

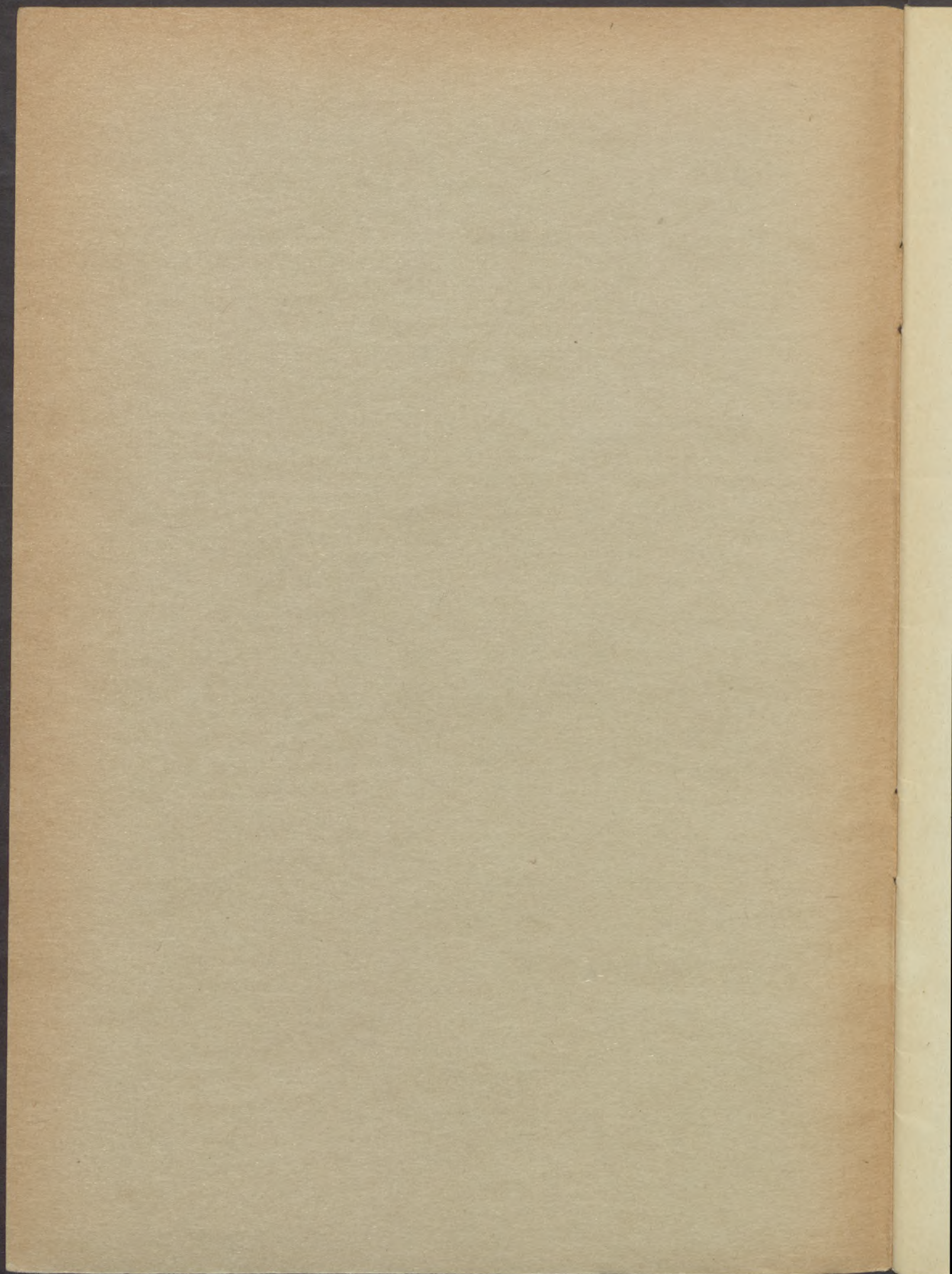
A TALAJ
VÍZGAZDÁLKODÁSÁNAK BEFOLYÁSA
A MŰTRÁGYÁK FIZIOLÓGIAI
HATÁSFOKÁRA

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS
DES WASSERGEHALTES DES BODENS
AUF DEN WIRKUNGSMECHANISMUS
DER DÜNGERSALZE

ÍRTA:
DR. FEHÉR DÁNIEL

*Különlenyomat
az „Öntözésügyi Közlemények”
1941. 2. számából*

B U D A P E S T. 1 9 4 2



A TALAJ
VÍZGAZDÁLKODÁSÁNAK BEFOLYÁSA
A MŰTRÁGYÁK FIZIOLÓGIAI
HATÁSFOKÁRA

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS
DES WASSERGEHALTES DES BODENS
AUF DEN WIRKUNGSMECHANISMUS
DER DÜNGERSALZE

ÍRTA:
DR. FEHÉR DÁNIEL

*Különlenyomat
az „Öntözésügyi Közlemények”
1941. 2. számából*

B U D A P E S T. 1 9 4 2

132588

(R
2)

ORSZ. SZÉCHENYI-KÖNYVTÁR
Növekedésmpló
1942. év 10951 sz.

R
1965

A TALAJ VÍZGAZDÁLKODÁSÁNAK BEFOLYÁSA A MŰTRÁGYÁK FIZIOLÓGIAI HATÁSFOKÁRA.

Irta: Dr. FEHÉR DÁNIEL.

BEVEZETÉS.

Az öntözéses termelés célja és rendeltetése legtöbbször lényegileg abban áll, hogy a termés hozamot emeljük. Csakis a termés hozam emelésével, illetőleg a jövedelmező többtermeléssel lehet az öntözéses termeléshez szükséges nagyobb befektetések és az azzal kapcsolatos egyéb kiadások fedezését, illetőleg fokozatos törlesztését elérni. Mindig szem előtt kell tartanunk azt a körülményt, hogy amikor a termőföldek hozamát növeljük és annak termőképességét mesterséges vízgazdálkodással optimális fokra emeljük, akkor természetesen a többtermelés a talaj rendelkezésünkre álló tápanyag tőkéjét is fokozatosan igénybe veszi. Bár a tápanyagtőkének egy részét a helyesen fenntartott talajélet és ennek kedvező hatása részben pótolni tudja, amennyiben a nehezen oldható szerves tápanyagokat is bizonyos fokig mozgósíthatja, illetőleg könnyen oldódó és így a növények számára felvehető állapotba hozhatja, mégis ugyanakkor gondoskodnunk kell arról is, hogy a még fennmaradó hiányokat az istálló trágyázás vagy zöldtrágyázás mellett megfelelő tápsók adagolásával pótoljuk.

Az elmúlt évek folyamán ismételtelen rámutathattunk ezirányú vizsgálataink alapján arra a tényre (1, 2), hogy a talajok kedvező, optimális vízzel való telítettsége esetén e téren a talajélet megfelelő adottságai is rendelkezésünkre állanak. Gazdasági növényeink általában és nagy vonásokban a termőtalaj vízbefogadóképességének optimális telítettségi fokával szemben megközelítőleg majdnem ugyanazokat az igényeket támasztják, mint a talajt benépesítő mikroszervezetek (3). Az eddigi kutatásaink tehát e téren is kiemelték a talaj helyesen szabályozott vízgazdálkodásának a talajéletre és azon keresztül az elhasznált tápsók biológiai úton való pótlására gyakorolt jelentőségét.

E kutatásainkkal kapcsolatosan azonban természetesen különös gondot kell fordítanunk annak a kivizsgálására is, hogy az öntözéses gazdálkodás folyamán elhasznált szerves tápsóknak műtrágyázás útján való pótlása és ezeknek gazdasági növényeink részéről végbemenő hasznosítása milyen mértékben van összefüggésben talajaink megfelelően szabályozott és kedvező vízháztartásával. E vizsgálatok célja elsősorban abban állott, hogy felkutassuk azokat az összefüggéseket, amelyek a különböző trágyaszerek élettani hatásfoka és a talaj vízbefogadóképességének különböző telítettségi foka között fennállanak.

A kérdés behatóbb vizsgálatának az öntözéses gazdálkodás keretein túlmenő jelentősége is van. Ha ezt a problémát kielégítőleg meg tudjuk oldani és itt az alap-

vető összefüggéseket meg tudjuk találni, ezáltal értékes felvilágosításokat kaphatunk még arra vonatkozólag is, hogy az időjárási viszonyok és ezzel kapcsolatosan a talaj víztartalmának a változásai milyen befolyást gyakorolnak a száraz gazdálkodásra berendezett üzemeknél alkalmazott műtrágyák hatásfokára.

Nyomatékosan szeretnék itt rámutatni arra a körülményre, hogy a vízhatás vizsgálatánál, különösen akkor, ha ennek a növények fejlődésére és terméshozamára gyakorolt befolyását vesszük szemügyre, természetesen a hőmérséklet szerepét is gondosan figyelembe kell vennünk. Az e téren végzett laboratóriumi és tenyészedény kísérletek eredményeit csak akkor fogjuk tudni a gyakorlati élet számára kiértékelni, ha a hőmérséklet szerepét is mindig tekintetbe vesszük. Ha ezt elmulasztjuk, úgy megtörténhetik, hogy elméleti irányú kísérleteink eredményeit a szabadföldi növénytermelés terméshozamával nem tudjuk majd szabatosan összeegyeztetni.

A hőmérséklet és a víz, a természetnek azon fontos tényezői közé tartoznak, amelyek a növényi élet szabályozásánál és befolyásánál nemcsak mindig jelen vannak, hanem egymást kölcsönösen befolyásolják. A kettőt egymástól tulajdonképpen alig lehet elválasztani, vagy ha az egyiket, vagy a másikat külön-külön vizsgáljuk, természetesen a kettő kölcsönhatását is mindig figyelembe kell vennünk.

Ezirányban beható vizsgálatokat és tenyészedény-kísérleteket végeztünk, amelyeknek eredményeit más helyen már részletesen közöltük (1, 2, 3, 4, 11). Az eddigi kutatások világosan beigazolták, hogy e két tényező kölcsönös összhatását kellően csak akkor tudjuk figyelembe venni, ha ezek mennyiségbeli értékeinek szorzatát képezzük és ezt hozzuk azután összefüggésbe a növények növekedési jelenségeivel.

Így vezettük le az elmúlt években az úgynevezett *R*-törvényt,¹ amely lényegileg azt mondja, hogy a víz és hőmérséklet értékeinek összeszorzásából keletkezett tényező növelése a terméshozamot mindaddig emelni fogja, amíg ezek az összetett élettani erőhatást alkotó tényezők optimális határértékeiken belül maradnak. Ha e határértékeket a két tényező valamelyike, vagy mind a kettő meghaladta, a belőlük eredő összetett erőhatás már nem se-kentőleg, hanem gátlólag fog hatni. Arra is rámutattam az eddigiek folyamán, hogy a hőmérsékletet talajművelési és termelési eljárásainkkal alig, vagy egyáltalában nem tudjuk szabályozni. Legfeljebb a talajművelés jut néha abba a helyzetbe, hogy a talaj hőmérsékletére bizonyos fokú befolyást gyakorolhasson. Egyébként azonban a levegőnek az asszimilációt és ezen keresztül a terméshozamot olyan döntően befolyásoló hőmérsékletével, mint természeti adottsággal kell számolnunk, amelynek ingadozásait és időbeli lefolyását véges emberi erőnkkel lényegesen ma még befolyásolni nem tudjuk.

Egész más elbírálás alá esik ebből a szempontból a vízhatás, mert éppen az öntözéses termelés bizonyult már évezredek óta olyan gazdasági eszköznek, amellyel talajaink víztartalmát és ezzel ezeknek termőképességét meglehetősen tág határok között és bizonyos fokig, különösen száraz éghajlat alatt tudatosan és szabatosan befolyásolni tudjuk. Éppen ezért lesz most már olyan nagy jelentősége ama körülménynek, hogy a talaj vízgazdálkodásának szabályozásával hogyan és milyen mértékben tudjuk a termőtalajaink tápanyagainak pótlására adagolt tápsók hatásfokát is befolyásolni.

¹ Az *R* betűvel való megjelölés az eredőhatás latin nevéből (*Resultans*) származik.

Vizsgálati módszereink.

E kutatásainknál, mint már említettem, tenyészedeny-kísérleteket végeztünk. Tápanyaggal gondosan összekevert, szervesetlen tápsókban szegény homoktalajt vettünk, amelynek kémhatása $pH = 6.31$ és 6.50 , vezetőképessége $= 14.10 \times 10^{-5}$ és max. vízkapacitása 21% voltak. Meghatároztuk ezenfelül a kísérleti talajnak a mésztartalmát, humusztartalmát, továbbá ennek összes nitrogén és nitrát-tartalmát és végül a benne rendelkezésre álló könnyen oldható foszfor és kálisók mennyiségét. A kémhatást elektrometrikus úton, az ismert chinhydron elektródával, a vezetőképességet Wheatstone-híddal, a humusztartalmat a káliumbichromatos módszerrel és elektromos égetéssel, a vízkapacitást pedig a Mitscherlich—Schübler-féle eljárással határoztuk meg (5). A meszet a Pason-féle készülékkel, az összes nitrogént Gunin—Atterberg-féle eljárással, a nitráttartalmat kolorimetrikusan a kénsavas bruzin módszerrel (5), az ammóniumtartalmat ugyancsak kolorimetrikusan Nessler reagenssel és végül a könnyen oldható foszfor mennyiségét az Egnér-féle laktátos módszerrel (6), a könnyen felvehető kálitartalmat pedig az Aspergillus módszerrel állapítottuk meg (5). Az adatokat az I. táblázat foglalja magában,

I. TÁBLÁZAT — TABELLE I.

Növény Pflanze	Talaj Boden	Ö. N. Gesamt N. mg/100g	NH ₃ mg/100g	NO ₃ mg/100g	N ₂ O ₃ mg/100g	NH ₃ -N NO ₃ -N N ₂ O ₃ -N mg/100g	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg	Elektromos vezetőképesség Leitungs- fähigkeit × 10 ⁻⁵	Humus- tartalom Humus- gehalt %	pH	CaCO ₃ %
Árpa Gerste	Homok Sand	—	0.05	7.92	0.006	1.831	3.9	376	14.10	0.628	6.31	1.6
Tengeri Mais	Homok Sand	0.22	—	0.61	0.005	0.140	—	103	14.10	0.099	6.50	0.8
Tengeri Mais	Homok Sand	0.22	—	0.61	0.005	0.140	—	103	14.10	0.099	6.50	0.85

Tenyészedenyeink 7 kg talajt fogadtak be. Hogy a vízhatást kellő szabotossággal tudjuk vizsgálni és a túllöntözés folytán beálló vízbőség és az ezzel együttjáró ú. n. stagnáló víztartalom gátló befolyását is észlelni tudjuk, az edények alul zártak voltak.

A maximális vízbefogadóképesség ismert értékei alapján kiszámítottuk az egyes, kísérletileg tervbe vett telítettségi fokoknak megfelelő víztartalmakat és ezeket 2—3 naponként eszközölt mérlegelés alapján az előírt fokokon tartottuk. A növények fejlődésével természetesen ezeknek a súlyát is tekintetbe vettük és a mérlegelések eredményeit ennek a hozzáadásával helyesbítettük.

Általában az egyes telítettségi fokoknál emelkedő sorrendben 1—3%-kal több vizet adagoltunk, hogy ilyen módon az egyes mérlegelések között eltelt 2—3 nap alatt az átlagos víztartalmak előírt fokát megfelelően fenntarthassuk.

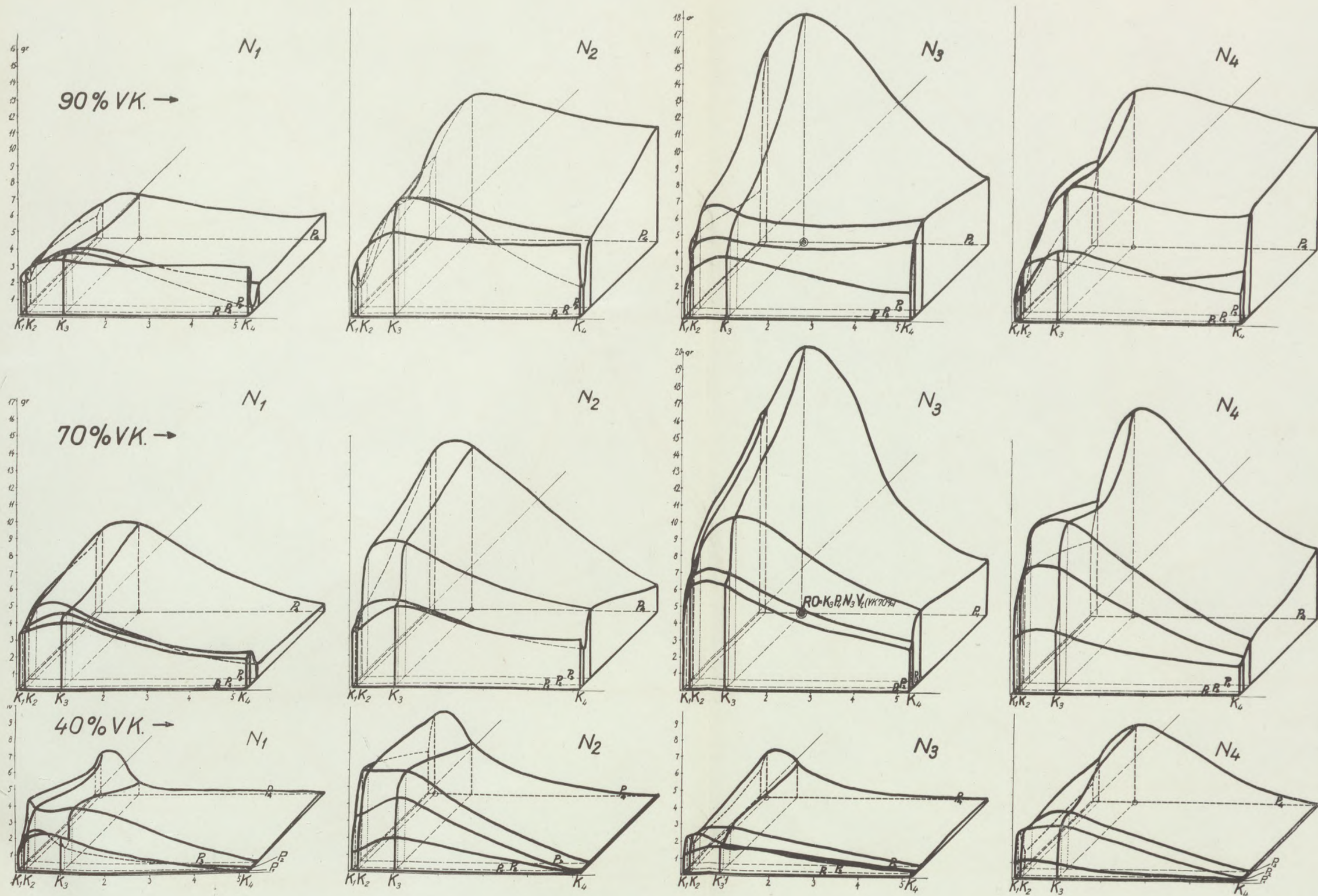
A kísérletek kiértékelésénél végső fokon az elért teljes földfeletti növényi anyagtermelés szárazsúlyát vettük alapul, de e mellett a magtermés súlyát a szárak és levelek súlyától is elválasztottuk. Az egyes tenyészedenyekben lévő növények

számát szintén tekintetbe vettük. A lehetőség szerint minden edényben egyenlő számú növényt neveltünk fel. Ahol ez nem volt lehetséges, az eredményeket az átlagos növény számnak megfelelően helyesbítettük. A szárazsúlyt 100—105 C°-on állandó súlyig való szárítással határoztuk meg. A kísérleteket növényházban végeztük kb. 22—25 C° átlagos levegőhőmérséklet mellett.

Árpa

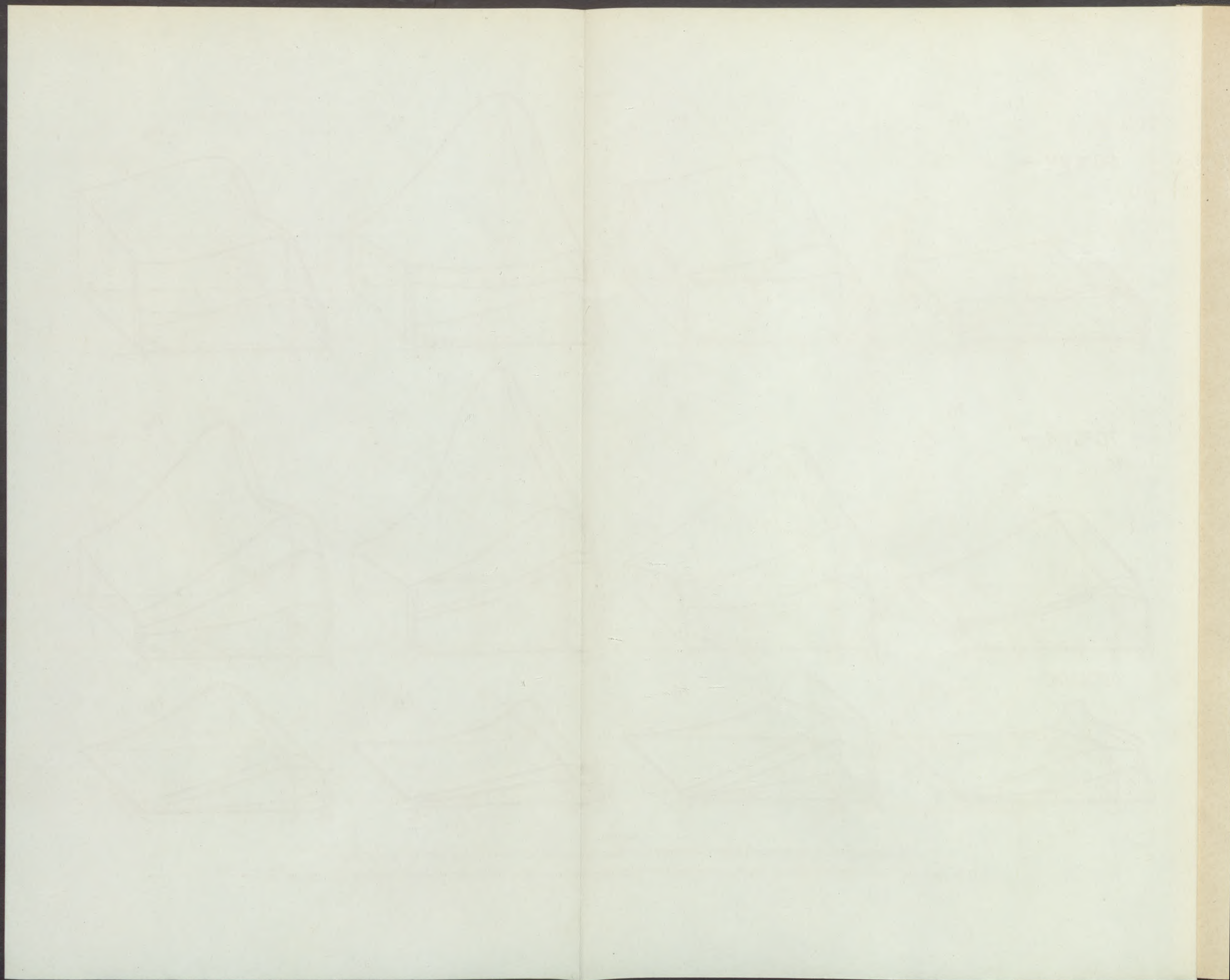
II. TÁBLÁZAT — TABELLE II.

	N_1															
	P_1				P_2				P_3				P_4			
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_1	K_2	K_3	K_4	K_1	K_2	K_3	K_4	K_1	K_2	K_3	K_4
Vk 40% .	1.08	1.62	1.876	0.052	1.14	1.906	1.23	0.15	2.49	2.56	2.73	0.07	1.050	2.00	0.76	0.09
	—	0.25	0.250	—	0.48	0.255	0.12	—	0.71	0.65	0.54	—	0.765	0.50	0.02	—
	1.08	1.87	2.126	0.052	1.62	2.161	1.35	0.15	3.20	3.21	3.27	0.07	1.815	2.50	0.78	0.09
Vk 70% .	2.80	2.92	3.17	1.785	2.39	2.42	2.92	2.13	2.032	2.962	2.964	0.86	3.08	3.47	3.60	0.47
	0.53	0.50	0.82	—	0.82	1.330	1.18	—	1.600	1.240	1.290	—	1.16	1.490	1.67	—
	3.33	3.42	3.99	1.785	3.21	3.759	4.10	2.13	3.632	4.202	4.254	0.86	4.24	4.965	5.27	0.47
Vk 90% .	1.971	2.394	2.90	2.900	1.193	1.693	2.16	0.29	1.75	1.997	2.74	1.42	1.23	1.88	1.67	1.55
	0.280	0.350	0.39	0.045	0.506	0.100	1.38	—	0.67	0.42	0.61	0.02	0.07	0.20	0.97	—
	2.251	2.744	3.29	2.945	1.693	1.793	3.54	0.29	2.42	2.42	3.35	1.44	1.35	2.08	2.64	1.55
N_2																
Vk 40% .	0.846	1.14	1.950	0.06	2.061	2.17	3.998	0.052	4.52	5.13	4.995	0.10	2.34	4.05	2.77	—
	0.270	0.03	0.045	—	0.990	0.99	0.100	—	0.85	0.24	0.320	—	0.15	0.63	0.14	—
	1.116	1.17	1.995	0.06	3.051	3.16	4.098	0.052	5.37	5.37	5.315	0.10	2.49	4.68	2.91	—
Vk 70% .	3.13	3.15	4.800	2.92	3.794	4.172	4.33	2.09	4.02	6.215	6.293	3.92	7.01	7.31	7.88	1.570
	0.24	0.24	0.085	—	0.024	0.140	0.57	—	0.10	1.230	1.800	0.25	2.00	2.38	1.85	0.035
	3.37	3.39	4.885	2.92	3.818	4.312	4.90	2.09	4.12	7.445	8.093	4.17	9.01	9.69	9.73	1.605
Vk 90% .	2.21	2.908	4.89	4.43	1.547	1.59	6.355	1.38	1.65	3.30	4.97	3.907	3.47	3.76	6.44	6.06
	0.07	0.520	0.02	0.03	—	—	0.400	0.20	—	—	1.35	0.200	—	1.22	2.18	0.82
	2.28	3.428	4.91	4.46	1.547	1.59	6.755	1.58	1.65	3.30	6.32	4.107	3.47	4.98	8.62	6.88
N_3																
Vk 40% .	0.95	0.95	1.6	0.28	1.71	1.719	1.458	0.03	1.278	1.882	1.966	—	1.46	1.55	1.92	0.025
	0.21	0.25	—	—	0.31	0.410	0.120	—	—	—	0.150	—	0.20	1.16	—	—
	1.16	1.20	1.6	0.28	2.02	2.129	1.578	0.03	1.278	1.882	2.116	—	1.66	2.71	1.92	0.025
Vk 70% .	2.41	5.33	5.536	2.562	5.205	6.06	5.80	2.82	6.41	7.59	8.625	4.235	9.45	9.93	12.67	3.21
	—	0.80	0.670	—	0.650	0.58	0.94	—	0.25	0.16	1.170	0.050	2.49	2.33	3.79	0.11
	2.41	6.13	6.206	2.562	5.855	6.64	6.74	2.82	6.66	7.75	9.795	4.285	11.94	12.26	16.46	3.31
Vk 90% .	0.87	2.590	3.679	1.615	1.20	3.90	4.31	4.53	4.103	5.605	5.62	5.320	3.164	9.47	10.25	3.982
	0.17	0.155	—	—	—	—	0.18	0.10	0.050	0.021	0.05	0.140	—	2.18	3.45	—
	1.04	2.745	3.679	1.615	1.20	3.90	4.49	4.63	4.153	5.626	5.67	5.466	3.164	11.65	13.70	3.982
N_4																
Vk 40% .	0.855	0.83	0.78	0.10	2.54	2.830	2.79	0.05	0.93	2.26	3.340	0.070	0.972	2.61	4.57	0.09
	0.045	0.19	—	—	0.28	0.022	0.16	—	—	0.22	0.035	—	—	—	—	—
	0.900	1.02	0.78	0.10	2.82	2.852	2.95	0.05	0.93	2.48	3.375	0.070	0.972	2.61	4.57	0.09
Vk 70% .	3.18	3.57	3.62	1.755	4.16	5.99	6.23	1.98	4.87	8.075	8.35	2.745	4.29	6.733	12.15	4.20
	—	—	—	—	1.46	1.04	0.97	—	1.51	0.980	1.41	—	0.20	0.200	0.400	—
	3.18	3.57	3.62	1.755	5.62	7.03	7.20	1.98	6.38	9.055	9.76	2.745	4.49	6.933	12.556	4.20
Vk 90% .	1.15	1.572	4.332	1.975	2.15	3.104	3.401	3.066	1.14	3.40	6.08	5.81	2.96	5.226	9.335	7.475
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.52	0.32	—	—	0.050	—
	1.15	1.572	4.332	1.975	2.15	3.104	3.401	3.066	1.14	3.40	7.50	6.13	2.96	5.226	9.385	7.475



1. ábra.

Az árpakisérlet eredményeinek térbeli ábrázolása. A jelmagyarázatokra vonatkozólag lásd II. sz. táblázatot.
 Die raumanalytische Darstellung des Gerstenversuches. Bezüglich der Erklärung der Abbildung siehe die Angaben der Tabelle II.



A telítettségi fokok variálása mellett az egyes tápanyagok mennyiségét is megfelelően változtattuk. Ezúttal a N , P és K együttes hatását vizsgáltuk a talaj maximális vízkapacitásának különböző telítettségi fokai mellett. A tápanyagokat természetesen a talajba gondosan belekevertük.

A kísérletek rövid leírása.

I. Árpa. (*Hordeum vulgare*.)

E kísérletet 1939. június 2-án állítottuk be és 1939. szeptember 5-én bontottuk le. Tartama 96 nap volt. A 40, 70 és 90%-os telítettségi fokok alkotta sorokon belül mind a három fontos növényi tápanyag, a N , P és K együttes hatását vizsgáltuk. Az adagolt mennyiségek a következők voltak:

		N
Nitrogénműtrágyából: (Pétisó)	$N_1 = 0.021$ gramm/kg talaj =	3.57 mg/kg
	$N_2 = 0.100$ „ „ =	17.00 „
	$N_3 = 0.290$ „ „ =	49.30 „
	$N_4 = 1.14$ „ „ =	193.80 „
		P_2O_5
Foszforműtrágyából: (Szuperfoszfát)	$P_1 = 0.014$ gramm/kg talaj =	2.38 mg/kg
	$P_2 = 0.086$ „ „ =	14.62 „
	$P_3 = 0.430$ „ „ =	73.10 „
	$P_4 = 5.71$ „ „ =	97.07 „
		K_2O
Káliműtrágyából: (Klórkalium)	$K_1 = 0.003$ gramm/kg talaj =	1.20 mg/kg
	$K_2 = 0.014$ „ „ =	5.60 „
	$K_3 = 0.857$ „ „ =	342.80 „
	$K_4 = 4.290$ „ „ =	1716.00 „

mennyiségeket vettünk. A Pétisó nitrogéntartalmát 17%-nak, a szuperfoszfát P_2O_5 -tartalmát ugyancsak 17%-nak, míg a klórkalium K_2O -tartalmát 40%-nak vettük. Optimális telítettségi foknak ennél és a következő kísérleteknél az idevonatkozó beható kísérleteink alapján a talaj maximális vízkapacitásának 70%-os telítettségét tekintettük. A kísérletek eredményeit 1., 3. ábrák és 1., 2. fényképek, továbbá II. táblázat mutatják.

II. Tengeri. (*Zea Mays*.)

E kísérletet 1939. szeptember 15-én kezdtük meg és 1939. december 12-én fejeztük be. Tartama 89 nap volt. Három, nevezetesen a 40, 70 és 90%-os telítettségi fokon vizsgáltuk a N , P és K együttes hatását.

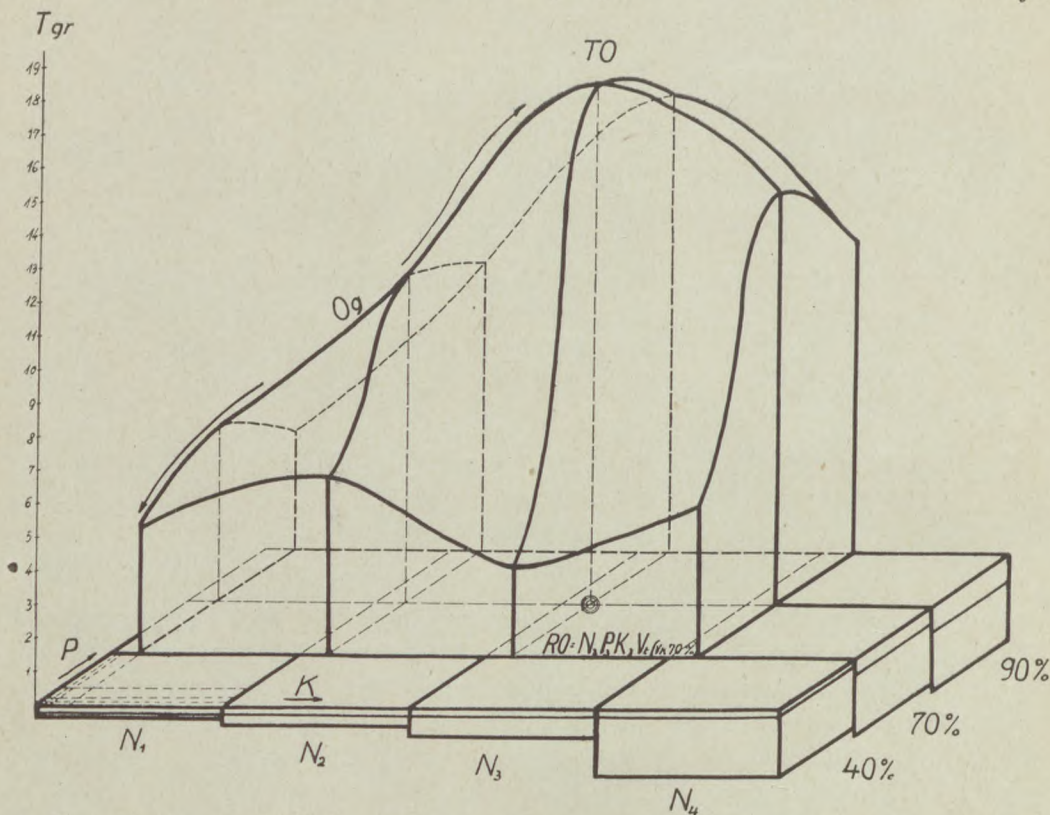
Az adagolt tápsók mennyisége a következő volt:

		N
Nitrogénműtrágyából: (Pétisó)	$N_1 = 0.007$ gramm/kg talaj =	1.19 mg/kg
	$N_2 = 0.100$ „ „ =	17.00 „
	$N_3 = 0.290$ „ „ =	49.30 „
	$N_4 = 1.714$ „ „ =	291.38 „

Foszforműtrágyából: (Szuperfoszfát)	$P_1 = 0.014$ gramm/kg talaj =	P_2O_5 2.38 mg/kg
	$P_2 = 0.430$ „ „ =	73.10 „
	$P_3 = 4.290$ „ „ =	729.30 „
	$P_4 = 8.57$ „ „ =	1456.90 „
Káliműtrágyából: (Klórkálium)	$K_1 = 0.003$ gramm/kg talaj =	K_2O 1.20 mg/kg
	$K_2 = 0.014$ „ „ =	5.60 „
	$K_3 = 0.857$ „ „ =	342.80 „
	$K_4 = 4.290$ „ „ =	1716.00 „

menyiséget vettünk.

Az eredményeket 2., 4. ábrák, 3. fényképfelvétel és a III. táblázat mutatja.

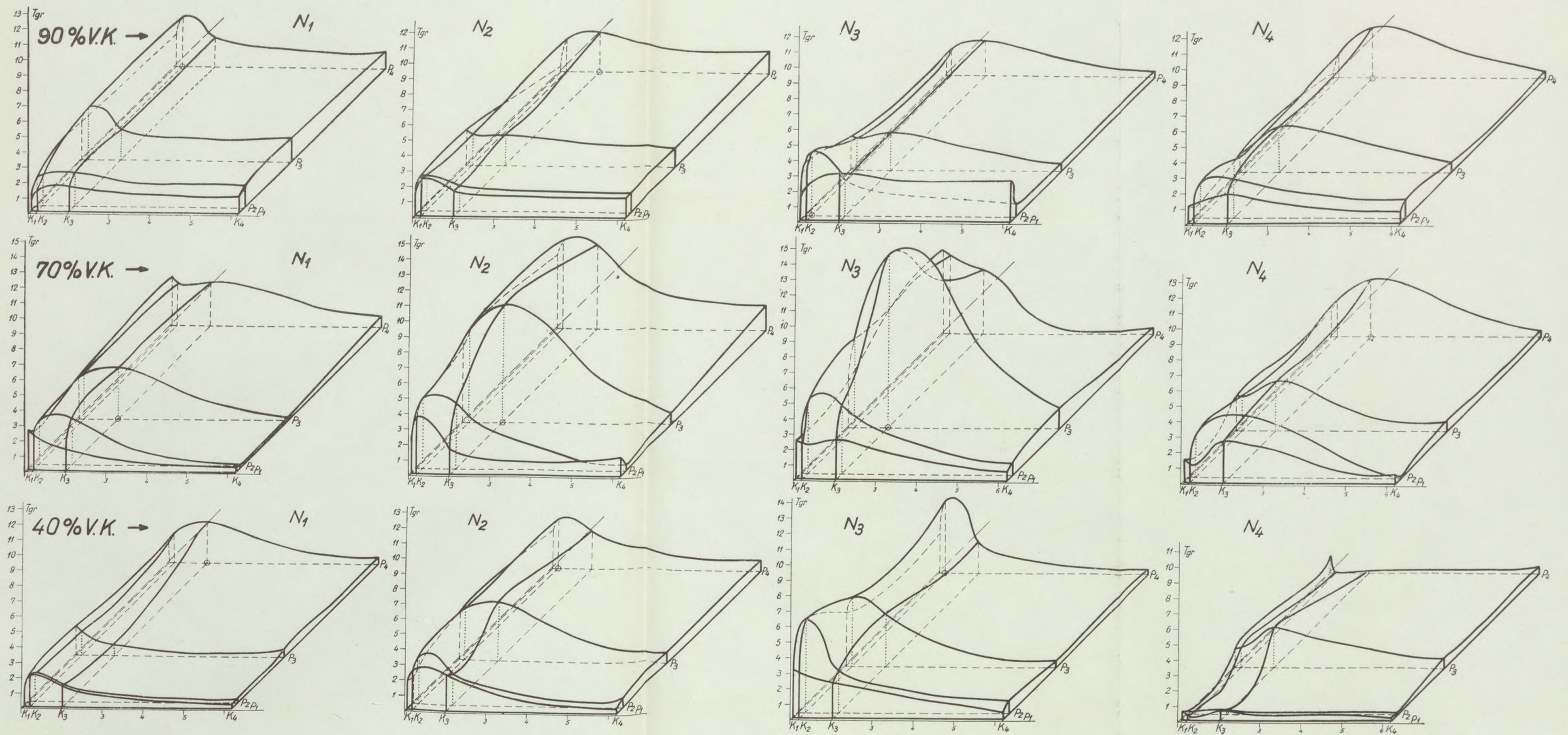


3. ábra. Az árpakísérlet III. rendű térbeli optimum idoma. — Der Raumkörper III.-r Ordnung des Gerstenversuches.

III. Tengeri. (*Zea Mays.*)

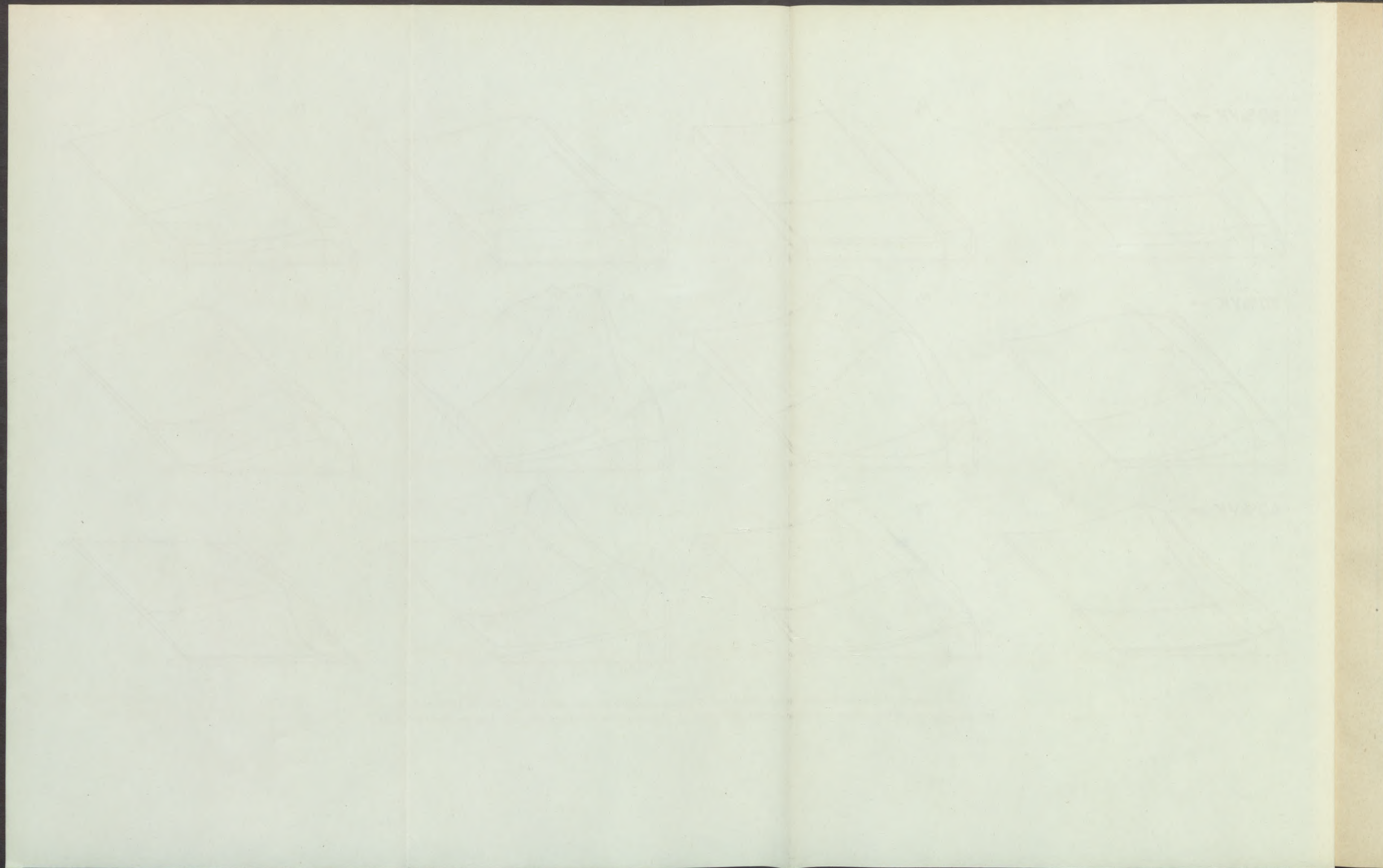
Ezt a kísérleti sorozatot 1941. június 13-án kezdtük meg és 1941. szeptember 25-én fejeztük be. Tartama 104 nap volt. Itt csak a 40 és 70%-os telítettségű fokokon belül változtattuk a N, P és K sók adagolását.

Nitrogénműtrágyából: (Pétisó)	$N_1 = 0.006$ gramm/kg talaj =	N 1.02 mg/kg
	$N_2 = 0.087$ „ „ =	14.79 „
	$N_3 = 0.250$ „ „ =	42.50 „
	$N_4 = 1.50$ „ „ =	255.00 „



2. ábra.

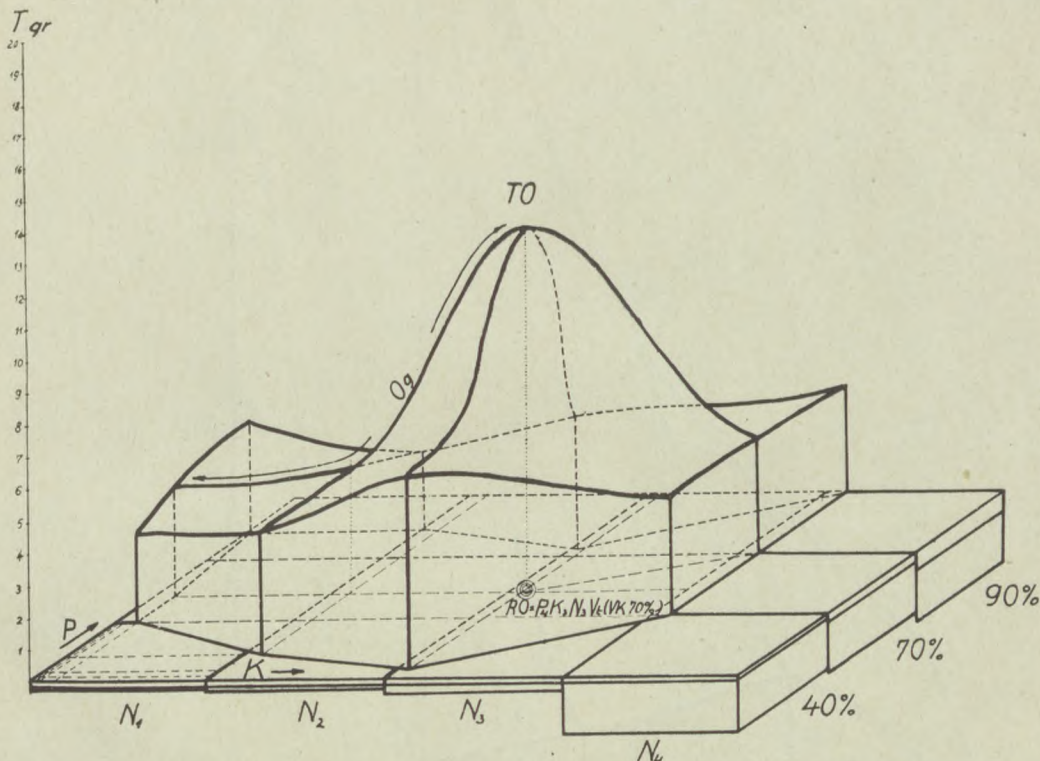
A tengerikísérlet eredményeinek térbeli ábrázolása. A jelmagyarázatokra vonatkozólag lásd a III. sz. táblázatot.
Die raumanalytische Darstellung des Maisversuches. Bezüglich der Erklärung der Abbildung siehe die Angaben der Tabelle III.



Foszformútrágyából: (Szuperfoszfát)	$P_1 = 0.0125$ gramm/kg talaj	$=$	P_2O_5 2.12 mg/kg
	$P_2 = 0.375$ „ „	$=$	63.75 „
	$P_3 = 3.75$ „ „	$=$	637.50 „
	$P_4 = 7.5$ „ „	$=$	1275.00 „
Káliműtrágya: (Klórkálium)	$K_1 = 0.0025$ gramm/kg talaj	$=$	K_2O 1.00 mg/kg
	$K_2 = 0.012$ „ „	$=$	4.80 „
	$K_3 = 0.75$ „ „	$=$	300.00 „
	$K_4 = 3.75$ „ „	$=$	1500.00 „

menyiséget vettük.

A kísérletek eredményeit a 4., 5. képek, 5. ábra és IV. táblázat mutatják.



4. ábra. A tengerikísérlet III. rendű térbeli optimum idoma. — Der Raumkörper III-r Ordnung des Maisversuches.

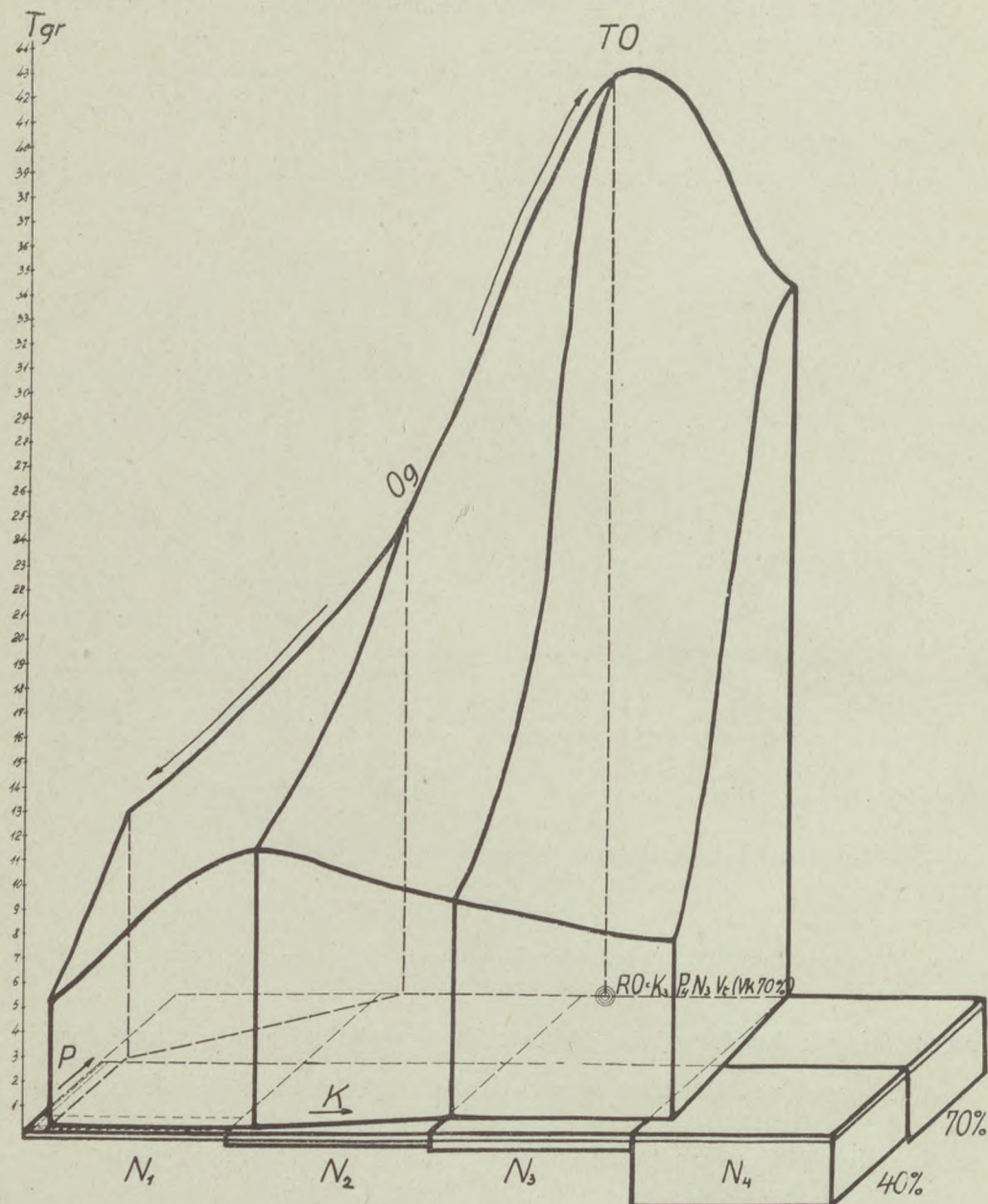
Az eredmények összefoglalásánál felhasznált téranalytikai módszer indokolása.

A növények növekedését és terméshozamát befolyásoló tényezők és anyag-termelésük közötti első és szabatos matematikai értelemben is kielégítő összefüggések felderítését Blackman (7), Schüeppe (7), Robertson (7), Euler-Lindner (7) és mások előkészítő kutatásai alapján Mitscherlich munkásságának köszönhetjük (8).

Szerinte a növekedést befolyásoló tényezők és a terméseredmény közötti összefüggést a legjobb megközelítéssel egy logaritmikus görbével fejezhetjük ki, amelyet a $\log. (A-y) = \log A - Cx$ jellemez. Az egyenletben A az elérhető legnagyobb terméshozamot, y a tényleg elért terméseredményt, x a kérdéses biotényezőt és C ennek hatásfokát jelenti.

Kísérleti eredményeit és az azokból levezetett összefüggéseket munkatársa, Baule fejlesztette matematikailag tovább. Mitscherlich alapvető összefüggése leg-tisztábban akkor érvényes, ha egy-egy biotényező változását hozzuk az ezeknek megfelelő terméseredményekkel összefüggésbe.

A későbbiek folyamán Mitscherlich és Baule megkísérelték még több tényező együttes hatását is az $y = An \times (1 - e^{-C_1 \times X_1}) \cdot (1 - e^{-C_2 \times X_2}) \dots 1 - e^{-C_n \times X_n}$



5. ábra. A második tengeri kísérlet III. rendű térbeli optimum idoma. — Der Raunkörper III.-r Ordnung des 2. Maisversuches.

A 3., 4. és 5. ábrákon: RO-optimális R érték, Og = a III. rendű optimumgörbe, TO legmagasabb termés eredmény, T = termés grammokban. — In den Abbildungen: 3, 4 und 5 RO = optimaler R Wert, Og = Optimumkurve III. Ordnung, TO = Höchstertrag, T = Trockensubstanz in Gramm.

Tengeri.

III. TÁBLÁZAT. — TABELLE 3.

	N_1															
	P_1				P_2				P_3				P_4			
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_1	K_2	K_3	K_4	K_1	K_2	K_3	K_4	K_1	K_2	K_3	K_4
Vk 40% .	1-136	0-885	0-742	0-316	0-80	0-80	0-50	0-043	0-82	0-70	0-075	0-367	0-25	0-38	1-41	0-202
	0-087	1-21	0-705	—	0-99	1-023	0-515	0-24	1-13	0-90	0-71	0-25	1-285	1-65	1-35	0-280
	1-223	2-095	1-447	0-316	1-79	1-823	1-015	0-283	1-95	1-60	0-785	0-617	1-535	2-03	2-76	0-483
Vk 70% .	1-485	1-12	1-007	0-145	0-68	1-440	1-52	0-065	1-164	0-87	1-235	0-168	1-55	0-51	1-41	0-72
	1-060	1-10	1-265	0-182	1-452	1-458	1-535	—	1-542	2-062	2-244	—	1-69	2-235	1-45	—
	2-545	2-22	1-272	0-327	2-132	2-898	3-055	0-065	2-708	2-932	3-479	0-168	3-24	2-745	2-86	0-72
Vk 90% .	0-513	0-686	0-80	0-42	0-565	0-772	1-355	0-75	1-10	1-21	0-504	0-25	1-254	1-45	0-25	0-670
	0-336	0-745	0-832	0-73	1-285	0-735	0-84	0-86	1-46	2-27	1-495	1-40	0-86	1-90	1-675	0-44
	0-879	1-431	1-632	1-15	1-850	1-507	2-195	1-61	2-56	3-48	1-999	1-65	2-114	3-35	1-925	1-110
N_2																
Vk 40% .	0-950	1-35	1-07	0-06	0-98	0-75	0-50	0-13	0-44	1-08	1-02	0-12	0-55	1-25	1-264	0-67
	0-880	1-20	1-27	0-17	1-675	2-35	1-415	0-45	2-67	2-22	2-81	0-51	1-88	1-99	1-220	0-06
	1-830	2-55	2-34	0-23	1-773	3-10	1-915	0-58	3-11	3-30	3-83	0-63	2-43	3-24	2-484	0-73
Vk 70% .	1-005	1-80	0-155	0-57	1-70	1-90	1-325	0-368	2-87	0-95	0-70	0-386	1-775	1-25	0-98	0-517
	1-00	1-93	1-402	0-654	2-03	2-77	2-94	—	2-314	4-99	7-044	0-420	3-05	4-454	4-506	1-220
	2-005	3-73	1-557	1-224	3-73	4-67	4-265	0-368	5-184	5-94	7-744	0-806	4-825	5-704	5-486	1-737
Vk 90% .	0-503	1-342	0-89	0-475	0-990	0-93	0-61	0-54	1-35	0-75	0-694	1-125	0-222	1-421	1-08	0-875
	0-493	1-070	0-83	0-898	1-21	1-33	1-17	0-82	1-067	1-24	1-255	0-163	0-113	0-710	1-54	0-66
	0-996	2-412	1-72	1-373	2-20	2-31	1-78	1-36	2-417	1-99	1-949	1-288	0-335	2-131	2-62	1-535
N_3																
Vk 40% .	1-805	1-535	0-65	0-197	2-15	2-532	1-135	0-45	0-42	1-61	0-75	0-158	0-55	1-75	0-07	0-32
	1-23	1-310	1-537	0-162	3-47	3-375	1-51	0-37	2-99	2-83	2-52	0-23	1-96	2-99	1-99	—
	3-035	2-845	2-187	0-359	5-62	5-907	2-645	0-82	3-41	4-44	3-27	0-388	2-51	4-74	2-06	0-32
Vk 70% .	1-415	1-292	1-34	0-315	0-36	2-265	1-81	0-89	2-95	1-903	0-826	0-188	3-105	2-298	1-10	0-45
	1-105	1-078	1-24	0-259	2-10	2-63	2-67	—	—	3-904	10-494	1-234	2-290	2-77	3-05	—
	2-520	2-370	2-58	0-574	2-46	4-895	4-48	0-89	2-95	5-807	11-320	1-422	5-395	5-068	4-15	0-45
Vk 90% .	0-695	0-76	1-59	1-52	1-02	1-54	0-60	0-438	1-175	0-912	1-18	0-165	0-64	0-45	1-52	0-40
	0-850	1-54	1-54	1-24	2-52	2-54	1-69	0-43	1-06	1-138	1-22	0-25	0-735	1-275	1-735	—
	1-545	2-30	3-13	2-76	3-54	4-08	2-29	0-868	2-235	2-050	2-40	0-415	1-375	1-725	3-255	0-40
N_4																
Vk 40% .	0-099	0-033	0-186	0-225	0-197	0-12	0-10	0-08	0-385	0-494	0-18	0-06	0-500	0-089	0-155	0-50
	0-460	0-155	0-460	—	—	0-09	0-095	0-035	0-85	0-850	1-505	0-656	0-675	—	0-065	—
	0-559	0-188	0-646	0-225	0-197	0-210	0-195	0-115	1-235	1-344	1-685	0-716	1-175	0-089	0-22	0-50
Vk 70% .	0-705	0-17	1-38	0-64	0-975	0-95	1-17	0-09	0-23	—	1-684	0-07	0-085	0-696	1-00	0-29
	0-780	1-00	1-33	—	0-070	1-675	2-88	—	2-097	2-272	1-465	0-582	1-55	1-545	2-565	0-18
	1-485	1-17	2-71	0-64	1-045	2-625	4-05	0-09	2-327	2-272	3-149	0-652	1-635	2-241	3-565	0-47
Vk 90% .	0-625	0-69	0-98	0-72	0-15	0-488	1-69	0-827	0-98	0-77	0-95	0-695	0-32	0-647	1-405	0-56
	0-50	0-565	0-999	0-160	0-535	1-75	0-85	0-45	0-165	0-612	1-96	—	0-05	0-88	1-871	—
	1-125	1-255	1-979	0-880	0-685	2-238	2-54	1-277	1-145	1-382	2-91	0-695	0-37	1-527	3-276	0-56

egyenlettel jellemezni. Mindezeket a levezetéseket és elgondolásokat az x—y összendezőik által határolt síkban igyekeztek kifejezésre juttatni.

Ez az út azonban gyakorlati szempontból elég nehezen járható, mert bonyolult képletekre vezet és a dolgok lényegének egyszerű és könnyen áttekinthető megértését nehezíti meg.

Ezért választottunk mi ettől eltérő új utakat, mikor az együttesen és egyidőben ható biotényezők hatásának a kifejezésére a térbeli ábrázolás módszereihez nyúltunk.

Tengeri.

IV. TÁBLÁZAT — TABELLE IV.

	N ₁															
	P ₁				P ₂				P ₃				P ₄			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
Vk 40% .	3.45	3.93	3.93	1.58	4.32	4.82	5.12	5.12	3.10	3.18	3.20	—	2.87	3.12	3.22	3.05
Vk 70% .	7.04	7.28	7.56	3.73	7.97	7.51	10.0	6.90	6.68	7.75	7.76	6.27	9.85	9.87	8.05	—
N ₂																
Vk 40% .	4.54	4.82	3.75	1.15	10.35	11.12	11.32	9.41	6.26	6.42	4.15	1.95	4.70	4.89	4.88	5.20
Vk 70% .	5.79	6.70	6.70	2.48	14.39	18.20	18.24	15.77	15.31	17.44	18.24	7.54	16.20	19.02	16.17	0.05
N ₃																
Vk 40% .	2.40	2.46	3.23	1.00	7.99	8.50	6.44	5.80	6.70	8.84	6.93	3.82	6.45	7.16	4.62	1.51
Vk 70% .	3.71	8.72	9.22	3.41	20.44	23.39	23.39	13.31	23.02	24.75	24.75	17.40	22.65	23.70	37.34	1.05
N ₄																
Vk 40% .	0.35	1.07	1.84	0.05	0.60	4.19	5.18	2.40	3.47	4.34	7.27	4.34	1.65	3.18	6.40	—
Vk 70% .	3.95	4.26	4.26	4.18	18.52	19.73	16.54	15.06	22.52	22.82	26.68	1.62	28.27	28.94	28.84	—

Miután a természetben majd minden esetben a biotényezők együttes és egy időben gyakorolt szerepével van dolgunk, ezért világos, hogy a kérdés további fejlesztése csak akkor lesz lehetséges, ha az összefüggések belső megértése céljából, a síkban való ábrázolás viszonylag korlátozott lehetőségein túlmenőleg a komplex tényezőhatás térbeli összefüggéseit tesszük elgondolásunk alapjává.

Az általunk másutt már részletesen kifejtett, ú. n. R-törvény (2) a kérdés megoldását tehát a síkból a térbe vitte át és kimutatta, hogy amennyiben az együttesen és egy időben ható víztartalom és hőmérséklet értékeinek a szorzatát R-értékeknek nevezzük el és ezek változó értékeit a nekik megfelelő terméseredményekkel hozzuk összefüggésbe, egy térbeli idomot kapunk. Ha most azután a legkisebb R-értékeknek megfelelő terméseredményeket a víz és a hőmérséklet által megszabott természeti adottságok biooptimális R-értéke által megszabott legnagyobb terméshozammal kötjük össze, akkor egy térbeli görbét kapunk, amely már nem logaritmikus, hanem exponenciális jelleggel fog bírni az $\frac{1}{T} = \frac{1}{2} \left(m a_1^{1/R} + \frac{m}{2} [a_2^R + a_2^{-R}] \right)$ egyenlet szerint, ahol T a terméseredményt, R az ezt befolyásoló két, kísérletileg variált biotényező szorzatát, m , a_1 és a_2 pedig a képlet állandóit jelentik. Az m , a_1 és a_2 állandók értékeit természetesen a többi biotényezőnek az értékei, ill. az ezek által megszabott állandónak feltételezett és az egész vizsgált élettani folyamat kereteit elhatároló adottságai fogják megszabni.

Már a közelmúltban rámutattunk arra a körülményre, hogy ez, az eredetileg a hőmérséklet és a víz komplex biológiai hatásának a vizsgálata alapján levezetett törvényszerűség logikusan minden olyan esetre érvényes lesz, mikor más tetszés szerint vett tényezők együttes és egyidejű hatását vizsgáljuk.

Elméleti szempontból teljesen egyre megy itt, hogy 2, 3, vagy 4 biotényező együttes kölcsönhatását vesszük vizsgálat alá. A megoldás lényege elsősorban abban áll, hogy ezt a térbeli ábrázolás módszereivel kell keresnünk. Tisztán a kérdés elméleti továbbfejlesztése szempontjából a 6. sz. ábrában mutattam be már egyúttal azt is, hogy előreláthatólag miként lesz majd lehetséges az elgondolások további tökéletesítése.

Mindezeknek a kérdéseknek a vizsgálatánál szem előtt kell tartanunk, hogy a gyakorlati élet követelményeinek elsősorban akkor fognak tudni a legjobban megfelelni, ha mindazok közül a görbék közül, amelyek a térbeli ábrázolásnál lehetségesek lesznek, azokat fogjuk kidomborítani, amelyek az egyes biotényezők variálásának megfelelő optimális terméseredményeket kötik össze. Ezeknek a térben futó optimum görbéknek a továbbfejlesztésével és szerkesztésével lehet több, egyszerre és együttesen működő tényező élettani hatását is kimutatni.

A magunk részéről már kifejezést adtunk ama véleményünknek is, hogy az így létrehozott térbeli idomok tulajdonképpen a talaj bioaktivitását fejezik ki. Ezek minden alkalmazott gazdasági növényre és minden változtatott, vagy adagolt biotényezőre vonatkozólag meg fogják mutatni azt, hogy azok között a keretek között, amelyeket a termőhely egy-egy tenyészeti időszakon belül viszonylag kevésbé változó és így legalább elméletileg állandónak feltételezett adottságai szabnak meg, milyen élettani teljesítőképességgel bír egy-egy vizsgálat alá vett termőtalaj.

Már itt kifejezést kell adnom ama véleményemnek, hogy a matematikai és analitikai módszereknek az élettani folyamatok vizsgálatánál és kiértékelésénél sohasem szabad túlzott deduktív értelmet és jelentőséget tulajdonítani. Különösen akkor, ha a természet erői által létrehozott biológiai jelenségeket vizsgáljuk, mindig számolnunk kell azzal, hogy itt számos olyan tényezővel lesz dolgunk, amelyeket nemcsak hogy szabályozni nem tudunk, de ezeket nagy részben még nem is ismerjük. Ha pedig a tényezők egy részét kísérleteink, vagy gyakorlati növénytermelésünk eszközeivel befolyásolni nem tudjuk, úgy természetesen ezeknek a hatását sem lehet előre számításba venni. Elég, ha itt példaképpen a hőmérséklet hatására hivatkozunk. Ennek a tényezőnek tudvalevőleg döntő befolyása van terméseredményeink kialakulására. De ugyanakkor azok közé a tényezők közé tartozik, amelyek elég tág határok között és szinte kiszámíthatatlanul változtatják értéküket. Bármilyen tudatosan és helyesen szabályozzuk is tehát talajaink és gazdasági növényeink tápanyaggazdálkodását és vízgazdálkodását, mégsem fogjuk legalább egyelőre a kísérleti eredmények által levezetett elgondolások és törvényszerűségek alapján ezeknek a befolyását teljes biztonsággal és szabotossággal előre kiszámítani tudni. Nem pedig azért, mert ezeknek a hatása a hőmérséklet függvénye, amelyet ezidőszert sem szabályozni, sem előre elhatárolni, vagy meghatározni nem tudunk. Ezért kell mindig óvatosságnak lennünk, ha a laboratóriumi, vagy növényházi kísérletekből levezetett összefüggéseinket a természetben a gyakorlati növénytermelésnél alkalmazni akarjuk. A matematikai módszereknek a biológiai tudományok terén elsősorban induktív jelentősége van. Rávilágítanak a dolgok lényegére. Közelebb visznek bennünket a belső élettani összefüggések szabatos felismeréséhez, de semmi esetre sem alkalmasak arra, hogy úgy, mint ezt a kémiában, vagy fizikában megtehetjük, a biológiai jelenségek eredményeit egy-egy még oly szabotossággal felállított egyenlet alapján előre pontosan kifejezhessük. A matematikai és analitikai módszerek keretei egyelőre túlságosan merevek és szűkek még ahhoz, hogy ezek közé a természet tényezőinek bonyolult összefüggéseit és ezeknek rendkívül változó és kiszámíthatatlan eredményeit teljes biztonsággal beszoríthassuk. Ennek dacára a biológiai kutatások terén is mindig igyekeznünk kell a mennyiségbeli összefüggéseket felderíteni, hogy ezeknek ismerete alapján a dolgok lényegéhez sokkal nagyobb biztonsággal juthassunk hozzá, mint akkor, amikor tisztán tapasztalati természeti törvényszerűségekre támaszkodunk.

A fenti elgondolások alapján tehát a jelen esetben is a most lefolytatott kísérletek eredményeinek a vizsgálatnál és induktív kiértékelésnél a térbeli ábrázolás módszereit vettem irányadóul és segítségül, hogy ezáltal ezeknek egységes képet és viszonylag szabatos, de könnyen áttekinthető rendszert tudjunk adni.

Amint már az előzőkben részletesen kifejtettem, a térbeli ábrázolásnál természetesen a legkisebb terméseredményeket az optimális terméshezammal összekötő görbe nem a síkban, hanem a térben fog futni és ennek vetületét a $z-x$ összkendők által határolt térbeli síkban fogjuk megtalálni. De ugyanekkor a görbét az $x-y$ síkba is kivetíthetjük, ha az x tengelyre a megfelelő R -értékeket és az y -tengelyre a hozzátartozó terméseredményeket hordjuk fel. A térbeli görbének ilyen kivetítésével természetesen annak lefolyását is könnyebben követhetjük és annak matematikai jellemzése is egyszerűbbé válik.

Az eddigiek folyamán már ismételtlen igazoltuk a térbeli görbének exponenciális jellegét. Éppen ezért a most tárgyalt esetekben az egyenletnek részletesebb megszerkesztésétől is eltekintek, mert ezáltal a most nem feltétlenül szükséges elméleti vonatkozásoknak a mellőzésével a főszűlt a kérdés biológiai lényegének és gazdasági vonatkozásainak a felismerésére fektethetjük.

Meg kell azonban még jegyezni a következőket: Talajaink termőerejének a megítélésénél a multban egyes esetekben ezeknek kémiai és fizikai sajátosságait vették leginkább tekintetbe és e kérdés elbírálásánál a talajok termőképességét legjobban jellemző növénytermelési adatokat és így főleg ezek terméshezamát és anyagtermelését vagy egyáltalában nem, vagy csak másodsorban vették tekintetbe.

Tekintettel azonban arra a körülményre, hogy a fizikai és kémiai tényezők megadásával és vizsgálatával talajaink termőképességét, amint az eddigi tapasztalatok mutatják, általában nem igen tudjuk maradék nélkül és kielégítően jellemezni, úgy a ma mindinkább érvényre jutó felfogás szerint felette indokoltnak látszik az, *hogy ezeknek a termőhelyi adottságait elsősorban terméshezamuk alapján ítéljük meg és csak azután igyekezzünk a meghatározható termőhelyi tényezők ismerete alapján is következtetéseket vonni és további összefüggéseket találni.*

A kérdés megoldásánál tekintetbe kell még ama körülményt is venni, hogy talajaink kémiai és fizikai összetételüket a termőhely életterének élettelen kémiai-fizikai és élő tényezőinek, így nem utolsó sorban a talajt benépesítő mikroszervezetek működésének a hatására állandóan változtatják és ezenfelül talajainkban a már ismert tényezőkön kívül még egy sereg másik, ma még alig, vagy egyáltalában nem ismert biotényező is érezteti hatását. A kérdés lényegének a vizsgálatánál nem fog meglepni tehát bennünket az, ha egy-egy, a talaj állapotáról nagyobb időközökben elkészített és rendszerint csak a termőhelyi tényezők egy-egy részét magába foglaló vizsgálat, amelyet bátran nevezhetünk a talajról készűlt fizikai és kémiai, vagy mikrobiológiai pillanatfelvételnak, nem adhatta meg a leglelkiismeretesebb munka mellett sem azokat a felvilágosításokat, amelyekből talajaink termőerejére következtetni lehetne. Sohasem szabad elfelejtenünk, hogy a természetben, amint már mondtam, az ott szerepet játszó biotényezők rendkívűl bonyolult összefűtűkáról van szó. Bármilyen tökéletesnek is hisszük és gondoljuk a mai ezirányű felkészűltűgűnk, mégis tárgyilagosan be kell látnunk, hogy még mindig viszonylag messze vagyunk attól, hogy tisztán szűrványos laboratóriumi vizsgálatok és megfigyelések alapján a terméshezam nagyságára vonatkozólag biztos felvilágosításokat tudjunk adni. Mindazokat az adatokat, amelyeket elemzéseink

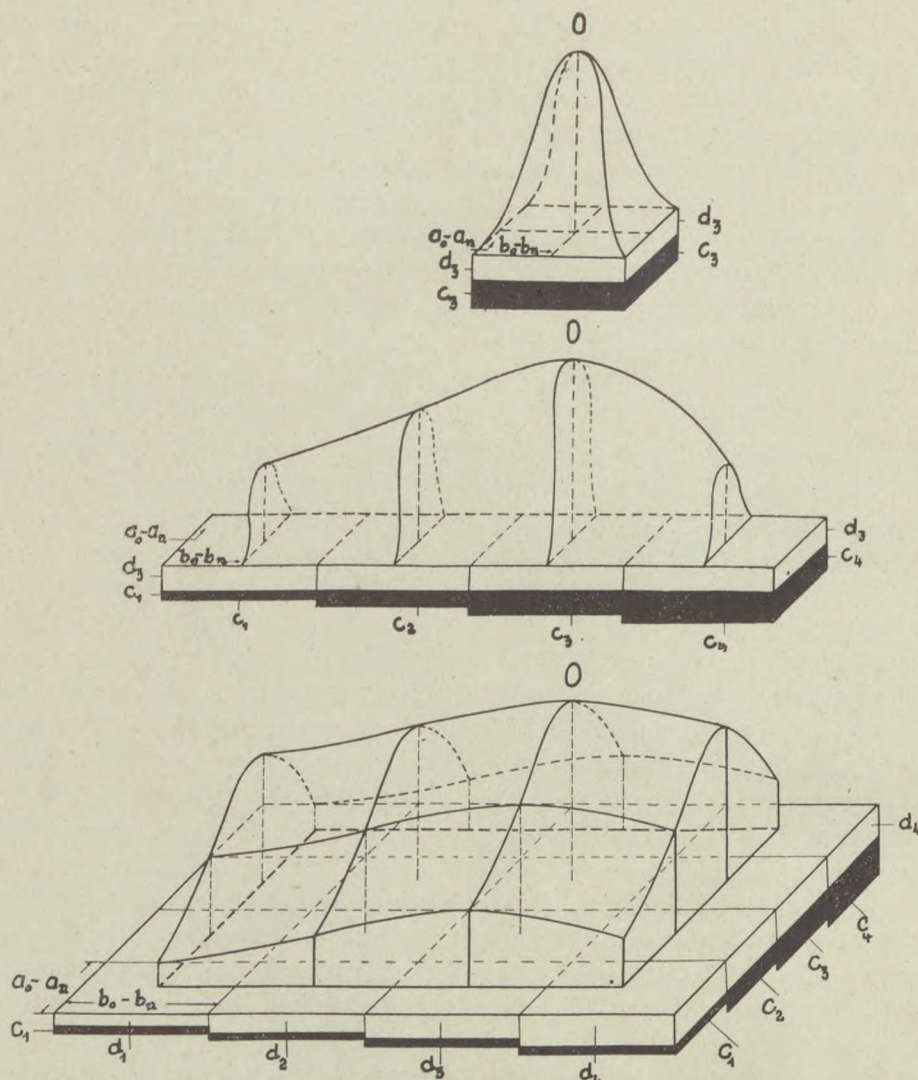
alapján talajainkra akár mikrobiológiailag, akár fizikai, vagy kémiai értelemben megadunk, holt számoknak fognak bizonyulni akkor, ha ezeket a talajban és a talaj felett lejátszódó növényi élet bonyolult dinamikájával összefüggésbe hozni nem tudjuk.

Ezek az elgondolások vezettek bennünket akkor, amikor már évekkal ezelőtt rámutattunk arra a tényre, hogy a talajok termőképességét nem annyira a biológiai és fizikai-kémiai elemzések eredményét magábafooglaló holt számokkal, hanem talajaink bioaktivitásával, azaz élettani cselekvőképességével kell kifejeznünk. Az első idevonatkozó elgondolásaim a talajok életére vonatkoztak. Célunk az volt és még ma is az, hogy az eddigi bonyolult mikrobiológiai vizsgálatok és elemzések helyett, amelyek a legjobb esetben is csak megközelítőleg tudják a talaj életének belső mivoltát jellemezni, könnyebben meghatározható és jobban szembetűnő és a talajok jóságával és termőképességével határozottabban összefüggő jellegeket válasszunk ezek megítélésére (9).

A talajélet megítélésénél elsősorban azt ajánlottunk, hogy itt a talajban élő mikroszervezetek által előidézett változásokat vegyük alapul.

E változások közül a talaj vezetőképessége és kémhatásának ingadozásai komplex jelenségek, amelyek a talajban lefolyó más többi biológiai, biokémiai és biofizikai reakciósorozatok eredőjeképpen jönnek létre. Így vezettük le azt az új módszert, amelynek a segítségével a talaj kémhatásának ingadozásaiból vonunk következtetéseket a talajélet dinamikai lehetőségeire. E téren *Hwang* (10) intézetében egy, még az eddigieknél is egyszerűbb módszert dolgozott ki. Ezekkel a kutatásokkal párhuzamosan kezdtük a hőmérséklet és a víz együttes hatásának belső lényegét és annak dinamikai lefolyását megismerni. Az elemzések során mind világosabbá vált, hogy a térbeli idom, amelyet akkor nyerünk, ha a hőmérséklet és a víz hatásának a talajban észlelt mikroorganizmusok mennyiségével való összefüggéseit ábrázoljuk, tulajdonképpen a talaj mikrobiológiai teljesítőképességét fejezi ki. A talaj kémiai és fizikai sajátságai mindig egy-egy keretet adnak, amelyen belül a hőmérséklet és a víz együttes élettani hatására a talajélet teljesítőképességének dinamikai változásai lejátszódnak. Amikor vizsgálatainkat a magasabbrendű növények hasonló összefüggéseinek a kutatására is kiterjesztettük, mind világosabbá vált, hogy a hőmérséklet és a víz hatásának befolyására kialakult terméshozamok téranalytikai egybefoglalásával keletkezett térbeli idom tulajdonképpen szintén talajaink élettani cselekvőképességét adja meg. Megadja pedig olyan formában, amelyet eleve el akartunk érni. A térbeli idomok méreteit ugyanis a terméseredmények szabják meg és így a talajaink cselekvőképességét és ezek teljesítőképességének az adott fizikai és kémiai határok által megszabott keretét a felismerés legbiztosabb eszközével, a tényleg elért növényi anyagtermeléssel jellemzik. A továbbiakban világossá vált és logikusan elképzelhető volt, hogy az R-törvény által megadott módok és lehetőségek akkor is alkalmazhatók, ha más termőhelyi tényezők együttes hatásának vizsgálatát és ennek a segítségével talajaink biológiai cselekvőképességében beálló elváltozásokat vizsgálni és megállapítani akarjuk. Ilyen módon, amint ezt a 6. sz. ábra világosan mutatja, a térbeli idomok sorozata keletkezik, amelyek egy-két, vagy továbbmenve három és négy tényező változtatásával beálló lehetőségeket is magukba rejtik. Az idevonatkozó eredményeink alapján tudjuk azt, hogy miután az így nyert idomok palástján a változtatott tényezők minden lehető kombinációja mellett az odatartozó terméseredményeket is meg fogjuk

kapni, úgy világos, hogy e paláston különböző és a terméshozamot más és más szempontból ábrázoló görbéket szerkeszthetünk. Ez az elméleti eredmény. Gyakorlati szempontból azonban bennünket elsősorban az úgynevezett optimumgörbék érdekel-



6. ábra. Az R törvény térbeli továbbfejlesztésének elméleti lehetőségei több biofaktor egyidejű közreműködése esetén. Az egyes biofaktorokat a, b, c és d jelentik. O = optimum. Fent az aktivitás idom 2 variált faktor közreműködése esetén. Középen ugyanaz 3 faktor és alul 4 faktor közreműködése esetén. — Die theoretischen Möglichkeiten des weiteren raumanalytischen Ausbaues des R Gesetzes im Falle der gleichzeitigen Zusammenwirkung mehrerer Biofaktoren. O = Optimum. Oben der Aktivitätskörper im Falle der Zusammenwirkung 2 variierter Faktoren. In der Mitte derselbe mit 3 varierten Faktoren und unten mit 4 varierten Faktoren.

nek és ezért, ha több tényező variálásával határozzuk meg a terméseredményeket kifejező térbeli idomokat, abban az esetben a továbbiakban már elegendő, ha csak az optimumgörbékből képezett magasabbrendű idomot vesszük tekintetbe.

Említettem már, hogy az egyes részletidomokon kívül a paláston fekvő terméseredmények mindig bizonyos R -értékekhez tartoznak. Ezeket az értékeket két tényező összjátéka esetén a tényezők megfelelő összrendezőinek a metszés-

pontjain találjuk meg és számbeli értékeit e tényezők értékűségének összeszorzásából nyerjük. Ezt a műveletet kell elvégeznünk akkor is, ha meggondolásainkat három vagy négy tényező együttes hatására, illetőleg annak a vizsgálatára terjesztjük ki. Ilyen esetekben az R-értékeket azután már nem két, hanem három, vagy négy tényező összeszorzásával képezzük.

A rendszer kedvéért a magunk részéről a két tényező vizsgálatakor szerkesztett idomot elsőrendűnek, a három tényező ábrázolásakor nyertet másodrendűnek és a négy tényező összjátéka által képezett és a hozzájuk tartozó terméseredményeket feltüntető testet harmadrendű térbeli idomnak nevezhetjük. A hozzátartozó optimumgörbék pedig szintén egy, kettő vagy harmadrendű optimumgörbék lesznek.

A kísérletek eredményeinek összehasonlítása.

Amint a bevezetésben már hangsúlyoztam, e kísérleteknek célja elsősorban abban állott, hogy a növények vízgazdálkodásának, illetőleg a talaj vízbefogadóképességének vízzel való telítettségi fokainak a különböző mesterségesen adagolt növényi tápsók, illetőleg műtrágyák hatásfokára gyakorolt befolyását felderítsék.

Idevonatkozólag árpával és tengerivel végeztük el az első kísérleteket, amelyeknél, mint említettem, a talaj vízkapacitásának telítettségi fokain kívül három fontos növényi tápsónak, mégpedig a nitrogénnek, a foszfornak és a káliumnak együttes hatását vizsgáltuk. Az eredményeket feltüntető II. sz. táblázat 1., 3. sz. ábrák 1., 2. sz. fényképek alapján az árpára vonatkozólag nagy vonásokban a következő összefüggések állapíthatók meg.

Az eredmények világosan mutatják, hogy ha a talaj vízbefogadóképességének csak 40%-áig van vízzel telítve, az adagolt műtrágyák úgyszólván teljesen hatástalanok maradnak. Gyakorlati szempontból ítélve meg az eredményeket, bátran állíthatom, hogy ennél, az aránylag kisebb mérvű nedvességi foknál tulajdonképpen nincs is lényegesebb különbség terméseredmények között.

Ami most már az egyes tápsók hatását illeti, itt világosan kivehető, hogy a kísérletek folyamán adagolt maximális szuperfoszfát mennyiséggel még nem haladtuk túl e tápsó hatásának optimumát. E megállapítás, amint az eredmények mutatják, a vízbefogadóképesség magasabb telítettségi fokainál is érvényes maradt. Ezzel ellentétben a kísérleteknél felhasznált nitrogén és kálium tápsók mennyisége már optimumukat meghaladták, úgyhogy az itt adagolt legnagyobb adagoknál a terméseredmény érezhető csökkenése állott be. Egyedül a 40%-os telítettségi foknál nem lehetett az adagolt nitrogén mennyiségek optimumon túl fekvő gátló hatását megállapítani. E körülmény azonban túlnyomórészt abban leli a magyarázatát, hogy ezen alacsony telítettségi foknál a vízfaktor elégtelensége annyira gátlólag hat a növények növekedésére, hogy legalább is a nitrogén hatásnál az optimumon túl adagolt mennyiség gátló hatása nemcsak érvényre nem jutott, hanem az alkalmazott maximális adagnál viszonylag még majdnem olyan magas terméshozamot értünk el, mint a sorrendben következő második nitrogénadagnál. Ismétlem azonban, hogy a kép annyira szabálytalan és annyira mutatja a vízfaktor elégtelenségének zavaró hatását, hogy ez eredményekből messzemenő következtetéseket nem igen volna ajánlatos levonni.

A kálisó túlادagolásának gátló hatása ezzel ellentétben mindenütt egyaránt jelentkezett.

Az idevonatkozó élettani kísérleteink alapján (2., 3.) már ismételtén kimutattuk, hogy az árpa statikai vízigényének legkedvezőbb adottsága a talaj vízbefogadóképességének átlag 72%-os telítettségi fokánál jelentkezik. Egy pillantás az eredményeket feltüntető 1., 3. sz. ábrákra, rögtön meg fog bennünket győzni arról, hogy az e téren közölt vizsgálataink eredményei helyesek és az eredmények az árpa vízigényének csakugyan a legmegfelelőbbek voltak. A 70%-os telítettségi fok sorában a 3. nitrogénadagnál állt be az optimális terméshozam. E telítettségi foknál azonban már az optimumon túl fekvő nitrogénadagok gátló hatását is ki lehet mutatni. Ugyancsak világosan kimutatható az optimumon túl fekvő káliadagok depresszív befolyása.

Hogy a vízadagolás helyesen megválasztott mértéke milyen jelentékeny és feltűnő befolyást gyakorol a terméshozam kialakulására, azt e telítettségi fok 3. sz. nitrogén adagjánál elért optimális terméseredmény mutatja, mely többszáz százalékkal haladja meg a 40%-os telítettségi fok terméseredményeit. A térbeli ábrázolásnak általunk választott módja e különbségeket kitűnően mutatja és az egész jelenséget felette szembetűnővé teszi és kidomborítja. Világosan mutatják ezek az eredmények, hogy az optimális víztartalom biztosítása milyen nagy mértékben fokozza a mindenkori terméshozamot. Miután pedig ennek a létrehozásánál a növényi tápanyagok helyes adagolása és ezeknek a felhasználása kiválóan fontos szerepet játszik, ezért világos, hogy a terméseredmény e feltűnő emelkedése csakis úgy vált lehetségessé, hogy az adagolt tápsók kihasználásának élettani hatásfokát a talaj vízbefogadóképességének optimális telítettségi foka kedvezően és sokszorosan fokozza. Az eredmények összehasonlító vizsgálata egyébként azt is igazolni látszik, hogy a nitrogénhatás annak legkedvezőbb adagolásánál elsősorban a talaj vízzel való telítettségének elégtelen foka következtében állott be. Ennek azonban véleményem szerint egyelőre inkább spekulatív jelentősége van, mert amint említettem, az elégtelen víztelítettség annyira fékezőleg hat az alkalmazott növényi tápsók élettani hatására, hogy ezáltal ezeknek befolyását és élettani szerepét a mondott esetben nem lehet határozottan elbírálni.

Az optimális terméshozamnak a térbeli helyzete, amely helyzetet a káli és foszforadagok változtatása, illetőleg ezeknek megfelelő összjátéka szab meg, az egyes vízfokokon és a hozzájuk tartozó nitrogén fokokon belül különösebb eltolódást nem szenvedett. Feltűnő egyébként, hogy az optimumon túl fekvő 4. sz. nitrogénadag a túladagolt foszfor és kálisók hatásövezetében viszonylag kisebbmértvű hozamcsökkenést eredményez, mint a 3. sz. optimális nitrogénadagnál.

Igen érdekes a 90%-os telítettségű talaj viselkedése. Az optimális terméshozam térbeli helyzetét, amint említettem, a talaj vízkapacitásának emelkedő telítettsége nem befolyásolja. Különösebb eltolódást e téren itt sem észlelhetünk. Az optimális terméshozam természetesen kisebb lesz és ennek a csökkenése minden egyes nitrogénfoknál szembetűnik. Különben nagyon érdekes, hogy az 1. sz. nitrogénadagnál a foszforhatás sem a 40, sem a 70, sem a 90%-os telítettségi fokoknál sem tud érvényesülni. Gyakorlati szempontból felette fontosnak látszik még, hogy a 70 és 90%-os telítettségi fokoknál elért terméseredmények viszonylagos különbségei, illetőleg a 90%-os telítettségi foknál beálló hozamcsökkenés jóval kevesebb lesz, mint a 40%-os és 70%-os telítettségi fokok optimális terméseredményeinek a különbsége.

A részletoptimumgörbék alapján szerkesztett térbeli idomnak a képét a 3. sz. ábra mutatja. Ez az idom tehát a kérdéses talaj biológiai aktivitását fejezi ki a kísérletek tartama alatt különböző mennyiségekben adagolt élettani tényezők összhatásának az eredőjeképen. Az így elibénk táruló kép is világosan mutatja a vízhatás jelentékeny befolyását, sőt majdnem azt mondhatnánk, döntő jellegét a mestersegesen adagolt különböző tápsók élettani hatásfokának kialakulásánál. Különösen az árpakísérleteinknél értünk el e téren jelentős különbségeket. Az optimális víztelítettségi fokok határának az átlépése itt szintén csökkenést eredményez, amely azonban nem olyan nagymérvű, mint az alacsonyabb víztartalmak élesen szembetűnő gátló hatása.

A tengeri kísérletek eredményeit a 2. és 4. sz. ábrák, illetőleg az ezeket kiegészítő 3. sz. kép mutatja. Ennél a kísérleti sorozatnál is szembetűnő az optimális víztelítettségi fokok döntő befolyása. A legkisebb telítettségi foknál itt is megfigyelhetjük a vízhiány gátló hatását. Az adagolt műtrágyák itt is alig tudtak számbavehető terméshozamnövekedést előidézni. Egyébként, ha részletezzük az eredményeket, úgy azt fogjuk tapasztalni, hogy a 40%-os telítettségi foknál az adagolt foszforsók mennyisége általában nem érte el az optimális mértéken túlterjedő mérvét. Az adagolt kálisók viszont optimális minőségükön túl még itt is gátlólag hatnak. Bizonyos mértékben a nitrogén tényező is gátlólag hatott optimális mennyiségének határán túl. A legkedvezőbb vízzel való telítettségi foknál, amikor tehát a talaj vízbefogadóképességét 70%-ig telítettük, kapjuk természetesen a legkedvezőbb terméseredményeket. Itt különösen a nitrogén és káliumnál mindenütt kimutatható a tápsók túladagolásának termés-csökkentő és a tengeri növekedését gátló hatása.

Figyelemreméltó, hogy az adagolt foszforsók optimális határaikon túl csak a 2. és 3. sz. nitrogénadagnál éreztették gátló befolyásukat.

Már korábban rámutattunk arra, hogy a tengeri nem szereti a talaj nagyobb-mérvű vízzel való telítettségét (2., 3.). Amíg az árpánál a 70%-os, tehát a legkedvezőbb és a 90%-os, tehát az optimumon túl fekvő telítettségi fokok között mutatkozó terméshozam különbségek viszonylag kisebbek voltak, a tengerinél ezek már jelentékenyen nagyobbak lesznek. A 90%-os telítettségi foknál is kimutatható azonban még a 3. sz. nitrogénadag kedvező hatása. Viszont nagyon érdekes, hogy az alkalmazott tápsók a 4. sz. nitrogénadagnál hatásukat már alig éreztetik. Nagy vonásokban itt is megállapíthatjuk, hogy az optimális terméseredményt a 70%-os telítettségi foknál a 3. sz. nitrogén, a 3. sz. foszfor és a 3. sz. káliumadagnál értük el. Az optimális terméseredményeket az egyes vízzel való telítettségi fokok szerint a 2. sz. ábra tárja elénk, amely a jelen esetben is a változó mennyiségben adagolt négy tényező összhatásának megfelelő és a talaj e tényezők megszabta kereteken belül érvényre jutó teljesítőképességét tárja elénk.

A következő tengeri kísérletünkönél már eredeti elgondolásunknak megfelelően a részletidomokat nem is adtam meg külön-külön, hanem az ezekből szerkesztett, úgynevezett legkedvezőbb bioaktivitású test térbeli méreteit mutattam be. (Lásd 5. sz. ábra és a 4. és 5. sz. képeket.) Az eredmények nagyjában az előbb mondottakkal egyeznek. Az itt elért terméseredmények természetesen jóval nagyobbak, mint az előző tengeri kísérletnél, miután a kísérletek itt nyáron folytak le és így a fényviszonyok sokkal kedvezőbbek voltak.

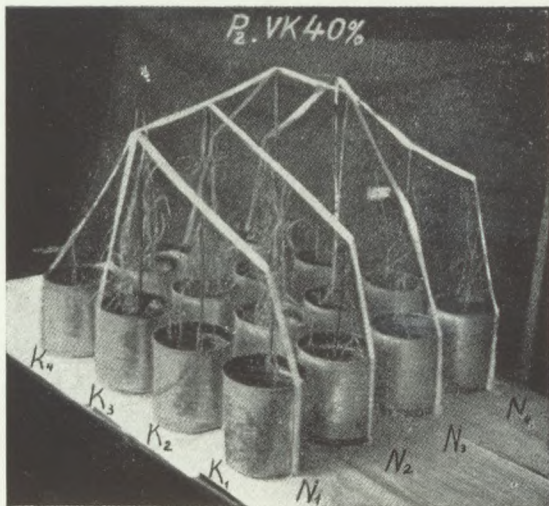
A vizsgálati eredmények gyakorlati jelentősége.

A bevezetésben már rámutattam arra, hogy a talaj vízbefogadóképességének legkedvezőbb telítettségi foka nemcsak a növények növekedését befolyásolja közvetlenül, hanem ugyanilyen hatást gyakorol trágyaszereink biológiai kihasználására is.

Rámutattam arra a körülményre is, hogy az öntözéses gazdálkodás szempontjából milyen nagy fontossággal bír az a körülmény, hogy akkor, amikor a termés-hozamot növelni óhajtjuk, a növények növekedésének és anyagtermelésének a szükséges léta'apjait is megadjuk azzal, hogy talajainkat megfelelően trágyázzuk és azok tápsótartalmát célszerűen keresztülvitt műtrágyázással is növeljük. Ezek a terjedelmes kísérletek most világosan igazolják, hogy a termés-hozam emelkedését csakis a megfelelő mennyiségben adagolt tápsókkal tudjuk növelni. Ha a közölt képeknél a legkedvezőbb vízzel való telítettségi foknál, tehát a 70%-os telítettség-nél az egyes alkalmazott műtrágyák hatását szemügyre vesszük, úgy be fogjuk látni, miszerint a víztényező által adott határokon belül ezek kölcsönös összhatásukban csak akkor tudnak érvényesülni, ha mindegyiket a maga optimális mennyiségben adagoljuk. Ezért tehát különösen az öntözéses gazdálkodásnál, gondos előzetes kísérletekkel kell minden esetben megállapítanunk az egyes adagolt tápsók optimális hatásfokát. A közölt eredmények világosan mutatják, hogy még akkor is, ha talajaink vízgazdálkodását mesterséges öntözéssel a legkedvezőbb fokon tartjuk, de ugyanakkor a talaj táplálóanyagai vagy ezek közül csak az egyik is, akár az optimumán innen vagy túl fekvő mértékben van jelen, milyen nagymértékű hozamcsökkenést idézhetnek elő.

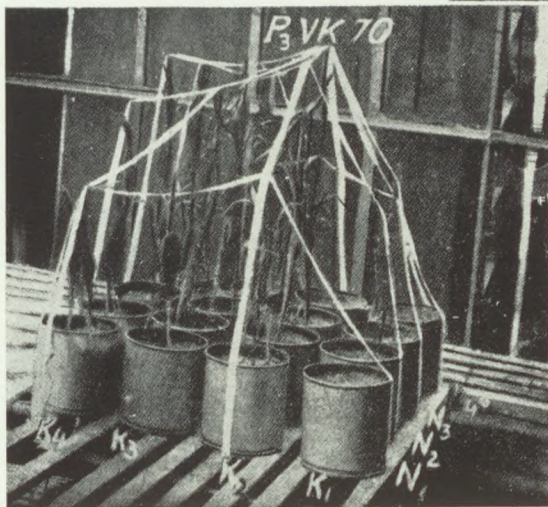
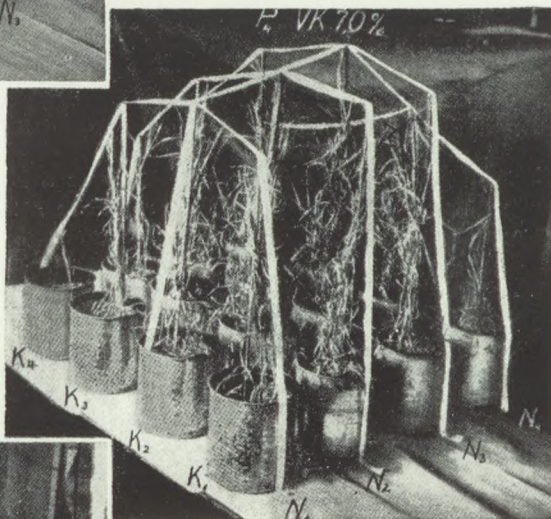
Világosan mutatják tehát a kísérletek azt a gyakorlat számára eléggé nem hangsúlyozható tényt, hogy nem lehet csak egy vagy esetleg két tápanyagot figyelembevenni és a többit elhanyagolni, hanem mindegyiket megfelelő mennyiségben és arányban kell adagolnunk, illetőleg a talaj eredeti tápanyagmennyiségének figyelembevételével úgy pótolnunk, hogy a növényzet táplálkozásához az egyensúlyi helyzetet megteremtjük. Különösen figyelemmel kell lennünk erre az öntözéses gazdálkodásnál, ahol arra törekszünk, hogy a víz optimális mennyiségben álljon a növényzet rendelkezésére. Itt tehát igyekeznünk kell a három fő táplálóanyagot is optimális mennyiségben nyújtani a növénynek, mert, ha ezek közül csak egyik is érezhető mérvben az optimum alatt vagy felett van, a víz hatása sem érvényesülhet megfelelően, hanem annak hatásfokát is az optimum alatt vagy felett lévő, tehát az egyensúlyi helyzetet megbontó táplálóanyag mennyisége fogja megszabni.

Gazdasági növényeink növekedése és termés-hozama egy olyan élettani reakció-sorozatnak az eredője, amelyet az összes itt szerepet játszó élettani tényezők külön-külön, de ugyanakkor kölcsönös összhatásaikkal is befolyásolnak. A termés-eredmény mindig ennek az összhatásnak lesz a függvénye és ennek az előidézésénél minden egyes tényezővel külön és azután ezek összhatásaival is kell foglalkoznunk. Mindegyiknek meg kell állapítanunk az optimális mértékét, mert egyébként célkitűzéseinket elérni nem tudjuk. De ugyanakkor ezek az eredmények meggyőzően mutatják milyen nagy jelentősége van talajaink vízgazdálkodásának gazdasági növényeink életére és ezen keresztül a talajban lévő tápsók kihasználásának gazdaságosságára. Ezek az eredmények bizonyos mértékben azt is megmagyarázzák, miért nem éri el sok esetben a gazda azokat a termés-eredményeket, amelyeket



1. kép. Az árpa fejlődésének térbeli idoma a Vk 40%-os telítettségi fokánál és a P_2 értéknél. — Raumkörper der Gerste bei der 40% Sättigung der Wk und bei P_2 .

2. kép. Az árpa fejlődésének térbeli idoma a Vk 70%-os telítettségi fokánál és a P_4 értéknél. — Raumkörper der Gerste bei der 70% Sättigung der Wk und bei P_4 .



3. kép. A tengeri fejlődésének térbeli idoma a Vk 70%-os telítettségi fokánál és a P_4 értéknél. — Raumkörper des Mais bei der 70% Sättigung der Wk und bei P_4 .



4. kép. A V_k 70%-os telítettségi fokánál és a N₂ értékénél létrejött és a növények által képezett térbeli idom a 2. sz. tengerinél.
Der optimale durch die Versuchspflanzen gebildete Raumkörper des 2. Maises bei der 70% Sättigung der W_k und bei N₂.



5. kép. A V_k 70%-os telítettségi fokánál és a N₃ értékénél létrejött és a növények által képezett térbeli idom a 2. sz. tengerinél.
Der optimale durch die Versuchspflanzen gebildete Raumkörper des 2. Maises bei der 70% Sättigung der W_k und bei N₃.

műtrágyáinak alkalmazásától várt. Ennek az oka vagy abban keresendő, hogy az alkalmazott tápsók közül egyiket vagy másikat, vagy talán többet is ezek optimális mennyiségi határán innen vagy túl alkalmazott, vagy pedig, ha e feltételeknek kellő gondossággal megfelelt, úgy kétségtől az eredmények elmaradását a talaj meg nem felelő vízzel való telítettségi fokában kell keresnünk. A vízzel való telítettségénél természetesen szintén arra is gondosan ügyelnünk kell, hogy ennek az optimumát se lépjük túl.

Mindezeket egybevetve az eddig végzett terjedelmes kísérletek eredményeképpen mindenekelőtt meg kell állapítanunk azt, hogy úgy a talajnak vízzel való ellátása, illetőleg ennek megfelelő szabályozása, mint pedig a műtrágyák alkalmazása, megfelelő körültekintést és szakértelmet igénylő feladat. Ezeket a kérdéseket megoldani csakis az egyes talajféleségeken belül végzett kombinált kísérletekkel lehet.

Mindezek felül természetesen talajaink másik fontos belső tényezőjére, nevezetesen életjelenségeire is tekintettel kell lennünk. Nem szabad elfelejtenünk, hogy pl. a foszfor műtrágyák alkalmazásánál mindig megvan a lehetősége annak, hogy ezek átmenetileg a nehezebben oldódó formákba jutnak. Ilyenkor a nehezen oldódó sók mozgósításánál a talaj életének kiválóan fontos szerep jut. De kijut ez a fontos szerep a káli és a nitrogénsók alkalmazásának a terén is. Különösen ez utóbbinál kell mindig tekintetbe vennünk, hogy a talaj nitrogéntartalmának alakulását elsősorban biológiai szempontból kell szemügyre vennünk. A nitrifikáció és a nitrogénkötés, továbbá az ezeknek eredményeit lerontó nitrátredukció és denitrifikáció mind biológiai folyamatok, amelyeket szabályozni és befolyásolni csakis úgy tudunk, ha a talajéletet kedvező keretek között tartjuk. Ennek pedig a legbiztosabb módja a talaj vízgazdálkodásának a szabályozása. Ezt, amint már említettem, az öntözéses gazdálkodásnál a helyesen adagolt vízpótlással, a száraz gazdálkodásnál viszont helyesen és megfelelő időben a talajok fizikai sajátságaihoz és biológiai adottságához alkalmazott talajművelési módszerekkel lehet szabályozni.

Mindent összevetve megállapíthatjuk tehát, hogy az eddigi vizsgálatok eredményei a víznek, mint egyik legfontosabb biotényezőnek döntő befolyását, mind a terméshozam kialakulásánál, mind ezzel kapcsolatosan a növényeink növekedését szabályozó és a mai korszerű mezőgazdaságban adagolt műtrágyák kellő kihasználásánál világosan beigazolták.

IRODALOM.

D. Fehér, M. Frank und F. Szelényi: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der Mikroorganismen-tätigkeit auf das dynamische Verhalten der leichtlöslichen Phosphor-, Kali- und Stickstoffverbindungen des Bodens. (Mitteilungen über Bewässerungswesen. Auslandsheft. 1941.) Siehe hier auch die ausführliche Litteratur.

D. Fehér und M. Frank: Das R-Gesetz. (Die regulative Wirkung der biofaktoren Wasser und Temperatur im Leben die Pflanze. — Mitteilungen über Bewässerungswesen. Auslandsheft 1941.)

Hank Olivér, Frank Melanie és Szelényi Ferenc: Az öntözéses gazdálkodás irányelvei. (Mávg Közlemények. Budapest, 1941. 1. sz.) Die allgemeinen Richtlinien der Beregnungswirtschaft. (Mitteilungen über Bewässerungswesen. Auslandsheft. 1941.)

Fehér Dániel: A hőmérséklet és a víz kölcsönös élettani hatásának biológiai jelentősége az erdő életterében. (Erdészeti Kísérletek. 1941.) Die biologische Bedeutung der komplexen

physiologischen Wirkung des Wassers und der Wärme im Lebensraum des Waldes. (Erd. Kísérletek. 1941.)

Lemmermann, O.: Methoden für die Untersuchung des Bodens. (Verlag Chemie, Berlin. 1932.)

• *Riehm, H.*: Die Bestimmung der laktatlöslichen Phosphorsäure im Boden unter Verwendung eines lichtelektrischen Kolorimeters. (Bodenkunde und Pflanzenein. Berlin. 9—10, 30—50. 1938.)

Rippel, A.: Wachstumsgesetze bei höheren und niederen Pflanzen. (Datterer München. 1925.) (Lásd itt az irodalmat. — Siehe hier das Schrifttum.)

Mitscherlich, A.: Der Boden als Vegetationsfaktor. (Handbuch der Bodenlehre. IX. Bd. J. Springer, Berlin. 1931.)

Fehér D. und M. Frank: Vergleichende Untersuchungen über den biologischen Aktivitätsgrad der Böden. (Archiv f. Mikrobiologie 8, 27, 1937.)

Hwang, Y.: Eine neue Methode zur Bestimmung des Keimgehaltes der Böden mittels Untersuchung der Leistungsfähigkeit ihrer Mikroorganismen. (Archiv. f. Mikrobiologie 9, 1938.)

D. Fehér und H. v. Palitschek: Untersuchungen über den Wasserhaushalt des Kulturbodens und der Kulturpflanzen. (Landw. Jahrbücher. 87 Bd. H. 6. 1939.)

Herke Sándor: Szódástalajú lecsapolt területeken végzett hasznosítási kísérletek. (*Sajó* — *Trummer*: „A magyar szikesek, különös tekintettel vízgazdálkodás útján való hasznosításukra“ c. munkában. Földmív. Min. kiadványa. 1934.)

Mitscherlich, A.: Über die Phosphorsäure und Kali Aufnahme und Auswertung bei verschiedenen Kulturpflanzen. (Schriften der Königsberger Gelehrten Gesellschaft. H. 1. 1940.)

Walter: Produktivität der Pflanzendecke und Mitscherlichsche Ertragskurve. (Ber. d. d. Bot. Gesellschaft. H. 3. 1941.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS DES WASSER- GEHALTES DES BODENS AUF DEN WIRKUNGSMECHANISMUS DER DÜNGERSALZE.

Von: D. FEHÉR.

Aus dem Botanischen Institut der K. ung. Universität für technische und wirtschaftliche
Wissenschaften. Sopron. (Ungarn.)

Zusammenfassung.

Zweck und Ziel der dargestellten Versuche sind: die Erfassung und die Beurteilung der komplexen physiologischen Wirkung von mehreren, im komplexen Sinne zusammenwirkenden, Biofaktoren durch Anwendung der raumanalytischen Methoden des von uns entwickelten R-Gesetzes darzustellen.

Die Versuche dienten auch zum Nachweis des physiologischen Nutzungseffektes der verschiedenen Düngersalze in Verbindung mit den Sättigungsgradänderungen der Wasserkapazität des Bodens.

Es wurden folgende Versuche durchgeführt.

I. Gerste. (*Hordeum vulgare*).

Dauer: 2. VI. 1939.—5. IX. 1939., also insgesamt 96 Tage. Innerhalb der Sättigungsgrade der Wk.¹ von je 40, 70 und 90% wurden, die Mengen der N, P, und K Salze variiert. Es wurden verabreicht:

			N.
Péter Salz (Stickstoffdünger):	..	$N_1 = 0.021$ gramm/kg bezw. =	3.57 mg/kg
		$N_2 = 0.100$ „ „ =	17.00 „
		$N_3 = 0.290$ „ „ =	49.30 „
		$N_4 = 1.14$ „ „ =	193.80 „
			P ₂ O ₅
Superphosphat		$P_1 = 0.014$ gramm/kg bezw. =	2.38 mg/kg
		$P_2 = 0.086$ „ „ =	14.62 „
		$P_3 = 0.430$ „ „ =	73.10 „
		$P_4 = 5.71$ „ „ =	97.07 „
			K ₂ O
Kalisalz		$K_1 = 0.003$ gramm/kg bezw. =	1.20 mg/kg
(Chlorkalium)		$K_2 = 0.014$ „ „ =	5.60 „
		$K_3 = 0.857$ „ „ =	342.80 „
		$K_4 = 4.290$ „ „ =	1716.00 „

¹ Wk. = Maximale Wasserkapazität.

Als optimaler Sättigungsgrad wurde auf Grund unserer diesbezüglichen Vorversuche die 70% Sättigung der max. Wasserkapazität gewählt.

Die Ergebnisse werden in den Abbildungen 1, 3 bzw. in den Lichtbildern 1, 2 und in der Tabelle II. dargestellt.

II. Mais. (*Zea Mays*).

Dauer: 15. IX. 1939.—12. XII. 1939., also insgesamt 89 Tage. Innerhalb der Sättigungsgrade der Wk. von je 40, 70 und 90% wurden die Mengen der N, P und K Salze variiert. Es wurden verabreicht:

	N.		
Péter Salz (Stickstoffdünger) ...	$N_1 = 0.007$ gramm/kg	bezw. =	1.19 mg/kg
	$N_2 = 0.100$	„ „ =	17.00 „
	$N_3 = 0.290$	„ „ =	49.30 „
	$N_4 = 1.714$	„ „ =	291.38 „
	P ₂ O ₅		
Superphosphat	$P_1 = 0.014$ gramm/kg	bezw. =	2.38 mg/kg
	$P_2 = 0.430$	„ „ =	73.10 „
	$P_3 = 4.290$	„ „ =	729.30 „
	$P_4 = 8.57$	„ „ =	1456.90 „
	K ₂ O		
Kalisalz	$K_1 = 0.003$ gramm/kg	bezw. =	1.20 mg/kg
(Chlorkalium)	$K_2 = 0.014$	„ „ =	5.60 „
	$K_3 = 0.857$	„ „ =	342.80 „
	$K_4 = 4.290$	„ „ =	1716.00 „

Die Ergebnisse werden in den Abbildungen 2, 4 bzw. in dem Lichtbild 3 und in der Tabelle III. dargestellt.

III. Mais. (*Zea Mays*).

Dauer: 13. VI. 1941.—25. IX. 1941., also insgesamt 104 Tage. Bei diesem Versuch wurden nur die Versuchsreihen der 40 und 70%-gen Sättigungsgrade angelegt. Innerhalb dieser Sättigungsstufen wurden folgende Düngergaben verabreicht.

	N.		
Péter Salz (Stickstoffdünger) ...	$N_1 = 0.006$ gramm/kg	bezw. =	1.02 mg/kg
	$N_2 = 0.087$	„ „ =	14.79 „
	$N_3 = 0.250$	„ „ =	42.50 „
	$N_4 = 1.50$	„ „ =	255.00 „
	P ₂ O ₅		
Superphosphat	$P_1 = 0.0125$ gramm/kg	bezw. =	2.12 mg/kg
	$P_2 = 0.375$	„ „ =	63.75 „
	$P_3 = 3.75$	„ „ =	637.50 „
	$P_4 = 7.5$	„ „ =	1275.00 „

			K ₂ O
Kalisalz	K ₁ = 0·0025 gramm/kg bezw. =		1·00 mg/kg
(Chlorkalium)	K ₂ = 0·012 „ „ =		4·80 „
	K ₃ = 0·75 „ „ =		300·00 „
	K ₄ = 3·75 „ „ =		1500·00 „

Die Ergebnisse sind in der Abbildung 5 bezw. auf den Lichtbildern 4, 5 und in Tabelle IV. dargestellt.

Die bisher erzielten Ergebnisse haben Brauchbarkeit und gute Anwendungsmöglichkeit der von uns ausgearbeiteten raumanalytischen Darstellungsmethode klar bewiesen. Vom Standpunkte des landwirtschaftlichen Pflanzenbaues haben die Resultate den Beweis und die Erkenntnis gebracht, dass eine gute und optimale Ausnützung der Pflanzennährstoffe und namentlich der oft kostspieligen künstlichen Düngersalze nur in dem Falle möglich sei, wenn der Wassergehalt, bezw. die jeweilige Sättigung der Wasserkapazität auf seiner optimalen Stufe gehalten wird. Niedrige und überoptimale Stufen wirken je nach den verschiedenen Pflanzen mehr oder weniger hemmend.

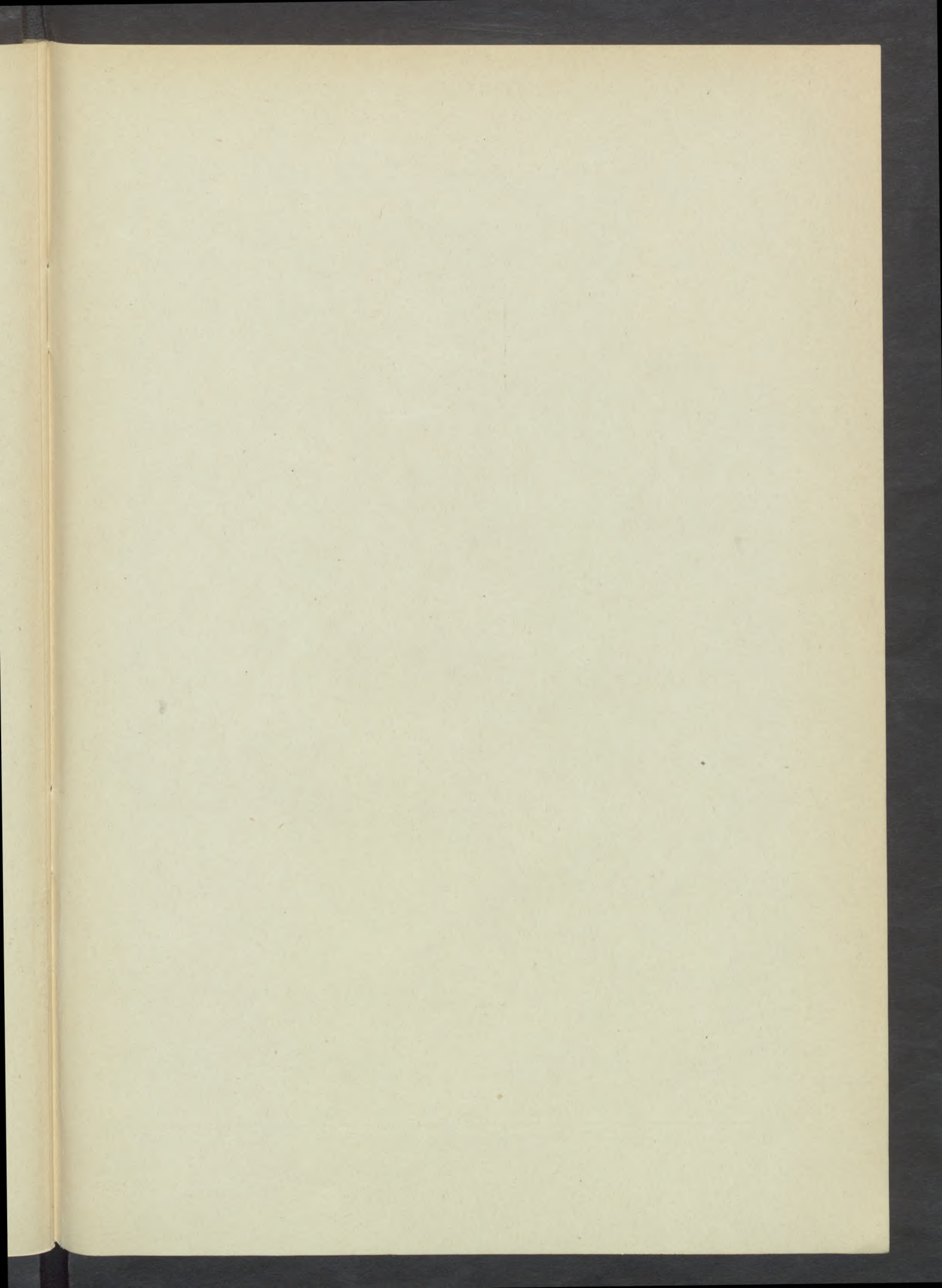
Bezüglich Auswertung der Versuchsergebnisse wird im Sinne des R Gesetzes eine vereinfachte Methode vorgeschlagen, um komplizierte Zusammenhänge, die bei dem komplexen Zusammenwirken von mehreren Biofaktoren oft entstehen, durch eine einfache raumanalytische Methode übersichtlich und deutlich darzustellen, und dadurch leichter zu beurteilen und zu erfassen.

Das komplexe Zusammenwirken wird in der von uns befolgten raumanalytischen Darstellung durch Raumkörper dargestellt. Es entstehen bei dem Zusammenwirken von 2 Biofaktoren Raumkörper I-r, bei 3 Biofaktoren II-r und bei 4 Biofaktoren Raumkörper III-r Ordnung.

Jeder Raumkörper besitzt eine Optimumkurve die den kleinsten Ertrag mit dem höchsten verbindet. Die Optimumkurven der Raumkörper niedriger Ordnung bilden dann die Raumkörper höherer Ordnung, wie diese Zusammenhänge in der Abbildung dargestellt sind.

In späterer Folge der Untersuchung mehrerer Biofaktoren wird dann das Entwerfen einzelner Raumkörper nicht mehr notwendig sein. Es genügt vollauf, als Endresultat den, durch die Optimumkurven gebildeten, Aktivitätskörper grösster Ordnung darzustellen. Wir erhalten dadurch alle Aufschlüsse und Erkenntnisse, die für die Beurteilung der Ergebnisse im ganzen und grossen notwendig sind. Dementsprechend sind bei dem zweiten Maisversuch die erzielten Resultate allein in Abbildung 5 dargestellt.





Kiadásért felelős: Dr. Fehér Dániel.

40.931. — Kir. Magy. Egyetemi Nyomda Budapest, Múzeum-körút 6. (F.: Thiering Richárd.)

