

FŰFAJOK ÉS POPULÁCIÓK NYERSPROTEIN-TARTALMÁNAK NÖVELESÉRE IRÁNYULÓ SZELEKCIÓ NEM-LINEÁRIS REGRESSZIÓS FÜGGVÉNYEK ALKALMAZÁSÁVAL

SZIRTES JÁNOS

Nagykunsági Mezőgazdasági Kísérleti Intézet, Karcag

Az állati eredetű táplálóanyagok iránt fokozódó igények kielégítése végett az extenzíven kezelt nagy kiterjedésű legelők és rétek intenzív kultúrába vétele szükséges. Ugyanakkor biztosítani kell a kevés hozamú gyeptársulások, őszyepek intenzív termesztési feltételeket megháláló gyepnövényfajtákkal való kicserélésének fajtafeltételeit. Másrészt a hazai állattenyésztés helyzetének vizsgálatakor arra a következtetésre jutunk, hogy a fejlesztés egyik legnagyobb akadálya az elegendő mennyiségű és jó minőségű takarmányfehérje hiánya. Ezért a kutatómunkánk célkitűzésének meghatározásánál a szarvasmarha-állományunk hiányos fehérje-ellátását és az intenzív legelőgazdálkodás megvalósításának tendenciáját együttesen vettük figyelembe. A talaj természetes termékenysége és a műtrágyázás alapján intenzívnek minősíthető táplálóanyag-ellátási viszonyok között elemeztük a legfontosabb fűfajok nyersprotein tartalmát.

Feladatként merült fel olyan proteintartalom értékelési rendszer kidolgozása, amellyel a különböző fejlettségű, szárazanyag tartalmú és levél/szár arányú populációk bármelyik hasznosítási időpontban összehasonlíthatók, továbbá olyan regressziós egyenletek megadása, mellyel az egyes fajok levelének és szárának nyersproteintartalma a kívánt szárazanyag %-nál — adott talajtermékenységi és éghajlati viszonyok között — előrejelezhető a növény-nemesítés és a gyakorlati gyepgazdálkodás számára.

További célkitűzés volt megállapítani, hogy a fűfajok levelének és szárának egységnyi szárazanyagában milyen a nyersfehérje koncentráltasága: különböző szárazanyag tartalom esetén 100 g szárazanyagban hány gramm nyersprotein található. Támponot kívánunk szolgáltatni ahhoz, hogy milyen szárazanyagtartalomnál és levél/szár aránynál kell hasznosítani az egyes fűfajokat, hogy a szárazanyagtermelés nyersproteintartalma biztosítsa a kívánt fehérje szükségletet. Kutatási feladatként merült fel a legnagyobb nyersproteintartalmú fűfajok megállapítása is.

Irodalmi áttekintés

A takarmánynövények fehérjetartalmának növelése napjaink egyik fontos nemesítési feladata.

LÁNG (1965) elemezte a fehérjeelőállítás és -felhasználás helyzetét a magyar mezőgazdaságban, és a témára vonatkozóan megállapította, hogy az állati fehérjetermelés fejlesztésének egyik alapvető lehetősége a természetes és mesterséges gyepek bőséges ellátása tápanyagokkal, elsősorban nitrogénnel, továbbá vízzel.

Kísérleti adatokkal rendelkezünk a műtrágyázás jelentős fehérjehozam fokozó hatását illetően [ANDREEV—SZAVICKAJA (1966), KURNIK (1965)].

Újabban a figyelem a növényi szervekre irányul, amelyek képződése műtrágyázással szintén befolyásolható [VOSE (1963)].

MacGREGOR et. al. (1961) arról számoltak be, hogy a nagy adagú nitrát műtrágya a takarmánynövények levelének nitrogéntartalmát 2,5—3 szorosára is fokozhatja.

COOPER (1960) a nitrogénről kimutatta, hogy a levél-komponenseket befolyásolja és sietteti a levelek megjelenését.

BÖJTÖS (1965) az évelő pillangósok fehérjetermelésének és a fehérje minőségének javítására előnyösnek tartja olyan fajták előállítását, amelyeknek levél/szár aránya jobb, mint a korábbi fajtáké. Fontosnak tartja a fehérje százalék megállapítását külön a levélben és a szárban. Vizsgálataiban 100 klón levelének nyersfehérje tartalma 22—34% között, a száráké pedig 8—19% között változott. Szerinte nagy lehetőséget nyújt a levélbetegségekkel szemben mutatott ellenállóképesség felhasználása is.

GRUBER (1965) véleménye szerint is a gyepnövények zöldtermésének minőségét a levél és a szár arány határozza meg. Ezért a nemesítés finom szálú hajtásra és gazdag (széles) levélzetre törekszik. Hat fűfaj anyatöveinek nyersproteintartalom szerinti megoszlását 12—28% között találta.

A levél/szár arány továbbá a levél és a szár beltartalmának vizsgálata döntő fontosságú, mivel a protein — és az esszenciális aminosavak mennyiségét és arányát, valamint a szárazanyag emészthetőségét a leghatékonyabban befolyásolja [HUGHES (1964), WERNER—GRUHN (1961)].

NAGY (1965) vizsgálatai szerint a szarvasi alexandriai here levelének nyersproteintartalma virágzás kezdetén (84% szárazanyag esetén) 27%, a száráé 11,0% volt.

A proteintartalmat tehát a növény levél/szár aránya befolyásolja. Mivel e tekintetben jelentékeny fajtakülönbségek léteznek, állítható, hogy a tápláléérték erősen függ a fajtától [AKERBERG (1960)].

A különböző növényfajokban a fehérjetartalom ugyanolyan kvantitatív tulajdonságként kezelendő, mint a termőképesség, de a változékonysága kisebb mértékű [BÁLINT (1965)].

GLAGOLEVA (1959) a réti komócsin formáiban a teljes növényi súlyra vonatkoztatott nyersfehérjében 3–3,4% különbséget tapasztalt. A réti eszenkeszben 40%-os nyersfehérje variabilitás volt kimutatható.

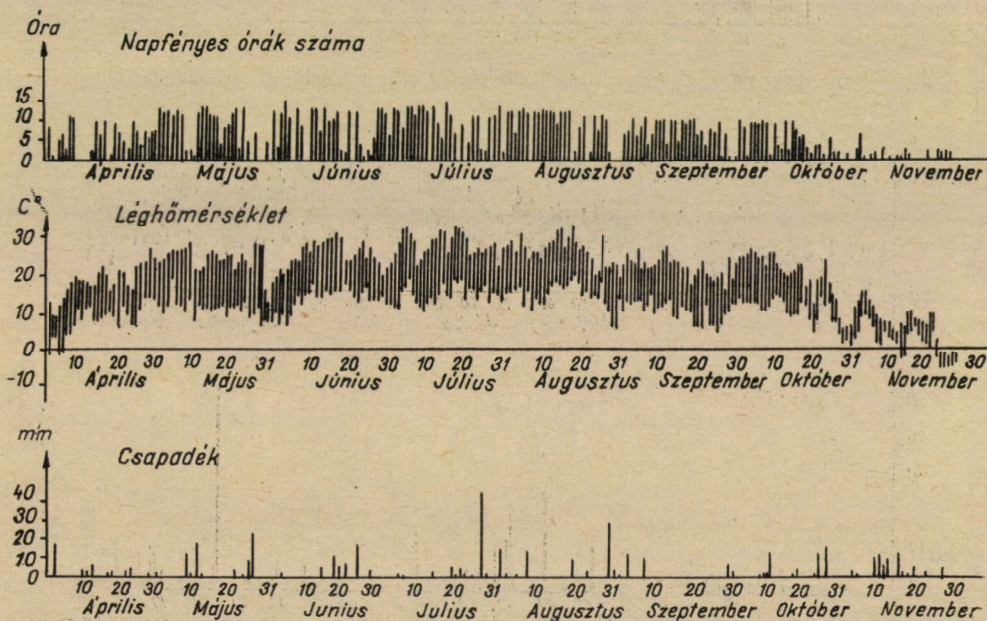
A fehérjetartalom növelésének szelekciós lehetőségére VODWORTH et. al. (1952) eredményei különösen felhívják a figyelmet. A kukorica fehérje %-át 10,92-ről 22,92%-ra emelték 40 év alatt.

Nitrogén műtrágya felhasználása esetén, különböző N-szinten a fehér here klónok elkülönültek egymástól N-hozam és szárazanyagtermelés tekintetében [CURRAN—REILLY (1965)]. LAZENBY (1965) 1962-ben és 1963-ban két angol perje fajta klónját vizsgálta. A nitrogénfelhasználás mértéke klónoktól függően változott.

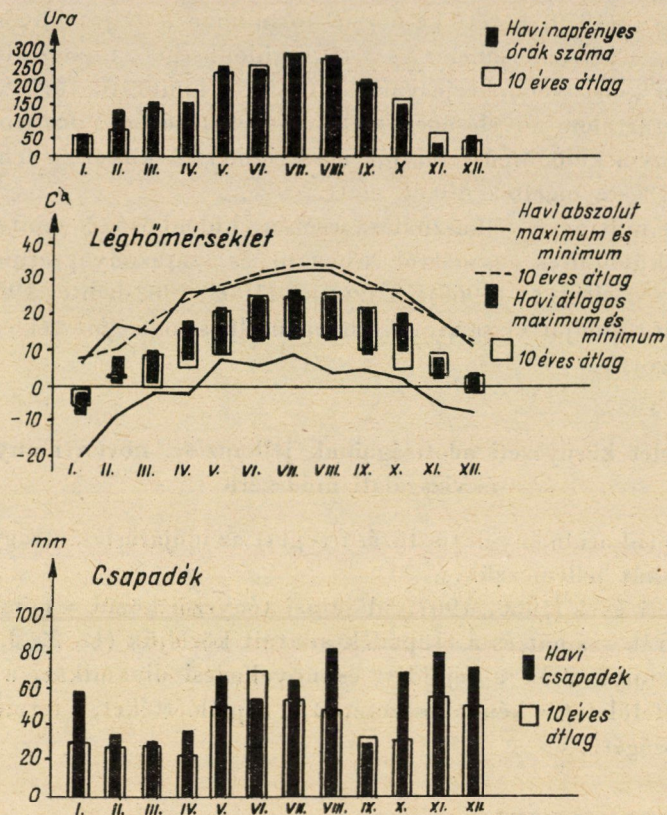
A kísérlet környezeti adottságainak jellemzése, növényi anyaga és vizsgálati módszere

A kísérleti körülmények tisztázása végett az időjárási, a trágyázási és a talajadottságokat jellemezzük.

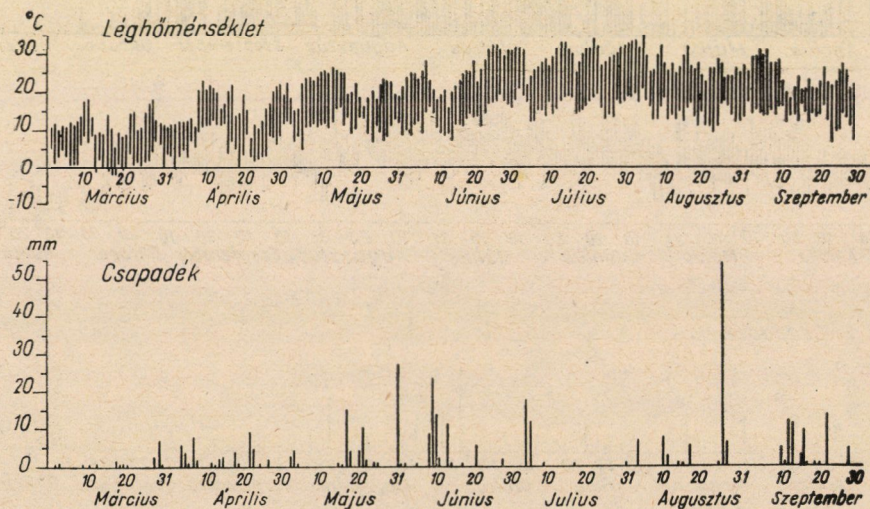
A kísérleti évek (1966., 1967.) időjárási tényezői közül a hőmérsékletet, a napfényes órák számát és a csapadék adatait közöljük (1., 2., 3., 4. ábra), mivel ezek befolyásolták a fejlődési és növekedési dinamikát, a levél/szár arányt, a levélfelületet, a kémiai összetételt, a tápláléértéket, a termés mennyiségét és minőségét.



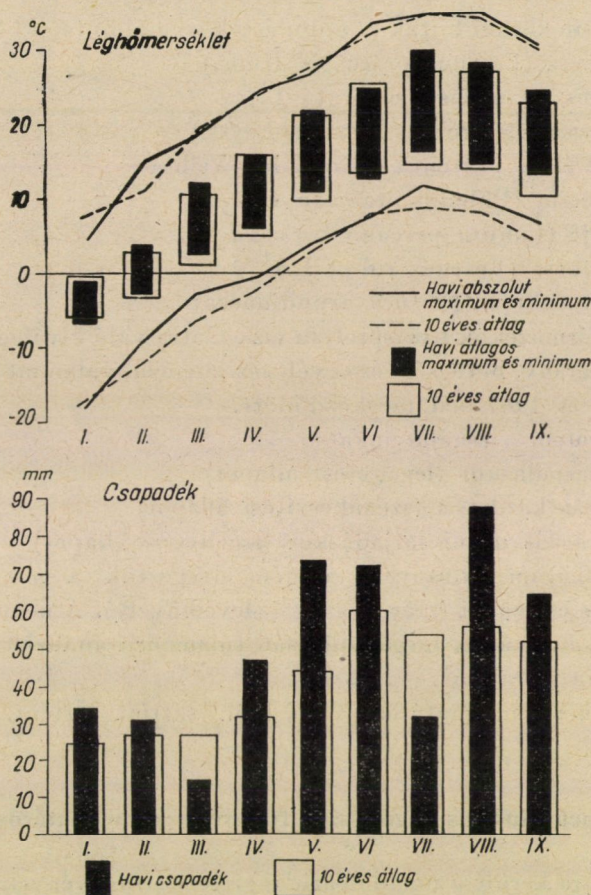
1. ábra. 1966. év meteorológiai viszonyai a tenyésztő folyáman



2. ábra. Havi meteorológiai átlagok eltérése a 10 éves átlagtól az 1966. évben



3. ábra. Az 1967. év meteorológiai viszonyai a tenyésztő folyamán



4. ábra. A havi meteorológiai átlagok eltérése a 10 éves átlagtól 1967-ben

Az ábrák alapján megállapítható, hogy az időjárási tényezők a növényi mintavétel teljes időszakában biztosították a növények normális fejlődését.

A kísérleti tér talaja mély humuszcserégtű, gyengén kilúgozott, altalajban szikes réti csernozjom. A talajszelvény humusz- és összes tápanyagtartalma kedvezőnek minősült, amelyet évenként és kh-ra vonatkoztatva az alábbi táplálóanyag-mennyiséggel kiegészítünk:

$$\begin{aligned} \text{N} &= 40 \text{ kg} \\ \text{P}_2\text{O}_5 &= 30 \text{ kg} \\ \text{K}_2\text{O} &= 40 \text{ kg} \end{aligned}$$

A kísérleti növényeink megtelepítését 1964-ben befejeztük. Az egyes populációk klónjait 20×20 cm-es kötésbe ültettük ki. Erőteljes bokrosodás következtében a kísérlet éveiben sűrű növényállománnyal rendelkezünk.

Az elemzésre kerülő fajták és populációk az alábbi fajokból származnak:

Réti csenkesz (*Festuca pratensis* Huds.)

Csomós ebir (*Dactylis glomerata* L.)

Magyar rozsnok (*Bromus inermis* Leyss.)

Réti perje (*Poa pratensis* f. *latifolia* Weihe)

Réti komócsin (*Phleum pratense* L.)

Angol perje (*Lolium perenne* L.)

Vörös csenkesz (*Festuca rubra* L.)

Nádképű csenkesz (*Festuca arundinacea*)

A fajon belüli származékok nyersprotein vizsgálatra való kiválogatása fejlődési erély, levél/szár arány, betegség- és egyéb rezisztencia, valamint termőképesség alapján történt és 1967-ben megkezdődött.

A nyersprotein vizsgálatainkat

első sarjadáskor (legeltetési állapot)

virágzás kezdetén (szénakészítési állapot)

és virágzás utáni sarjadáskor (legeltetési állapot)

végeztük. Mindhárom mintavétel idején elvégeztük a minták botanikai analízisét levélre és szárra (szár = szár + levélhüvely). A nemesítési származékok levél/szár arányának megállapításán túlmenően analizáltuk a levél és a szár nyersprotein tartalmát.

A nyersfehérje meghatározása Kjeldahl szerint történt.

A nem-lineáris regressziós függvények meghatározása

Kidolgozásra került a nem-lineáris regressziós függvények felhasználásával az a proteintartalom-értékelési rendszer, amellyel a különböző fejlettségű, szárazanyagtartalmú- és levél/szár arányú populációk bármelyik hasznosítási állapotban összehasonlíthatók.

A szárazanyag % változását követő fehérjetartalom változás kifejezésére többféle transzformációt és görbeillesztést végeztünk, többek között az

$$Y' = a + b_1X + b_2X^2$$

alakú másodfokú függvényt is. Végül a logaritmus és hiperbola kombinált transzformációjával mindegyik faj levél- és száranalízisének adataihoz jól illeszthető függvényt találtunk az

$$\frac{1}{(Y - y)'} = a + b \cdot \lg(X - x)$$

alakú függvény formájában.

A kidolgozott proteintartalom-értékelési rendszer alkalmazásával — adott talajtermékenységi és éghajlati viszonyok között — előrejelezhető, hogy egy populáció vagy fajta szárazanyag termésében a protein milyen mértékben vesz részt, vagy a különböző szárazanyagtartalomnál történő hasznosításkor (pl. legeltetésnél) bármilyen szárazanyag %-hoz mennyi fehérje várható egységnyi szárazanyagban.

Vizsgálataink során szoros összefüggést tapasztaltunk a fűfélék nyersfehérje- és szárazanyagtartalma között. A szárazanyagtartalom növekedésével csökken a szárazanyag százalékában kifejezett nyersfehérje mennyisége.

Az összefüggés vizsgálatokban a szárazanyag %-ot tekintettük független változónak (X), a nyersfehérje g/100 g szárazanyagot pedig függő változónak (Y).

Miután 3 fűfaj (réti csenkesz, csomós ebir, magyar rozsnok) száranalíziséből származó adatokból meghatároztuk az

$$\frac{1}{Y'} = a + b \cdot \lg X$$

egyenleteket, vagyis a számításokat az Y adatok reciprok és az X adatok logaritmus értékeivel végeztük, a 3 faj egyenletét igen hasonlóknak találtuk. E hasonlóság megmutatkozik az I. táblázatban közölt regressziós egyenletek

I. táblázat

A réti csenkesz, magyar rozsnok és a csomós ebir fajok szár-proteintartalmára vonatkozó lineáris regressziós egyenletek

Regressziós		Korrelációs koefficiens	Adatok száma
állandó a	koefficiens b	r	n
−0,161	+0,1881 log X	0,855	104
−0,141	+0,1717 log X	0,847	65
−0,187	+0,2166 log X	0,902	45

számszerű adataiból is. A táblázatban feltüntettük a három egyenlet a és b értékeit, valamint az összefüggés szorosságát kifejező r korrelációs koefficiens és az adatok számát (n) is.

A nagyfokú hasonlóságból kiindulva feltételeztük, hogy a vizsgált fajok adataihoz közös egyenlet is illeszthető.

Ennek bizonyítására kovariancia analízissel megvizsgáltuk a közös egyenlet megszerkesztésének helytállóságát. A kovariancia analízist a II. táblázat—, az ebből számított variancia analízist a III. táblázat tartalmazza.

II. táblázat

Kovariancia táblázat a szárra vonatkozó regressziók homogenitás vizsgálatához

Fajok	FG	SQ _X	SP	SQ _Y	b	SQ _R	SQ _E	FG _E
Réti csenkesz	103	1,6904	+0,31797	0,881879	+0,1881	0,05981	0,022068	102
Magyar rozsnok	64	2,5559	+0,43876	0,104948	+0,1717	0,075320	0,029628	63
Csomós ebir	44	0,6147	+0,13312	0,035496	+0,2166	0,028829	0,006667	43
Mintákon belül	211	4,8610	+0,88985	0,222323	+0,1831	0,162895	0,059428	210
Minták között	2	0,0871	-0,00051	0,000518	-0,0058	0,000003	0,000515	1
Összesen	213	4,9481	+0,88934	0,222841	+0,1797	0,159844	0,062997	212

Minthogy a III. táblázat F próbáiból kitűnik, hogy a b regressziós koeficienssek a vizsgált fajoknál nem különböznek szignifikánsan, ezért a közös regressziós koeficienssel számoltunk.

Meg kell említenünk, hogy bár a vizsgált fajok egyenletei a III. táblázat szerint nem tekinthetők teljesen homogénnek, azonban a II. táblázat világosan mutatja, hogy az egyenletek között csak kicsi az eltérés, és elfogadhatjuk az

$$\frac{1}{Y'} = -0,144 + 0,1831 \cdot \log X$$

közös lineáris egyenlettel történő illesztést, amely egyenletnél $r = 0,856$ a korrelációs koeficiens, $FG = 212$ szabadságfok mellett.

A fajok közötti eltérés csak abban jelentkezett, hogy az összefüggést mutató görbe részben függőleges, részben vízszintes irányban jobbra vagy balra el van csúszva az X , illetőleg az Y tengelytől. Az elcsúszás mértékét az Y tengely irányában y -nal, az X tengely irányában x -el jelöltem. A közös lineáris

III. táblázat

Variancia táblázat a szárra vonatkozó regressziók homogenitás vizsgálatához

Tényezők	SQ _E	FG _E	MQ	F
Eltérés a lineáris regressziótól				
Mintánként összesen	0,058363	208	0,000280 V_1	
Mintákon belül közösen	0,059428	210	0,000283 V_2	
Minták között	0,000515	1	0,000515 V_3	
Összesen (közös regresszió)	0,062997	212	—	
Hipotézis				
Közös regressziós egyenlet	0,004634	4	0,001159** V_{41}	4,14
$b_1 = b_2 = b_3 = b_b$	0,001065	2	0,000532 V_{21}	1,90
Korrigált Y^2 -ok azonosak	0,003569	2	0,001784 V_{42}	6,30
$b_k = b_b$	0,003054	1	0,003054 V_{432}	10,79

egyenlethől a megfigyelési adatok közé illesztett görbét a lineáris egyenlet reciproka adja meg x és y -nal kiegészítve:

$$Y' = y + \frac{1}{-0,144 + 0,1831 \cdot \lg(X - x)}$$

Vízszintes irányú jobbra eltolódás azt jelenti, hogy a kérdéses populáció nagyobb szárazanyag % mellett éri el ugyanazt a fehérje %-ot, mint az alappopulációk, melyekből egyenletüket meghatároztuk.

A függőleges, felfelé irányuló eltolódás pedig azt mutatja, hogy a kérdéses populáció azonos szárazanyag % mellett mindig nagyobb fehérje %-ot tartalmaz, mint az alappopuláció.

Nemesítési szempontból a függőleges, felfelé irányuló eltolódásnak van jelentősége a nagy fehérjetartalmú populációk kiemelése érdekében. A vízszintes és függőleges irányú eltolódás mértékét fel lehet használni a fajok-, továbbá levél és szár nyersproteintartalma közötti különbségek jellemzésére.

A vizsgált fűfajok közös egyenletéből származó görbéket a réti csenkesz (5. ábra), a csomós ebir (6. ábra) és a magyar rozsnok (7. ábra) ábrán összefüggő fekete vonallal ábrázoltuk.

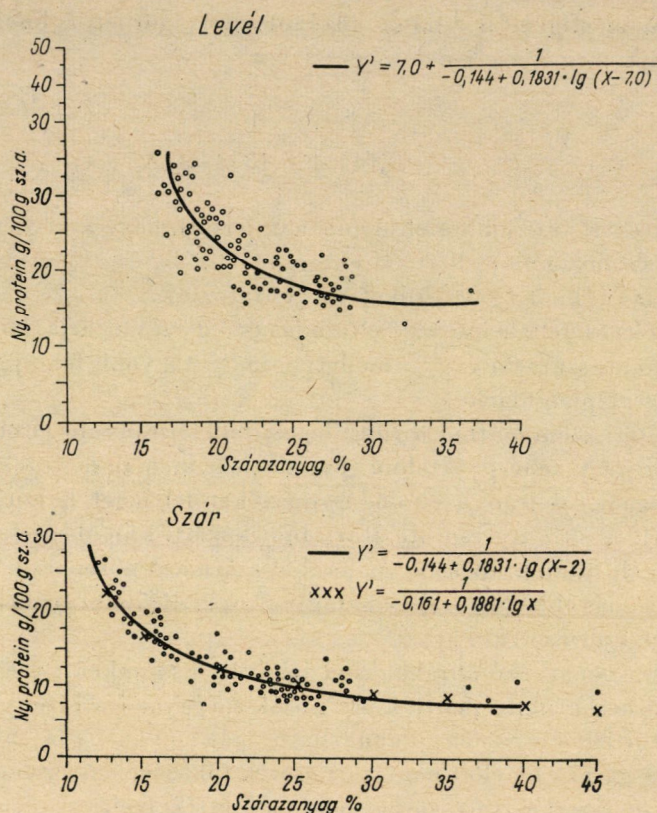
A szárra vonatkozó ábrákon x -el jelöltük a fajonkénti a és b adatokból számított görbék néhány pontját. Az ábrák meggyőzően bizonyítják a közös egyenlettel történő ábrázolás alkalmazhatóságát, ugyanis a fajonkénti adatokból számított görbék bejelölt pontja az esetek többségében egybeesnek a közös egyenlethől megszerkesztett görbe megfelelő értékeivel.

A IV. és V. táblázatokban fajonként külön a levélre és külön a szárra megadtuk az egyenletekre jellemző x és y értékeket, továbbá az egyenlethől különböző szárazanyag %-ra kiszámított nyersfehérje % értékeket, amelyekből az ábrák görbéit megszerkesztettük.

IV. táblázat

Adatok a levélgörbe megszerkesztéséhez

Szár- anyag % (X)	Nyersfehérje g/100 g szárazanyag (Y)						
	Réti csenkesz	Magyar roznok	Csomós ebir	Réti komócsin	Réti perje	Angol perje	Vörös csenkesz
20	23,7	24,0	23,6	22,5	28,0	23,7	24,2
25	18,7	20,6	19,8	19,1	19,6	18,0	20,1
30	16,5	18,9	18,0	17,2	16,7	15,7	18,3
35	15,3	17,9	—	16,4	15,2	14,4	17,1
40	14,5	17,2	—	15,7	14,2	—	16,3
x	7,0	5,0	5,5	5,0	9,0	7,5	6,0
y	7,0	10,0	9,0	8,5	6,5	6,0	9,0

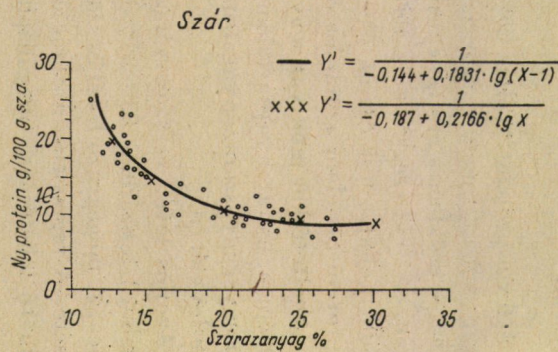
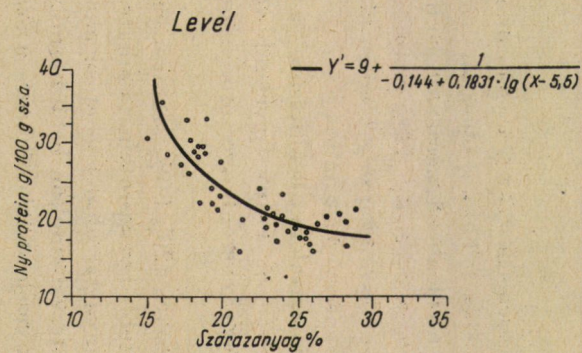


5. ábra. Réti csenkesz

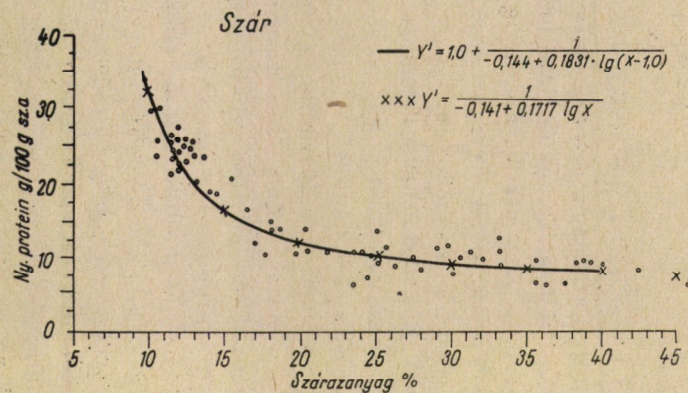
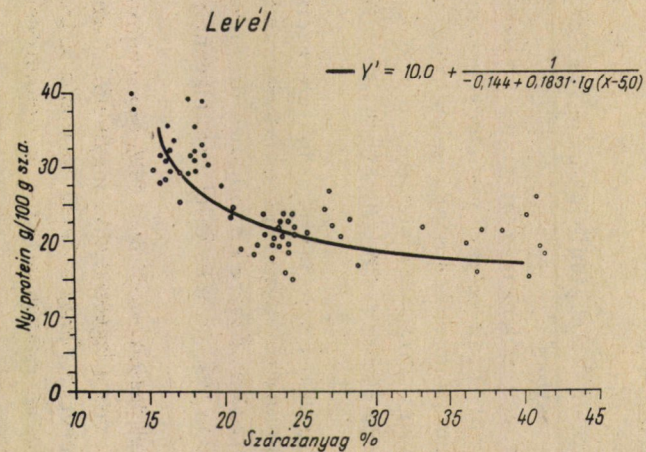
V. táblázat

Adatok a szárgörbe megszerkesztéséhez

Szár- anyag % (X)	Nyersfehérje g/100 g szárazanyag (Y)						
	Réti csenkesz	Magyar rozsok	Csomós ebir	Réti komócsin	Réti perje	Angol perje	Vörös csenkesz
15	16,7	16,2	15,2	14,5	27,1	16,5	24,3
20	11,7	12,1	11,1	11,1	15,5	13,1	14,6
25	9,5	10,3	9,3	9,4	12,1	11,4	11,4
30	8,3	9,1	8,1	8,4	10,4	10,4	9,8
35	7,5	8,3	—	7,7	9,4	9,7	8,8
40	6,9	7,8	—	7,2	8,7	—	—
x	2,0	1,0	1,0	0,0	5,0	0,0	4,5
y	0,0	1,0	0,0	0,5	1,5	2,5	1,0



6. ábra. Csomós ebir



7. ábra. Magyar rozsnok

Kísérleti eredmények

A következőkben regresszió-analízissel összehasonlítjuk az egyes fűfajok nyersproteintartalmát a levélben és a szárban.

A közölt táblázatok és ábrák lehetővé teszik az összehasonlítást a levél és a szár azonos vagy eltérő szárazanyag szintjén. Ez azért nagyon lényeges, mert a levél és a szár szárazanyagtartalma nem azonos, sőt sarjadásonként változik. Ezért a kísérlet eredményeinek a gyakorlati gyepgazdálkodásban a legelőként való gyephasznosításban történő felhasználásához ismerni kell a levél és a szár szárazanyag $\%$ -át.

A fűfajok különböző szárazanyag szinten való összehasonlítása azért is szükséges, mert a szárazanyag gyarapodásával fajonként eltérő mértékben csökken a nyersprotein g, 100 g szárazanyagban. Ezért a különböző szárazanyag-tartalomnál történő növényhasznosításkor más és más fajok rendelkezhetnek több nyersproteinrel.

A fűfajok levél-protein-tartalmának összehasonlítását 20% szárazanyag-nál, a szárét 15%-nál kezdjük, mivel ez már a legeltetéshez megfelelő növény-fejlettséget jelez. Táblázatainkban kimutatjuk, hogy a levél- és a szár szárazanyag 5%-onkénti emelkedésével milyen mértékben csökken a nyersprotein-tartalom.

Egy-egy fűfaj regressziós ábrázolásához több populáció adatát használtuk fel, ami növeli ezen adatok alapján történő nagy protein tartalmú fűtársítások összeállításának megbízhatóságát is.

Továbbiakban az egyes fűfajokat külön elemezzük.

Csomós ebir

A levél proteintartalma 20% szárazanyagnál 23,6 g nyersprotein 100 g szárazanyagban, amely a szárazanyag további felhalmozódásakor lényegesen csökken. A csökkenés mértéke nem azonos a különböző szárazanyag-intervallumokban. A levél regressziós görbéje 25, a száré pedig 20% szárazanyagtól kezdődően ellaposodik, ami azt jelenti, hogy a (szárazanyag $\%$ -ában kifejezett) nyersprotein-tartalom zuhanásszerű csökkenése megszűnik.

Legeltetéskor mód van a nyersprotein-tartalom „beállítására” a növény-fejlettség, a szárazanyag-tartalom és a levél/szár arány figyelembevételével. A szár egységnyi szárazanyagában lényegesen kevesebb nyersprotein található, mint a levelében.

Azonos levél- és szár-szárazanyag esetén (20–30% szárazanyag intervallumban) a szárban 53–55%-kal kevesebb nyersprotein található, mint a levélben. A megegyező levél és szár szárazanyag-tartalom a lehetőségeknek csak egy esete. A regressziós ábráról az adat-intervallumokon belül bármilyen előfordulható lehetőségre megállapítható a nyersprotein-csökkenés a szárban a

levélhez viszonyítva. Megállapítható, hogy tavaszi első sarjadáskor, ha a levélben 20, akkor a szárban csak 15,1% szárazanyag volt található és ebben az esetben a nyersproteincsökkenés a szárban a levélhez viszonyítva csak 36,8% (VI. táblázat).

VI. táblázat

A fűfajok szár-proteintartalom csökkenésének kimutatása

Fűfajok	Szárazanyag %		Nyersprotein g/100 g szá.		Nyers protein %-os csökkenése a szárban
	Levél	Szár	Levél	Szár	
Réti perje	20	16,1	28,0	19,4	30,8
Vörös csenkesz	20	17,6	24,2	17,0	29,8
Angol perje	20	17,3	23,7	14,2	40,1
Réti komócsin	20	15,6	22,5	13,9	38,2
Csomós ebir	20	15,1	23,6	14,9	36,8
Réti csenkesz	20	16,3	23,7	14,8	37,6
Magyar rozsnok	20	14,1	24,0	17,5	27,1

Réti csenkesz

A levél-protein mennyisége 20% levél-szárazanyag esetén 23,7 g, amely 40% szárazanyagnál már 14,5 g/100 g szárazanyagra csökken, a közös képlet alapján megszerkesztett görbe szerint. A levél-görbe laposodása megközelítőleg 25-, a száré 20% szárazanyagnál kezdődik. A szár-proteintartalom legnagyobb csökkenése 15–20% szárazanyag között következik be: a különbség 30%. A nyersprotein mennyiségének csökkenése a szárban 49,2–52,5% a vizsgált szárazanyag intervallumban, a levél és a szár azonos szárazanyagtartalma esetén. A VI. táblázat adatai alapján, amikor a növények leveleinek szárazanyag %-a 20 volt, akkor a száré csak 16,3. Tehát tavasszal legeltethető növényfejllettségben a szár 37,6%-kal kevesebb nyersproteint tartalmazott, mint a levél. A 2., 3. stb. sarjadáskor természetesen nem ez az arány.

Magyar rozsnok

A magyar rozsnok nyersprotein felhalmozó képessége kedvező. Sajnálatos, hogy az aminosav összetétele kedvezőtlen, a protein biológiai értéke alacsony.

A levél proteintartalma 20–40 szárazanyag % között 24–17,2 g, a száré 12,1–7,8 g/100 g szárazanyag. A szárazanyag-felhalmozódás következtében előálló nyersproteincsökkenés mértéke a levélben és a szárban rendkívül hasonló a 20–40 szárazanyag % intervallumban. A nyersprotein csökkenése a szárban növekedő tendenciájú: 49,6–56,7%. Tavasszal, legeltethető növényfejllettségben, amikor a levél 20-, a szár csak 14,1% szárazanyagtartalmú volt. Ez esetben a szár 27,1%-kal tartalmazott kevesebb nyersproteint, mint a levél.

Réti perje

A réti perje tarackos alfű nyersproteinfelhalmozó képessége lényegesen különbözik a már felsorolt fűfajokétól, elsősorban abban, hogy a szár 15%-os szárazanyag esetén 27,1 g-, a levél pedig 20%-os szárazanyag esetén 28 g nyersproteint tartalmaz 100 g szárazanyagban, tehát rendkívül sokat. Különösen értékelhető ez akkor, ha figyelembe vesszük, hogy tavasszal, legeltetési növényállapotban amikor a levél 20, a szár 16,1% szárazanyagtartalmúnak bizonyult.

Ilyen fejlettségű réti perjével a növénytársulás nyersproteinszolgáltató képessége lényegesen feljavítható. Ha a levél(20%) és a szár(15%) szárazanyagtartalma 5%-ot növekedik, akkor a levélben nyersprotein 30%-ot-, a szárban 42,9%-ot zuhan.

Fiatal réti perjével különösen növelhető a gyepek szárazanyagának nyersprotein-komponense.

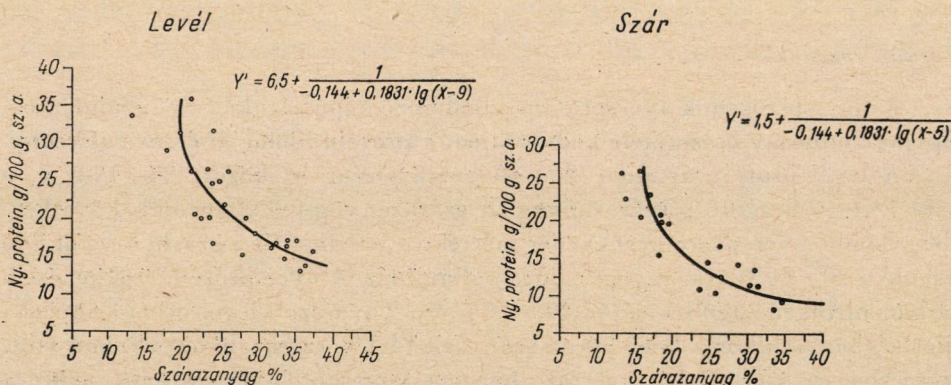
A gyepekverékek tervezésénél számolni kell e faj fejlődési dinamikájával.

Megjegyzendő, hogy a legeltetéshez szükséges növényfejlettségű sarjú szárában több nyersprotein található, mint a többi faj sarjújának szárában. Azonos levél- és szár-szárazanyagnál vizsgált nyersproteincsökkenés a szárban (20–40% szárazanyag között) 37,8–38,8%, szemben az eddig felsorolt fajok cca. 50%-ával. Az első sarjadáskor a nyersproteincsökkenés a szárban 30,8% (8. ábra).

Réti komócsin

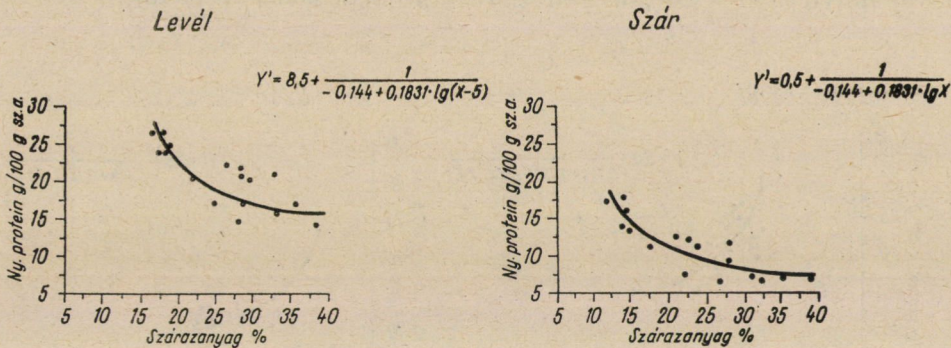
A levél-protein mennyisége 20–40% szárazanyag intervallumban 22,5–15,7 g-, a száré 11,1–7,2 g/100 g szárazanyag. A szár-proteintartalom esése szorosan követi a levelet. A levél-protein regressziós görbéje 30%, a száré pedig 25% szárazanyagtól lapossá válik.

A szárban 50,7–54,2%-kal kevesebb nyersprotein mutatható ki azonos levél- és szár-szárazanyag esetén. Tekintve, hogy tavaszi első sarjadáskor 20%



8. ábra. Réti perje

levél- szárazanyaghoz 15,6% szár-szárazanyag társult, a nyersprotein csökkenése a szárban 38,2%, a levélhez viszonyítva, ami a következő sarjadások idejére módosul. (9. ábra).



9. ábra. Réti komócsin

Angol perje

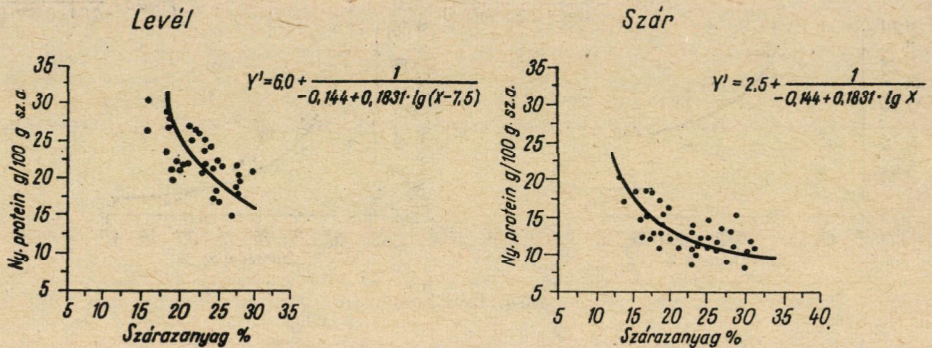
Megelőzve a kérdés részletes elemzését kifejezzük, hogy az angol perje egyike azoknak a fűfajoknak, amelyek fehérjéje nagy biológiai értékű, ezért az intenzív, nagy állati teljesítményekre előkészítő legelők fűkomponensének kell lennie, amennyiben ennek ökológiai tényezők nem mondanak ellent. Protein-termelő képessége is jó, ezen kívül természetesen e fajjal, a növényfejllettségi állapottal és a levél/szár aránnyal a szükségletnek megfelelően szabályozható a nyersprotein mennyisége egységnyi szárazanyagban. Legelőként való hasznosításánál számolni kell azzal a jelenséggel, hogy a szárazanyagnak 20%-ról 25%-ra történő gyarapodásakor a nyersproteintartalom 24,1%-ot csökken.

A levél- és szár-protein mennyisége 20–40% szárazanyag között a levélben 23,7–14,4 g-, a szárban 13,1–9,7 g/100 szárazanyag. A nyersprotein csökkenése a szárban, levélhez (azonos szárazanyag %-nál) viszonyítva a szálfüvekhez képest kedvező, főleg a 25–35 szárazanyag % intervallumban, ahol a csökkenés 32,7–36,7%. (10. ábra).

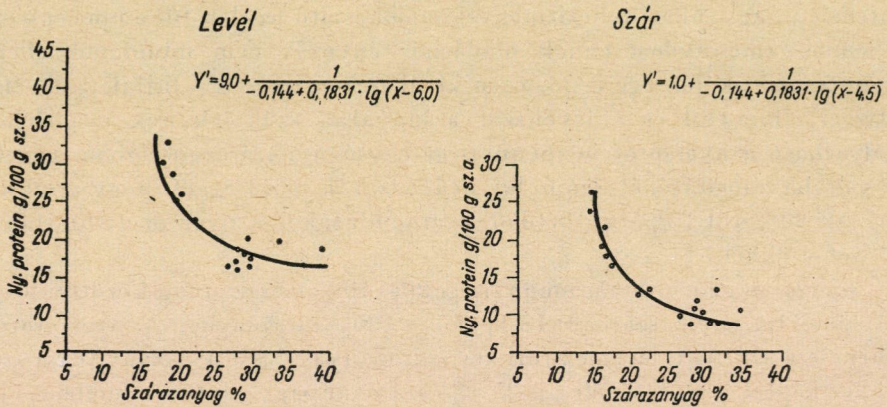
Vörös csenkesz

A vörös csenkesz nyersproteintartalom és fehérje-minőség szempontjából egyaránt figyelemre méltó legelő aljfü. Vörös csenkesszel a társítások nyersproteintermelő képessége és a fehérje biológiai értéke egyaránt javítható. Tavaszi első legeltetés idején a vöröscsenkesz levele 20, a szára 17,6% szárazanyagtartalmúnak bizonyult. Ez esetben a szár nyersprotein csökkenése csak 29,8%. Legeltetésre alkalmas, fiatal vörös csenkesszel és réti perjével lehet

legnagyobb mértékben növelni a szárazanyag nyersproteintartalmát, és ezt a lehetőséget nem szabad kihasználatlanul hagyni. Ha a növényzet szára 15%-os szárazanyagtartalmú, akkor a szár szárazanyagának 24,3%-a a nyersprotein, ugyanannyi, mint a 20%-os szárazanyagtartalmú levélé. (11. ábra).



10. ábra. Angol perje



11. ábra. Vörös csenkesz

Miután áttekintettük a regressziós egyenlet ábráit, látható volt, hogy az egyes populációk nyersproteintartalmát jelző pontok a regressziós görbe felett és alatt helyezkedtek el. A kísérlet megbízhatóságát jelentősen fokozta, hogy a műtrágyázás, a mintavétel és a növényzet szétválasztása levélre és szárra nagy gonddal történt (és egyáltalán megtörtént), ezenkívül az éghajlati és talajtényezők is azonosak voltak az évelő növények kísérleti terén. Ezért évek átlagában az egyes populációk nyersprotein pontjainak a regressziós

görbe felett vagy alatt való elhelyezkedése szelekciós alapnak felhasználható. A regressziós görbe felett való elhelyezkedés pozitív szelekciós alap. Azok a fajonbelüli populációk, amelyek nyersprotein pontjai az évek folyamán túlnyomórészt a regressziós görbe felett helyezkednek el, több nyersproteint tartalmaznak, mint a regressziós egyenlettel kiszámított értékek.

Összefoglalás

Kidolgozásra és alkalmazásra került a nem-lineáris regressziós függvény felhasználásával az a proteintartalom értékelési rendszer, amellyel a különböző fejlettségű, szárazanyagtartalmú és levél/szár arányú populációk bármelyik hasznosítási állapotban összehasonlíthatók.

A nyersprotein g/100 g szárazanyag (Y) és a szárazanyag % (X) között összefüggés mind a levélben, mind a szárbán az összes fajnál azonos törvényszerűséget követ.

A logaritmus és hiperbola kombinált transzformációjával mindegyik vizsgált faj levél és szár analízisének adataihoz jól illeszthető az

$$\frac{1}{(Y-y)'} = a + b \cdot \log (X - x)$$

alakú lineáris függvény. Ez azt jelenti, hogy a szárazanyag % adatok (X-x) logaritmusa a nyersfehérje g/100 g szárazanyag adatok (Y-y) reciprokával ad egyenesvonalú (lineáris) összefüggést. Az x és y az X tengely és Y tengely irányában szükséges elcsúsztatás mértékét jelentik, a görbe alakját azonban nem változtatják. Végül is a görbe általános egyenlete

$$Y' = y + \frac{1}{-0,144 + 0,1831 \cdot \lg (X - x)}$$

A legelőfűfajok egységnyi szárazanyagában levő nyersprotein koncentrált-sága a nem-lineáris regresszió-egyenlet alapján a következő:

a levél-protein mennyisége

20% levél-szárazanyagánál	20,0—28,0 g/100 g szárazanyag
25% „ „	16,6—20,6 g/100 g „
30% „ „	14,9—18,9 g/100 g „
35% „ „	14,4—17,9 g/100 g „
40% „ „	14,2—17,2 g/100 g „

a szár-protein mennyisége

15%	szár-szárazanyag	esetén	14,5—27,1 g/100 g	szárazanyag
20%	„	„	11,1—15,5 g/100 g	„
25%	„	„	9,3—12,1 g/100 g	„
30%	„	„	8,1—10,4 g/100 g	„
35%	„	„	7,5— 9,7 g/100 g	„
40%	„	„	6,7— 8,7 g/100 g	„

A fajok között a populációk átlagában a legnagyobb különbségek a levélben és a szárban egyaránt fiatal állapotban 20% szárazanyag felhalmozódásig észlelhetők. A regressziós egyenlet görbéje felett elhelyezkedő populációk a gyepnövény-nemesítés számára ennél lényegesen kedvezőbb képet nyújtanak. A fenti összefüggések és a levél/szár arány figyelembevételével, a legelő állatok protein-szükségletének megfelelően nagy lehetőségekkel rendelkezünk és nagy proteintartalmú szárazanyaggal láthatjuk el állatainkat.

A vizsgált fűfajokban tavaszi legelőrehajtás idején, amikor a levél 20%-os szárazanyag-tartalmú volt, a szár szárazanyag-tartalma 14,1—17,6% között variált. Ebben a szárazanyag-intervallumban a szárban 27,0—40,1%-os nyersprotein-csökkenés volt kimutatható a levélhez viszonyítva.

A nem-lineáris regressziós függvény alkalmazásával kidolgozott, a gyepnövények nyersprotein-tartalmának növelésére irányuló szelekciós rendszerünk következő fázisában azok a populációk kerülnek kiválogatásra, melyek nyersprotein-pontjai többségükben a regressziós görbe felett helyezkednek el, mivel ezek a populációk több nyersproteint tartalmaznak, mint a regressziós egyenlettel kiszámított értékek. A szelekciós rendszer következő fázisa, a regressziós egyenlet görbéje feletti populációk többismétléses összehasonlító kísérletbe vitele klónozással és most már nem a faj, hanem külön-külön minden populáció nyersprotein-felhalmozó képességének és protein-termésének vizsgálata történik a vegetáció folyamán, a közölt regressziós egyenlet alkalmazásával.

IRODALOM

- AKERBERG, E. (1960): Aggressiveness and Quality important characters in the appraisal of herbage species and varieties. *Proceedings of the eight international Grassland Congress.* 317—321.
- ANDREEV, N. G.—SZAVICKAJA, V. A. (1966): Produktivnoszt'i himicseszkijsz osztav kosztra bezosztogo v zaviszimoszti ot mineral'nyh udobrenij. *Izv. TSzHA. Moszkva*, 2, 104—115.
- BÖJTÖS, Z. (1965): Az élő pillangósok szerepe a fehérjeellátásban. *Takarmánybázis*, 5, 65—70.
- CURRAN, P. L.—REILLY, M. L. (1965): Varietal and clonal differences in white clover. *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc. Ser. B., Dublin*, 1, (15) 163—172.
- GLAGOLEVA, T. A. (1959): Biohimicseszkaia ocenka kollekcii mnogoletnih zlakovüh trav. *Szelekciia i szemenovodszto*, 2, 69—70.
- GRUBER, F. (1965): Gyepnövény-nemesítés öntözött legelők-rétek és pázsitok telepítése céljából. *Öntözéses gazdálkodás*, 2, 3—17.

- HUGHES, R. (1964): Grassland agronomy. Rep. Welsh. Pl. Breed. Sta. 73—84.
- KURNIK, E. (1965): Állatállományunk fehérjeellátásának helyzete és fejlesztésének lehetőségei. Takarmánybázis. 1, 13—36.
- LÁNG, G. (1965): A fehérje előállítása és felhasználása a magyar mezőgazdaságban. MTA Agrártudományok Osztályának Közleményei. 24, 237—249.
- LAZENBY, A. (1965): Selection criteria in grass breeding. V. Performance of *Lolium perenne* genotypes grown at different nitrogen levels and spacings. J. Agric. Sci., Cambridge. 65, (1) 79—89.
- MAC GREGOR, J. M.—TASKOVITCH, L. T.—MARTIN, W. P. (1961): Effect of nitrogen fertilizer and soil type on the amino acid content of corn grain. Agron. J. Madison, Vol. 53, (4) 211—214.
- NAGY, Z. (1965): A szarvasi alexandriai here fajtaleírása és termesztési kísérletek eredményei. Öntözéses gazdálkodás. 2, 157—173.
- VOSE, P. B. (1963): The cation content of perennial ryegrass *Lolium perenne* L. in relation to intraspecific variability and nitrogen/potassium interaction. Plant and Soil, Den Haag, 19, (1) 49—64.
- WERNER, A.—GRUHN, K. (1961): Untersuchungen über den Aminosäuregehalt des Rohrproteins der Wiesenpflanzen in verschiedenen Wachstumsstadien. Archiv für Tierernährung. 11, (2) 116—144.
- WOODWORTH, C. M. et al. (1952): Fifty generations of selection for protein and oil corn. Agron. Jour. 44, 60—65.
(Érkezett: 1968. július 4-én)

СЕЛЕКЦИЯ ВИДОВ И ПОПУЛЯЦИИ ТРАВ НА ПОВЫШЕНИЕ СЫРОГО ПРОТЕИНА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЛИНЕАРНОЙ РЕГРЕССИВНОЙ ФУНКЦИИ

Й. СИРТЕШ

Научно-исследовательский Институт С/Х-ва г. Карцаг

РЕЗЮМЕ

Разрабатывали и применяли систему оценки содержания протеина с применением нелинейной регрессивной функции, при помощи которой в любой фазе развития можно сравнивать популяции в различных возрастах с различным содержанием сухого вещества и с различным соотношением лист/стебель.

Соотношения между сырым протеином г/100 г сухого вещества (Y) и процентов сухого вещества (X) как в листьях, так и в стеблях, у всех видов показывают одинаковую закономерность.

С комбинированной трансформацией логарифма и гиперболы у всех исследованных видов к данным анализа листьев и стеблей хорошо применима следующая функция:

$$\frac{1}{(Y - y)} = a + b \cdot \log(X - x).$$

Это означает, что логарифм %-ов сухого вещества (X—x) с обратным значением сырого протеина г/100 г сухого вещества (Y—y) дает прямолинейную зависимость.

Значения x и y означают меру необходимого сдвига кривой в сторону координат X и Y, но характер кривой не изменяется. В конечном итоге общая формула уравнивания:

$$Y' = y + \frac{1}{-0,144 + 0,1831 \cdot \log(X - x)}$$

Концентрация сырого протеина в единице сухого вещества луговых трав на основании анализа нелинейной регрессии следующая:

количество протеина в листьях

при 20%	сухого вещества	20,0—28,0	г/ 100 г сухого вещества
25%	"	16,6—20,6	" "
30%	"	14,9—18,9	" "
35%	"	14,4—17,9	" "
40%	"	14,2—17,2	" "

количество протеина в стеблях

при 15%	сухого вещества	14,5—27,1	г/ 100 г сухого вещества
20%	"	11,1—15,5	" "
25%	"	9,3—12,1	" "
30%	"	8,1—10,4	" "
35%	"	7,5—9,7	" "
40%	"	6,7—8,0	" "

В среднем по популяциям между видами самые большие различия в листьях и стеблях наблюдаются в молодом возрасте, до накопления сухого вещества до 20%-ов. Популяции попадающие выше кривой регрессивной функции, с точки зрения селекции, имеют лучшие показатели.

Имея в виду вышеуказанные зависимости и соотношения лист/стебель в соответствии с потребностями пасущихся животных, можем иметь большие возможности обеспечивать животных кормом с высоким содержанием сырого протеина.

В исследованных видах трав, во время весеннего выпаса, когда листья имели 20%-ов сухого вещества, сухое вещество в стеблях изменялось от 14,1—17,6%. В этом интервале сухого вещества в стеблях наблюдали уменьшение сырого протеина на 27,0—40,1%-та относительно листьев.

SELEKTION ZUR STEIGERUNG DES ROHPROTEINGEHALTES BEI GRASSORTEN UND POPULATIONEN DURCH ANWENDUNG NICHTLINEARER REGRESSIONSFUNKTIONEN

J. SZIRTES

Landwirtschaftliches Versuchsinstitut, Karcag

ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde mit Hilfe nichtlinearer Regressionsfunktionen dasjenige, den Proteingehalt bewertende System ausgearbeitet und in der Praxis angewendet, mit welchem die Populationen von verschiedenen Entwicklungsstufen, verschiedenem Trockensubstanzgehalt und Blatt-Stengel Verhältnis in jedem Verwertungsstadium verglichen werden können.

Der Zusammenhang zwischen dem Rohproteingehalt in g pro 100 g Trockensubstanz (Y) und dem Trockensubstanzgehalt in % (X) folgt derselben Gesetzmässigkeit bei jeder Sorte, sowohl bei den Blättern, wie auch bei den Stengeln.

Durch eine kombinierte Transformierung mit Anwendung von Logarithmus und Hyperbole des zwischen X und Y bestehenden Zusammenhanges wird die folgende lineare Gleichung erhalten:

$$\frac{1}{(Y - y)'} = a + b \cdot \log (X - x)$$

die an die Analysendaten der Blätter und Stengel jeder untersuchten Sorte gutang epasst werden kann. Dies bedeutet, dass die logarithmen der prozentuellen Trockensubstanzwerte (X - x) mit den Reziprokwerten des Rohproteingehaltes (in g pro 100 g Trockensubstanz) (Y - y) einen linearen Zusammenhang zeigen. Die Werte x und y bedeuten das Ausmass der Verschiebung in Richtung der X bzw. Y-Achse, der Ablauf der Kurve wird durch sie aber nicht geändert. Die allgemeingültige Form der Gleichung lautet

$$Y' = y + \frac{1}{-0,144 + 0,1831 \cdot \lg (X - x)}$$

Mit Hilfe dieser nichtlinearen Regressionsgleichung wurde die Rohproteinkonzentration in der Trockensubstanz der einzelnen Weidegrassorten berechnet. Dies ergab das folgende:

Trockensubstanz des Blattes in %	Rohprotein g in 100 g Trockensubstanz	Trockensubstanz des Stengels in %	Rohprotein g in 100 g Trockensubstanz
20	20,0—28,0	15	14,5—27,1
25	16,6—20,6	20	11,1—15,5
30	14,9—18,9	25	9,3—12,1
35	14,4—17,9	30	8,1—10,4
40	14,2—17,2	35	7,5—9,7
		40	6,7—8,7

Die grössten Unterschiede unter den einzelnen Sorten im Durchschnittswert der Populationen konnten im Blatt und im Stengel gleichwohl bei jungen Pflanzen bis zu einer Anhäufung von 20% Trockensubstanz beobachtet werden. Diejenigen Populationen, welche über der Regressionskurve liegen, bieten für die Graspflanzenzüchtung ein wesentlich günstigeres Bild. Wenn die obigen Zusammenhänge und das Blatt-Stengel Verhältnis in Betracht gezogen wird, dann können die Tiere mit hohem Proteingehalt aufweisender Trockensubstanz versehen werden.

Zur Zeit des Austriebes im Frühjahr lag bei den untersuchten Grassorten, bei denen der Trockensubstanzgehalt des Blattes 20% betrug, derselbe des Stengels zwischen 14,1—17,6%. In diesem Trockensubstanzintervall konnte in den Stengeln eine Abnahme von 27,0—40,1% des Rohproteins im Vergleich zu den Blättern nachgewiesen werden.