

A kukoricában lévő növényi táplálóanyagok (NPK) energetikai értékelése

DEBRECZENI ISTVÁN

Debreceni Agrártudományi Egyetem Mezőgazdasági Főiskolai Kara, Szarvas

A mezőgazdasági termelésen belül a növénytáplálással kapcsolatos energetikai vizsgálatok általában arra keresnek választ, hogy az ipar mennyi energiával állítja elő a műtrágyákat, s a felhasznált műtrágya mekkora energiamentisítést képvisel területegységenként. Ezzel egyidejűleg a termelés többi műveletének energiában számított értékeit is figyelembe vesszük. PIMENTEL [12], AKÓCSI és munkatársai [1] számítási eredményei arra adnak választ, hogy a termelésre fordított és energiaként tárgyiasult társadalmi munkából mekkora hányadot képvisel a műtrágya, illetve a műtrágyázás. Az ilyen jellegű számítások fontosak a termelési folyamat elemzéséhez, de csak meghatározott keretek között használhatók, mivel az energiatartalmak, a műveletekhez rendelhető energiaértékek általában nem határozhatók meg egzakt fizikai-kémiai mérésekkel, csak becsülhetők. A különböző termőhelyi körülmények között létrejött növényi szervesanyag-tömeg energiaértékének kifejezése a globálisugárzás vagy a fotoszintetikusán aktív sugárzás, a PAR (photosynthetically active radiation) segítségével történhet, amint az több közleményből [10, 11, 13] a részletes módszertani leírásokkal együtt ismert. Szántóföldi kísérletekben DEBRECZENI [2, 3, 4], DEBRECZENI és POSZA [6] végeztek ilyen számításokat. A szerves anyagba épült és napsugárzással érkező energia egzaktan mérhető, ezért alapul szolgálhat természettudományos igényű összevetésekhez is.

Amennyiben a trágyával kiadott makro-táplálóanyagok (NPK) hatékonyságát energetikailag kívánnánk elemezni, meg kellene előtte keresni a talajba dolgozott és a talajban található NPK energiaértékének számítási módját, valamint meg kellene adni, hogy a növényben lévő NPK milyen mértékben származik a trágyából. A jelen dolgozatban ismertetett vizsgálatainkban csak a kukoricában található nitrogén, foszfor és kálium „energetikai értékének”, vagyis a teljes növény energiatartalmából az ezekhez rendelhető energiahányadoknak a meghatározására törekedtünk.

Anyag és módszer

A 8 kezeléssel trágyázási kísérletet 1976—1980. évek között végeztük őszi búza-, kukorica-, cukorrépa- és lucernanövényekkel a DATE Mezőgazdasági Főiskolai Kar Növénytermesztéstani Tanszékének kondorosi kísérleti területén. A kísérletet IV

1. táblázat

A trágyaanyagokkal kukorica alá juttatott elemi NPK mennyisége kezelésenként, öt év átlagában, kg/ha (Kondoros, 1976—1980)

(1) Kezelések	(2) Elem	(3) Elővetemény gyökerében	(4) Műtrágyában	(5) Higtrágyában	(6) Összesen
1. Ø	N	15,6	—	—	15,6
	P	7,2	—	—	7,2
	K	13,4	—	—	13,4
2. PK	N	16,5	—	—	16,5
	P	7,6	30,0	—	37,6
	K	14,2	50,0	—	64,2
3. PKN ₁	N ₁	17,0	100,0	—	117,0
	P	7,9	30,0	—	37,9
	K	14,6	50,0	—	64,6
4. PKN ₂	N ₂	17,0	200,0	—	217,0
	P	8,0	30,0	—	38,0
	K	14,7	50,0	—	64,7
5. PKN ₃	N ₃	17,0	400,0	—	417,0
	P	7,9	30,0	—	37,9
	K	14,6	50,0	—	64,6
6. 100 m ³ higtrágya*	N	17,2	—	125,6	142,8
	P	8,0	—	18,0	26,0
	K	14,8	—	80,8	95,6
7. 200 m ³ higtrágya**	N	17,1	—	245,2	262,3
	P	7,9	—	34,2	42,1
	K	14,7	—	147,8	162,5
8. 400 m ³ higtrágya**	N	17,8	—	490,4	508,2
	P	8,2	—	64,6	72,8
	K	15,2	—	294,6	604,4

Mejegyzés: a N-műtrágya 2/3 részét ősszel, 1/3 részét tavasszal alkalmaztuk.

* ősszel, talajba dolgozva;

** 1/2 adag ősszel a talajba dolgozva, 1/2 adag májusban esőszerűen a növényzetre juttatva.

sorozatban, véletlen elrendezésben, 48 m²-es bruttó parcellákkal állítottuk be. A kukorica esetében kapott eredményeket használtuk fel a számításokhoz.

A kísérlet talaja kiváló termékenységű, mély humuszos rétegű, felszíntől karbonátos csernozjom [6, 9].

A kísérletben alkalmazott kezeléseket és a kukorica alá évente és kezelésenként adott elemi NPK-mennyiségeket az 1. táblázat mutatja. A higtrágya évenkénti részletes vizsgálati eredménye DEBRECZENI és IZSÁKI [5] közleményében található.

A kukorica-termésrészek energiáját a Kossuth Lajos Tudományegyetem Ökológiai Intézetében (Debrecen), bombakalorimeterben határoztuk meg [7].

A higtrágya és a növényi részek kémiai elemzését, valamint a kukoricaszem és kukoricaszár takarmányértékének meghatározását a Bács-megyei Állami Gazdaságok Társulásának II. sz. Agrokémiai Laboratóriuma (Kecskemét) végezte.

Eredmények

A kukorica-terméshozam öt éves átlagát a 2. táblázat tartalmazza. A szemtermés száraz anyaga a kedvezőtlen években kerekén 6—8 t/ha, de egyes években elérte a 8—10 tonnát hektáronként. A műtrágyázott kezelések közül legjobb eredményt a 4. kezelés adta. A hígtrágyázott kezelésekben közel azonos a szemtermés száraz anyaga 200 és 400 m³/ha hígtrágya hatására; a nagyobb adag depressziót okozott. A növény összes szárazanyagtömege a kontrollnál 17,52, a műtrágyázott kezelésekben 19,44, míg a hígtrágyázott kezelések esetében 20,31 t/ha.

2. táblázat

A kukorica teljes terméshozamának száraz anyaga
öt év átlagában, t/ha (Kondoros, 1976—1980)

(1) Kezelés száma	(2) szem	(3) szár	(4) csutka	(5) gyökér	(6) összesen
1.	6,94	6,65	1,61	2,32	17,52
2.	7,21	6,99	1,58	2,43	18,21
3.	7,89	7,29	1,68	2,56	19,41
4.	8,73	7,19	1,81	2,52	20,25
5.	8,38	7,19	1,80	2,52	19,89
6.	8,41	7,03	1,73	2,46	19,63
7.	9,09	7,14	1,93	2,48	20,64
8.	8,67	7,57	1,79	2,65	20,68
a) SzD _{5%}	0,37	0,58	0,14	—	—

3. táblázat

A United 530 SC/598 kukoricaszem és -szár takarmányértéke, g/1000 g száraz anyag
(Kondoros, 1980)

(1) Takarmányalkotók	(2) Kezelés száma							
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
A. Kukoricaszem								
a) Nyersfehérje	91	92	95	94	97	95	96	96
b) Nyerszsír	33	34	31	33	33	32	29	30
c) Nyersrost	39	37	33	34	34	34	33	34
d) N-mentes kivonható anyag	822	823	826	824	820	824	826	825
e) Hamu	15	14	15	15	15	15	16	16
B. Kukoricaszár								
a) Nyersfehérje	48	51	50	53	54	50	52	52
b) Nyerszsír	14	17	16	15	18	15	17	17
c) Nyersrost	310	308	287	297	301	307	290	290
d) N-mentes kivonható anyag	552	542	568	562	549	552	564	564
e) Hamu	76	82	79	79	78	76	77	77

A továbbiakban azt kerestük, hogy az összes termésben lévő és egzaktan mért energiából mekkora az a hányad, amely valamilyen formában a növénybe épült nitrogénhez, foszforhoz és káliumhoz rendelhető.

A termésben lévő energia meghatározására két módszer kínálkozik: a termésrészek takarmányértékének meghatározása utáni közvetett számítás, illetve a termésrészek égéshőjének közvetlen mérése.

A kukoricaszem és -szár takarmányértékét kezelésként a 3. táblázat tartalmazza. A csutka és a gyökér becsült adatai sorrendben a következők: nyersfehérje 48, 44; nyerszsír 16, 14; nyersrost 355, 337; N-mentes kivonható anyag 517, 468; hamu 68, 90 g/1000 g száraz anyag.

A teljes terméshozam takarmányértéke és az annak megfelelő energia mennyisége kezelésként a 4. táblázatban található.

A termésrészek energiaértékének közvetlen mérése egyszerűbb, mint a kémiai elemzéssel nyert takarmányértékből való számítás. Ugyanakkor a kétféleképpen nyert eredmény között nincsen nagy eltérés, amint az a 4. és a 6. táblázat utolsó oszlopainak az összehasonlításából is kitűnik.

A trágyázott kezeléseknél az égéshővel mért energiaérték a fotoszintetikusán aktív sugárzásból (PAR) 1,9—2,2%-ot tesz ki. A kísérlet időszakában a PAR értékének összege vetéstől betakarításig 1976-ban 16622 GJ, 1977-ben 17716 GJ, 1978-ban 17197 GJ, 1979-ben 16370 GJ, 1980-ban 15707 GJ volt hektáronként.

A szerves anyag felépítésében, a nap sugárzási energiájának megkötésében a három növényi makrotápelem egyformán fontos. Kiemelhető a foszfor és a nitrogén szerepe a Calvin-ciklusban (ATP és a NADP formák), de nem lehet sokkal kisebb szerepe a káliumnak sem, amely számos fontos enzim aktiválója az élő szervezetben.

Kémiai szempontból a növényekbe épült N-, P- és K-elemekről egységes értékrendszert a relatív egyenértéktömeg alapján kaphatunk. A nitrogén esetében az egyenértéktömeg 4,6689 g, a foszfornál 10,3256 g, míg a káliumnál 39,1020 g.

4. táblázat

A kukorica teljes terméshozamának takarmányértéke és az annak alapján számított energia (Kondoros, 1976—1980. évek átlaga)

(1) Keze- lés szá- ma	(2) A teljes termésben foglalt mennyiség, kg/ha					(3) A teljes termés energiája, MJ/ha				
	(4) nyers- fehérje	(5) nyers- zsír	(6) nyers- rost	(7) N-mentes kivonható anyag	(8) hamu	(4) nyers- fehérje	(5) nyers- zsír	(6) nyers- rost	(7) N-mentes kivonható anyag	(9) össze- sen
1.	1 233	380	3 687	11 294	926	29 426	15 115	64 371	197 792	306 704
2.	1 310	423	3 800	11 667	1 010	31 263	16 825	66 344	204 324	318 756
3.	1 421	425	3 807	12 720	1 037	33 912	16 904	66 466	222 765	340 047
4.	1 511	460	3 881	13 360	1 048	36 060	18 297	67 758	233 799	355 914
5.	1 509	470	3 937	12 929	1 045	36 012	18 694	68 736	226 426	349 868
6.	1 451	436	3 887	12 856	1 000	34 628	17 342	67 863	225 147	344 980
7.	1 555	444	3 906	13 701	1 034	37 110	17 660	68 195	239 946	362 911
8.	1 538	455	4 016	13 587	1 082	36 704	18 098	70 150	237 949	362 901

Megjegyzés: A takarmányérték energiára való átszámítása NHRING (cit. in [8]) adataival történt: nyersfehérje: 23 865, nyerszsír: 39 775, nyersrost: 17 459, N-mentes kivonható anyag: 17 513 J/g

5. táblázat
A kukorica teljes terméshozamának NPK-mennyisége (Kondoros, 1976—1980)

(1) Kezelés száma	(2) Elem	(3) A terméshozamban foglalt táplálóanyag, kg/ha					(4) átlag
		1976	1977	1978	1979	1980	
1.	N	195,4	186,1	175,5	233,6	196,5	197,4
	P	37,1	32,4	28,0	36,8	28,4	32,5
	K	156,9	141,2	114,1	133,8	121,7	133,5
2.	N	205,2	208,8	171,8	256,7	205,5	209,6
	P	39,6	36,2	29,7	39,7	29,3	34,9
	K	166,8	166,3	91,8	175,4	114,2	142,9
3.	N	208,5	205,6	207,3	255,5	258,8	227,1
	P	38,8	35,0	35,7	36,3	35,9	36,3
	K	155,8	156,3	118,9	173,4	171,2	155,1
4.	N	231,5	227,6	212,9	265,6	270,6	241,6
	P	42,2	38,4	37,9	39,9	34,3	38,5
	K	172,5	148,1	116,2	173,8	164,8	155,1
5.	N	224,9	229,8	185,3	287,8	276,9	240,9
	P	43,3	37,2	31,9	40,9	36,7	38,0
	K	169,8	162,2	108,5	185,5	161,9	157,6
6.	N	215,1	225,0	200,4	274,0	242,1	231,3
	P	38,1	37,5	33,9	37,1	36,0	36,5
	K	156,4	160,2	112,5	224,0	132,1	157,0
7.	N	226,7	229,7	214,2	295,9	276,2	248,5
	P	43,1	41,5	37,4	42,1	35,7	40,0
	K	162,3	168,4	127,3	212,0	158,5	165,7
8.	N	240,6	230,2	206,6	290,8	258,6	245,4
	P	45,1	40,1	36,5	38,6	39,2	39,9
	K	198,2	163,1	118,2	178,2	140,3	159,6

6. táblázat
A kukorica teljes terméshozamának energiaértéke (Kondoros, 1976—1980)

(1) Kezelés száma	(2) Energiaérték, MJ/ha					(3) átlag
	1976	1977	1978	1979	1980	
1.	291 146	289 389	273 921	354 561	295 752	300 954
2.	308 997	329 048	289 816	385 699	286 036	319 919
3.	302 937	330 444	323 450	390 744	355 224	340 560
4.	339 533	343 125	337 240	401 362	370 343	358 321
5.	332 483	356 481	322 479	408 652	351 485	354 316
6.	310 896	345 336	316 649	394 723	353 488	344 218
7.	326 383	366 610	342 051	420 640	355 862	362 309
8.	358 421	360 555	333 222	423 797	344 725	364 144

A nitrogénhez, foszforhoz és káliumhoz rendelhető energia számítása viszonylag egyszerű. 1. Számba vesszük az 1 hektáron termett teljes terméshozam (szem, szár, csutka, gyökér) N-, P- és K-tömegét kilogrammban, majd elosztjuk egyenként a megfelelő egyenértéktömegeg, s a hányadosokat 100-nak véve meghatározzuk külön a nitrogén, külön a foszfor és külön a kálium arányát százalékban kifejezve. 2. A továbbiakban a teljes terméshozam energiáját a nitrogén, a foszfor és a kálium egyenérték-százalékának megfelelő arányban három részre osztjuk. 3. Végül a növényi táplálóanyagokra jutó energiát elosztjuk a növénybe épült nitrogén, foszfor és kálium mennyiségével. A hányados megadja, hogy 1 kg termés N-, P- vagy K-mennyiségéhez hány MJ energia rendelhető.

7. táblázat

A kukorica teljes terméshozamában levő 1 kg NPK-hoz rendelhető energia (Kondoros, 1976—1980)

(1) Kezelés	(2) Elem	(3) 1 kg NPK-hoz rendelhető energia, MJ/ha					(4) átlag
		1976	1977	1978	1979	1980	
1.	N	1261	1330	1359	1331	1321	1320
	P	573	413	616	607	594	561
	K	150	160	161	159	159	158
2.	N	1271	1343	1478	1304	1206	1320
	P	577	609	664	593	467	582
	K	152	160	177	156	118	153
3.	N	1238	1376	1360	1535	1370	1336
	P	562	623	616	603	538	588
	K	148	165	163	160	158	159
4.	N	1253	1307	1383	1319	1357	1324
	P	563	590	623	593	491	572
	K	150	155	165	157	153	156
5.	N	1255	1342	1516	1244	1271	1330
	P	568	619	687	570	490	587
	K	151	164	181	148	138	156
6.	N	1239	1323	1380	1243	1349	1301
	P	563	629	626	564	571	591
	K	147	157	166	148	131	150
7.	N	1230	1365	1389	1237	1270	1298
	P	553	618	631	560	463	565
	K	147	163	164	147	131	150
8.	N	1259	1345	1405	1285	1240	1307
	P	572	611	636	582	518	584
	K	150	161	166	155	123	151
Átlag	N	1251	1341	1409	1287	1300	1317
	P	566	589	637	584	516	578
	K	149	161	168	154	139	154

A kondorosi kukoricakísérlet 1976. évi első kezelésén bemutatva a számítást a következő eredményeket kapjuk:

1. N = 195,4 kg: 4,6689 g = 41 851 = 84,6%
 P = 37,1 kg: 10,3256 g = 3 593 = 7,3%
 K = 156,9 kg: 39,1020 g = 4 013 = 8,1%
 összesen = 49 457 = 100,0%
2. N = 291 146 MJ/ha 84,6% = 246 309 MJ/ha
 P = 291 146 MJ/ha 7,3% = 21 254 MJ/ha
 K = 291 146 MJ/ha 8,1% = 23 583 MJ/ha
3. N = 246 309 MJ/ha: 195,4 kg = 1 261 MJ/kg
 P = 21 254 MJ/ha: 37,1 kg = 573 MJ/kg
 K = 23 583 MJ/ha: 156,9 kg = 150 MJ/kg

A kísérlet valamennyi kezelésére az alapadatokat és számításokat az 5., 6. és 7. táblázatban adjuk meg.

Az 1976—80-as években terméselemenként meghatároztuk a kukoricánövény NPK-tartalmát. A teljes terméshozam NPK-mennyiségét évenként és kezelésenként az 5. táblázat tartalmazza. A relatív egyenértékű tömeg kiszámítása és a nitrogén, foszfor és kálium százalékos arányának megoszlása az 5. táblázat adatai alapján történik.

A teljes termésben foglalt évenkénti és kezelésenkénti energia mennyiségét hektáronként a 6. táblázat mutatja. Az egyenértékű százalékok alapján ezt rendelkezünk a nitrogénhez, foszforhoz és káliumhoz. A 7. táblázat a növényi száraz anyagba épült 1 kg N-, P- és K-hoz rendelhető energiát szemlélteti.

A kísérleti eredmények alapján megállapítható, hogy az adott kísérletben kukoricánál 1 kg nitrogénhez 1317 MJ, 1 kg foszforhoz 578 MJ, míg 1 kg káliumhoz 154 MJ energia rendelhető.

Összefoglalás

A mezőgazdasági termelésnél a növényi produktumok előállításában szerepet játszó biológiai és technikai—energetikai folyamatok feltárása a növénytermesztési kutatás fontos feladata. Magyarországon, a biológiai produktumot és a vetésterületi arányt együttesen figyelembe véve, a kukoricatermesztés energetikai kérdéseinek vizsgálata talán a legfontosabb. Jelen dolgozatban energetikai szempontból dolgoztuk fel a Kondoroson, kiváló kukoricatermő talajon 1976—1980. évek között végzett kukorica-kísérletünk eredményeit. Fontosabb megállapításaink az alábbiak.

1. A teljes kukoricánövény (szem, szár, csutka, gyökér) szárazanyaghozama 18—20 t/ha, amelynek energiaértéke 320—360 ezer MJ. A kukorica a fotoszintetikus aktív sugárzás (PAR) 1,9—2,2 százalékát hasznosította.

2. A kukoricánövény energiájának meghatározására szolgáló közvetett (takarmányértéken alapuló) és közvetlen (az égéshő mérésével megállapított) módszerek eredményei között lényeges különbség nincs.

3. Az ötéves trágyázási kísérlet átlagadatai alapján kukoricánál az adott kísérleti körülmények mellett a növényben található 1 kg nitrogénhez 1317 MJ, 1 kg foszforhoz 578 MJ és 1 kg káliumhoz 154 MJ energia rendelhető.

Irodalom

- [1] AKÓCSI B. et al.: Mezőgazdaságunk fejlesztése az anyag- és energiafelhasználás hatékonyságának tükrében. *Gazdálkodás*. **22**. (8) 17—32. 1978.
- [2] DEBRECZENI I.: A kukoricatermelésre fordított gépi munka energetikai vonatkozásai. *Gazdálkodás*. **27**. (5) 55—58. 1983.
- [3] DEBRECZENI I.: A cukorrépa-termesztésre fordított gépi munka és a teljes terméshozam energetikája. *Cukoripar*. **36**. (3) 92—94. 1983.
- [4] DEBRECZENI I.: A lucernatermelésre fordított gépi munka energetikai vonatkozása. *Gazdálkodás*. **27**. (11) 62—65. 1983.
- [5] DEBRECZENI I. & IZSÁKI Z.: Agrokomplex rendszerű sertéstelepeken a különböző kor- és hasznosítási csoportba tartozó sertések bélsár- és vizeletvizsgálata trágyagazdálkodási nézőpontból. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. **32**. 141—146. 1983.
- [6] DEBRECZENI I. & POSZA I.: A kukorica energetikai hatékonysága különböző trágyakezelések hatására. *Növénytermelés*. **32**. 269—278. 1983.
- [7] DEBRECZENI I., IZSÁKI Z. & PAPP L.: Szántóföldi növények energiataralmának változása trágyakezelések hatására. *Növénytermelés*. **33**. 157—164. 1984.
- [8] HEROLD I.: Takarmányozás. *Mezőgazd. Kiadó*. Budapest, 1977.
- [9] IZSÁKI Z. & DEBRECZENI I.: Különböző adaggal és időpontban végzett higrágyázás hatása a cukorrépatermés mennyiségére és minőségére. *Növénytermelés*. **32**. 355—362. 1983.
- [10] MÁTHÉ I.: Növények, növényegyüttesek produkció vizsgálata különböző környezeti körülmények között. *Agrártud. Közlem.* **30**. 17—36. 1971.
- [11] PAPP, L. B.: Caloric values of the dominant species in an oak forest (*Quercetum petraeae-cerris*) near Síkfőkút, north Hungary. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **21**. 347—352. 1975.
- [12] PIMENTEL, D.: Handbook of energy utilization in agriculture. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 1980.
- [13] PRÉCSÉNYI I.: Szikespusztai rét növényzetének produktivitása. *Akadémiai Kiadó*. Budapest, 1975.

Érkezett: 1984. február 2.

Energetical Evaluation of the Nutrient Content (NPK) of Maize

I. DEBRECZENI

Debrecen University of Agrarian Sciences, Agricultural College, Szarvas (Hungary)

Summary

One of the main tasks of agricultural research is to get a detailed knowledge of those biological and technical—energetical processes that play an important role in plant production. Maize, on the basis of both its yield and the extent of the area on which it is grown, is a very important crop in Hungary, therefore it is essential to throw light on the energetical aspects of maize production.

The present paper is concerned with the energetical evaluation of the results of a five-year maize experiment conducted at Kondoros (Hungary) on a soil excellent for maize cultivation, in the years 1976—1980. It was found that:

1. The total dry matter yield of maize (corn, stalk, cob and roots) varied between 18—20 t/ha, the energetical value of which amounted to 320,000—360,000 MJ. Maize plants utilized 1.9 to 2.2 per cent of PAR (photosynthetically active radiation).

2. There is no essential difference between the data obtained either with the indirect method (based on the feeding value) used for the determination of energy in maize plants, or with the direct one (measuring combustion heat).

3. On the basis of the average values obtained under the given experimental conditions 1 kg each of N, P and K in maize plants corresponds to 1317, 578 and 154 MJ of energy, respectively.

Table 1. The amounts of NPK active agents applied in the treatments, on the average of 5 years, kg/ha (Kondoros, 1976—1980). (1) Treatments: 1. Control; 6. 100 m³ of slurry. 7. 200 m³ of slurry. 8. 400 m³ of slurry. (2) Element. (3) In the roots of the preceding crop. (4) In the fertilizer. (5) In the slurry. (6) Total. Remark: 2/3 of N was applied in the fall, the rest in the spring. * in the fall, incorporated into the soil; **1/2 of the dose incorporated into the soil in the fall, the other half sprayed on the plants in May.

Table 2. Dry matter content of the total maize yield on the average of 5 years, t/ha (1976—1980). (1) Treatments: for 1—8. see Table 1. a) C. D. values at 5%. (2) Grain. (3) Stalk. (4) Cob. (5) Root. (6) Total.

Table 3. The feeding value of grain and stalk (maize var. United 530 SC/598), g/1000 g dry matter (1980). (1) Fodder components: a) crude protein; b) crude vegetable fat; c) crude fiber; d) N-free extractable matter; e) ash. (2) Treatments: for 1—8. see Table 1. A. Grain. B. Stalk.

Table 4. Feeding value of the total maize yield and the energy output calculated on its basis (on the average of 5 years, 1976—1980). (1) Treatments: for 1—8. see Table 1. (2) Amount in the total yield, kg/ha. (3) Energy equivalent of the total yield, MJ/ha. (4) Crude protein. (5) Crude vegetable fat. (6) Crude fiber. (7) N-free extractable matter. (8) Ash. (9) Total. Remark: the energy equivalent of the feeding value was calculated according to NEHRING (cit. in [8]) — crude protein: 23,865 J/g; crude vegetable fat: 39,775; crude fiber: 17,459 J/g; N-free extractable matter: 17,513 J/g.

Table 5. NPK content of the total maize yield (1976—1980). (1) Treatments: for 1—8. see Table 1. (2) Element. (3) Nutrient content in the yield, kg/ha. (4) Average.

Table 6. Energy equivalent of the total maize yield (1976—1980). (1) Treatments: for 1—8. see Table 1. (2) Energy equivalent, MJ/ha. (3) Average.

Table 7. Energy output corresponding to 1 kg NPK in the total maize yield (1976—1980). (1) Treatments: for 1—8. see Table 1. (2) Element. (3) Energy output corresponding to 1 kg NPK, MJ/ha. (4) Average.

Energetische Bewertung der im Mais befindlichen Pflanzennährstoffe (NPK)

I. DEBRECZENI

Landwirtschaftliche Hochschule als Fakultät der Agrarwissenschaftlichen Universität zu Debrecen, Szarvas (Ungarn)

Zusammenfassung

Die Aufschliessung der biologischen und technisch-energetischen Vorgänge, die bei der Herstellung von pflanzlichen Produkten in der Landwirtschaft eine Rolle spielen, bildet eine wichtige Aufgabe für die Forschungsarbeit auf dem Gebiete der Pflanzenzucht. Das biologische Produkt und das Verhältnis der Anbaufläche gemeinsam in Betracht gezogen, ist die Untersuchung der energetischen Frage der Maisproduktion die wichtigste in Ungarn.

Die Ergebnisse der in den Jahren 1976—1980 auf einem für Mais ausgezeichneten geeigneten Boden durchgeführten Feldversuche in Kondoros wurden in dieser Arbeit vom energetischen Standpunkt aus bearbeitet. Die wichtigsten Ergebnisse sind die folgenden:

1. Der Trockensubstanzertrag der Maispflanze (Körner, Stengel, Spindel, Wurzeln) betrug pro Hektar 18—20 Tonnen, der energetische Wert dieser Pflanzenmenge 320 000—

—360 000 MJ. Der Mais verwendete 1,9—2,2% der photosynthetisch verwertbaren aktiven Strahlung (PAR).

2. Es besteht zwischen den Resultaten der direkten (auf dem Futterwert beruhenden) und der indirekten (durch Feststellung der Verbrennungswärme bestimmten), zur Bestimmung des Energiegehaltes der Maispflanzen dienenden Methode kein wesentlicher Unterschied.

3. Aufgrund der Durchschnittsangaben des fünf Jahre dauernden Düngungsversuches konnte beim Mais — unter den gegebenen Versuchsverhältnissen — zu dem in der Pflanze auffindbaren 1 kg Stickstoff 1317 MJ, zu 1 kg Phosphor 578 MJ und zu 1 kg Kalium 154 MJ Energie zugeordnet werden.

Tab. 1. Die mit dem Dünger der Pflanze zugeführte NPK-Menge je Düngungsvariante, im Mittel von 5 Jahren, kg/ha (Kondoros, 1976—1980). (1) Varianten: 1. Kontrolle (ungedüngt); 6. 100 m³ Gülle; 7. 200 m³ Gülle; 8. 400 m³ Gülle. (2) Nährstoff. (3) In den Wurzeln der Vorfrucht. (4) Im Mineraldünger. (5) In der Gülle. (6) Insgesamt. Bemerkung: 2/3 des N-Mineraldüngers wurden im Herbst, 1/3 im Frühjahr ausgebracht. *im Herbst, in den Boden gearbeitet; **die erste Hälfte der Düngergabe im Herbst in den Boden gearbeitet, die andere Hälfte im Mai auf die Pflanzen gespritzt.

Tab. 2. Trockensubstanzgehalt des gesamten Maisertrages im Mittel von 5 Jahren, t/ha (1976—1980). (1) Bezeichnung der Variante, a) GD_{5%}. (2) Körner. (3) Stengel. (4) Spindeln. (5) Wurzeln. (6) Insgesamt.

Tab. 3. Futterwert der Körner und Stengel der Maissorte „United 530 SC/598“, g/1000 g Trockensubstanz (1980). (1) Bestandteile des Futters. a) Rohprotein; b) Rohes Fett; c) Rohfasern; d) N-freie, extrahierbare Stoffe; e) Asche. (2) Bezeichnung der Variante. A. Maiskörner. B. Maisstengel.

Tab. 4. Futterwert der gesamten Pflanzenproduktion des Maises und die daraus berechnete Energie (Mittelwert der Jahre 1976—1980). (1) Bezeichnung der Variante. (2) Gesamtmenge des Ertrages, kg/ha. (3) Energiewert des gesamten Ertrages, MJ/ha. (4) Rohprotein. (5) Rohfett. (6) Rohfasern. (7) N-freie, extrahierbare Stoffe. (8) Asche. (9) Insgesamt. Bemerkung: Die Umrechnung des Futterwertes in Energie geschah nach den Angaben von NEHRING (cit. in [8]): Rohprotein 23 865; Rohfett: 39 775; Rohfasern 17 459; N-freie, extrahierbare Stoffe: 17 513 J/g.

Tab. 5. NPK-Gehalt des gesamten Ernteertrages von Mais (1976—1980). (1) Bezeichnung der Variante. (2) Nährstoff. (3) Nährstoffe im gesamten Ernteertrag, kg/ha. (4) Mittelwert.

Tab. 6. Energiewert des gesamten Ernteertrages von Mais (1976—1980). (1) Bezeichnung der Variante. (2) Energiewert, MJ/ha. (3) Mittelwert.

Tab. 7. In dem gesamten Ernteertrag des Maises befindliche 1 kg NPK und der dazu geordnete Energiewert (1976—1980). (1) Bezeichnung der Variante. (2) Nährstoff. (3) Zu 1 kg NPK zugeordnete Energie, MJ/ha. (4) Mittelwert.

Энергетическая оценка растительных питательных веществ (NPK) содержащихся в кукурузе

И. ДЕБРЕЦЕНИ

Дебреценский Аграрный Университет, Сельскохозяйственное Отделение, Сарваш (Венгрия)

Резюме

Описание биологических и технико-энергетических процессов, играющих роль в производстве сельскохозяйственных продуктов, является весьма важной задачей научных исследований в области растениеводства. В Венгрии, рассматривая вместе

биологическую продукцию и соотношение посевных площадей, изучение энергетического вопроса производства кукурузы является наиболее важным.

В ходе работы с точки зрения энергетики обработали результаты опытов, проведенных в 1976—1980 гг. в Кондорше с кукурузой выращиваемой на высоко плодородных почвах. Полученные результаты показали следующее:

1. Общий урожай сухого вещества целого растения кукурузы (зерно, стебель, початок, корни) 18—20 т/га, что составляет 320 000—360 000 МДж. энергии. Кукуруза использует 1,9—2,2% фотосинтетически активной энергии (РАР).

2. Между косвенными (базирующимися на кормовой ценности) и прямыми (измерение теплоты сгорания) методами определения энергии в кукурузе значительных расхождений не установлено.

3. На основе средних данных пятилетнего опыта по внесению удобрений можно сказать, что в данных условиях опыта к 1 кг азота находящегося в кукурузе относится 1317 МДж энергии, к 1 кг фосфора — 578 МДж и к 1 кг калия 154 МДж энергии.

Табл. 1. Количество питательных элементов (НРК) по отдельным вариантам, внесенных в среднем за пять лет под кукурузу вместе с удобрениями, кг/га (Кондорш, 1976—1980). (1) Варианты: 1. Контроль. 6. 100 м³ жидкого удобрения; 7. 200 м³ жидкого удобрения; 8. 400 м³ жидкого удобрения. (2) Элемент. (3) В корнях предшественника. (4) В минеральном удобрении. (5) В жидком удобрении. (6) Всего. Примечание: 2/3 часть азотных удобрений внесли осенью, 1/3 часть весной. * осенью, заделка в почву; ** 1/2 часть дозы азотных минеральных удобрений осенью при заделке в почву, 1/2 часть в мас при опрыскивании растений.

Табл. 2. Урожай сухого вещества в пересчете на весь урожай кукурузы, в среднем за пять лет, т/га (1976—1980). (1) Обозначение варианта. а) СНР_{5%}. (2) Зерно. (3) Стебель. (4) Початок. (5) Корень. (6) Всего.

Табл. 3. Кормовая ценность зерна и стеблей кукурузы Инайтед 530 ЩЦ/598, г/100 г сухого вещества (1980). (1) Составные кормовые элементы. а) Сырой белок; б) Сырой жир; в) Сырая клетчатка; д) Безазотистое экстрагируемое вещество; е) Зола. (2) Обозначение варианта. А. Зерно кукурузы. В. Стебли кукурузы.

Табл. 4. Кормовая ценность общего урожая кукурузы и энергия, рассчитанная на основе этого (1976—1980 гг., среднее) (1) Обозначение варианта. (2) Содержание в общем урожае кукурузы, кг/га. (3) Энергия в общем урожае кукурузы, МДж/га. (4) Сырой белок. (5) Сырой жир. (6) Сырая клетчатка. (7) Безазотистое экстрагируемое вещество. (8) Зола. (9) Всего. Примечание: Пересчет кормовой ценности на энергию вели с данными Нехринг (цит. в [8]) сырой белок: 23 865, сырой жир: 39 775, сырая клетчатка: 17 459, безазотистое экстрагируемое вещество: 17 513 Дж/г.

Табл. 5. Содержание азота, фосфора и калия в общем урожае кукурузы (1976—1980). (1) Обозначение варианта. (2) Элемент. (3) Питательные вещества находящиеся в урожае кукурузы, кг/га. (4) Среднее.

Табл. 6. Энергия содержащаяся в общем урожае кукурузы (1976—1980). (1) Обозначение варианта. (2) Энергия, МДж/га. (3) Среднее.

Табл. 7. Энергия относящаяся к 1 кг азота, фосфора и калия, содержащихся в общем урожае кукурузы (1976—1980). (1) Обозначение варианта. (2) Элемент. (3) Энергия относящаяся к 1 кг азота, фосфора и калия, МДж/га. (4) Среднее.