

Műtrágyák az angol mezőgazdaságban A jelenlegi gyakorlat és a jövő lehetőségei

Történelmi áttekintés

Nagy-Britannia az első országok közé tartozik, ahol műtrágyákat alkalmaztak. J. B. LAWES 1842-ben szuperfoszfátot állított elő és elindította a műtrágya gyártást Angliában, majd 1843-ban megalapította a Rothamsted-i Kísérleti Állomást. Az Angliában alkalmazott műtrágya mennyiségek alakulását az 1. táblázat mutatja be.

Nitrogén és foszfor műtrágyát már 100 évvel ezelőtt is rendszeresen alkalmaztak. 1870 és 1913 között a mezőgazdasági termékek alacsony ára ellenére a felhasznált

menntiségét és legelőnyösebben felhasználva a rendelkezésre álló K trágyákat, sokkal intenzívebb gazdálkodást valósíthattunk meg és kiküszöbölhettük a gyenge termőképességű talajok okozta hátrányokat. Különleges pénzügyi intézkedések történtek a háború alatt és után az élelmiszerellátás biztosítása céljából a növénytermesztés és a műtrágyázás támogatására. Ezeket az intézkedéseket az 1950-es években módosították és 1958 körül az árak állandókká és valósakká váltak. Az azóta eltelt 14 év alatt a felhasznált N mennyisége megháromszorozódott és a P valamint K műtrágyákból is mintegy 25%-kal többet alkalmaznak.

1. táblázat

Az Angliában 1837 és 1972 között felhasznált műtrágyák mennyisége

Év	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	1000 tonna		
1837	—	15	—
1845	33	46	—
1847	34	90	3
1913	29	180	23
1939	60	170	75
1949	185	419	196
1958	315	386	348
1963	513	459	421
1966	590	435	413
1970	783	463	431
1972	920	478	436

Újabb változások az Angliában felhasznált műtrágyák összetételében

Az elmúlt 10 év alatt (1963–1972) a P és K trágyák felhasználásában csak kevés változás történt, míg a N műtrágyák mennyisége nagymértékben megnőtt. Itt különösen az egyszerű és a nagy nitrogéntartalmú kevert műtrágyákat kell megemlíteni. Ezek a változások számos más országban is megfigyelhetők és valószínűleg folytatódni fognak.

Az angliai műtrágyagyártás fejlődésének legjelentősebb eseménye volt 1973-ban az első kálisó bánya megnyitása Yorkshire Cleveland körzetében, ahol a sok évvel ezelőtt talált kálisó készlet kitermelése folyik. A bánya teljes üzemelése 1974-re várható. Mivel a kitermelt műtrágya feltehetően meghaladja majd a Nagybritanniában szükséges mennyiséget, a felesleg exportra marad. Anglia jelenlegi szükségletének egyharmad részét az NDK-ból szerzi be. Franciaországtól és a Német Szövetségi Köztársaságtól, a hajdani legfontosabb kálisó szállítótól, ma már csak a szükséges mennyiség egy negyedét kapjuk.

P trágyák mennyisége megkétszereződött és a K trágyázás szerepe is megnövekedett. Az 1920-as és 30-as években, bár a gazdálkodás anyagi feltételei nagyon kedvezőtlenek voltak, egyre több N és K trágyát használtak fel. Közismert, hogy az 1939–45-ös világháború átvészeléséhez a műtrágyák is hozzájárultak. Megháromszorozva a N, megkétszerezve a P trágyák

Műtrágya formák

Külön statisztikai adatok nem állnak rendelkezésre az alkalmazott kémiai vegyületekre vonatkozóan.

Nitrogén. Az egyszerű nitrogéntrágyák közül jelenleg leginkább a tiszta ammónium-nitrátot (kb. 34% N) használják; szokásos még a kalcium-karbonáttal kevert ammónium-nitrát (általában 26% N) forgalomba hozatala is. Alkalmaznak ezenkívül ammónium-szulfátot egyszerű trágyaként, de kevésbé használatos kevert műtrágya formájában. Karbamid csak kis százalékban szerepel a N trágyák között; egyszerű vagy összetett trágyaként vagy folyékony formában.

2. táblázat

Az Angliában felhasznált összes kevert műtrágya százalékos megoszlása

Típus	Tipikus arány N : P ₂ O ₅ : K ₂ O %	1965/66	1971/72
1 : 1 : 1	1 : 1 : 1	9,4	5,7
Nagy N tartalmú	2 : 1 : 1	42,1	52,7
Kis N tartalmú	1 : 2 : 2	10,5	10,4
Nagy K tartalmú	1 : 1 : 1,75	25,7	18,2
Nagy P tartalmú	1 : 2 : 1	4,5	4,1
Kis P tartalmú	2 : 1 : 2	2,9	2,7
Kis K tartalmú	2 : 2 : 1	0,3	0,3
NP, NK, PK	—	4,6	5,9

Foszfor. Angliában jelenleg kevés egyszerű szuperfoszfátot gyártanak; az oldható foszfor zöme vagy hármasszuperfoszfátból vagy ammónium-foszfátból származik. Az 1972-ben forgalomba hozott 478 000 tonna P₂O₅-ből 72% volt vízben oldódó, 18% kohósalak és 10% pedig más, vízben nem oldódó (részben közvetlen használatra szánt örölt nyersfoszfát) alakban került a piacra.

Kálium. Leggyakrabban kálium-kloridot, és burgonya valamint zöldségfélék alá néha kálium-szulfátot alkalmaznak. Cukorrépához kainitot és más kisebb káliumtartalmú sókat használnak, mivel

ezek a cukorrépa nátrium és magnézium igényét is biztosítják.

Egyszerű és kevert műtrágyák. Napjainkban több egyszerű N műtrágyát használnak. Míg 1961-ben a felhasznált N műtrágyáknak 65%-a, addig 1972-ben csak 52%-a került kevert formában forgalomba. A vízben oldódó P és K majdnem teljes egészében (98 ill. 92%) kevert műtrágyából származott; ezek az adatok csak kevésbé változtak az utóbbi évek folyamán.

Koncentráció. A kevert műtrágyák átlagos koncentrációja tovább növekszik; 1972-ben az összes N + P₂O₅ + K₂O% 42,4 volt, az 1961. évi 34,4%-kal szemben.

Kevert műtrágya típusok. A kevert műtrágyák között egyre inkább a nitrogénben gazdag formák szerepelnek (2. táblázat).

Az Angliában használt új műtrágya formák

Az Egyesült Államokban a folyékony műtrágyák és különösképpen a vízmentes ammónia alkalmazását az olyan erősen műtrágya-igényes tavaszi növények ter-

3. táblázat

Az Angliában felhasznált folyékony műtrágyák mennyisége 1000 tonna hatóanyagban kifejezve

Műtrágya	1965/66	1968/69	1971/72
N	13,8	27,5	56,2
P ₂ O ₅	3,3	5,7	10,6
K ₂ O	4,0	6,7	11,4

mesztése indokolja, melyeket nagy területeken, széles sorokba csak akkor vetnek, amikor a talaj már felmelegedett. 1970-ben az USA-ban az összes N műtrágya 55%-át kukoricához és cirokhoz használták fel; a gyapotra 10%, a búzára 12% jutott. Nagybritanniában mások a körülmények; az éghajlat hűvösebb és kevés kukoricát termesztnek; a gazdálkodók hozzászoktak a szilárd műtrágyák alkalmazásához. Következésképpen az utóbbi időkig csak kevés folyékony műtrágyát használtak. Az 1971/72-es évben az Angliában felhasznált összes N-ből 2,6%, P-ből 2,2% és K-ből 2,6% került folyékony formában forgalomba. A 3. táblázat bemutatja az utóbbi években bekövetkezett változásokat ezen a téren.

Vízmentes ammónia. A folyékony nitrogén trágya egy része vízmentes ammónia formájában kerül felhasználásra. Mivel az ammónia nyomás alatt levő gáz, tárolása és szállítása költséges; veszteség nélküli alkalmazása is nehéz, különösen réteken és legelőkön.

Egy 1970-ben tartott szimpóziumon [8] ismertetett kísérletek tanulságait levonva megállapítható, hogy a szántóföldi növények részére az ammónia formában adott azonos mennyiségű nitrogén közel olyan hatékony volt, mint az ammónium-nitrát műtrágya. Rét és legelő esetében az ammónia értéke eltérő volt; az eredmények azt mutatták, hogy 250–350 kg/ha összes N alkalmazásakor, ha a szilárd nitrogén trágyát minden kaszálás előtt megosztva adták, nagyobb terméseket és egyenletesebb növekedést értek el, mint amikor egyszerre adagolták a N tápanyagot ammónia formájában. Amikor a gyeplő növények egyetlen alkalommal kaptak nagy N-adagot az év elején, a szilárd trágya és az ammónia gyakran hasonló termést eredményezett. A gazdálkodó összes költsége változott az ammónia ára és az idényben felhasznált mennyisége szerint és attól függően, hogy a trágyázást maga a termelő vagy vállalkozó végezte. A gyepek vagy a káposztafélék nagyadagú trágyázásakor az ammónia alkalmazása anyagi szempontból előnyösnek látszott, a kb. 100 kg/ha nitrogénnel trágyázott gabonaféléknél azonban nem.

Ammónia vizes oldata. A normális hőmérsékleten és nyomáson gázalakú vízmentes ammónia kezelése és talajba juttatása azért költséges, mert nyomás alatt kell tartani, hogy cseppfolyós maradjon. Ha a gázt vízzel elnyeljük és így koncentrált (26%-os N tartalmú) oldatot készítünk, csökken a trágyázásra felhasznált ammónia mennyisége, de kezelése olcsóbbá és könnyebbé válik, és a folyadékot nem kell mélyen a talajba juttatni. Az utóbbi időkben Angliában egyre több folyékony N trágyát alkalmaznak vizes ammónia formájában. A kísérletek eredményei szerint a vizes ammónia nagyadagú tavaszi alkalmazása után a rétek és legelők esetében hasonló hozamokat lehetett elérni, mint azonos össz-N mennyiségű, megosztva, minden legeltetés vagy kaszálás után fejtrágyaként adott „Nitro-Chalk” (a pétisóhoz hasonló N műtrágya) használata után [10]. Amikor árpa-kísérletekben [11] folyékony N-t adtak vizes ammónia vagy karbamid oldat formájában a sor mellé távol a vetőmagtól, nagyobb termést kaptak, mint amikor azonos N tartalmú ammónium-nitrátot szórtak ki.

Karbamid. Míg 1957/58-ban a karbamid

a világ összes nitrogén trágya termelésének csak 5%-át tette ki, 1967/68-ban már elérte a 17,4%-át. Könnyen előállítható, kezelhető és nagy N tartalmú (46%), de vannak hátrányai is, melyek megakadályozzák alkalmazásának nagymértékű elterjedését Angliában: 1. Tartalmazhat szennyező anyagként biuretet, ami növényi méreg; ezt ma már jelentős mértékben kiküszöbölték a modern gyártási eljárások segítségével. 2. Az ureáz enzim (mely a talajban rendszerint jelenlevő, nagyon általános mikroorganizmusok terméke) gyorsan ammóniává és széndioxidá hidrolizálja. Ha a talaj nem tartja vissza az ammóniát és az elillan a levegőbe, a műtrágya elveszti hatékonyságát. Ha az ammónia megmarad, a talaj pH-ja helyenként megemelkedik, ami a növényi gyökök és különösen a csírázó magvak károsodását okozhatja és a lúgosság befolyásolhatja más mikrobiológiai folyamatokat is.

TOMLINSON [9] összefoglalta a karbamiddal végzett nagyszámú kísérletek eredményeit és hangsúlyozta, hogy annak trágyaértéke igen különböző. Ha a karbamidot jól be lehet dolgozni a talajba, az ammónia veszteség jelentős mértékben megakadályozható, de ez még nem akadályozza meg a fiatal fejlődő növények károsodását. A nagyobb karbamid tartalmú összetett trágyák a vetéssel együtt adva az aszályos években veszélyesek lehetnek. TOMLINSON végül leszögezi, hogy több szakértelem szükséges a karbamid eredményes alkalmazásához, mint az egyszerű szervesetlen sókéhoz.

Árpa-kísérletekben [11] olyan folyékony NPK trágyák hatását vizsgálták, amelyekben a N karbamid formában volt jelen. Megállapították, hogy ha ezeket a trágyákat a vetéssel együtt, vagy a talaj felszínére adják, a termések gyengébbek, mint ha azonos mennyiségű NPK-t alkalmaznak szemcsézett összetett, de karbamidot nem tartalmazó trágyaként. Az a vélemény, hogy a vetéssel adott karbamid káros hatással van a csírázásra, és hogy ha a folyadékot permetezik, az ammónia elillan a levegőbe.

Lassan ható nitrogén trágyák. Az USA-ban a T.V.A. (Tennessee Völgy Intézményei) kezdeményezték a kénbevonatú karbamid alkalmazását lassan ható nitrogén trágyaként. A bevonat lelassítja a karbamid kioldódását a szemcsékből és a kén csökkentheti a karbamidot nitrát nitrogénné átalakító baktériumok tevékenységét (ez a nitrogén forma könnyen ki is módosítható). Az Angliában jelenleg forgalomba hozott és általunk vizsgált termék [4] szemcsézett, kb. 30% kén és 70% karbamidot tartalmaz, és összes N tartalma 32%

körül. Angliában ezen kívül még csak karbamid-formaldehid tartalmú termékeket gyártanak lassan ható N trágyaként és ezeket néhány értékeesebb kertészeti növénynél alkalmazzák. Kísérleteinkben a karbamid-formaldehid trágyázás nem mutatkozott olyan hatékonynak, mint más, megosztva adott műtrágyák alkalmazása. Egyéb termékekkel is kísérleteztünk (oxamid, krotonilidén di-urea és IBDU), de ezekkel sem kaptunk kedvezőbb eredményeket, mint a sokkal olcsóbb, helyesen alkalmazott műtrágyákkal. Ez utóbbiak egyikét sem fogadták el hivatalosan minősített műtrágyaként.

A műtrágyák alkalmazása az angol mezőgazdaságban

A mezőgazdaság szerkezete

A növénytermesztés rendszere Angliában viszonylag egyszerű. Ezzel kapcsolatban néhány statisztikai adatot a 4. táblázatban találunk.

A gazdálkodók bevételeinek nagyobb része nem annyira a növénytermesztésből, mint inkább az állattenyésztésből származik. Az 5. táblázat adatokat közöl az angol mezőgazdaság jövedelméről az 1971/72. évben.

A műtrágyázás költségei megközelítőleg egy tizedét teszik ki az összes mezőgazdasági költségeknek; az 1972/73. évre vonatkozó becsléseket a 6. táblázat tartalmazza.

Műtrágyák felhasználása a gazdaságokban

1941 óta a Rothamsted-i Állomás Statisztikai Osztálya a Tanácsadó Szolgálattal és újabban a Műtrágyagyárosok Szövetségével együttműködve, felülvizsgálja a trágyázási gyakorlatot. Szűrőpróbaszerűen megkérdezik több gazdálkodót az utolsó gazdasági idényben felhasznált műtrágyákkal kapcsolatban. Ezek az információk pontosak és egyeznek a más úton elkészített becslésekkel. A piacra kerülő szántóföldi növények talaját majdnem mindig trágyazzák és a tényleg felhasznált átlagos trágya adagok megfelelnek az átlagos javaslatoknak. A rétek és legelők nagyon meghálálják a műtrágyázást, de a valóban felhasznált átlagos mennyiségek jóval alatta vannak az ajánlottaknak és sok területet egyáltalán nem trágyáznak. A 7. táblázat összefoglaló adatokat közöl az Angliában és Wales-ben felhasznált átlagos trágya mennyiségekről; az adatok a trágyázási gyakorlatot felülvizsgáló szolgálat beszámolójából származnak [1, 5].

Az elmúlt 7 évben a búzához és úrpáchoz felhasznált trágyák átlag mennyisége kb. állandó volt. Burgonyánál valamivel több N-t és P-t használtak fel az utóbbi időben. A cukorrépa foszfor trágyázása csökkent, feltehetően azért, mert megfogadták a P-adag csökkentésére, de a N- és K-adag fenntartására vonatkozó tanácsot. Az időszakos és tartós gyepeken felhasznált nitrogén trágyák mennyisége hozzávetőlegesen megkétszereződött az utolsó 6 év alatt, viszont ezeken a területeken a P és K trágyázás inkább csökkenő tendenciát mutat, mivel a gazdálkodók feltehetően nem gondolnak arra, hogy ki kell egészíteni a jelenleg alkalmazott több N-t nagyobb P- és K-adagokkal.

4. táblázat

A termőterület nagysága és a termesztett növények, valamint az állattartomány 1972-ben

Terület	Millió hektár
Összes terület	19,04
Összes gabonafélék	3,80
búza	1,12
árpa	2,29
zab	0,32
Burgonya	0,23
Cukorrépa	0,19
Összes kertészeti növény	0,27
Időszakos rét, legelő (gyep)*	2,36
Állandó rét, legelő	4,91
Ósgyep	6,61
Állatállomány	Millió
Összes szarvasmarha	13,5
fejőstehén	3,3
vágómarha	1,5
Összes juh és bárány	26,9
Összes sertés	8,6
Összes szárnyas	140,0

* Időszakos gyep alatt 2–7 éves leelőket értünk, melyeket néhány év után szántóföldi növények termesztésére felhasználnak.

5. táblázat

A mezőgazdaságból származó bevételek Angliában az 1971/72 évben

Mezőgazdasági bevételi források	Millió font
Szántóföldi termények (gabona-neműek, burgonya és cukorrépa)	469
Kertészeti növények (zöldség-félék, gyümölcs, virág)	292
Állattenyésztés (hízó marha, juh, sertés és szárnyas)	969
Állati eredetű termékek (tej, és tejtermékek, tojás és gyapjú)	795
Egyéb termékek	13
Összesen	2 538

Rét és legelő. Míg a szántóföldi növények alá az esetek 90–100%-ában adtak műtrágyát, ezt sokkal kevésbé lehet elmondani rétek és legelők vonatkozásában, mint ahogy a 8. táblázat is mutatja.

A N, P és K trágyákkal kezelt állandó rétek és legelők százalékos területe alig változott 1969 és 1972 között. Újabbán a N növekedése valószínűleg abból ered, hogy a már trágyázott területeken több trágyát használtak és nem abból, hogy újabb területeket vontak kezelésbe.

A legelők egy része még mindig nem kap N-t, de ahol már eddig is trágyáztak, egyre nagyobb mennyiségeket használnak. Az állandó rétek és legelők 40%-a és az időszakos gyepek 15%-a nem kapott N-t 1972-ben, de a trágyázott területeken felhasznált átlagos trágyamennyiség 139 kg N/ha és 98 kg N/ha volt az időszakos, ill. az állandó gyepek esetében. Az intenzívben használt rétek és legelők több nitrogént kapnak, az átlagosan alkalmazott trágyamennyiség aszerint növekszik, hogy hányszor kaszálnak vagy legeltetnek a területen (9. táblázat). A nagyon nagy trágyaadagokkal kezelt területek százaléka még mindig meglehetősen kicsi, de gyorsan növekszik. 1969-ben az időszakos gyepek 5%-a kapott 226 kg N/ha vagy még ennél nagyobb mennyiségeket, 1972-ben már 8%-on alkalmaztak ennyi műtrágyát; míg az állandó rétek és legelők 1, ill. 3%-a kapott 226 kg/ha nitrogént ugyanezekben az években.

A rétek és legelők trágyázási módja kifogásolható, mivel túl kevés K trágyát adnak olyan növények alá, melyeket lekaszálnak és eltávolítanak. A kaszálóknál

10 kg P₂O₅-t és 15 kg K₂O-t javasolnak minden tonna szárazanyag-hozam után. Ahol istállótrágyát alkalmaznak – CHURCH és WEBBER [2] úgy vélték, hogy a foszfor adagok elegendőek a gyeplőnövények részére, de túl kevés káliumot használtak. Az ősgyepek nincsenek megfelelően kezelve; az angliai és Wales-i területeknek csak 2,5%-át trágyázták vagy meszezték 1969-ben.

Szántóföldi növények. A szántóföldi növények trágyázásakor az alkalmazott adagokat sokkal inkább a helyi viszonyoknak megfelelően kell megállapítani. CHURCH és WEBBER [2] szerint a gabonafélék a legtöbb nitrogént akkor igénylik, ha termesztésük más gabonafélék után következik és az újabb felmérések is kimutatták, hogy az árpát kevésbé trágyázzák gyökérnövények vagy gyeplő, mint gabonafélék után.

6. táblázat

A mezőgazdasági termelés költségei Angliában az 1972/73 évben

Mezőgazdasági termelés	Millió font
Takarmányok	706
Vetőmag	52
Állattenyésztés	92
Műtrágyák	159
Gépek	212
Gazdasági üzemi költségek	115
Egyéb	194
Összesen	1 530

1969-ben a cukorrépa 30%-kal több N-t és K-t és közel kétszer több P-t kapott a javasoltnál, függetlenül az istállótrágyázástól; a cukorrépa túlzott trágyázása kb. 10 fontba került hektáronként. (A cukorrépával végzett összes kísérletek csak mintegy 14%-ánál mutatkozott meg a 94 kg/ha-nál nagyobb nitrogén adagok hatása).

Egyéb tápanyagok

A műtrágyázási gyakorlat felülvizsgálata során tájékozódunk N, P és K-on kívül más tápanyagok alkalmazásáról is; a legújabb adatokat a 10. táblázat közli.

A gazdasági növények közül csak a cukorrépa és a burgonya kapott gyakrab-

7. táblázat

Angliában 1966 és 1972 között felhasznált trágyák átlagmennyisége, kg/ha

Trágyázott területek	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	1966	1972	1966	1972	1966	1972
Búza	90	93	44	44	44	35
Árpa	78	78	40	43	44	43
Burgonya	161	163	173	182	241	242
Cukorrépa	161	174	115	110	190	192
Időszakos legelő	66	118	50	39	30	28
Állandó legelő	29	58	29	25	16	15

ban magnéziumot és különböző mikro-tápanyagokat. A cukorrépaföldek felét trágyázták nátriummal, de még több nátriumot lehetne alkalmazni ennél a növénynél a cukorhozam növelése érdekében.

Mész. A savanyú talajú szántóföldeket rendszeresen meszezik, mivel sok árpát és cukorrépat természetnek és ezek érzékenyek a talaj savanyúságával szemben. A rétek és legelők egy része túl kevés meszet kap és még több területen kellene meszet alkalmazni. Az 1972. évi felmérések adatai (11. és 12. táblázat) azt mutatják, hogy 1970/71-ben a szántóföldek mész szükséglete sokkal kisebb volt, mint a gyepterületeké.

Istállótrágya. A 11. táblázat bemutatja, hogy egyes növények milyen arányban kapnak istállótrágyát. Ahol rendelkezésre áll istállótrágya, azt burgonyánál és cukorrépánál használják fel. Sok rétet és legelőt is istállótrágyáznak, különösen az ország

8. táblázat

A trágyázott rétek és legelők százalékos megoszlása

	N	P	K
Időszakos legelő			
1966	78	72	65
1969	82	68	63
1972	85	62	59
Állandó legelő			
1966	44	33	35
1969	57	46	42
1972	59	45	41

9. táblázat

A rét-legelő hasznosítás intenzitásának hatása az alkalmazott N műtrágyák mennyiségére

Az évi kaszálások vagy legeltetések száma	N kg/ha	
	1969	1972
Időszakos legelő		
1-3	74	99
3-5	98	117
5-nél több	192	320
Állandó legelő		
1-3	40	49
3-5	60	80
5-nél több	133	226

nyugati és északi vidékein. Ezekben a csapadékos részekben a terület legnagyobb részét gyeppel borítja; nincs elég szántóföld (több, rét- és legelőgazdálkodásra berendezkedett gazdaság egyáltalán nem rendelkezik szántófölddel), ahol az istállótrágyát fel lehetne használni, így az adott szerves anyagot a nem megfelelően hasznosító gyepré szórják ki.

Egyéb adatok. A felülvizsgálat adatai tájékoztatást adnak a trágyázási gyakorlat egyéb vonatkozásaiban is. A felhasznált mész nagyrészt és a kohósalak mennyiségének $\frac{3}{4}$ -ét vállalkozókkal hordatják ki a földekre. A szilárd trágyák kiszórását csak az esetek 5-10%-ában végzik vállalkozók. A folyékony trágyák és gyomirtószerek kevert alkalmazása egyre inkább szokásossá válik. Az 1970/71-es évben a gazdaságokban a folyékony trágyák 60%-át herbicidekkel együtt alkalmazták.

10. táblázat

Egyéb tápanyagokkal trágyázott vetésterületek százalékos megoszlása Angliában

Termények	Mg	B	Cu	Mn	Na
Tavaszi gabonafélék	0,5	0	0	0,3	0,1
Őszi gabonafélék	0,3	0	0	0,2	0
Burgonya	3,7	0	0,2	0,4	0,2
Cukorrépa	46,0	4,9	0	4,1	51,0
Időszakos legelő	0,1	0	0	0	0,1
Állandó legelő	0,1	0	0	0	0,1

11. táblázat

Mész és istállótrágya felhasználása Angliában 1972-ben

Termények	Meszezett	Istállótrágyázott	Felhasznált mennyiségek	
	területek %		CaO	Istállótrágya
	t/ha			
Őszi búza	2	2	3,8	38
Tavaszi búza	3	5	3,5	40
Burgonya	—	32	—	45
Cukorrépa	14	17	4,2	38
Időszakos legelő	3	22	3,0	35
Állandó legelő	3	17	3,0	38

12. táblázat

Az angliai talajok mészigénye

Termények	Mészigény, t/ha CaO					
	0	1,25	1,25-2,5	2,5-3,75	3,75-5,0	>5,0
	Növények százalékos megoszlása					
Szántóföldi növények	85	5	5	1	2	2
Gyepnövények	37	10	18	15	10	10

Összehasonlítás a ténylegesen alkalmazott és a javasolt trágya mennyiségek között

A gazdálkodók részére a felhasznált trágya adagokra vonatkozó javaslatokat a Mezőgazdasági Fejlesztési és Szaktanácsadói Szolgálat (ADAS, régebben NAAS) készíti el [7]; E javaslatok alapjait HOOPER ismertette [6]. CHURCH és WEBBER [2] összehasonlította a ténylegesen felhasznált és a javasolt trágya mennyi-

ségeket 1969-re vonatkoztatva. A 13. táblázat a legújabb ilyen irányú adatokat tartalmazza 1972-re.

Búzánál és árpánál az átlagosan felhasznált és az ajánlott trágya mennyiség majdnem egyezik; zab esetében túl kevés nitrogént alkalmaztak. Ha figyelembe vesszük az istállótrágya formájában adott tápanyagokat, a burgonya elég trágyát kapott, azonban cukorrépánál több N-t, P-t és K-t használtak fel a javasoltnál. A nem piacra termesztett, hanem az álla-

13. táblázat

Összehasonlítás az 1972-ben ténylegesen felhasznált és javasolt trágya mennyiségek között, kg/ha

Növény	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Alaptrágyázás és	
	Javasolt	Felhasznált	Javasolt	Felhasznált	Javasolt	Felhasznált	Istállótrágya	Mész
	%							
Őszi búza	63–126	93	38	44	38	35	2	2
Tavaszi árpa	75–126	78	38	43	38	43	5	3
Tavaszi zab	75–100	64	38	41	38	40	10	3
Burgonya	189–226	163	220	182	188–251	242	32	—
Cukorrépa	126	174	63	110	63–126*	192	17	14
Káposztafélék	151	99	126	76	126	58	27	9
Időszakos legelők	351	118	80	39	95	28	22	3
Állandó legelők	201	58	45	25	48	15	17	2

* Cukorrépa-hoz ajánlott mennyiség ha NaCl-ot is alkalmaznak

tok esetére felhasznált növények — a 13. táblázatban szereplők közül a káposztafélék, rétek és legelők — túl kevés trágyát kaptak.

A felhasznált trágya adagok nagysága jelentős mértékben függ a rétek és legelők hasznosításától is. A 14. táblázat bemutatja a N adagok változásait a kaszálások és legeltetések gyakoriságától függően.

Angliában a jelenlegi gyeptrágyázási gyakorlat egyik gyengesége, hogy a P és K adagokat nem a terület hasznosításának mértéke szerint választják meg. A gazdálkodók általában nem alkalmaznak a szénának vagy silózásra lekaszált gyeptrágya által kivont tápanyagok pótlásához szükséges nagyobb P és K adagokat. A 15. táblázat a különbözőképpen hasznosított rétek és legelők trágyázásáról közöl adatokat.

A trágyázás jövője Angliában

A 13. táblázat adatai megmutatták, hogy a piacra termesztett növények nagyjából a javasoltnak megfelelő trágya mennyiségeket kapják, de jelentősen növelni kellene a takarmányozásra szánt növényeknél felhasznált adagokat. Az eladásra szánt növények esetében az alkalmazott trágyák mennyiségét a talaj termékenységének helyi adottságai, a termesztés rendszere és az éghajlat szerint kell megállapítani; gyeptrágyáknál több

N-re van szükség és a P és K trágyázást is a terület hasznosításának (kaszálás vagy legeltetés) mértékétől kell függővé tenni. A trágyázás módszerében történő változások nagymértékben függeni fognak az árártól és a különböző típusú mezőgazdasági termények keresletétől az országban. A 16. táblázat a jelenlegi helyzetet mutatja be.

Szántóföldi növénytermesztés. Az elmúlt 20 év alatt a termesztett gabonafélék mennyisége megkétszereződött, a cukorrépa pedig mintegy 50%-kal nőtt. A gabonafélék kb. 35%-át és a cukorrépa 2/3-át még mindig importálni kell. Az étkezési burgonya szükségletet az országban termesztett mennyiség majdnem teljesen fedezi.

Állati eredetű termékek. Az ország behozatalában első helyen szerepel a birkahús, a szalonna (a fogyasztottnak mintegy 60%-a), továbbá a vaj (a szükséglet 80%-a) és a sajt (az összes mennyiség 50%-a).

A termelés növelésének lehetőségei

Gabonafélék. 1962-ig a N trágya felhasználás növekedését az országos átlagterméshozamok párhuzamos emelkedése követte. A terméshozamok növekedése kétévenként az 1950-es években bevezetett új fajtáknak (főképpen *Proctor árpa* és *Cappelle Desprez búza*) tulajdoníthatók, ezen

14. táblázat

Rét-legelőkön felhasznált trágya adagok 1971-ben

Rét és legelő	N-trágyázott területek %		N trágya adagok kg/ha	
	Időszakos	Állandó	Időszakos	Állandó
	gyepek		gyepek	
Extenzíven legeltetve	72	57	87	74
Szakaszosan legeltetve	94	88	228	182
Kaszálva	89	73	110	75
Kaszálva és szakaszosan legeltetve	99	91	139	124

15. táblázat

Rét-legelőkön felhasznált P és K mennyiségek 1971-ben

Rét és legelő	Időszakos legelők		Állandó legelők	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
	kg/ha			
Extenzíven legeltetve	35	19	25	12
Szakaszosan legeltetve	34	29	39	21
Kaszálva	39	28	30	18
Kaszálva és szakaszosan legeltetve	45	26	35	30

kívül a korszerű gyomirtók alkalmazása egyszerűbb vetésforgók beállítását is lehetővé tette. Ennek ellenére nem érhattünk volna el magasabb terméshozamokat a pótlólag adott P és K trágyával együtt alkalmazott nagyobb mennyiségű nitrogén nélkül. A korszerű termesztésnél magasabb terméshozamokat különböző tényezők kölcsönhatása által lehet elérni. Gabonafélék esetében leginkább szilárd szalmájú fajták alkalmazása és a N trágyázás vezet megfelelő eredményhez.

1962 óta az országos átlag gabona terméshozamok kevésbé növekedtek; ennek oka még nem tisztázott és további kutatásokra van szükség annak felderítésére, hogy mi korlátozza a terméseket az „átlagos” gazdaságokban. A Rothamsted-i kísérleti parcellák egy részén a búza és árpa termés mintegy kétszerese az országos átlagnak és néhány tapasztalt gazda jó termőképességű talaján szintén eléri a kísérleteinkben elért hozamokat. Az ok nem a trágya hiányban keresendő. Ha ezt a nehézséget le tudjuk küzdeni, sokkal több trágyára lesz szükség a nagyobb terméshozamok eléréséhez.

Gyökérnövények. A burgonya és cukorrépa átlagos N adagjait nem növelték az utóbbi néhány év folyamán, de az országos

termésátlagok mégis tovább emelkedtek. Ez kétségtelenül több tényező következménye, mint a korábbi vetés, jobb gazdálkodás, nemesített répafajták, új gyomirtók és növényvédőszeres, melyek hatékonyak a répa sárgulásos vírusbetegsége és a burgonya vírus- és gomba-betegségei ellen. Több Rothamsted-i kísérleti parcellán mindkét növényből 50 t/ha termett és ha ezek a hozamok általánossá válnak, sok trágyára lesz szükség.

Rét és legelő. Már előbbieken rámutattam, hogy a gyeprnövényeknél sokkal több műtrágyát kellene felhasználni. A hozam növelésének kulcsát a N-trágyázás adja. Ennek segítségével elérhetjük, hogy egy tőhén szükségletét nem 0.8 ha (ez a határ, ha a herefélék által megkötött N-t is figyelembe vesszük), hanem már 0,4 ha gyepr is fedezi. A rétek és legelők trágyázása terén elkerülhetetlenül lassabb a haladás, mint a szántóföldi növényeknél. Még ha a gazdálkodók meg is vannak győződve a N trágya értékéről a gyeprnövényeknél, a termelési rendszerüket és módszereiket át kell alakítaniok, tőlük kell szerezniük, hogy megvásárolják, elhelyezék és ellássák a nagyobb állatállományt, melynek táplálása a nitrogén trágyázás hatása következtében lehetővé válik.

16. táblázat
Mezőgazdasági termelés Angliában,
1972-ben

Termények	Termelt	Importált
	millió tonna	
Búza	4,7	3,7
Árpa	8,4	1,0
Zab	1,3	0
Kukorica és cirok	0	3,2
Burgonya	7,3	0,4
Cukorrépa	1,1	2,0

Állati eredetű termékek	Termelés, %
Marha- és borjúhús	81
Birka- és bárányhús	41
Sertéshús	97
Szalonna és sonka	43
Tej (közvetlen felhasználásra)	100
Vaj	17
Sajt	50
Tejszín, tejföl	85
Tojás	99
Gyapjú	21

Egyes gyepterületeken több meszet kellene alkalmazni, és sok helyen nem megfelelő a P és K trágyázás rendszere sem. A legelők nagy részén a bekerülő ürülék és istállótrágya fedezi a talaj K-igényét és csak aránylag kevés P műtrágyát kell alkalmazni. De a kaszálókon és néhány könnyű homokos talajú legelőn a N okozta többlet-hozamot nem lehet újra elérni megfelelő K trágyázás nélkül.

Anglia jobb élelmiszer ellátásához szükséges trágya mennyiségek

Lehetséges, hogy az ország lakosságának élelmiszerigényét kielégítsük a hazai termesztési növények segítségével? Ezt a lehetőséget már 4 évvel ezelőtt tanulmányoztam [3] és arra a következtetésre jutottam, hogy megtermelhetjük a szükséges gabonát, burgonyát, zöldségféléket és előállíthatjuk az állati eredetű termékeket — ha évente 30 millió tonna gabonatermést tudunk elérni (a jelenlegi kétszeresét) és ha a legelők a jelenleginél kétszer több állatot tudnak eltartani, mivel mind a fejőstehén, mind a juhállományunkat meg kell kétszerezni.

A megvalósításhoz azonban túl kevés a terület. Mivel mind a fűfélék, mind pedig a gabonaneműek termését meg kell kétszerezni, nem vehetünk el több gyepterületet a búzatermesztés számára. Ugyiszintén nehezen tudnánk a jelenleginél háromszor több cukorrépat termelni.

Ha a század végéig meg akarjuk valósítani ezt a gabona-programot, további kutatásokat kell végezni a gabona-kártevők és -betegségek elleni védekezés terén, új agrotechnikai módszereket és növényfajtákat kell bevezetni. Mindenestre sokat tehetünk a rét- és legelő-program megvalósítása érdekében, ha sokkal több N-t és azzal együtt megfelelő mennyiségű P-t és K-t használunk.

A 17. táblázatban becsült adatokat közlünk a szántóföldi növények és gyepek jelenlegi, és az utóbbiak 30 év utáni tápanyag tartalmáról. Szántóföldi növényeknél ezeket a becsült adatokat a jelenlegi termés hozamok alapján állítottuk össze. A rétek és legelők *jelenlegi* hozamát

17. táblázat

Az Angliában termesztett szántóföldi növények és fűfélék tápanyagtartalma

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	1000 tonna		
Szántóföldi növények			
1888	260	95	240
1939	180	60	170
1966	380	150	350
Fűfélék			
1966	1200	370	1400
2000	2400	750	2800

nem tudjuk pontosan megállapítani, de abban biztosak vagyunk, hogy az állatállomány megkétszerezéséhez 12,5 t/ha, megfelelő fehérje tartalmú és könnyen emészthető szénára van szükség; azt is tudjuk, hogy ez a fűhozam mennyi N-t, P-t és K-t fog tartalmazni. Nehéz a növényekben levő tápanyag mennyiségeket a trágyaként szükséges N, P₂O₅ és K₂O-ra átszámítani, mivel a termés nagy részét az állatok fogyasztják el és ürülekükben a nitrogén és a foszfor jelentős hányada, továbbá a kálium majdnem teljes mennyisége megtalálható. A 18. táblázatban az

űrülékek feltételezett tápanyagtartalmát mutatjuk be. Véleményem szerint az űrülékben levő nitrogénnek, foszfornak és káliumnak vissza kell kerülnie a talajba. Ha ez megtörténik, a következő 30 év alatt megközelítőleg kétszer annyi N-trágyát kell használnunk mint most, de a jelenleg használt P és K mennyiségét nem kell növelni. Mindazonáltal lehetséges, hogy a jövő gazdálkodási politikája, munkaerő ellátottsága, a trágyák és növények

ha kihasználjuk a talajban maradt készleteket is. Nitrogén esetében ez nem lehetséges; a jelenleg alkalmazott trágyaszerek hatékonyságát csak a N mennyiség és a trágyázás időpontjának helyes megválasztása által lehet növelni.

N adagok. Az alkalmazott N adagokat a talaj N ellátottsága szerint kell megválasztani. Pl. *egy gazdaságon belül* a búza vagy cukorrépa N igénye 0 és 200 kg/ha között is lehet a terület korábbi művelési módjától, az előveteményektől és azok trágyázásától függően. A trágya adagok megválasztásánál figyelembe kell venni az időjárásnak a talaj nitrogén tartalékaira gyakorolt hatását is.

A trágyázás időpontja. Ha a trágyákat megosztva adjuk, vagyis a mennyiség felét tavasszal közvetlenül vetés után és a másik felét később, a nitrát veszteség csökkenthető azokban az években, amikor a tavaszi esőzések kimosódást okoznak. A tanácsadásban segítséget jelent, ha a növény nitrátkoncentrációját mérjük és így megállapítjuk, hogy az mennyit vett fel a talajból. Ezeket a méréseket a nyár folyamán is folytatni kell; ha azt mutatják, hogy további N-re van szükség, a trágyát repülőgépről is ki lehet szórni, hogy elkerülhető legyen a kifejlődött növények károsodása.

A trágyák megosztott adagolása és a növényvizsgálati adatokra támaszkodó szaktanácsadók szolgálatának igénybe vétele *többször kerül* mint a jelenleg általános trágyázási eljárás, vagyis a N trágya egy alkalommal, tavasszal történő kiszórása. Véleményem szerint, helyesen végzett N trágyázással az összes kiadások növelése nélkül is lehet nagyobb terméseket elérni és ez a nyereség bőven visszatéríti a ráfordított költségeket. Több munka a trágyázás kivitelezésében több munkaerőt igényelne, ez pedig Angliában nem áll rendelkezésre; meg volna azonban a helye több, jól működő szolgáltató vállalatnak. Bár a gazdaságok nagysága és szervezete egymagában nem határozza meg a szükséges trágyák mennyiségét, módosíthatja azonban a trágyák hatékony alkalmazásának lehetőségét. Nagyobb gazdaságokban az üzemszervezésnek és a műszaki szolgáltatnak fokozottabb a jelentősége, ezért valószínűnek tartom, hogy a N trágyázás hatékonyabb lesz a nagy gazdaságokban, mint a közepes vagy kis farmokon.

18. táblázat

Az állati űrülékben levő növényi tápanyagok mennyisége

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	1000 tonna		
1888	500	230	480
1939	600	280	600
1969	700	320	720
2000	1200	560	1200

árai, a szennyvíz-kezelés költségei mind az intenzív állattenyésztő gazdaságok fejlődése szerint fognak alakulni, s ekkor lehetséges, hogy az űrülékekben levő N, P és K a végeredményben a tengerbe kerül. Ilyen esetekben sokkal több trágyára lesz szükség, talán a mostani N és K mennyiség háromszorosára és a P kétszeresére.

A trágyázás hatékonyságának növelése

Mivel a trágyaként alkalmazott N-ből sok veszendőbe megy kimosódás vagy denitrifikáció által, nem reális arról beszélnünk, hogy a természetett növények hasznosítják a trágya-N nagyrésztét vagy éppen teljes egészét. Angliában a N trágyák N vesztesége általában 50–70% szántóföldi növények esetében és 30–50% gyep-növényeknél. A nitrogén trágyák hatékonyságának növelése a talajkutatók, mezőgazdák és műtrágya gyárosok elsőrendű feladata. A megkötött nitrogén drága és a veszteség sok pénzbe kerül; a kimosódott nitrát szennyezheti a szabad vizeket. Ezzel szemben, a közép-kötött vagy nehéz talajok visszatartják a foszfát és kálium ionokat, melyeket a legújabb kísérleteink szerint a később természetett növények is hasznosítanak és rendszeres trágyázás után néhány év múlva P és K felhalmozódás is kimutatható. Így a helyesen alkalmazott P és K trágya igen jól érvényesülhet,

Trágya formák

Foszfát. A foszfát formák megváltoztatása nem növelte hatékonyságukat, mint ahogy azt 30 évvel ezelőtt reméltük; a

vízben oldódó foszfát trágyák még 130 évvel bevezetésük után is a legjobbak. A szuperfoszfát válfajait és a különböző alkalmazási módokat sokat tanulmányozták az elmúlt 50 év alatt, azonban ezek segítségével sem tudták növelni a növények P hasznosítását. Mindazonáltal a trágyák megfelelő elhelyezése bizonyos mértékig hozzájárul a tápanyagok hatékonyságának növeléséhez.

Nitrogén. Azt is reméltük, hogy a lassan ható nitrogén trágyák hatékonyabban lesznek, mint a vízben oldódó formák, de a mezőgazdasági növényekkel végzett összes kísérlet ennek ellenkezőjét mutatta. Néhány közülük gyorsan elbomlik vagy oldódik és éppen olyan könnyen kimosódik, mint az oldódó szervesetlen trágyák; egyesek tovább megmaradnak a talajban, de nem tudják elég gyorsan ellátni a növényt nitrogénnel fejlődésének kritikus időszakában. WINSOR [12] határozottan ellenzi alkalmazásukat, mert szerinte ha egyszer már használtak nagyobb mennyiségben lassan ható trágyákat, a termelő nem tudja többé irányítani a tápanyag állapotot. Viszont elképzelhető, hogy újabb műtrágya fajtákat fognak összeállítani, amelyek nemcsak oldható ionokat szolgáltatnak a talajban. A növények gyökereiken keresztül fel tudnak venni nem ionizálódott molekulákat és gyököket; leveleiken keresztül szintén felvehetnek tápanyagokat (egyres nézetek szerint a kén legnagyobb része így kerül a növényekbe).

Az alkalmazás módján is változtatni kell a nitrogén trágyázás hatékonyabbá tételének érdekében; talán több trágyát lehetne kiszórni repülőgépről, mert így megoldható lenne, hogy nagy területeken a már kifejlődött növények gyorsan tápanyaghoz jussanak. A módszerek ilyen változásai az erősen koncentrált anyagok, mint pl. a karbamid alkalmazásának előnyeit is növelni fogják. A munkaerő-gazdálkodási és gazdaságossági problémák miatt a folyékony trágyák használata is valószínűleg egyre inkább terjedni fog. Ezen anyagok felhasználását ui. a szivattyúk alkalmazásával teljesen gépesíteni lehet. A szilárd trágyákkal szemben még az az előnyük, hogy aránylag pontosan helyezhetők el a kívánt talajrétegbe. Ammónia esetében lényeges, hogy a trágya a talaj felszíne alá kerüljön és ez az egyetlen mód, mely biztosítja a karbamid hatékonyságát és biztonságos alkalmazását.

Bármilyen változtatásokat végeznek is Angliában a műtrágyák formáiban és alkalmazási módjában, az elsőrendű cél a N trágyázás hatékonyságának növelése. Ha a N trágyák jelenlegi gyenge hasznosulását (az alkalmazott mennyiség csak kb. 1/3-át találjuk meg a betakarított termésben), nem lehet fokozni, az angliai gazdaságokban a 2000. évre mintegy 1 200 000 tonna N trágyára lesz szükség a szántóföldi növények részére. Ha elérhető lenne, hogy a növények az alkalmazott N mennyiségének felét hasznosíthassák, úgy már évi 900 000 tonna elég lenne; ez pedig a jelenlegi árak mellett mintegy 40 millió font megtakarítást jelentene.

Irodalom

- [1] CHURCH, B. M.: Analytical data for agricultural soils in England and Wales. Information from a random sample 1969, 1970. Min. Agric. Fisheries and Food. London. (SS/FLC/108). 1972.
- [2] CHURCH, B. M. & WEBBER, J.: Fertiliser practice in England and Wales: a new series of surveys. J. Sci. Fd. Agric. 22. 1-7. 1971.
- [3] COOKE, G. W.: The carrying capacity of the land in the year 2000. In: The optimum population for Britain. Inst. Biol. Symp. pp. 15-42. Acad. Press. London. 1970.
- [4] DAVIES, L. H.: Two grassfield trials with a sulfur-coated urea to examine its potential as a slow release nitrogen fertiliser in the UK. J. Sci. Fd. Agric. 24. 63-67. 1973.
- [5] HILLS, M. G.: Types of fertiliser used on farm crops in England and Wales, 1971. Min. Agric. Fisheries and Food. London. (SS/FLC/104). 1972.
- [6] HOOPER, L. J.: The basis of current fertiliser recommendations in England and Wales. Proc. Fert. Soc. No. 118. 1970.
- [7] NAAS. Fertiliser recommendations for agricultural and horticultural crops. MAFF, NAAS Advisory Papers No. 4. 1967.
- [8] National College of Agricultural Engineering. Anhydrous Ammonia. Proceedings of a symposium on aspects of its technology and use as a fertiliser. IPC Science and Technology Press. Guilford. 1971.
- [9] TOMLINSON, T. E.: Urea - agronomic applications Proc. Fert. Soc. No. 113. 1970.
- [10] WIDDOWSON, F. V., PENNY, A. & FLINT, R. C.: Results from an experiment comparing aqueous ammonia with „Nitro-Chalk” for grazed grass. J. Agric. Sci. 79. 341-348. 1972.
- [11] WIDDOWSON, F. V., PENNY, A. & FLINT, R. C.: Results from barley experiments comparing aqueous ammonia and aqueous urea with ammonium nitrate, and also liquid with granular NPK fertilisers. J. Agric. Sci. 79. 349-361. 1972.
- [12] WINSOR, G. W.: The nutrition of glasshouse and other horticultural crops. Proc. Fert. Soc. No. 103. 1968.

G. W. COOKE

Érkezett: 1973. október 4.