
P ₂ 82	28,5	54,6	43,4	16,4
P ₂ 54	28,7	52,2	41,8	17,8
P ₂ 289	18,0	40,6	41,5	20,1
P ₂ 448	34,6	54,7	45,8	18,1
P ₂ 463	21,6	48,9	42,6	22,8
IHP	16,1	50,1	40,8	16,4



V. Eredmények értékelése

A tesztkeresztezés vonalai és F_1 hibridjük, vagyis az egész kiindulási mintatömeg követi a fehérje mennyiség-minőség közötti negatív összefüggést.

A vonalak örökítési típusok szerinti elkülönítése az IHP-vel történt tesztkeresztezéssel jónak bizonyult, mert általa különböző, sajátos jelleget mutató csoportokat nyertünk.

A fehérjevizsgálati módszerek és a fehérjeörökítési típusok kapcsolatának vizsgálata a fehérje mennyiség-minőség összefüggés komplexebb elbirálására nyújt lehetőséget. A Kjeldahl fehérjét örökítő típusok örökítésmódja határozott, szelektálása hatékony. Eloszlásgörbéi határozott maximummal rendelkező normál görbék. /4., 5., 6. ábra P_1 /. A két örökítési típus összehasonlításában a gyengébb minőséget képviselik.

A fehérjeörökítésükben változékonyabbnak tipizált vonalokból alkotott populáció szűkitése az egyes vizsgálati típusokra nehezebb. A Kjeldahl fehérjére kevésbé szelektálható. Eloszlásgörbéi jellegtelenek, elnyulóak / 4. ábra P_{2a} és P_{2b} /.

A festékmegkötés, mely kémiai jellegét tekintve is minőségre utaló vizsgálat hatékonyabb szelekciós képet mutat /5. ábra P_{2a} és P_{2b} /.

A specifikusabb genetikai mutató, a lizin/fehérje érték szerint megítélve a populációkat azt tapasztaltuk, hogy a változékonyabban örökítő-típusok eredményeztek jobb fehérjeminőséget.

A három éven át folytatott szelekció a festékmegkötési /DBC/ értékek görbéitől ítélve a P_2 csoport minőségi javulását mutatja.

A szövettani vizsgálatokat a nemesítési folyamat szükséges kiegészítőjeként tartjuk számon.

VI. Összefoglalás

Normál endospermiumú kukorica vonalakat kereszteztünk az IHP /Illinois High Protein/ szintén normál vonallal. A tesztkeresztezésből származó F_1 hibridnemzedék Kjeldahl fehérjetartalmát, festékmegkötés /DBC/ és lizin/fehérje értékét határoztuk meg.

Az agronómiai tulajdonságok figyelembevételével 9 vonalat tartottunk a további program számára hasznosnak. Az F_1 hibridjünkben örökölt Kjeldahl fehérjetartalom alapján két csoportot alakítottunk ki:

1. Azok, amelyek konzekvensen nagyobb fehérjetartalmat örökölttek / P_1 /.
2. Azok, amelyek kisebb mennyiségű, de jobb minőségű fehérjét / P_2 /.

Mindkét csoport vonalait diallél keresztezéssel egyesítettük populációkká. A populáció^dn belüli javítást recurrens szelekcióval végeztük. A szelekció ciklusait festékmegkötés, Kjeldahl fehérje és lizin/fehérje vizsgálatokkal kísértük. Eloszlásgörbék segítségével értékeltük a különböző típusú populációkat a különböző fehérjevizsgálati módszerek alapján.

A magvak endospermium típusát szövettani vizsgálattal ellenőriztük. Biológiai értékszámításokat végeztünk a populációk takarmányértékének megközelítő jellemzése érdekében.

I R O D A L O M J E G Y Z É K

- 1./ Alexander, D.^E. and R.G. Creech /1977/ Breeding
Special Industrial and Nutritional Types.
In: Corn and Corn Improvement p. 363-390.
Ed. by G.F. Sprague
American Society of Agronomy, Inc., Publisher
Madison, Wisconsin, USA.
- 2./ Bálint Andor, Kovács Gézáne, Krammarik Lászlóné,
Menyhért Zoltán, Németh Gizella, Sutka József
/1972/ A kukorica minőségi nemesítése.
Takarmányozás 12 : 7-16.
- 3./ Brown, R., E. Robinson /1955/ Cellular differentiation
and the development of enzyme proteins in plants.
Symp. Soc. Study Devel. Growth 14 : 93-118.
- 4./ Brown, W.L. /1975/ Worldwide seed industry experience
with opaque-2 maize.
In: High quality protein maize. p. 256-264.
Ed. by E.T. Mertz Dowden Hutchinson and Ross
Stroudsburg Inc. Penn.
- 5./ Storherr, R.W. /1959/ Qualitative Aldehyde Reactions
Identification of Amino Acides.
Anal. Chem. 31 : 268-270.
- 6./ Miller, D.S. /1963/ A procedure for determination of
NPU using rats body-N technique evaluation of
protein quality. NAS-NRC. Publ. 1100, Washington,
p. 34- 38.

- 7./ Dudley, I.W. /1974/ Seventy generations of Selection for Oil and Protein Maize. p. 1-31., 175-212. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin.
- 8./ Duvick, D.N. /1961/ Protein granules of maize endosperm cells. Cer. Chem. 38 : 374-385.
- 9./ East, E.M., D.F. Jones /1920/ Genetic studies on the protein content of maize. Genetics 5 : 543-610.
- 10./ Erdey L. /1965/ Bevezetés a kémiai analízisbe II. Tankönyvkiadó Budapest.
- 11./ Frey K.J. /1949/ The Inheritance of Protein and Certain of its Components in Maize. Agr. J. 41 : 113-117.
- 12./ Hallauer, A.R., J.B. Miranda /1982/ Quantitative Genetics in Maize Breeding. IOWA State University Press/Ames p. 418-422.
- 13./ Hansen, G.N., B.O. Eggum /1973/ The biological value of proteins estimated from amino acid analyses. Acta Agric. Scan. 23 : 247-251.
- 14./ Maráz, L., E. Votisky /1981/ Application of a spectrophotometric method for lysine determination in cereal seeds. Cer. Res. Comm. 9 : 193-197.
- 15./ Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists /1979/ Ed. by W. Horowitz

AOAC Benjamin Franklin Station

- 16./ Lambert, R.J., D.E. Alexander, J.W. Dudley /1969/
Relative performance of normal and modified protein
/opaque-2/ maize hybrids. Crop Sci. 9:242-243.
- 17./ Lindstrom, E.W., F. Gerhardt /1927/ Inheritance of
chemical composition of maize.
IOWA State College J. Sci. 2 : 9-18.
- 18./ Magoja, J.L., A.A. Nivio /1983/ High quality protein
maize with normal genotype: Inheritance of
lysine content.
Maize Gen. News Lett. 57 : 110.
- 19./ Magoja, J.L., A.A. Nivio /1983/ High quality protein
maize with normal genotype: Results after eight
generation of selection.
Maize Gen. News Lett. 57 : 75.
- 20./ Mertz, E.T., L.S. Bates, O.E. Nelson /1964/ Mutant
gene that changes protein composition and increases
lysine content of maize endosperm.
Science 145 : 279-280.
- 21./ Frey, K.J. /1977/ Protein of oats.
Zeitsch. für Pflanzenztg. 78 : 185-215.
- 22./ Oram, R.N., R.D. Brock /1972/ Prospects for improving
plant protein yield and quality by breeding.
J. Aust. Inst. Agric. Sci. 38 : 163-168.
- 23./ Chancellor, W.J., J.R. Goss /1976/ Balancing Energy
and Food Production 1975-2000.
Science 192 : 213-218.
- 24./ Meadows, D.H., D.L. Meadows, J. Randers, W.W.
Beerens /1972/ III. The limits to Growth.

Universe, New York. p. 17-20.

- 25./ Holdren, J.P., P.R. Ehrlich /1974/ The state of
balance between food and energy.
Am. Sci. 62 : 282-285.
- 26./ Moore, S., W.N. Stein /1958/ Chromatography of Amino
Acids on Sulphonated Polystyrenes Resins.
Anal. Chem. 30 : 1185-1190.
- 27./ Moore, S., W.H. Stein /1963/ Chromatographic Determina-
tion of Amino Acids by the use of Automatic Recor-
ding Equipment. In: Colovick, S.P., N.O. Kaplan
Methods in Enzymology VI. Acad. Press, New York
p. 819-831.
- 28./ Morup, J.K., E.S. Olesen /1976/ New Method and
prediction of protein value from essential amino
acid pattern.
Nutr. Rep. Int. 13 : 355-365.
- 29./ Patty, M., A. Patty /1975/ Specific Colour Reaction
for the Determination of Lysine and/or Ornithin.
Acta Biochem. et Biophys. Acad. Sci. Hung.
10 : 277-286.
- 30./ Nelson, O.E., E.T. Mertz, L.S. Bates /1965/ Second
mutant[^] gene affecting amino acid pattern of maize
endosperm proteins.
Science 150 : 1469-1470.
- 31./ Nelson, O.E. /1969/ The modification by mutation of
protein quality in maize.
IAEA Bull. p. 3-17.

- 32./ Misra, P.S., R. Jambunathan, E.T. Mertz, A.U. Glover,
H.M. Barbosa, K.S. McWhirter /1972/ Endosperm pro-
tein synthesis in maize mutants with increased ly-
sine content.
Science 176 : 1425-1427.
- 33./ Mitchell, H.H., R.J. Block /1946/ Some relationships
between the amino acidscontent of proteins and
their nutritive values for the rat.
J. Biol. Chem. 163 : 599-621.
- 34./ Ozbun, J.L., J.S. Hawker, E. Greenberg, C. Lammel,
J. Preis and E.Y. Lee /1973/ Starch synthetase,
phosphorylase, ADP glucosepyrophosphorylase and
NDP glucose pyrophosphorylase in developing maize
kernels.
Plant Phys. 51 : 1-5.
- 35./ Paez, A.V., J.P. Usay, J.L. Helm, M.S. Zuber /1969/
Survey of maize strains for lysine content.
Agr. J. 61 : 886-889.
- 36./ Mossberg, R. /1969/ Evaluation of protein quality and
breeding. In: New Approaches to Breeding for
Improved Plant Protein.
IAEA Bull., p. 151-160.
- 37./ Robertson, D.S. /1966/ Maize Genet, News Lett. 41 : 94.
- 38./ Nelson, O.E. /1972/ Maize Genet. News Lett. 46 : 203.
- 39./ Oser, R.L. /1951/ Method for integrating essential
amino acid content in the nutritional evaluation
of protein.
J. Am. Diet. Assoc. 27 : 396-402.

- 40./ Shannon, J.C. /1974/ In vivo incorporation of Carbon-14 into Zea mays L. starch granules. Cer. Chem. 51 : 798-809.
- 41./ Smith, L.H. /1908/ Ten generation of corn breeding. Ill. Agr. Exp. Sta. Bull. 123 : 457-575.
- 42./ Sass, J.E. /1977/ Development of Caryopsis. In: G.F. Sprague Corn and corn improvement. Am. Soc. of Agronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, U.S.A. p. 89-110.
- 43./ Tsai, C.Y., F. Salamini, O.E. Nelson /1970/ Enzymes of carbohydrate metabolism in developing endosperm of maize. Plant Phys. 46 : 299-306.
- 44./ Udy, D.C. /1954/ Dye binding capacity of wheat flour protein factors. Cer. Chem. 31 : 389-395.
- 45./ Udy, D.C. /1956/ Estimation of protein in wheat flour by ion binding. Cer. Chem. 33 : 190-197.
- 46./ Vasal, S.K., E. Villegas, R. Bauer /1979/ Present status of breeding quality protein maize. IAEA Bull. p. 127-150.
- 47./ McWhirter, K.S. /1971/ A floury endosperm high lysine locus on chromosome 10. Maize Gen. News Lett. 45 : 184.
- 48./ Zuber, M.S. and J.L. Helm /1975/ Approaches to improving protein quality maize without use of specific mutants.

In: High quality protein maize p. 241-252.

Ed. by E.T. Mertz

Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg.
Penn.

- 49./ Zuber, M.S., W.H. Skrdla, Bong.Ho Coe /1975/
Survey of maize selection for endosperm lysine
content.
Crop Sci. 15 : 93-94.
- 50./ Spackman, G.M., W.H. Stein and S. Moore /1958/
Automatic Recording Apparatus for Use in the
Chromatography of Amido Acids.
Anal. Chem. 30 : 1190-1205.
- 51./ Hegedüs Mihály, Kralovánszky U. Pál, Mátrai Tibor /1981/
A takarmányfehérjék minősítése
Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. p. 112-229.
- 52./ Blackburn, S. /1978/ Amino Acid Determination.
Methods and Techniques.
Marcel Dekker, Inc., New York. p. 8-28, 101-107.
- 53./ Munck, L. /1972/ Improvement of nutritional value in
cereals.
Hereditas 72 : 1-128.
- 54./ Munck, L. /1976/ Aspects of the selection, design
and use of high lysine cereals.
In: Evaluation of seed protein alterations by
mutation breeding.
IAEA Bull. p. 3-17.

- 55./ Dévényi, T. /1968/ Single-column Procedure for the Automatic Analysis of Amino Acids.
Acta Biochim. et Biophys. Acad. Sci. Hung.
3 : 429-432.
- 56./ Rosen, H. /1957/ A Modified Ninhydrin Colorimetric Analysis for Amino Acids.
Arch. Biochem. Biophys. 67 : 10-15.
- 57./ Lloyd, L.E., B.E. Mc Donald, E.W. Crampton /1978/
Fundamentals of Nutrition.
W.H. Freeman and Company, San Francisco,
p. 116-117.
- 58./ Vasal, S.K., E. Villegas, C.Y. Tang /1984/ Recent advances in the development of quality protein maize germolasm at the centro internacional de Mejoramiento de maiz y trigo.
IAEA Bull. p. 167-189.
- 59./ Inglett, G.E. /1970/ Kernel, Structure, Composition and Quality.
In: Corn: Culture, Processing, Products.
Ed. by G.E. Inglett P. 123-137.
- 60./ Sass, J.E. /1945/ Schedules for sectioning maize Kernels in paraffin.
Stain Techn. 3 : 93-98.
- 61./ Dimler, R.J. /1966/ Report on kernel structure and wet milling of high lysine corn.
In: Processing of the High Lysine Corn Conference.
Ed. by E.T. Mertz and O.E. Nelson

Corn Refiners Assotiation, Washington,
D.C. p. 75-87.

- 62./ Wolf, M.J., Buzan, C.L. MacMasters, M.M. and Rist C.E.
/1952/ Structure of the mature corn kernel II.
Microscopic structure of pericarp, seed coat
and hilar layer of dent corn.
Cer. Chem. 29 : 334-348.
- 63./ Hinton, J.J. /1953/ The distribution of protein in
the maize kernel in comparison with that in wheat.
Cer. Chem. 30 : 441-445.
- 64./ Duvick, D.N. /1955/ Cytoplasmic inclusions of the
developing and mature maize endosperm
Am. J. Botany 42 : 717-725.
- 65./ Hegedűs Mihály /1982/ Fehérjetermékek takarmányozási
értéke I.
Állateg. és Takarm. Közl. 3 : 172-179.

Az irodalomjegyzék rövidítései

- Acta Agric. Scand. - Acta Agriculturae Scandinavica
Acta Biochim. Biophys. Acad. Sci. Hung. - Acta Biochimica
et Biophysica Academiae Scientiarum Hungaricae
Agr. J. - Agronomy Journal
Am. Sci. - American Science
Anal. Chem. - Analytical Chemistry
Arch. Biochem. Biophys. - Archives of Biochemistry and
Biophysics
Cer. Chem. - Cereal Chemistry
Cer. Res. Comm. - Cereal Research Communication
Crop Sci. - Crop Science
J. Biol. Chem. - Journal of Biological Chemistry
J. Amer. Diet. Assoc. - Journal of the American Dietetic
Assotiation
J. Aust. Inst. Agric. Sci. - Journal of the Australian
Institute of Agricultural Science
Ill. Agr. Exp. Sta. Bull. - Illinois Agricultural
Experimental Station Bulletin
Int. Symp. Prod. Util. Qual. Prot. Maize Proc. -
International Symposium of Production Utilisation
Quality Protein Maize Process
Maize Gen. News Lett. - Maize Genetics News Letters
Plant. Phys. - Plant Physiology
Symp. Soc. Study Devel. Growth - Symposium of Society
Study Development of Growth

Köszönetet mondok:

Dr. Szél Sándornak a mezőgazdasági tudományok
kandidátusának a kísérletekben nyújtott segítségéért,

Dévényi Károlynénak a matematikai kiértékelésben nyúj-
tott segítségéért,

Pataki Andrásné, Varga Mihályné, Becsey Magdolna
laboránsoknak a vizsgálatokban való közreműködésükért.