

Az őszi búza és a kukorica műtrágyázás hatásának vizsgálata tartamkísérletben (1960—1967)

I. Szemterméseredmények

LATKOVICS GYÖRGYNÉ és KRÁMER MIHÁLY

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A kukorica vegyszeres gyomirtásának meghonosodásával egyre nagyobb területeken fordul elő, hogy a kukoricát, illetve a búzát több évig kell saját maguk után vetni. Az itt alkalmazandó műtrágya adagok és arányok megállapítására az ország több helyén állítottunk be kisparcellás tartamkísérleteket [2, 3]. Ezek közül az egyik legrégebbi a Pesthidegkúton régóta nem trágyázott tápanyagszegény talajon beállított több tényezőző kísérlet. Ennek első 8 évi eredményeit kívánjuk az alábbiakban összefoglalni.

A kísérletek ismertetése

A kísérletet 1959 őszén, tanácsi tartalékterületeken, erősen gyomos kukorica után kezdtük meg. Feltételezhetően itt évtizedek óta sem rendszeres trágyázás, sem pillangós termesztés nem folyt. A kísérlet talaja barna erdőtalaj. A 0—20 cm-es szántott szint közepesen kötött, cserepedésre hajlamos. Jellemző vizsgálati adatai: pH (H₂O) 6,2; pH (KCl) 5,9; y₁ 6,3; hy₁ 1,7; humusz % 1,3. Egner—Riehm szerint kettős Ca-laktát oldattal kivonható P₂O₅-tartalma 2—3; K₂O-tartalma 6—7 mg% volt a kísérlet beállításakor. A kísérletben a N-t és a P-t 3, a K-t 2 szinten alkalmaztuk (4. táblázat). A 3 × 3 × 2 faktoriális kísérletet 6 × 7 = 42 m²-es parcellákon négyszeres ismétlésben állítottuk be. COCHRAN és COX [1] nyomán az NP és az NPK kölcsönhatásokat részlegesen kevertük. A terméseket — 0,75—1,0 m-es szegélyt elhagyva — 20—25 m² területen állapítottuk meg. A szem- és melléktermések értékelése mellett, az ezekből vett mintákban az összes N, P és K-tartalmat meghatároztuk és így a termésekkel kivont tápanyagmennyiségeket, illetve ezek alapján az alkalmazott műtrágyahatóanyagok érvényesülési százalékát is kiszámíthattuk. Emellett megállapítottuk az egyes parcellák talajának 0—20 cm-es szintjében a könnyen felvehető P és K tartalmak alakulását is. Ebben a közleményünkben a N, P, K adagok és kombinációik szemtermésekre gyakorolt hatását ismertetjük.

Az alkalmazott növényfajtákra, a vetésre és a betakarításra vonatkozó adatokat az 1. táblázatban közöljük. A műtrágyák közül a P-t és a K-t, valamint az N-felét ősszel a 20—25 cm mély szántás előtt szórtuk ki, míg az N-adag második felét a kalászosokra fejtrágyaként, a kukoricánál a vetés

1. táblázat

A kísérlet főbb agrotechnikai adatai

(1) Év	(2) Növény	(3) Fajta	(4) Tőszám db/m ² (vetéskor)	(5) Vetés	(6) Betakarítás
				időpontja	
1959/60	a) tavaszi árpa	M.F.B. 102	560	IV. 3	VII. 7
1960/61	b) őszi búza	Bez. 4	560	IX. 29	VI. 30
1961/62	c) kukorica	Mv 40	4	V. 19	X. 15
1962/63	c) kukorica	Mv 40	4	V. 7	X. 4—7
1963/64	e) kukorica	Mv 40	4	IV. 22	X. 17—19
1964/65	c) kukorica	Mv 40	4	V. 10	X. 18—21
1965/66	b) őszi búza	Bez. 1	640	X. 29	VII. 14
1966/67	b) őszi búza	Bez. 1	640	X. 19	VII. 26

d) A kukorica tenyésztterülete 80×30 cm volt.

e) Műtrágyázás: P-t, K-t és az N felét ősszel szántás előtt, a N másik felét tavasszal fejtrágyaként (ill. vetés előtt) szórtuk ki.

előtt alkalmaztuk. Ez alól csak az első kísérleti év volt kivétel, mert a talaj szántására csak koratavasszal kerülhetett sor és így kalászos jelzőnövénynek kivételesen tavaszi árpát kellett választanunk.

A kísérlet eddigi 8 évének meteorológiai viszonyait az 1. ábrán, illetve a 2. táblázatban foglaltuk össze. A természetett növények számára különösen az 1962. év volt kedvezőtlen, mert az elkésett vetés miatt az amúgy is gyenge növényállományt a címerhányás és a szemfejlődés idejében a szárazság erősen károsította. Különb, mint ahogy a 2. ábrán látható, megfelelő N, P, K műtrágyázás esetében a szemtermés az évek során eléggé kiegyenlített volt és növekvő tendenciát mutatott.

Az eredmények megbeszélése

Az egyes kísérleti években N₁, valamint N₂ szinteken, valamint a műtrágyázatlan kontroll parcellákon K jelenlétében, illetve K nélkül kapott szemterméseredményeket a 2. ábrán foglaltuk össze (a szignifikáns szemtermés-

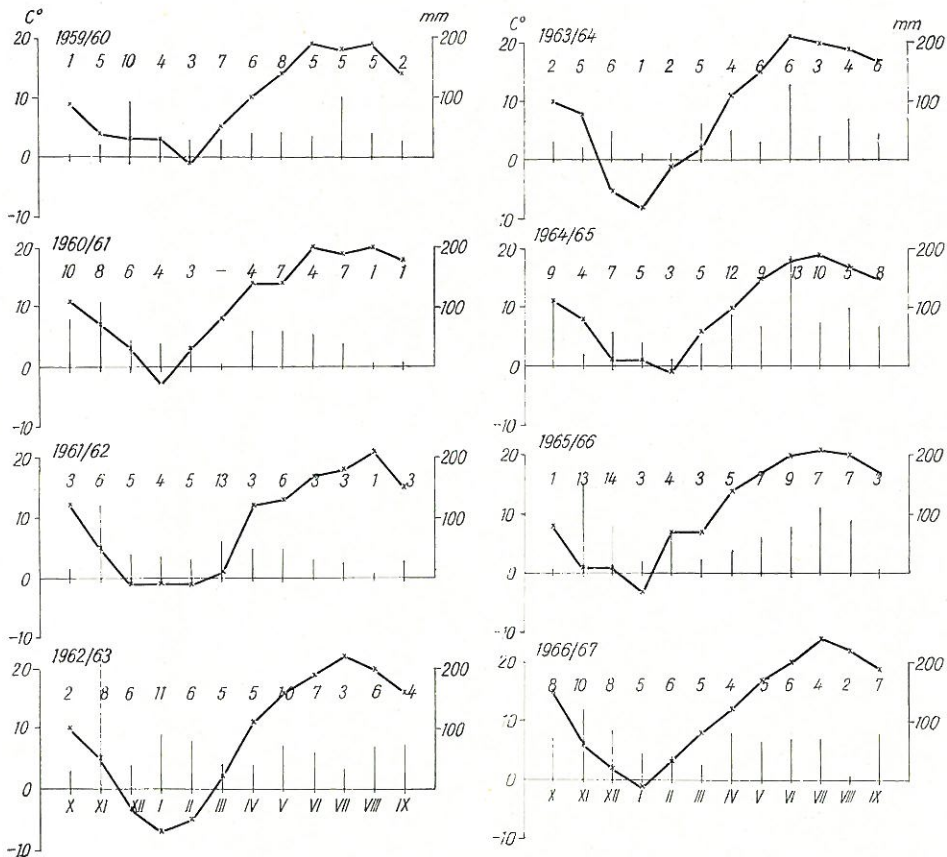
2. táblázat

A pesthidegkúti kísérleti telep főbb időjárás adatai

Megnevezés	1959/60	1960/61	1961/62	1962/63	1963/64	1964/65	1965/66	1966/67
a) Középhőmérséklet (C°)								
téli félév	3,7	4,8	2,6	0,3	1,0	4,2	3,5	5,5
nyári félév	15,6	17,5	16,0	17,3	17,1	15,6	18,1	18,9
évi átlag	9,8	11,2	9,3	8,9	9,1	10,0	10,8	12,2
b) Csapadékösszeg (mm)								
téli félév	207	309	310	500	175	282	322	383
nyári félév	279	224	193	346	369	585	398	365
összesen	486	533	503	846	544	867	720	748

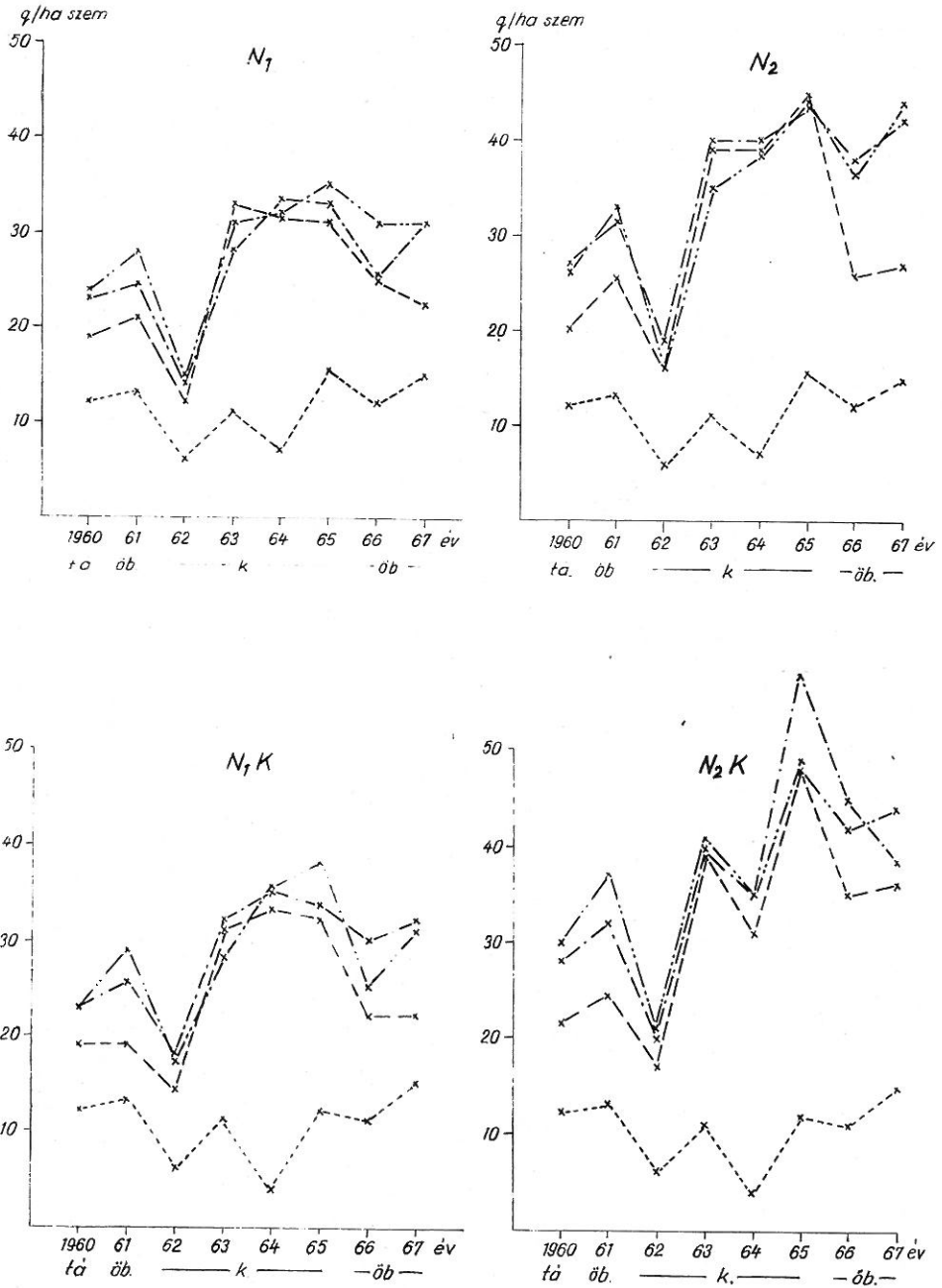
többletet egyik évben sem adó N-nélküli P és K kombinációk eredményeit egyszerűség kedvéért az ábrán elhagytuk). Az egyes években tapasztalt műtrágyahatások alapján a kísérleti növények szerint csoportosíthatók. Míg a kalászosoknál a N-mellett adott P is érvényesült, a kukorica esetében csak a 4 éves monokultúra utolsó évében volt P-hatás, K-hatást 1965-től kezdve főleg N₂ mellett tapasztalhattunk. Az önmagában adott N₂ az N₁ hatásához viszonyítva az utolsó 2 évben a búzánál további szemtermésnövekedést nem eredményezett, míg az előző évek kukorica szemtermését jelentősen növelte. A N₂K viszont a N₁K hatásához képest a búzánál és a kukoricánál is egyaránt jelentős további többletet adott.

A 2. ábrából az is kitűnik, hogy a nem szervestrágyázott, gabonatermesztéssel hasznosított talajon a N₂P₁, illetve a N₂P₁K kezelések egyenletesen nagy szemtermést biztosítottak. Az utolsó 5 évben 10% körüli ingadozással a szemtermés 40 q/ha körüli, míg a trágyázatlan, illetve csak foszforral és káliummal műtrágyázott parcellák szemtermése 6–16 q/ha között volt.



1. ábra

A pesthidegkúti kísérleti telep havi középhőmérsékletei (görbe vonal), csapadékösszegai (oszlopok) és a 2 mm-nél nagyobb csapadékú napok száma havonként



2. ábra

Az egyes évek szentterméseredményei N-szintenként, illetve K-szintenként csoportosítva.
 - - - N és P nélkül (∅ és K kezelés), - - - N (P-nélkül), - · - NP₁, · · · NP₂;
 tá = tavaszi árpa, öb = őszi búza, k = kukorica

3. táblázat

A pesthidegkúti $3 \times 3 \times 2$ faktoriális NPK műtrágyázási kísérlet összesített variancia táblázatának sémája a szignifikanciák megjelölésével

(1) Tényezők	FG	(2) Tavaszi árpa, őszii búza 1960—61	(3) Kukorica 1962—65	(4) Őszii búza 1966—67
a) Összes	71			
b) Ismétlés	3			
c) Kezelés	17	× × ×	× × ×	× × ×
N	2	× × ×	× × ×	× × ×
L	1	× × ×	× × ×	× × ×
Q	1	× × ×	× × ×	—
P	2	× × ×	× × ×	× × ×
L	1	× × ×	—	× × ×
Q	1	× ×	—	× × ×
K	1	—	—	—
N × P	4	× ×	—	+
N _L × P _Q	1	× × ×	—	× × ×
d) Eltérés	3	—	—	—
K × N	2	—	—	× ×
K × N _L	1	—	+	× ×
K × N _Q	1	—	—	—
K × P	2	—	—	—
K × P _L	1	—	—	—
K × P _Q	1	—	+	—
K × N × P	4	—	—	—
K × N _L × P _L	1	—	—	—
d) Eltérés	3	—	—	—
e) Hiba MQ szem q/ha/év	51	6,01	8,29	10,47

Szignifikancia szintje: × × × : P = 0,1%; × × : P = 1%; × : P = 5% + : P = 10%;
— : nem szignifikáns.

A továbbiakban a kísérleti helyre általánosan érvényes törvényszerűségek megállapítására a 8 kísérleti évet a növények szerint 3 szakaszra bontottuk. Ezek: 1960—61 2 kalászos kísérlete, 1962—65 között a 4 éves egymásután következő kukorica és 1966—67 2 őszi búza kísérlete.

A 3. táblázatban a $3 \times 3 \times 2$ faktoriális kísérletek variancia táblázatainak sémáját közöljük, feltüntetve az egyszerű hatások, illetve kölcsönhatások szignifikanciáját. A N-hatás valamennyi kísérleti szakaszban szignifikáns volt. A P csak a kalászosoknál adott szignifikáns terméstartalmat, míg a kezelések átlagában a K egyik szakaszban sem bizonyult szignifikánsnak. A kvadratus hatás nitrogénnél az első két szakaszban, míg a foszfornál mindkét kalászos szakaszban szignifikáns volt, tehát ekkor a hatóanyag-adagok növelésével a szemterméstartalmak nem voltak arányosak, a fajlagos hatékonyságuk csökkent. A kalászosok esetében szignifikáns a N × P; az utolsó 2 évben pedig az N × K kölcsönhatás is, a nagyobb N-adag szignifikánsan jobban érvényesült, NP, NK, illetve NPK kombinációban, mint önmagában.

A kísérleti növények és időszakok átlagában a szemtermésadatokat a 4. táblázat, a szignifikáns műtrágyahatások számszerű értékeit az 5. táblázat,

4. táblázat

A kísérlet szemterméseredményei q/ha/év (86% sz. a.)

(1) Időszak	(2) Növény	(3) N szint	(3) P szint						(4) SzD _{0,010}
			0		1		2		
			+O	+K	+O	+K	+O	+K	
1960—61	a) tavaszi árpa	0	12,5	12,3	13,8	15,5	14,1	14,1	3,5
	b) őszi búza	1	19,8	19,1	23,8	24,4	25,7	26,0	
		2	23,0	23,0	29,3	30,0	29,5	33,5	
1962—65	c) kukorica	0	9,9	8,0	8,4	10,1	12,5	8,6	4,1
		1	27,0	27,4	27,1	29,7	28,3	29,5	
		2	34,7	34,3	35,4	38,2	33,7	36,3	
1966—67	b) őszi búza	0	13,4	13,0	16,7	16,0	15,6	15,0	4,6
		1	24,0	22,1	28,3	31,0	31,2	28,3	
		2	26,8	35,8	39,7	41,9	40,4	43,1	

d) Átlagos évi műtrágyaadagok; N, ill. P₂O₅, ill. K₂O kg/ha

	N ₁	N ₂	P ₁	P ₂	K
1960—61	55	100	42	95	50
1962—65	60	120	60	120	60
1966—67	60	120	30	60	45

5. táblázat

Műtrágyahatások q/ha szem (86% sz. a.)

(1) Növény	(2) Időszak	(3) Kezelés	(4) A K ill. P kezelések átlagai			(5) SzD _{0,010}
a) Tavaszi árpa	1960—61		P ₀	P ₄₂	P ₉₅	2,5
b) Őszi búza		N ₀	—	2,2	1,7	
		N ₅₅	7,0	11,7	13,4	
		N ₁₀₀	10,6	17,1	19,1	
c) Kukorica	1962—65		K ₀	K ₆₀		2,4
		N ₀	—	-1,4		
		N ₆₀	17,2	18,6		
		N ₁₂₀	24,3	26,0		
b) Őszi búza	1966—67		P ₀	P ₃₀	P ₆₀	3,2
		N ₀	—	3,2	2,1	
		N ₆₀	9,8	16,5	16,5	
		N ₁₂₀	18,1	27,6	28,6	
			K ₀	K ₄₅		2,7
		N ₀	—	-0,5		
		N ₆₀	12,6	11,9		
		N ₁₂₀	20,4	25,1		

6. táblázat
1 kg műtrágyahatóanyagra jutó szemterméstöbbletek (kg)

(1) Növény	(2) Időszak	(3) Kezelés	(4) A K ill. P kezelések átlaga			(5) SzD _s %
a) Tavaszi árpa	1960—61		P ₀	P ₄₂	P ₉₅	
b) Őszi búza		N ₅₅ - N ₀	12,7	17,3	21,3	6,3
		N ₁₀₀ - N ₅₅	8,0	12,2	12,7	7,7
		P ₄₂ - P ₀	5,2	11,2	15,7	8,3
		P ₉₅ - P ₄₂	-0,9	3,2	3,6	6,6
c) Kukorica	1962—65		K ₀	K ₆₀		
		N ₆₀ - N ₀	28,7	28,7		5,6
		N ₁₂₀ - N ₆₀	11,8	12,3		5,6
b) Őszi búza	1966—67		P ₀	P ₃₀	P ₆₀	
		N ₆₀ - N ₀	16,3	22,2	24,0	7,7
		N ₁₂₀ - N ₆₀	13,8	18,5	20,2	7,7
			N ₀	N ₆₀	N ₁₂₀	
		P ₃₀ - P ₀	10,7	22,3	31,7	15,4
		P ₆₀ - P ₃₀	-3,7	0,0	3,3	15,4
			K ₀	K ₄₅		
		N ₆₀ - N ₀	21,0	19,0		6,3
		N ₁₇₀ - N ₆₀	13,0	22,0		6,3
			N ₀	N ₆₀	N ₁₂₀	
	K ₄₅ - K ₀	-1,1	-1,6	10,4	8,4	

egységnyi hatóanyagra jutó részét, azaz a fajlagos hatásokat, a 6. táblázat tartalmazza.

Számításainkban — a varianciatáblázatnak megfelelően — a szignifikáns hatásokat a nemszignifikáns kezelések átlagában vettük figyelembe, hogy ezáltal több adat alapján, tehát pontosabban értékelhessünk.

A táblázatokat összevetve kitűnik, hogy a pesthidegkúti tápanyag-szegény talajon a N és vele együtt kalászosok esetében a P-műtrágya is igen jól érvényesült. A N₅₅P₄₂, illetve N₆₀P₃₀ kezelésekből 1 kg N-re 17—22 kg szemterméstöbblet jutott. A kukorica szemtermését az ugyanilyen szintű N adag (az összes kombinációja átlagában számolva) N-kg-onként 28,7 kg-mal növelte. A N₆₀ (N₅₅)-os adagot N₁₂₀-ra növelve a kísérlet első 6 évében a kalászosoknál és a kukoricánál egyaránt csak 12 kg szemterméstöbbletet kaptunk 1 kg N-hatóanyagra. Az utolsó szakaszban azonban P, illetve K mellett ilyen esetben is 18,5—22,0 kg volt a N fajlagos hatása.

A P-hatását vizsgálva megállapítható, hogy az csak a kalászosoknál N mellett P₄₂, illetve P₃₀ adagig volt eredményes. Különösen jól érvényesült a foszforműtrágyázás a nagy N-műtrágyaadag mellett, a N₁₂₀K₄₅P₃₀ kezelésben az 1 kg P₂O₅-re jutó szemterméstöbblet 31,7 kg volt.

A K-műtrágyázás hatása a kísérlet első éveiben még nem volt kimutatható, az utolsó 2 évben azonban N₁₂₀ mellett a P-kezelések átlagában 1 kg K₂O-ra 10,4 kg szignifikáns szemterméstöbbletet kaptunk.

A kísérletek matematikai statisztikai értékelését Welisch Péter matematikus irányításával Száhm Teréz végezte. Munkájukért ezúton mondunk köszönetet.

Ö s s z e f o g l a l á s

Pesthidegkúton, tápanyagokban szegény, évtizedek óta nem trágyázott területen 1959 év őszen $3 \times 3 \times 2$ faktoriális N, P és K műtrágyázási kísérletet állítottunk be. A kísérletben az első, illetve az utolsó két évben kalászos (1960-ban tavaszi árpa, különben Bezosztája őszi búza), a közbeeső 4 évben pedig Mv 40-es hibridkukorica volt a jelzőnövény.

A kalászosoknál 4 év átlagában a kontroll parcella szemtermése 13,0 q/ha, a kukoricánál pedig 9,9 q/ha volt. Ezt N, P, K-műtrágyázással 38,3, illetve 38,2 q/ha-ra sikerült megnövelni.

Mindkét növénynél, valamennyi évben szignifikáns szemterméstöbbletet kaptunk a N-műtrágyázás hatására.

A P-műtrágyázás N-mellett csak a kalászosoknál volt hatásos.

A K-trágyázás szignifikánsan csak az utolsó két évben, mint N \times K kölcsönhatás mutatkozott meg.

A fajlagos műtrágyahatásokat értékelve megállapítható, hogy az 1 kg N-re jutó szemterméstöbblet a kalászosoknál az első két évben $N_{60(55)}$ adag esetében a K-kezelések átlagában P nélkül 12,7, P_{12} -vel 17,3 és P_{95} -tel 21,3 kg, míg az utolsó 2 évben 16,3, P_{30} mellett 22,2; P_{60} mellett 24,0 kg. A kukorica szemtermését, a P és K kezelések és 4 év átlagában N_{60} -as adag esetében, 1 kg N 28,7 kg-mal növelte.

A N-adagok megduplázásával az első 2 évben a fenti kezelésekben a fajlagos N-hatások 8,0; 12,2, illetve 12,7 kg, az utolsó két évben 13,8; 18,5, illetve 20,2 kg voltak, vagyis ekkor már az NPK kombinációban az N-hatás 120 kg N/ha-ig lineáris volt. A kukoricánál a N-adag további növelése valamennyi kombinációja átlagában 12,3 kg-os fajlagos hatással érvényesült.

A P-műtrágyázás rendszeres évi 30–60 kg P_2O_5 /ha-os adagokban volt eredményes, ennél nagyobb adagok nem növelték már tovább szignifikánsan a kalászosok szemtermését.

I r o d a l o m

- [1] COCHRAN, G. W. & COX, G. M.: Experimental designs. 2. Ed. Wiley, New York—London, 1957.
- [2] KRÁMER, M.: NPK-műtrágyahatások vizsgálata őszi búza-monokultúrában. In: Trágyázási kísérletek (1955—1964). Akad. Kiadó, Budapest. 1967.
- [3] LATKOVICS, Gy.-NÉ: NPK-műtrágyahatások vizsgálata kukorica-monokultúrában. In: Trágyázási Kísérletek (1955—1964). Akad. Kiadó, Budapest. 1967.

Érkezett: 1968. február 29.

Examination of the Effect of Fertilization on Winter Wheat and Maize in a Longterm Experiment

I. Grain yields

I. LATKOVICS and M. KRÁMER

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

Summary

In Pesthidegkút, in the fall of 1959 a $3 \times 3 \times 2$ factorial N, P, K fertilization experiment was set up on a soil poor in nutrients, that had not been fertilized for decades. The indicator plants used in the experiment were cereals in the first and last two years (spring barley in 1960, in the other three years *Bezostaya 1* winter wheat) and Mv hybrid maize in the intervening four years.

In the case of cereals 13.0 q/ha, in that of maize 9.9 q/ha were the grain yields of the control plot in the average of four years. With N, P, K fertilization the yields could be increased to 38.3 and 38.2 q/ha, respectively.

Due to the effect of N fertilization significant grain yield increase was obtained in the case of both plants, every year. Additional P fertilization was effective only in the case of cereals. The effect of K fertilization manifested itself only in the last two years as N \times K interaction.

When evaluating the specific fertilizer effects it may be established that in the case of cereals the grain yield increase corresponding to 1 kg of N (the dose was $N_{60/55}$ that is, when calculated for 1 ha, 60/55 kg N effective agent) was 12.7 kg without P fertilization, 17.3 kg with P_{12} , 21.3 kg with P_{35} in the average of the first two years, while it was 16.3 kg in the average of combinations that had not received P fertilization, 22.2 kg with P_{30} and 24.0 kg with P_{60} . The N_{60} dose increased the grain yield of maize by 28.7 kg/1 kg N effective agent in the average of four years and all combinations. When the N doses were doubled, in the first two years, the specific effects of the additional N were 8.0, 12.2 and 12.7 kg, respectively, in the above combinations, while in the last two years they amounted to 13.8, 18.5 and 20.2 kg, respectively. Then in the NPK combinations the N effect was linear to 120 kg N/ha. In the case of maize the further increase of the N dose resulted in a specific effect bringing about 12.3 kg of yield increase in all combinations.

In the case of cereals, P fertilization was effective when applied in doses of 30—60 kg of P_2O_5 /ha annually. Doses larger than the formers did not result in significant grain yield increase.

Table 1. The most important agrotechnical data of the experiment. (1) Year. (2) Plant. *a*) spring barley, *b*) winter wheat, *c*) maize. (3) Species. (4) Number of stems, piece/m² at sowing. (5) Date of sowing. (6) Date of harvesting. *e*) the size of the plot on which maize was grown was 80 \times 30 cm, *f*) fertilization: the whole doses of P and K fertilizers and half of the dose of N fertilizer were applied before ploughing, in the fall, while the second half of the N dose was given as top-dressing in the spring, or, in the case of maize, it was spread before sowing.

Table 2. The most important meteorological data of the experimental station at Pesthidegkút in the years of the experiment. *a*) mean temperature, winter period, summer period (6—6 months), mean annual temperature, *b*) Rainfall in the winter and summer periods, total.

Table 3. The schema of the summarized variance table of the $3 \times 3 \times 2$ factorial NPK fertilization experiment at Pesthidegkút, with the indication of the significances. (1) Factors, *a*) total, *b*) replication, *c*) treatment, *d*) deviation, *e*) error MQ, grain q/ha/year, (2) Spring barley, winter wheat. (3) Maize. (4) Winter wheat.

Table 4. Grain yields of the experiment, q/ha/year. (1) Period. (2) Plant, *a*) spring barley, *b*) winter wheat, *c*) maize. (3) N and P levels. (4) $SD_5\%$, *d*) average annual fertilizer doses.

Table 5. Fertilizer effects, q grain/with 86% dry matter content). (1) Plant, *a*) spring barley, *b*) winter wheat, *c*) maize. (2) Period. (3) Treatment. (4) The averages of K and P treatments, respectively. (5) $SD_5\%$.

Table 6. Grain yield increases (kg) corresponding to 1 kg fertilizer effective agent. For signs see Table 5.

Figure 1. Monthly mean temperatures, rainfall and the number of days when rainfall exceeded 2 mm at the experimental station.

Figure 2. Grain yields grouped according to the N and K fertilizer levels. ---- \emptyset and K fertilization (without P and N). --- N (without P). - · - · NP₁. - · · - NP₂. tá = spring barely, ób = winter wheat, k = maize.

Studie über die Düngungseffekte bei Weizen bzw. Mais in einem 8jährigen Dauerversuch (1960—67) auf braunem Waldboden

I. Kornertragsresultate

I. LATKOVICS und M. KRÁMER

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Zusammenfassung

Im Herbst des Jahres 1959 wurde auf einem nährstoffarmen, Jahrzehnte lang ungedüngten Schlag in Pesthidegkút ein $3 \times 3 \times 2$ faktorieller NPK-Düngungsversuch eingestellt. Die Versuchspflanzen waren in den ersten und letzten zwei Jahren der untersuchten Periode Halmfrüchte (im Jahre 1960 Sommergerste, insonsten Winterweizen, Sorte Bezostaja—1.) und in den anderen vier Jahren Mais (Hybrid Mv 40).

Der Kornertrag der ungedüngten Parzellen betrug im Durchschnitt der vier Jahre 13,0 dt/ha, bei Weizen und 9,9 dt/ha bei Mais. Durch NPK-Düngung war der Ertrag bis 38,3 bzw. 38,2 dt/ha zu erhöhen.

Als Wirkung der N-Düngung war ein signifikanter Kornmehrertrag bei beiden Pflanzen in allen Jahren festzustellen. Die P-Düngung nebst N-Düngung war nur bei Halmfrüchten wirksam. Eine K-Düngerwirkung war nur in den letzten 2 Jahren und nur als eine N \times K Wechselwirkung nachzuweisen.

Was den auf 1 kg Nährstoff zufallenden Kornmehrertrag (d.h. die spezifische Effektivität) betrifft, ergab die 60/55 kg N-Nährstoff/ha Düngung ohne Phosphorbeigabe einen Wert von 12,7 kg, mit P₄₂ 17,3 kg und mit P₉₅ 21,3 kg im Mittelwert der ersten zwei Jahre, in den letzten zwei Jahren waren die durchschnittlichen Mehrerträge ohne Phosphordüngung 16,3 kg, mit P₃₀ 22,2 kg und P₆₀ 24,0 kg Korn/ 1 kg Stickstoff. Bei Mais fiel auf 1 kg N auf der Stufe 60 kg N/ha durchschnittlich 28,7 kg Kornmehrertrag. Mit der Verdoppelung der N-Dosen gestaltete sich die spezifische Effektivität der weiteren N-Gaben der oben genannten Kombinationen folgender Massen: in den Jahren 1960—61 waren diese Werte 8,0; 12,2; bzw. 12,7 kg, und in den Jahren 1966—67 13,8; 18,5; bzw. 20,2 g Kornmehrertrag pro kg N-Wirkstoff. In dieser letzten Periode war die N-Wirkung schon bis 120 kg N/ha linear. Bei Mais sank aber die spezifische Effektivität mit Steigerung der N-Dosen auf 13 kg Korn/ kg N im Durchschnitt aller ihrer Kombinationen.

Die P-Düngung war bei den Halmfrüchten im Falle der jährlich gegebenen 30—60 kg P₂O₅/ha Dosen erfolgreich, die Verdoppelung der P-Düngergaben brachte keine weiteren signifikanten Mehrerträge mit sich.

Tab. 1. Einige charakteristische Daten über die Agrotechnik des Versuches. (1) Jahr; (2) Pflanze; (a) Sommergerste; (b) Winterweizen; (e) Mais; (3) Sorte; (4) Standdichte bei der Aussaat (Pflanze/m²); (5) Zeitpunkt der Aussaat; (6) Erntezeitpunkt; (d) Standraum des Mais 80 \times 30 cm; (e) Düngung: die ganze P- und K-Düngergabe, sowie die Hälfte der N-Gabe wurde im Herbst vor dem Pflügen, die andere Hälfte der N-Gabe im Frühling als Kopfdüngung, bzw. bei Mais vor der Aussaat angewendet.

Tab. 2. Charakteristische Witterungsangaben des Versuchsortes (Pesthidegkút) in den einzelnen Versuchsjahren. (a) Mitteltemperatur im Winter- bzw. Sommerhalbjahr und im Jahresdurchschnitt; (b) Niederschlagsmenge in denselben Zeitabschnitten.

Tab. 3. Schema der vereinigten Varianztabelle des $3 \times 3 \times 2$ faktoriellen NPK-Düngungsversuches mit Anmerkung der Signifikanzstufen. (1) Faktoren; (a) insgesamt; (b) Wiederholungen; (c) Behandlungen; (d) Abweichung; (e) Fehler MQ (Korn dt/ha pro Jahr); (2) Sommergerste, Winterweizen; (3) Mais; (4) Winterweizen.

Tab. 4. Kornerträge des Versuches dt/ha pro Jahr. (1) Zeitperiode; (2) Pflanze; (a) Sommergerste; (b) Winterweizen; (c) Mais; (3) N-bzw. P-Stufe; (4) GD_{5%}; (d) Düngergaben im Jahresdurchschnitt.

Tab. 5. Düngerwirkung in dt/ha Korn mit 86% Trockensubstanzgehalt. (1) Pflanze; (a) Sommergerste; (b) Winterweizen; (c) Mais; (2) Zeitperiode; (3) Behandlung; (4) Mittelwerte der K- bzw. P-Behandlungen; (5) $GD_{50}\%$.

Tab. 6. Auf 1 kg Düngernährstoff zufallende Kornmehrerträge in kg. Für die Aufschriften s. Tab. 5.

Abb. 1. Mitteltemperaturen, Niederschlagssummen und monatliche Zahl der Tage, an denen der Niederschlag 2 mm überschritt, auf dem Versuchsort Pesthidegkút.

Abb. 2. Die Kornerträge in dem Versuch von Pesthidegkút nach den N- bzw. K-Düngungsstufen gruppiert. - - - Ohne P- und N-Düngung (\emptyset und K-Behandlung); — — — N (ohne P). - · - · - NP₁. - · - · - NP₂. tá = Sommergerste; öb = Winterweizen; k = Mais.

Изучение в длительных опытах влияния минеральных удобрений на урожай озимой пшеницы и кукурузы

I. Урожай зерна

И. ЛАТКОВИЧ и М. КРАМЕР

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

Резюме

Осенью 1958 года в Пештхидекуте, на почве бедной питательными веществами, на территории не получавшей в последние десятилетия никаких удобрений, был заложен $3 \times 3 \times 2$ факториальный опыт по внесению N, P, K-минеральных удобрений. В первые и последние два года опытов подопытными растениями были колосовые (в 1960 году — яровой ячмень, а в другие годы озимая пшеница сорта Безостая 1), в четырех промежуточных годах — гибридная кукуруза Mv-40.

У колосовых в среднем за четыре года на контрольных делянках урожай зерна был 13,0 ц/га, у кукурузы — 9,9 ц/га. Внесением N, P, K-минеральных удобрений урожай соответственно удалось увеличить до 38,3 и 38,2 ц/га.

Для обоих растений во все годы получили достоверные прибавки урожая зерна под влиянием внесения азотных минеральных удобрений. Внесение фосфорных удобрений вместе с азотными было эффективным только для колосовых. Эффективность калийных минеральных удобрений проявлялась только в последние два года, как результат взаимовлияния N \times K.

Оценивая удельную эффективность минеральных удобрений можно установить, что в случае колосовых прибавка урожая, приходящаяся на 1 кг вносимого азота (или 60/55 кг действующих начал азота на 1 га) в среднем в первые два года при внесении N_{60/55} была без внесения фосфора 12,7, с внесением P₄₂ — 17,3 и с внесением P₅₅ — 21,3 кг, в последние два года в вариантах без внесения азота в среднем 16,3, при внесении P₃₀ — 22,2 и при внесении P₆₀ — 24,0 кг. Внесение азота в дозе N₆₀ в среднем из всех комбинаций за 4 года повышало прибавку урожая зерна на 28,7 кг на 1 кг N-действующих начал. При удвоении доз азотных минеральных удобрений в первые два года в вышеуказанных комбинациях удельная эффективность азотных минеральных удобрений была 8,0, 12,2 или 12,7 кг, в последние два года — 13,8, 18,5 или 20,2 кг, в это время в комбинациях NPK эффективность азота была линейной до 120 кг азота на га. У кукурузы дальнейшее увеличение доз вносимых азотных удобрений в среднем из всех комбинаций имело удельную эффективность равную 12,3 кг.

Внесение фосфорных удобрений в случае колосовых культур было эффективным при годовой дозе 30—60 кг P₂O₅ на га, при более высоких дозах достоверных прибавок урожая зерна не наблюдалось.

Табл. 1. Главные агротехнические данные опыта. (1) Год. (2) Растение, а) яровой ячмень, б) озимая пшеница, с) кукуруза. (3) Сорт. (4) Количество растений на м² во время посева. (5) Время посева. (6) Время уборки (д) Площадь питания кукурузы была 80 \times 30 см. е) Внесение удобрений: полные дозы P и K-удобрений, половина азотных удобрений вносились осенью перед вспашкой другая половина — весной в виде подкормки или перед посевом кукурузы в разброс.

Табл. 2. Основные метеорологические данные опорного пункта Пештхидекут в отдельные годы опыта. а) Средние температурные данные за летние и зимние периоды и среднегодовые данные. б) Количество осадков за летние и зимние периоды и всего.

Табл. 3. Обобщенная схема вариационной таблицы пештхидекутского $3 \times 3 \times 2$ вариационного опыта по внесению NPK-минеральных удобрений с обозначениями достоверности. (1) Факторы. а) Всего, б) Повторность, с) Варианты, d) Расхождение, е) Погрешность MQ, зерно ц/га год. (2) Яровой ячмень, озимая пшеница. (3) Кукуруза. (4) Озимая пшеница.

Табл. 4. Данные урожая зерна в ц/га/год. (1) Время года. (2) Растение. а) Яровой ячмень. б) озимая пшеница. с) Кукуруза. (3) Уровень внесения азотных и фосфорных минеральных удобрений. (4) SD 5%. d) Средние годовые дозы минеральных удобрений.

Табл. 5. Влияние минеральных удобрений на урожай зерна в ц/га при 86% содержании сухого вещества. (1) Растение. а) Яровой ячмень. б) Озимая пшеница. с) Кукуруза. (2) Время года. (3) Варианты. (4) Средние данные K- и P-вариантов. (5) Уровень достоверности 5%.

Табл. 6. Прибавка урожая зерна в кг, приходящаяся на 1 кг действующего вещества. Объяснение смотри в таблицах 1,5.

Рис. 1. Средние месячные температурные данные, общее количество осадков и число дней в месяце с количеством осадков выше 2 мм.

Рис. 2. Урожай зерна в отдельные годы опыта в ц/га по уровням N и K. - - - - - Без азота и фосфора (∅ и K варианты) — — Азот (Без P) — . — Азот, фосфор (NP₁) — · — Азот, фосфор (NP₂) tá = Яровой ячмень; öb = озимая пшеница; k = кукуруза.