

Nitrátmozgás vizsgálata szántóföldi tartamkísérletben dinamikus szimulációval

R. VÉGH KRISZTINA és FÜLEKY GYÖRGY

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest és
Agrártudományi Egyetem, Talajtani és Agrokémiai Tanszék, Gödöllő

A mezőgazdasági kutatás egyik fontos területe az optimális nitrogén-ellátottság biztosítása a maximális terméshozam érdekében. A nitrogéntrágyázás hatékonyságának elemzésekor nemcsak gazdaságossági, hanem környezetvédelmi érdekeket is figyelembe kell venni, minthogy a nitrogén-műtrágyázás a talajt és a természetes vizeket súlyosan terhelő tényezővé válhat. Olyan gazdaságos növénytermesztés kidolgozására van szükség, ami elkerülhetővé teszi a környezet nitrátszennyezését. Hazánkban a több évtizede folyó tartamkísérletek adnak lehetőséget a kérdés vizsgálatára. E tartamkísérletekben jól alkalmazhatók a szabadföldi mérésekkel kombinált dinamikus szimulációk a szántóföldi növényállomány és a talaj nitrogénforgalmának részletes tanulmányozására.

Vizsgálatainkhoz a forgalomban lévő nagyszámú nitrogén modellből egy olyan komplex mechanisztikus megközelítést választottunk, amely figyelembe veszi a talaj nitrogénforgalmának valamennyi irányát, segít az egyes részfolyamatok kölcsönhatásainak felismerésében és számszerűsítésében, a nitrogénmérleg összetevőinek becslésében. Munkánk célja e modell alkalmazásával N-trágyázási tartamkísérletben, különböző csapadékviszonyok között, kukorica-őszi búza állomány nitrogénforgalmának vizsgálata volt.

Anyag és módszer

A tartamkísérletet 1970-ben alapították a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Kísérleti Telepén, Szárítópusztán (KOVÁCS & FÜLEKY, 1991). Vizsgálatainkba az N_0 (0 kg N/ha), N_3 (140 kg N/ha) és N_5 (280 kg N/ha) kezeléseket vontuk be. 1993. április 28-án kukoricát, október 26-án búzát vetettek a parcellákba.

Mintavétel és analízis

A modell hajtó változói a léghőmérséklet, páratartalom, szélsébség napi középértéke és a csapadék és a globálsugárzás napi összege. A globálsugárzás kivételével a változók értékei a kísérleti területen mért adatok, a globálsugárzás napi összegeit a felhőborítottság értékek felhasználásával becsültük.

A talajfizikai tulajdonságokat (mechanikai összetétel, víztartóképeség, telített vízvezetőképesség) bolygatatlan mintákból határoztuk meg. A talajszelvény öt rétegre osztható 0-100 cm mélységig, a különböző textúrájú rétegek mélységi eloszlásának megfelelően. A szántott réteg homogénnek tekinthető és azonos vastagságú a vizsgált területen.

A tenyészőidő folyamán hat alkalommal mintáztuk a vizsgálatba bevont parcellák talaját 0-100 cm-es mélységig, a nedvesség és a szerves nitrogén mennyiségi eloszlásának meghatározása érdekében. A növényállomány mintázását öt alkalommal végeztük, összehangoltan a gyökéreloszlás vizsgálatokkal és a talaj nedvesség- és $\text{NO}_3\text{-N}$ -tartalma eloszlásának meghatározása céljából végzett mintavételekkel. A mintákból meghatároztuk az egyes növényi részek száraz súlyát, nitrogéntartalmát, a levélfelületet. Az adatok egy részét a szimulációban a növény növekedési részmodellben allokációs és egyéb összefüggések paraméterezésére, más részét a szimuláció jóságának ellenőrzésére használtuk.

A modell

A modell két fő részből áll, a talaj víz- és hőforgalmát szimuláló SOIL modellből (JANSSON, 1991) és a talaj és növényállomány nitrogénforgalmát szimuláló SOILN modellből (JANSSON et al., 1991).

A SOIL modell alapjául a Darcy és a Fourier összefüggésből levezetett két kapcsolt differenciálegyenlet szolgál. A szimuláció eredménye a nitrogén modell bemenetét képező hajtó változó-készlet (felületi beszivárgás és elfolyás, a talajrétegek közötti vízáramlás, a talaj nedvességtartalma, hőmérséklete, az evapotranspiráció).

A nitrogénforgalmat szimuláló SOILN modellbe a növény növekedését és nitrogénfelvételét szimuláló szubmodellt (CROP) úgy építették be, hogy paraméter értékeik napi kölcsönhatásban vannak egymással, azaz a SOILN modellben a talaj szimulált N-tartalma a CROP modell bemenete, és a CROP modellben szimulált növényi növekedés és N-felvétel bemenet a SOILN modellbe. A SOILN különböző eredetű szerves és szervetlen N-készleteket definiál minden talajrétegben. A nitrogén-átalakulásokat leíró hatásfüggvények menetét a talaj hőmérséklete és nedvességtartalma befolyásolja.

A modell paraméterkészletében jelentősek a természetű növény élettani paraméterei és az alkalmazott agrotechnikát jellemző paraméterek.

Eredmények és értékelés

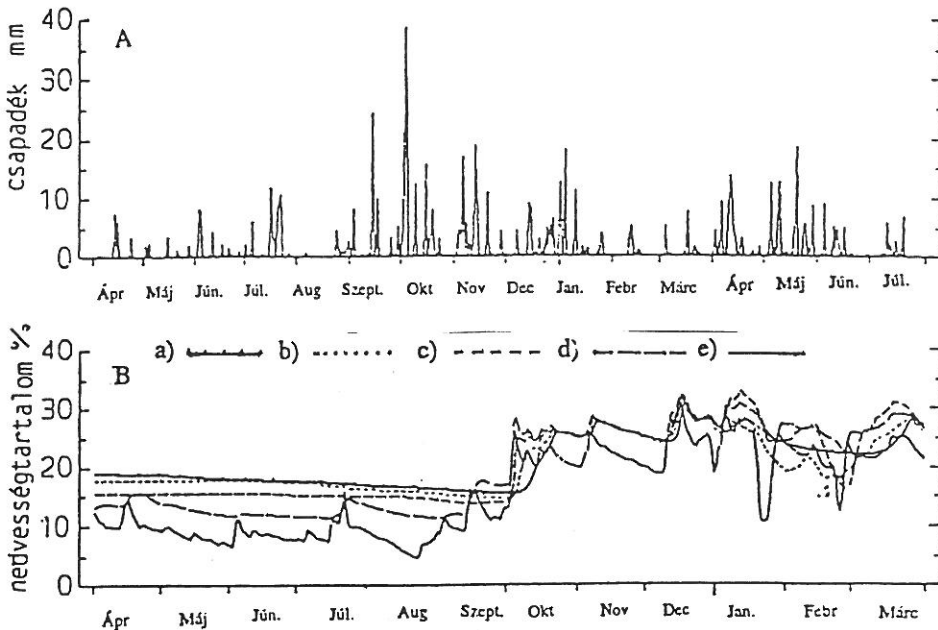
N-mérleg és mélységi nitráteloszlás

1986-ra a nitrogénnel trágyázott kezelések talajában az évenként kijuttatott műtrágya-N növények által fel nem vett mennyiségének 50-60 %-a, azaz a teljes mennyiség kb. 40 %-a nitrát formájában felhalmozódott a talaj 3 m-es szelvényében. 1993-ra tovább növekedett a műtrágyából származó nitrát mennyisége a vizsgált talajrétegekben. A nitrátfelhalmozási zóna lefelé, a talajvíz irányába történő fokozatos elmozdulása - a nitráttartalom állandó növekedése mellett - figyelhető meg a műtrágyázott kezelésekben.

A talaj víz- és N-dinamikájának szimulációja

A részletes vizsgálatok 1993 tavaszán kezdődtek, ennek megfelelően a szimulációs periódus kezdeti időpontja 1993. április 2. A talajnedvesség kiindulási értékeit az első mintavétel alapján határoztuk meg.

A vizsgált időszak csapadékeloszlását és a 0-100 cm-es talajszelvény nedvességtartalmának alakulását az 1. ábrán mutatjuk be. Az évek óta tartó csapa-



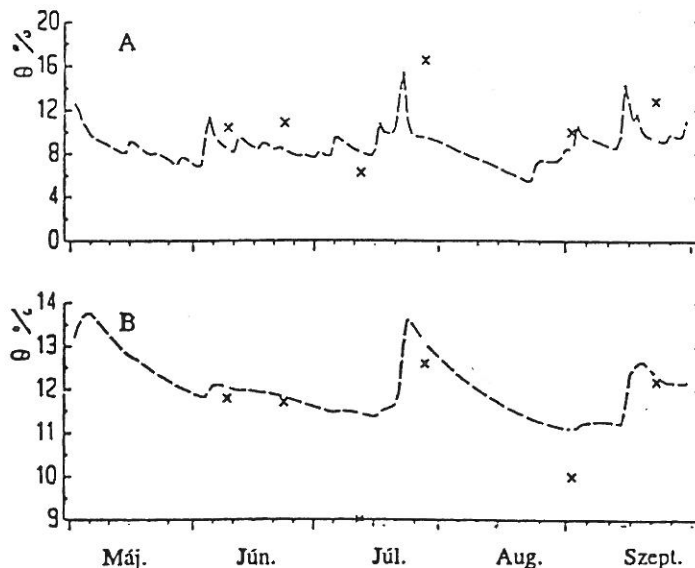
1. ábra

Csapadékeloszlás (A) és szimulált nedvességtartalom (B) a talajban.

a) 0-20 cm, b) 20-40 cm, c) 40-60 cm, d) 60-80 cm, e) 80-100 cm

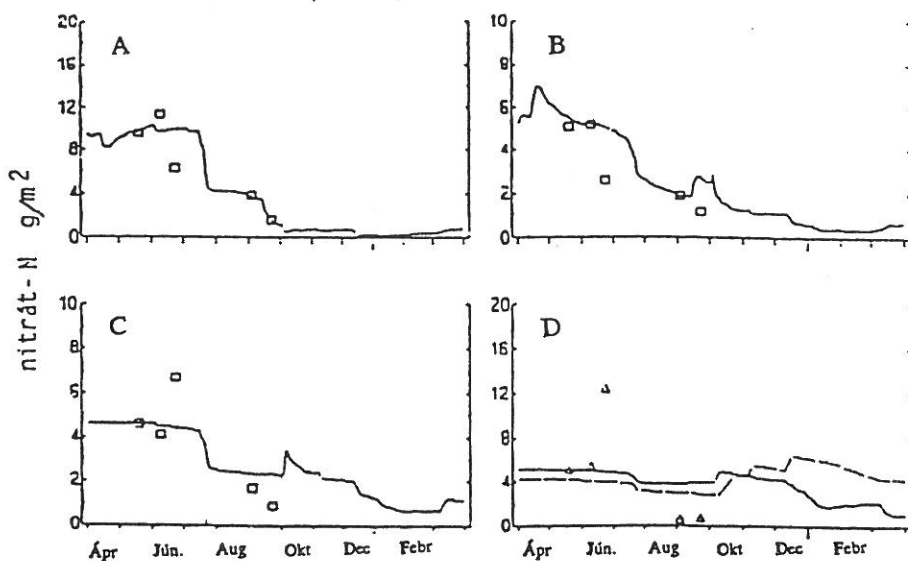
dékhány következtében a talaj nedvességtartalma már a kora tavaszi időszakban is messze elmaradt a szabadföldi vízkapacitásnak megfelelő értéktől. A száraz időszak a július végi csapadékos 3 naptól eltekintve a betakarításig (szeptember vége) tartott, majd csapadékos október következett. A 0-100 cm talajszelvény 20 cm-es rétegeinek szimulált nedvességtartalma a kukorica betakarítását követően a nagymennyiségű csapadék hatására jelentősen emelkedett. Ez lehetővé tette a nitrát-nitrogén redisztribúcióját, a mélyebb talajrétegekben való felhalmozódását. A szárazság hatására a kukorica növekedése és N-felvétele jelentősen elmaradt az átlagostól és nagyjából egyforma volt a kezelésekben.

A talaj hő- és vízforgalmának pontos, valóságű szimulációja rendkívül fontos a talaj nitrogénforgalmának modellezésénél, minthogy a SOILN modell hajtó változóit a SOIL szimulációval állítjuk elő. A vízforgalom jóságát a vegetációs periódusban a területen mért és a szimulált értékek összehasonlításával állapíthatjuk meg (2. ábra). Az összehasonlítás alapján elmondhatjuk, hogy a modell a vegetációs időszak igen száraz periódusában is megfelelően szimulálta a talaj nedvességtartalmának alakulását, jól követte - a talaj nitrogénforgalmát jelentősen befolyásoló - száradási és nedvesedési folyamatokat. A 0-20 és 20-40 cm-ről június végén, a talaj legszárazabb állapotában vett minták nedvességtartalom értékei azonban jelentősen eltérnek a szimulált nedvességtartalomtól és elérik a holtvíz értéket. Ez a jelenség felhívja figyelmünket a modell a makropórusok, repedések vízforgalomra gyakorolt hatását szimuláló lehetőségeinek alkalmazására a további kutatásban.



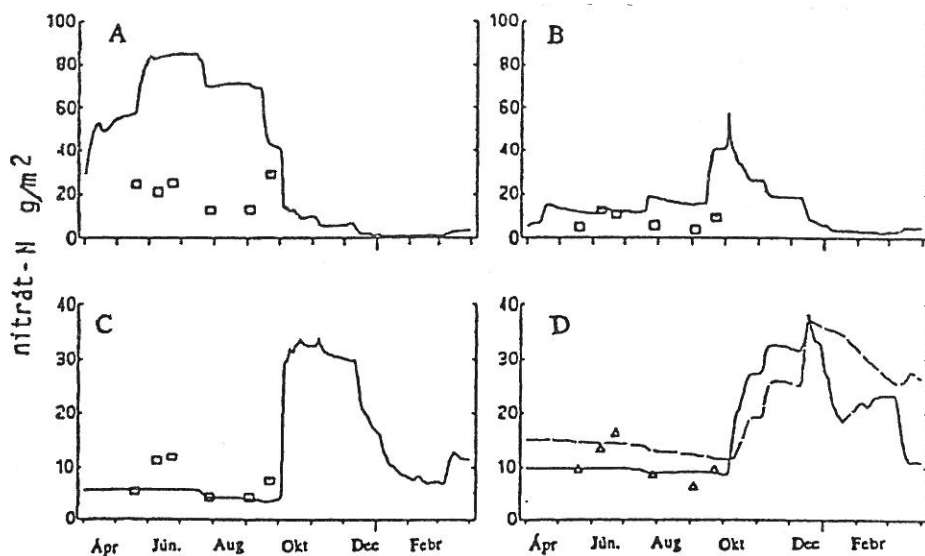
2. ábra

Szimulált (-) és mért (x) nedvességeloszlás a talaj 0-20 (A) és 20-40 (B) cm-es rétegeiben



3. ábra

Szimulált (-) és mért (Δ) nitráteloszlás a talaj 0-20 (A), 20-40 (B), 40-60 (C) és 60-100 (D) cm-es rétegeiben az N_0 kezelésben



4. ábra

Szimulált (-) és mért (Δ) nitráteloszlás a talaj 0-20 (A), 20-40 (B), 40-60 (C) és 60-100 (D) cm-es rétegeiben az N_{280} kezelésben

A N_0 kezelésben a talaj nitráttartalmának szimulációja kielégítő volt. Amint a 3. ábrán látható, a 0-20 és 20-40 cm-es rétegekben a szimuláció a június végi mintához képest a nitráttartalmat kissé túlbecsülte, míg a 40 cm alatti talajrétegek nitráttartalmát alábecsülte. A N-trágyázott kezelések talajában a felső 20 cm nitráttartalmának becsült értéke többszörösen meghaladta a mért értéket (4. ábra). A száraz talajban a modell nem számolt a műtrágya-N átalakulásával ill. elmozdulásával, és a növény N-felvételét is a nedvesebb mélyebb rétegekből számította. Ez a jelentős és az egész vegetációs időszakra jellemző eltérés további vizsgálatok szükségességére hívja fel a figyelmet.

A szimuláció a nitrát lemosódásának kezdetét a talaj 0-100 cm-es szelvényéből október végétől veszi számításba. A csapadékos ősz, az enyhe tél és tavasz idejére a modell a reálist meghaladó - a talaj mélyebb rétegeibe mozgott - nitrát-nitrogén mennyiségeket becsült.

Ennek oka valószínűleg az, hogy - az adott klimatikus feltételek mellett - a mikrobiológiai folyamatok jelentősége a talaj N-forgalmában nőtt a száraz időszakhoz képest. Ugyanakkor e folyamatok paramétereit nem állítottuk be a szükséges pontossággal. A mikrobiológiai folyamatok paraméterezése további vizsgálatokat igényel.

Következtetések

A növényi igényeket meghaladó műtrágya-N a talaj mélyebb rétegeibe mozdulhat NO_3 -N formájában. Az alkalmazott nitrogénműtrágya mennyisége mellett a vegetációs időszak alatt bekövetkező változások jelentősen módosíthatják az egyes talajrétegekben található NO_3 -N mennyiségét.

Kísérleti eredményeink és a folyamatok modellezése során bebizonyosodott, hogy a növényi aktivitás lecsökkenése, a nitrogénfelvétel megszűnése után fennáll a felhalmozódott NO_3 -N mélyebb rétegekbe történő elmozdulásának veszélye. A SOIL és SOILN modell alkalmasnak bizonyult a talaj víz- és N-forgalmának vizsgálatára, azonban a mikrobiológiai folyamatok korrekt paraméterezése a mi viszonyainkra további munkát igényel.

Irodalom

- JANSSON, P. E., 1991. SOIL model. User's Manual. Division of Hydrotechnics. Communications. 91. (7). Dept. of Soil Sci. Swedish Agricultural University. Uppsala.
- JANSSON, P. E., ECKERSTEN, H. & JOHNSON, H., 1991. SOILN Model. User's Manual. Division of Hydrotechnics. Communications. 91. (6) Dept. of Soil Sci., Swedish Agricultural University. Uppsala.
- KOVÁCS K. & FÜLEKY GY., 1991. Trágyázási tartamkísérlet eredményei gödöllői barna erdőtalajon 1972-1990. GATE Mezőgazdaságtud. Kar, Talajtani és Agró-kémiai Tanszék. Gödöllő.