

A műtrágyázás és a szerves trágyázás hatása a paddy talajok ökoszisztémájára

Nemcsak Japánban, hanem Délkelet-Ázsia számos területén sok országban igen elterjedtek a paddy talajok. Ez az elnevezés nemcsak a talaj kialakulásának körülményeire utal, hanem az egész ökoszisztémára is. E talajok környezetét ugyanis főleg a tartós vízborítás jellemzi, mely a talajok fizikai, kémiai és biológiai állapotát is meghatározza.

A vízborítás sok esetben természetes, mivel a paddy talajok mélyedésekben és vízborított területeken helyezkednek el. Más esetekben öntözés segítségével hozták létre ezeket a körülményeket.

A paddy talajok termesztett növénye főként a rizs. Ez a kapcsolat oly nagymértékű, hogy a „paddy” kifejezés gyakran a rizstermesztést jelenti számos könyvben és publikációban.

A szárazföldi bioszférában hosszú fejlődéstörténeti folyamat eredményeként minden talaj, függetlenül pedológiai hovatartozásától, főleg három olyan rendszerrel rendelkezik, melyek egyensúlya biztosítja a növények és a talajban található élőlények fennmaradását. Ezek:

1. körfolyamat-;
2. elraktározási;
3. szerkezeti rendszerek (1. és 2. ábra)

A növény fejlődéséhez az szükséges, hogy szerves tápanyagokat és vizet kapjon a talajból, és felhasználhassa a nap sugárzó energiáját. Természetes körülmények között a növényi anyag egy része takarmányozási célokra szolgál, más része a talajba kerül. Az állati termékek — a trágya és trágyalé — teljes egészében vissza kell, hogy jussanak a talajba. A növényi maradványok egy része humusszá alakul, más része pedig széndioxidá és szerves tápanyagokká. Ezeknek nagy részét előbb vagy utóbb újra felhasználja a növény. Ezt a folyamatot körfolyamatnak nevezzük.

A talaj szerves anyagának ellenállóbb része, a humusz, hosszú idő alatt fokozatosan ugyancsak lebomlik, és széndioxidá, valamint szerves tápanyagokká

alakul. A szerves ionok nagy része — például a K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} és Mg^{2+} , melyek a talajoldatban vannak jelen — az agyag-ásványok és humuszanyagok felületén megkötődik.

Fentiek kivételével a talajásványok fokozatosan szerves tápanyagokat adnak le, mint például K-ot, Ca-ot, Mg-ot és különböző mikroelemeket, melyek a mállási folyamatok következtében válnak szabadá.

A szerves tápanyagok fenti három forrását, a humuszt, az agyagot és az elsődleges ásványokat elraktározási rendszernek nevezhetjük.

A 2. ábra a talajszerkezet modelljét mutatja be. A makroaggregátumok mikroaggregátumokból és elsődleges részecskékből tevődnek össze. A makroaggregátumok közötti nagyobb pórusok levegőt tartalmaznak. A mikroaggregátumok közötti kisebb pórusok kapilláris vizet kötnek meg.

A talajgombák, melyeknél a micéliumfonal átlagos átmérője 10μ , a nagyobb pórusokban helyezkednek el, a sugárgombák pedig, amelyeknek az átlagos átmérője 1μ , a mikroaggregátumok között. Többségük oxigént igényel az aerob respiráció fenntartására.

A baktériumok nagy része a felületi részecskéken és a mikroaggregátumokon belül a talajoldatban van. A felületeken található nagyrészt az aerob baktériumok, főleg a szárazságtűrő fajok és a spórák. Azok, amelyek a talajoldatban vannak, szárazságérzékenyek, mint például a Gram-negatív baktériumok, továbbá anaerob baktériumok.

A talajokban — az aggregátumok mellett — még a növények rhizoszférája és a növényi maradványok nyújtanak lehetőséget a mikrobiológiai tevékenység számára.

Vizsgálataink szerint a növényi maradványokban található a talaj szervesanyag-tartalmának kb. 30%-a, és ezek a maradványok képezik a talajban élő szervezetek egyik legfontosabb előfordulási helyét.

Fentiekből következik, hogy a talaj igen heterogén szerkezeti rendszer, amelyben a

talaj élőlények különböző csoportjai egyensúlyban vannak egymással.

Ismeretes, hogy kb. négyszázmillió évvel ezelőtt a növények a hidroszférából kerültek a szárazföldre, ezért valószínű, hogy a három fentebb említett rendszer szerves folyamatok — pl. a mállás, ioncsere, stb. — és szerves folyamatok — pl. a növények fotoszintézise, állati és mikrobiológiai tevékenység — kölcsönhatásának az eredményeképpen jött létre.

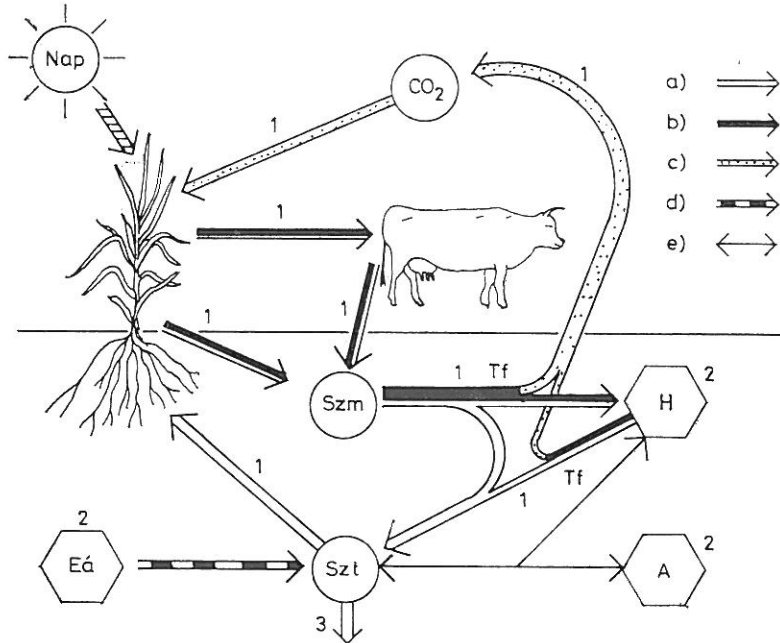
Még intenzív mezőgazdasági termelés esetén is, amikor optimális és stabil termések elérése a cél, a talaj termékenysége megőrizhető, sőt növelhető, ha a fenti három rendszert fenntartjuk.

Régen a gazdálkodók arra törekedtek, hogy minden téren lehetőleg önellátók legyenek, ezért pl. a növénymaradványokat, az istállótrágyát, a házi szemetet, a komposztot, a fekáliát, a gyomokat és szennyvíziszapot egyaránt felhasználták a növények táplálására. Mindmáig a japán földművelők igyekeztek a lehetőségek hatá-

rain belül fenntartani az említett három rendszert, azáltal, hogy kiegyensúlyozottan használták a műtrágyákat, szerves talajjavító anyagokat, mint pl. a szénsavas meszet vagy kalcium-szilikátot, és a szerves anyagokat, így a komposztot és a zöldtrágyát. A rizstermesztési versenyben díjakat nyert japán földművelők a földjeiken nagy mennyiségű komposztot és mérsékelt mennyiségű műtrágyát és talajjavító anyagot alkalmaztak.

Az 1. táblázat legkiválóbb gazdálkodóink rizstermesztési eredményeit mutatja 1949–63 között. Ez alatt az időszak alatt az átlagos gazdálkodók 7 t/ha rizsszalma-komposztot alkalmaztak, a versenyek győztesei pedig ennek a mennyiségnek a kétszeresét vagy háromszorosát.

A 3. ábra a szerves nitrogén és az összes felhasznált (szerves + szervesen) nitrogén arányát mutatja a díjnyertes gazdálkodók rizsföldjein. Látható, hogy ezek a földművelők kiemelkedő terméseredményeiket kiegyensúlyozott arányú szerves- és mű-



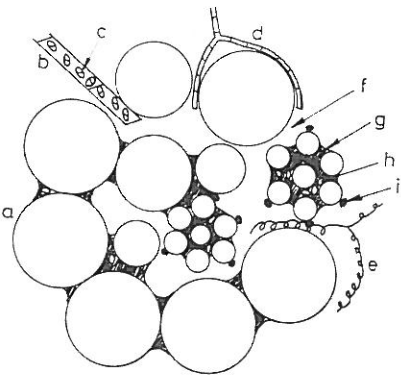
1. ábra

Körforgás és elraktározás a talajökoszisztémában. 1. Körfolyamatok; 2. Elraktározás; 3. Kilúgzás. Tf = talajfauna; Szm = szerves maradványok; H = humusz; Eá = elsődleges ásványok; Szt = szervesen tápanyagok; A = anyag; a) szervesen tápanyagok körforgása; b) szerves anyag és c) CO₂ (szén) körforgás; d) mállás = ioncsere; e) ioncsere

1. táblázat

A rizstermesztési versenyekben első díjat nyert gazdálkodók terméseredményei, és az alkalmazott szerves trágya mennyisége

Év	Megye	Rizstermés	Felhasznált
		(hántolatlan)	szerves
		t/ha	
1949	Nagano	7,7	7,5
1950	Kagawa	7,8	7,5
1951	Toyama	8,6	11,3
1952	Kagawa	9,2	22,5
1953	Fukuoka	8,8	26,3
1954	Toyama	9,9	30,0
1955	Toyama	10,1	11,3
1956	Nagano	8,7	11,3
1957	Nagano	8,6	11,3
1958	Nagano	10,2	18,3
1959	Akita	9,6	30,0
1960	Akita	10,5	22,5
1961	Nagano	9,8	16,0
1962	Nagano	8,6	15,0
1963	Akita	8,6	22,5

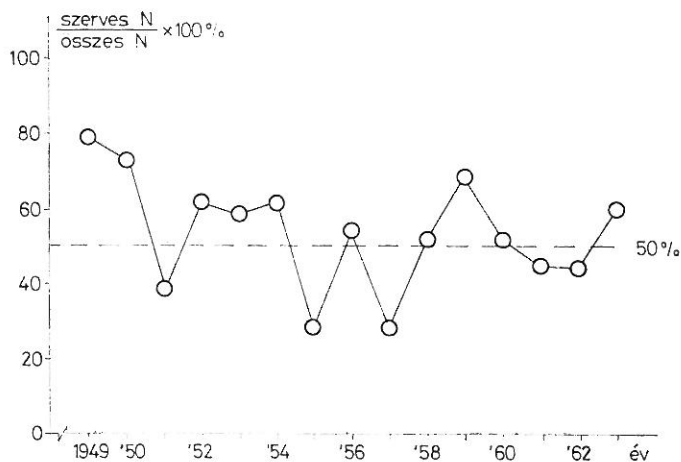


2. ábra

Növényi maradványok és mikroorganizmusok elhelyezkedése a talajszerkezetben. a) mikroaggregátum; b) növényi maradványok; c) baktériumok; d) gombák; e) sugárgombák; f) légtér; g) kapilláris víz; h) szárazságra érzékeny és anaerob baktériumok; i) szárazságtűrő baktériumok, spórák és obligát aerob baktériumok

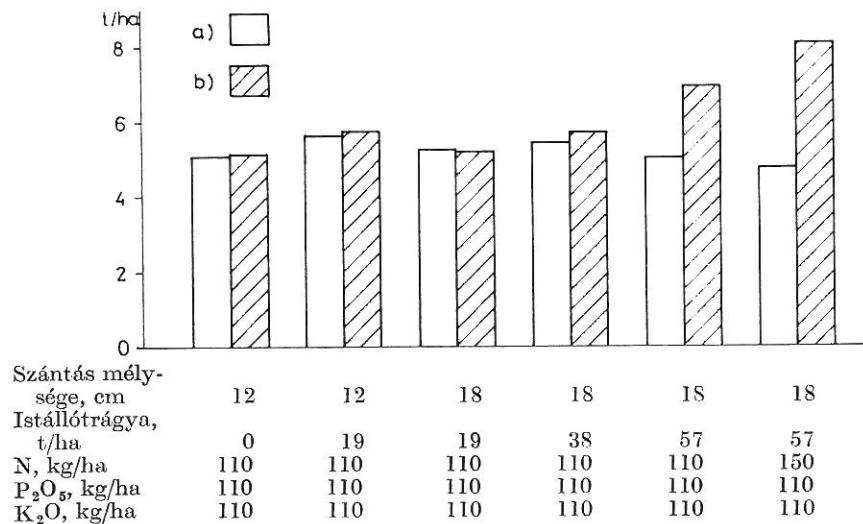
trágyázással érték el. Időközben japán mezőgazdasági kutatók kísérleteket folytattak nagy hozamokat eredményező rizstermesztési módszerek kidolgozására és felhasználták a kiváló gazdálkodók tapasztalatait. A kísérletek 1954-ben kezdődtek. 1954–1957-ig mélyszántást és nagy mennyiségű műtrágyát alkalmaztak anélkül, hogy az elárasztáson kívül egyéb vízgazdál-

kodási lehetőségeket vagy más öntözési technikát vizsgáltak volna. Ezek a kísérletek nem jártak sikerrel. Később rájöttek, hogy egyéb vízgazdálkodási intézkedések – mint például a forró nyár során közbeső drenázs – hatásának a vizsgálata ugyancsak szükséges a kísérletben. Így módon 1958-ban sikerült 8 t/ha rizstermést elérniük (4. ábra).



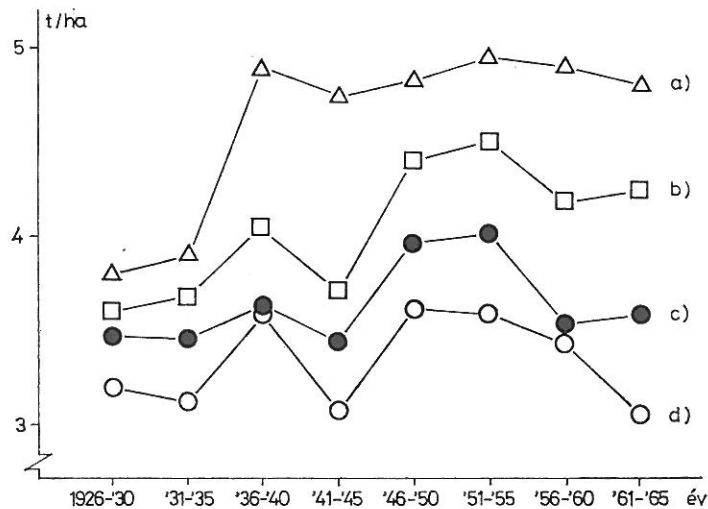
3. ábra

Az alkalmazott szerves anyagban levő N és az összes (szerves + szervesetlen) alkalmazott N százalékos aránya az első díjat nyert gazdálkodók rizsföldjein 1949 és 1963 között



4. ábra

A rizstermés növelésére folytatott kísérletek az Országos Mezőgazdasági Állomáson, 1958. Független tengely: (hántolatlan) rizstermés, t/ha. a) vízgazdálkodás szabályozása nélkül; b) vízgazdálkodás szabályozásával



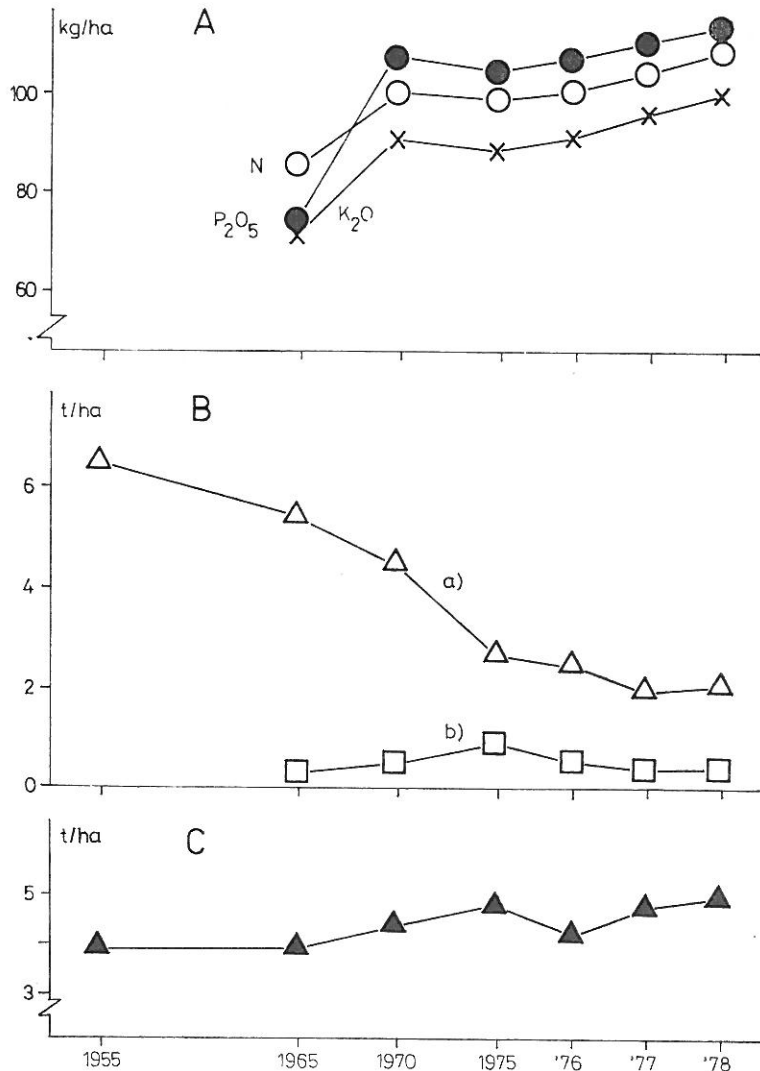
5. ábra

Műtrágyák és komposzt hosszantartó folyamatos alkalmazásának hatása a rizstermésre az Aichi Mezőgazdasági Kísérleti Állomáson. Független tengely: (hántolatlan) rizstermés, t/ha. a) NPKCa + komposzt, 22 t/ha; b) NPKCa + komposzt, 7,5 t/ha; c) NPKCa; d) NPK

Japánban 1920–1930 óta sok vidéki mezőgazdasági kísérleti állomás folytat műtrágyázási tartamkísérleteket. Ezekben a kísérletekben kombinálták a nitrogén-, foszfát- és káliumműtrágyák alkalmazását kalcium-karbonát és komposzt felhasználásával. Az 5. ábra egy ilyen kísérletet mutat

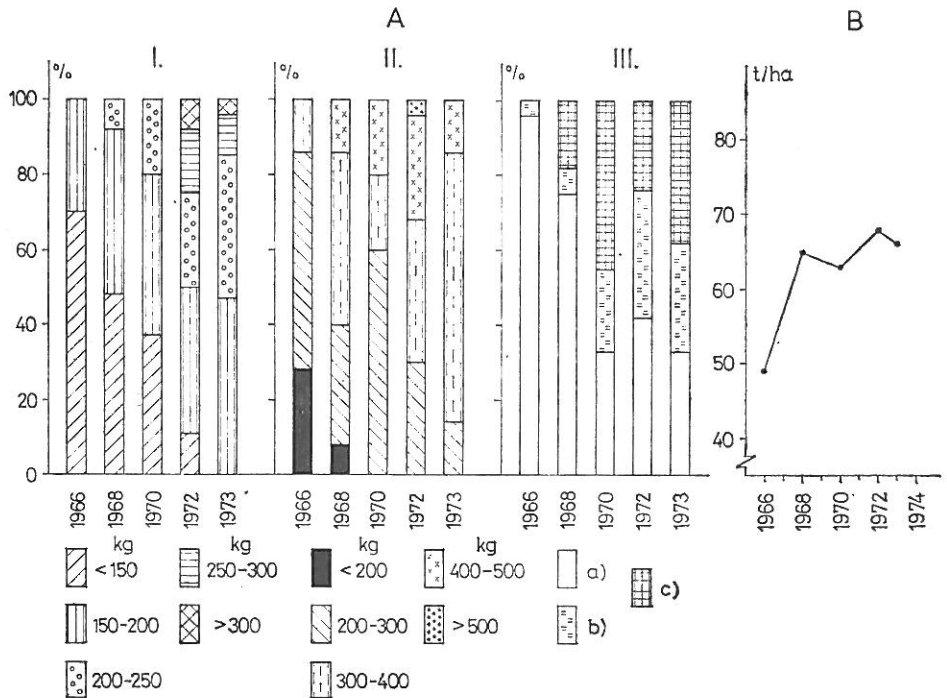
be. Az első időszakban a kísérletek beindítása után a komposzt alkalmazásának hatása nem volt szignifikáns, 10 év elteltével azonban azzá vált, növelte és fenntartotta a rizstermés szintjét.

A műtrágya-felhasználás a rizstermesztésben az utóbbi időben emelkedő tenden-



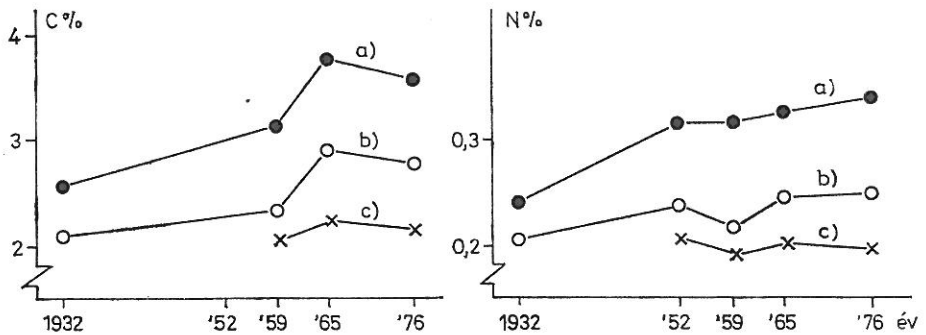
6. ábra

Az alkalmazott műtrágyák, komposzt és rizsszalma mennyisége, valamint az átlagos rizstermés Japánban 1955–1978 között. A) Az alkalmazott műtrágyák mennyisége. B) Az alkalmazott komposzt és rizsszalma mennyisége. a) komposzt; b) rizsszalma. C) Átlagos rizstermés (hántolatlan).



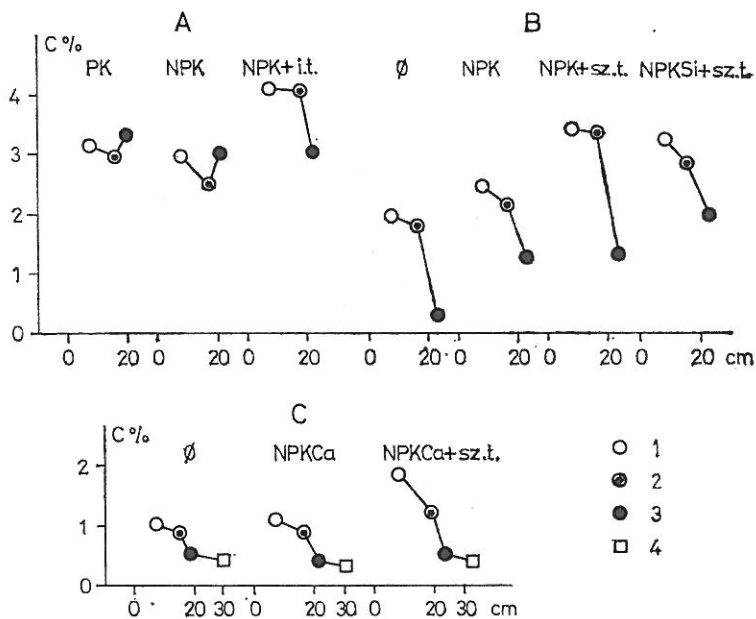
7. ábra

Az alkalmazott szervetlen és szerves trágyák mennyisége (A) és a cukorrépa termésének alakulása (B) Tokachi vidékén, Hokkaidóban. Független tengely: A) Különböző trágyamennyiségeket alkalmazó gazdálkodók aránya, %-ban. B) Cukorrépatermés, t/ha. I. N-műtrágyázás; II. Foszfátműtrágyázás; III. Szerves trágyázás: a) komposzt; b) baromfitrágya, szójapogácsa; c) semmiféle



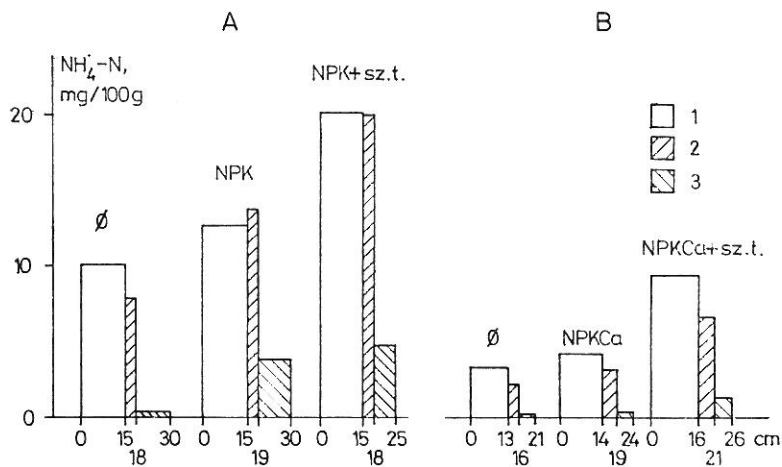
8. ábra

A talajok szántott rétegének C- és N-tartalma az Országos Mezőgazdasági Kísérleti Állomás trágyázási tartamkísérleteiben 1932-1976 között. Kezelés: a) komposzt + szójapogácsa; b) műtrágya; c) trágyázatlan kontroll



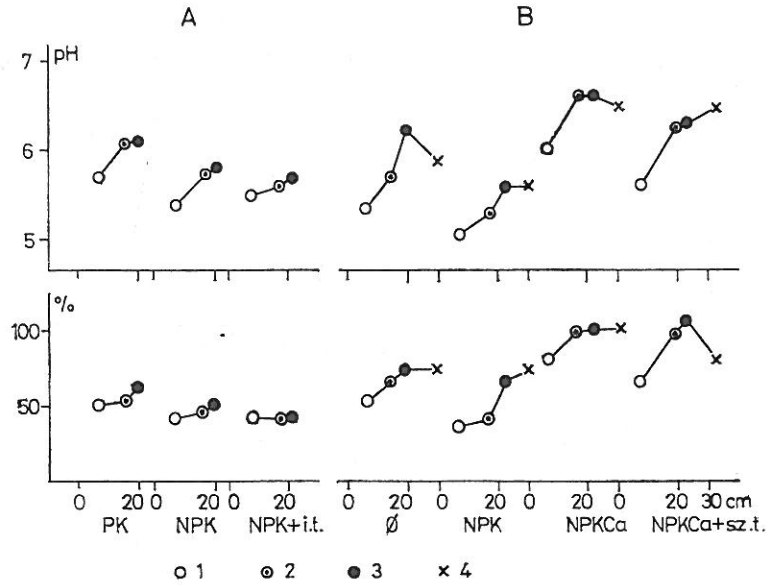
9. ábra

A 0–20 (30) cm közötti talajszenk C-tartalmának alakulása különféle kezelések hatására három mezőgazdasági kísérleti állomás trágyázási tartamkísérleteiben. A) Aomori Kísérleti Állomás. B) Aizu Kísérleti Állomás. C) Anjou Kísérleti Állomás. 1–4: talajszenk szintek. i. t. = istállótrágya; sz. t. = szerves trágya



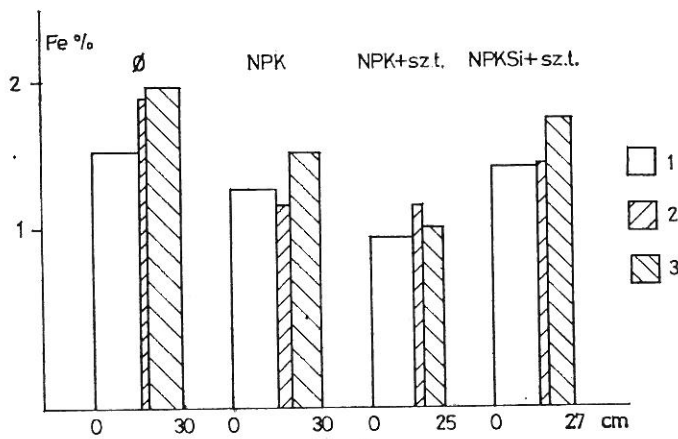
10. ábra

A talajszenk mineralizálható N-tartalmának alakulása különféle kezelések hatására két kísérleti állomás trágyázási tartamkísérleteiben. A) Aizu Kísérleti Állomás. B) Anjou Kísérleti Állomás. 1–3: talajszenk szintek. sz. t. = szerves trágya



11. ábra

A talajszintek pH(H₂O)-értékének és báziseltelítettségének (%) alakulása különféle kezelése hatására két kísérleti állomás trágyázási tartamkísérleteiben. A) Aomori Kísérleti Állomás. B) Anjou Kísérleti Állomás. 1-4: talajszintek. i. t. = istállótrágya; sz. t. = szerves trágya.



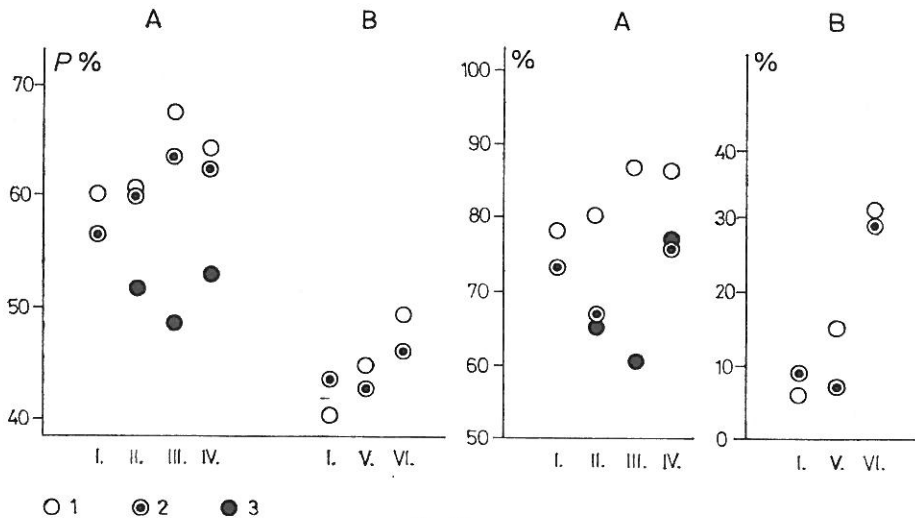
12. ábra

A talajszintek szabad Fe-tartalmának alakulása különféle kezelése hatására a Fukushima Mezőgazdasági Kísérleti Állomás paddy talajaiban. 1-3: talajszintek. sz. t. = szerves trágya.

ciát mutat, ezt ábrázolja a 6/A. ábra. A komposzt és istállótrágya felhasználása viszont jelentősen csökkent (6/B. ábra), ami egyrészt a munkaerőnek a mezőgazdaságból az iparba történő áramlásával, más-

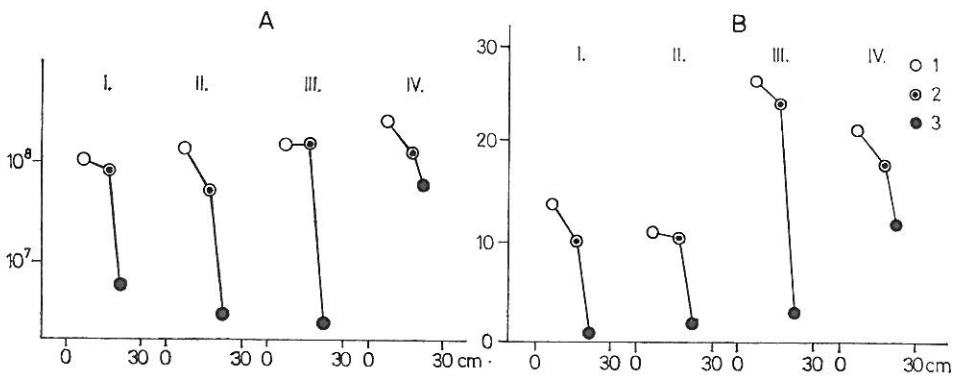
részt a mezőgazdaságban az állati vonóerő gépekkel való felváltásával magyarázható.

A Japán Mezőgazdasági és Erdészeti Minisztérium igyekezett a gazdálkodók között elterjeszteni azt a módszert, hogy



13. ábra

Paddy talajok szintenkénti fizikai tulajdonságainak alakulása a különböző kezelések hatására két kísérleti állomáson. (Összes pórustérfogat-% [P%] és a 0,5 mm-nél nagyobb átmérőjű aggregátumok %-a.) I) Aizu Kísérleti Állomás. B) Anjou Kísérleti Állomás. Kezelések: I. \emptyset ; II. NPK; III. NPK + szerves trágya; IV. NPKSi + szerves trágya. V. NPKCa; VI. NPKCa + szerves trágya. 1-3: talajszintek



14. ábra

A talajszintekben levő összes baktériumok számának (A) és a β -glucosidase-aktivitás értékeinek (B) az alakulása a különböző kezelések hatására a Fukushima Mezőgazdasági Kísérleti Állomás parcelláin. Kezelések: I. \emptyset ; II. NPK; III. NPK + szerves trágya; IV. NPKSi + szerves trágya. Vízszintes tengely: szintmélység, cm. Függőleges tengely: A) Összes baktériumszám/1 g száraz talaj. B) mEgység/1g száraz talaj. 1-3: talajszintek

komposzt helyett a rizsszalmát közvetlenül dolgozzák be a talajba. Ennek a mennyisége azonban nem volt elegendő arra, hogy ellensúlyozza a csökkenő komposztadagokat. (Japánban a búzatermesztésben ugyanaz a tendencia figyelhető meg, mint a rizstermesztésben.)

Ilyen körülmények között a rizstermések fokozatosan emelkedtek, amiben persze az egyre nagyobb adagú műtrágyázás és a növényvédőszer alkalmazásának elterjedése is közrejátszott.

Mezőgazdaságunk kemizálása igen nagy mértékben fejlődött az 1960-as és 1970-es években. Ami a hozamokat illeti, a hegyvidéki területeken néhány probléma merült fel.

A 7. ábra bemutatja, hogy Japán fő hegyvidéki megművelt területén (Hokkaido-körzet) 1966–1973 között egyre több műtrágyát alkalmaztak a cukorrépa-termesztésben. A kemizáció kezdeti időszakában a terméseredmények jelentősen növekedtek, azután stagnáltak, noha a műtrágya-felhasználás tovább emelkedett.

Ugyanebben az időszakban jelentősen csökkent azoknak a gazdálkodóknak a száma, akik szerves anyagot is alkalmaztak trágyázásra. Számos japán szakember attól tartott, hogy a talaj termékenysége valószínűleg romlani fog a megművelt területek csökkenő szerves trágyázása miatt. A mi laboratóriumunk ezeknek a problémáknak a tisztázására kezdte vizsgálni a műtrágyák hosszú távú tartamhatását, valamint a szerves anyagok alkalmazásának kérdéseit a paddy ökoszisztémákban. A vizsgálatokat a Japán Mezőgazdasági és Erdészeti Mi-

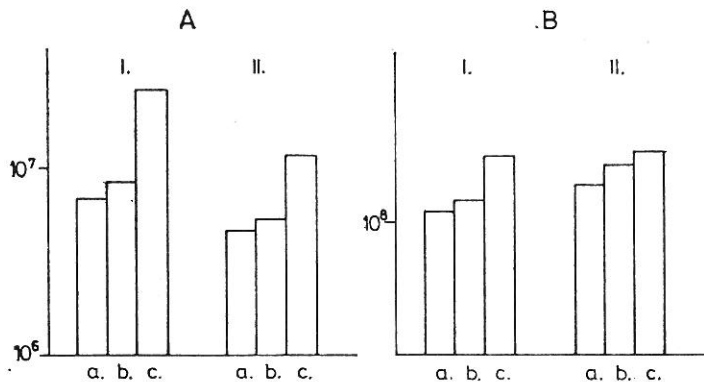
nisztérium Kutató Intézetével közösen folytattuk. Kísérleti területként hat, Japán különböző vidékeit reprezentáló mezőgazdasági kísérleti állomást választottunk, amelyek trágázási tartamkísérletek folytak.

A 8. ábra trágázási tartamkísérletek szántott talajának C- és N-tartalmát mutatja 1932–76 között. Összehasonlítva a kontrollal, mind a szerves, mind a műtrágyák alkalmazása a C- és N-tartalom szignifikáns növekedésével járt. A műtrágyák hatását azzal magyarázzuk, hogy azok közvetve, a rizsnövényen keresztül ugyancsak növelték a termelt szerves anyagok mennyiségét.

A 9. ábra a C-tartalom vertikális eloszlását mutatja három kísérleti állomás trágázási tartamkísérletének a talajában. Az Aomori Kísérleti Állomáson (9/A. ábra) a N-műtrágyázás csökkentette a talaj szervesanyag-tartalmát. A másik két helyen viszont a műtrágyák és komposzt alkalmazása megnövelte a szerves anyag mennyiségét és ez a hatás az altalajban is mutatkozott.

A 10. ábra a mineralizálható N-tartalom vertikális eloszlását mutatja két kísérleti állomás trágázási tartamkísérletének a talajában. A mineralizálható N-tartalom szoros kapcsolatban van a könnyen bomló szerves anyag mennyiségével. A műtrágyák egyedül kismértékben, de szerves anyaggal együtt alkalmazva jelentősebben megnövelték a talaj mineralizálható nitrogéntartalmát, és ez a hatás az altalajban is megfigyelhető volt.

A 11. ábra a kémhatás és a báziseltétségi értékeit mutatja a talajszelvényben.



15. ábra

Az anaerob (A) és aerob (B) baktériumok számának alakulása a különböző kezelések hatására paddy talaj szántott rétegében egy év során. I. Vízbortási időszakban. II. Vízbortás nélküli időszakban. Kezelések: a) \emptyset ; b) műtrágyázás; c) szerves trágyázás. Függőleges tengely: baktériumszám/1 g száraz talaj

A nitrogén hatása igen jelentős volt, és a kémhatás savas irányban való jelentős eltolódásával járt. Ugyanez a tendencia a mélyebb talajrétegekben is megfigyelhető.

A 12. ábra hosszú távú műtrágyázás hatását mutatja a szabad vasoxid eloszlására paddy talajokban. Ez a vegyület egyike azoknak a tényezőknél, amelyek vízborítás alatt az oxidáció-redukció folyamatait szabályozzák. A 12. ábrán jól látható, hogy a műtrágyák és a komposzt egyaránt jelentősen csökkentették a szabad vasoxid mennyiségét. A hatásuk megnyilvánult a mélyebb talajrétegekben is. Érdekes, hogy a kalcium-szilikát adagolása mérsékelte a redukáló hatást.

A 13. ábra paddy talajok szintjeinek fizikai sajátosságait mutatja be. Szerves anyag alkalmazása jelentős mértékben növeli a pórustérfogatot, valamint a 0,5 mm-nél nagyobb átmérőjű aggregátumok mennyiségét. Műtrágyázás hatására valamivel kisebb mértékű növekedés tapasztalható. E hatások a második talajszintben is jelentkeznek, mélyebben azonban már nem.

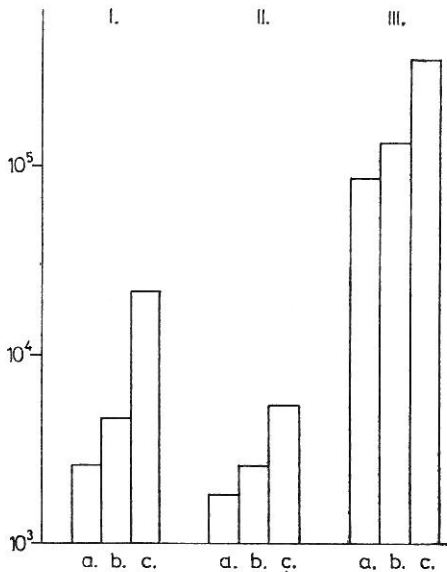
A 14. ábrán az összbaktérium-számot valamint a β -glucosidase aktivitást láthat-

juk. A szerves trágyázás kismértékben növelte a baktériumok számát, és a hatására jelentősen növekedett a β -glucosidase aktivitás. Ezek a hatások a mélyebb talajszintekben nem figyelhetők meg.

Egy év folyamán rendszeres időszakonként meghatároztuk az aerob és anaerob baktériumok számát a paddy talajok szántott rétegében. A vizsgálati adatokat a 15. ábrán mutatjuk be. Az ábrán mind a vízborítási időszakokban, mind a vízborítás nélküli időszakokban megállapított átlagos baktériumszámot ábrázoltuk. A szerves anyag alkalmazása igen pozitív hatást gyakorolt az anaerob baktériumok szempontjából a vízborításos időszakban, az aerob baktériumok szempontjából a vízborítás nélküli időszakban.

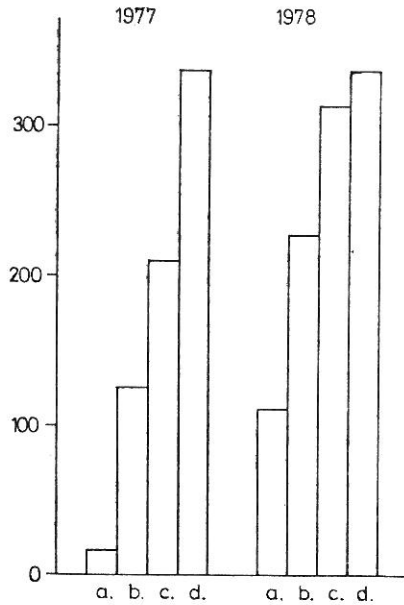
A 16. ábra a talajfauna számszerű értékeit mutatja a vízborítás nélküli időszakban. A szerves anyag alkalmazása jelentős pozitív hatást gyakorolt a vizsgált talajlakók mennyiségi előfordulására.

A télen és kora tavasszal nőtt és a tavaszi művelés során beszántott gyomok mennyiségi alakulását mutatja a 17. ábra. Szerves anyag alkalmazása kifejezettebben,



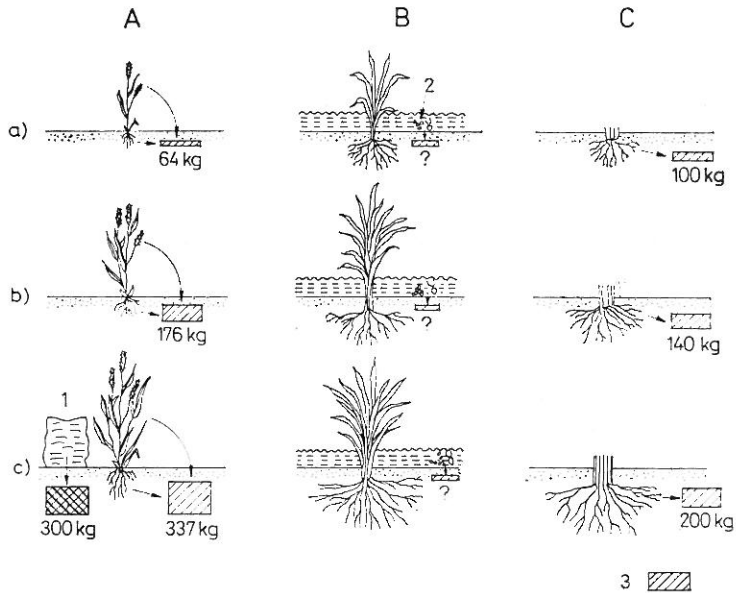
16. ábra

A talaj mikrofaunájának alakulása különböző kezelések hatására paddy talaj szántott rétegében. I. Colembola; II. Acari; III. Nematoda. Kezelések: a) \emptyset ; b) műtrágyázás; c) szerves trágyázás. Függőleges tengely: szám/m²



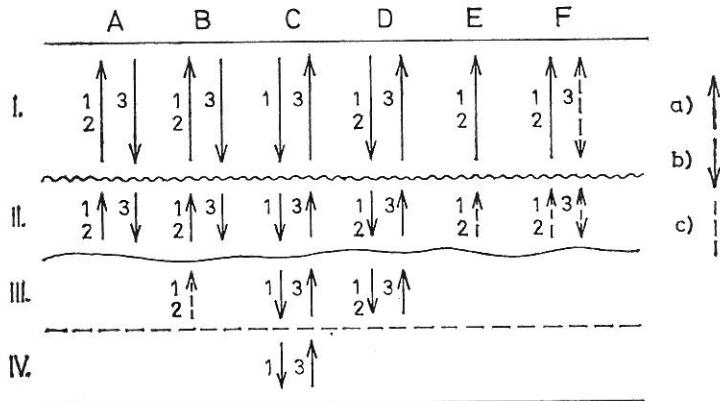
17. ábra

A tavaszi művelésnél beszántott gyomok mennyisége a különböző kezelésekben elárasztás előtt 1977-ben és 1978-ban. a) \emptyset ; b) műtrágya; c) zöldtrágya; d) komposzt és szójapogácsa. Függőleges tengely: g száraz súly/m²



18. ábra

A beszántott növényi maradványok és a komposzt mennyisége az egyes parcellákon (kg/0,1 ha). A. A tavaszi művelésnél, az árasztás előtt beszántott gyomok. B. Rizs vízborítással. C. Rizstartló, aratás után. Kezelések: a) \emptyset ; b) műtrágyázás; c) szerves trágyázás: 1. komposzt; 2. algák. 3. beszántott növényi maradvány



19. ábra

A műtrágyák és szerves trágyák tartamhatása paddy talaj szintjeinek kémiai, fizikai és mikrobiológiai sajátosságaira. A) Összes szerves anyag. B) Könnyen lebomló szerves anyag. C) pH és bázisteltettség. D) Szabad Fe. E) Mikroba, enzimaktivitás. F) Porozitás, szerkezet. I-IV.: Talajsintek I.: szántott réteg). a) növekedés; b) csökkenés; c) bizonytalan. 1. Műtrágya; 2. Komposzt vagy istállótrágya; 3. CaSiO₃

a műtrágya alkalmazása kisebb mértékben növelte a beszántott gyomok mennyiségét.

A talaj szerves anyagainak három forrására fordítottunk figyelmet, ezek a következők:

1. növényi maradványok (szár és gyökér);
2. gyomok;
3. felhasznált szerves anyag.

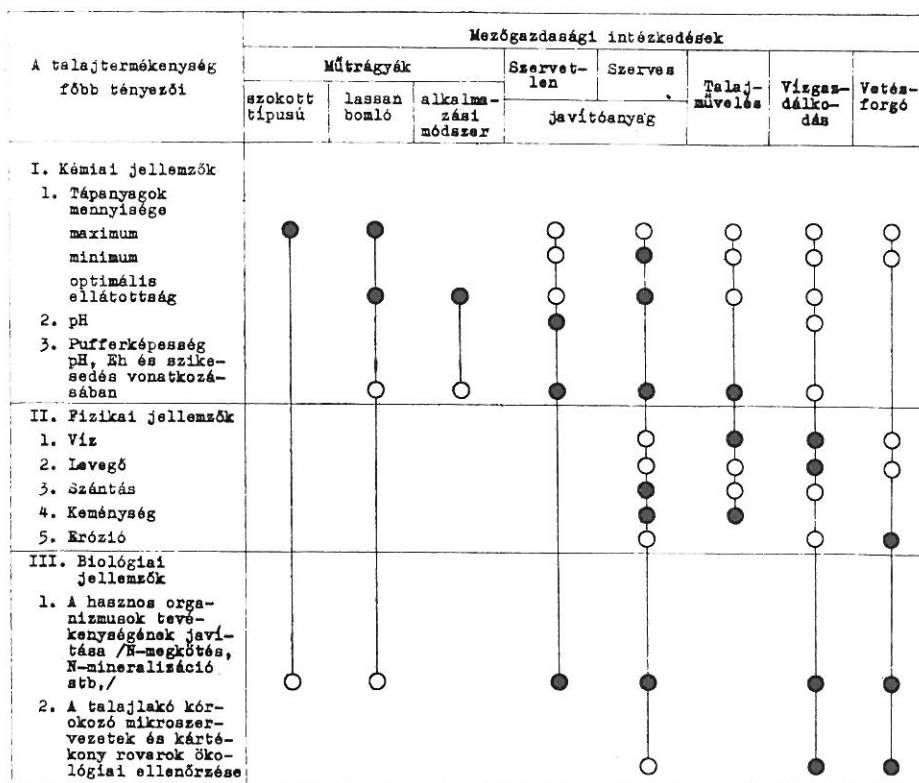
A 18. ábra ezeknek az egy év alatti összes mennyiségét mutatja be paddy talajokon. A meghatározásokat laboratóriummunkban végeztük.

Amint az a 18. ábrán látható, a szerves anyagok és műtrágyák alkalmazása nemcsak közvetlen hatást eredményezett, hanem közvetett hatást is, ami a gyomok és növényi maradványok mennyiségének megnövekedését hozta magával. Az ökoszisztémákban sokoldalú kölcsönhatás nyilvánul meg.

A 19. ábra hosszas műtrágyázás és szerves trágyázás hatását mutatja be paddy talajok szintjeinek kémiai, fizikai és mikrobiológiai sajátosságaira. Az ábrán bemutatott megközelítő modellen, amelyben eddigi eredményeinket integráltuk, látható, hogy a szerves és műtrágyázás nagy hatást gyakorol olyan kémiai tulajdonságokra, mint a kémhatás és a szabad-Fe-tartalom. Ezek a hatások a mélyebb rétegekben is jelentkeznek, viszont a szervesanyag-tartalomra, valamint a biológiai és fizikai sajátosságokra gyakorolt hatás csak a második szintig mutatkozik meg.

Végezetül a jelenlegi főbb mezőgazdasági intézkedések kölcsönhatását és a talajtermékenység főbb tényezőihez való viszonyukat mutatjuk be a 20. ábrán.

A 20. ábra alapján megállapítható, hogy a fő módszer a talaj termékenységének fenntartására és növelésére az ábrán látható tényezők kedvező kombinációjának



20. ábra

A talajtermékenység fenntartására és növelésére szolgáló főbb mezőgazdasági intézkedések és a talajtermékenység tényezőinek összefüggése. Fekete kör: szoros összefüggés a két tényező között. Fehér kör: közepes vagy kis összefüggés

biztosítása. Ügyelni kell arra, hogy ezek egyensúlyát fenntartsuk a talajtípus, a klimatikus viszonyok és a termesztett növények szigorú figyelembevételével. Más szavakkal, a talaj termékenységének hosszú távú megőrzése a szerves anyagok és szervesetlen anyagok dinamikájának összehangolásával érhető el, azaz gondoskodnunk kell a körforgási, az elraktározási és a szerkezeti rendszerek egyensúlyáról a talajban.

Azt tartják, hogy az egyedi fejlődés meg kell hogy ismétlje a rendszer fejlődését. Ez a biológiai szabály valószínűleg alkalmazható a talaj termékenységének hosszú távú megőrzésére és javítására is.

YASUO TAKAI
Tokiói Egyetem (Japán)

Érkezett: 1982. május 5.