

Trágyázás hatása a talaj potenciálisan mineralizálható N-formáira savanyú homoktalajon beállított tartamkísérletben

Nagy Péter Tamás¹ – Lazányi János² –
Loch Jakab¹ – Kincses Ida¹ –
Balláné Kovács Andrea¹

Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centruma,
¹Mezőgazdaságtudományi Kar, Agrokémiai és Talajtani Tanszék,

²Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar,

Vidékfejlesztési és Agrárgazdaságtani Tanszék, Debrecen
nagyp@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen dolgozat célja, hogy további információkat szolgáltatson a talajban lejátszódó nitrogén-mineralizációs folyamatokról. Módosított talajérleléses kísérletet alkalmaztunk, hogy megállapítsuk a talaj könnyen oldható és mineralizálható szervesen és szerves N formáinak mennyiségét az inkubáció alatt. Az érleléses kísérletet egy savanyú, homoktextúrájú kis tápanyagtökéjű a Westsik-féle homokjavító vetésforgó tartamkísérlet tizenöt kezelésének talajával végeztük el.

Eredményeinkből meghatároztuk a potenciálisan mineralizálható N mennyiségét, valamint a mineralizációs állandót. Eredményeink kémiai és biológiai interpretációja a cikkben olvasható.

Kulcsszavak: talajérlelés, könnyen oldható N-formák, potenciálisan mineralizálható N, tartamkísérlet

SUMMARY

The aim of this paper was to provide further information about the nitrogen mineralization processes of soil. A modified incubation technique was applied to establish the amount of easily soluble mineral and organic N forms during the incubation period. An acidic sandy soil was used for incubation, which was sampled from the „Westsik” long-term field experiment. The incubation was carried out on fifteen selected soil samples which were received different treatments since the experiment was set up.

From the obtained results, the amount of potentially mineralizable N and the mineralization rate constant were determined. Results of chemical analysis and biological interpretation of results are discussed.

Keywords: soil incubation, easily soluble N forms, potentially mineralizable N, long term field experiments

BEVEZETÉS

Napjainkban a növénytaplálással kapcsolatos ismeretek igen szerteágazóak és sokrétűek, mégis minden újabb adat, amely pontosabbá, árnyaltabbá teszi eddig megszerzett ismereteinket, hasznosan egészíti ki azokat.

Ez a megállapítás igaz, még az olyan jól ismert és sokat vizsgált folyamatokra is, mint a talajban lejátszódó nitrogén mineralizációs folyamatok. Célunk az volt, hogy ezeket, a növénytaplálás szempontjából igen lényeges folyamatokat lehetőleg minél pontosabban modellezzük, és az ásványosodás

szempontjából lényeges N-frakciók mennyiségi viszonyait feltérképezzük. Kísérletünkhöz Magyarország egyik legrégebbi tartamkísérletének talaját használtuk fel, hogy tanulmányozni tudjuk a homokjavító vetésforgók kezeléshatását egy nyírségi, savanyú kémhatású, kis tápanyagtökéjű, homoktextúrájú talajon, ahol véleményünk szerint a nitrogén szolgáltató képesség alapvető fontosságú a környezetkímélő, megfelelő minőséget előállító tápanyag-gazdálkodáshoz, növénytermesztéshez.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet talaja és kezelése

A Nyíregyháza határában lévő homokjavító vetésforgó tartamkísérletet 1929-ben Westsik Vilmos állította be alacsony humusztartalmú, kis tápanyagtökéjű, laza szerkezetű homoktalajon. A talaj mechanikai összetételében a homok-frakció a döntő 85-95%-kal, és azon belül is a finomhomok-frakció (0,25-0,05 mm) az uralkodó (33-74%). A por és iszap mennyisége 3-9%, míg az agyagfrakció 3,6-6%-ot ér el a talajszelvényben. A leiszapolható részek aránya mintegy 4-6%.

A területre jellemző az alacsony kolloidtartalom, az erős kilúgzás és a kedvezőtlen mechanikai összetétel, melyek miatt a talaj elsavanyodott ($pH_{(KCl)}=5,4-6,8$), makro és mikro tápanyagtartalma alacsony, humusztartalma 0,3-1,4 között változik, hidrolitos savanyúsága 1,5-6,1. A kísérlet talajának N-ellátottsága gyengének, P-ellátottsága közepesnek, K-ellátottsága megfelelőnek tekinthető.

A vetésforgó kísérletet kezdetben 12 vetésforgóval állították be, melyek száma rövidesen 15-re növekedett. Egy vetésforgó területe 1,5-2 kh (Westsik, 1965).

Abszolút kontrollkezelésnek a parlagoltatás (F-1) tekinthető, ugyanis sem szerves-, sem műtrágyázásban nem részesül. Az F-1 kezelésben a parlagszakaszon túl csak a két tesztnövény, a burgonya és a rozs termesztése folyik. A vetésforgó többi kezelése a szervesanyag-utánpótlás és műtrágyázás módja szerint csoportosítható (Lazányi, 2003).

Az első nagy csoportot a zöld- és gyökértrágyázás kezelése adják (F-2 és F-3). Ezekben a kezeléseknél a szervesanyag-utánpótlás fővetésű pillangósvirágú csillagfürt termesztésével történik.

Ebbe a csoportba sorolható az egyetlen négy szakaszos F-8 jelzésű vetésforgó is, bár ebben a kezelésben a fővetésű csillagfűrt gyökértrágyázás mellett másodvetésű csillagfűrt zöldtrágyázás is történik tavaszi leszántással.

A második csoportba a szalmatrágyás kezelések tartoznak (F-4, F-5, F-6 és F-7), amelyekben a szervesanyag-utánpótlás alapanyaga a rozsszalma.

A kezelések közötti különbség a szalmatrágya kijuttatásában, kezelésében, erjesztésében van. A csoporton belüli kontrollként az F-7 jelzésű vetésforgó fogható fel, amely a vízzel erjesztett szalmatrágyán kívül más tápanyagot nem kap.

A harmadik csoport kezeléseit zöldtakarmány természetesen alapulnak (F-9, F-10, F-11 és F-12). A vetésforgók közötti különbségek a mű- és istállótrágyázás, ill. zöldtrágyázás alkalmazásában mutatkoznak.

A negyedik csoport vetésforgóit a másodvetésű csillagfűrt zöldtrágya hatásának tanulmányozására állították be (F-13, F-14 és F-15). Különbség közöttük a zöldtrágya leszántásának idejében és a műtrágyázásban van (Lazányi, 2003).

A kísérlet 74 éve alatt változást a szerves trágyázás módja és a kijuttatott adag mennyisége nem, csak az összetétele mutatott.

Az ismétlés nélkül beállított kísérlet talajvizsgálati eredményeinek jobb értékelhetősége, valamint a terepszint különbségekből adódó eltérések kiküszöbölésére a vetésforgók azonos szakaszaiból (2700 m²) arányos osztással 9-9 hely középpontjainak környékéről 12 pontmintát vettünk. A pontmintákat átlagoltuk, és kaptuk az egy szakaszra eső 9 mintát. Minden mintát három rétegből (0-20, 20-40, 40-60 cm) vettünk. A mintavételezésre a burgonyavirágzás kezdetén került sor. Ezen mintákból a talajérleléses vizsgálatokhoz a három mélység és a kilenc helyi minta összekeverésével (3×9) állítottuk elő a kísérleteinkhez használt átlagmintát, melyek száma így vetésforgónként 1-1 volt.

Érleléses kísérlet

A talaj potenciálisan mineralizálódó N-készleteinek meghatározására egy módosított, szakaszos (kilúgzással kombinált) inkubációs eljárást (Stanford és Smith, 1972; Filep és Tóthné, 1980a; Filep és Ferencz, 1999) alkalmaztunk. A módszer azon alapszik, hogy az inkubációs periódus alatt képződő N-formákat 0,01 M CaCl₂-os kimosással eltávolítják, így akadályozva meg, hogy a felhalmozódó, már mineralizált N-formák – az egyensúly eltolásával – a további mineralizációt visszaszorítsák.

A módszer általunk alkalmazott technikai kivitelezése számos ponton eltér a fentebbi irodalmakban közölt leírásoktól. Újításként megnövelt mintatömeeggel és módosított talaj-kvarchomok aránnyal, ill. keverési eljárással dolgoztunk. Az érlelési módszer során 50-50 g

légszáraz talajt* mértünk 20 cm hosszúságú, 2,5 cm belső átmérőjű, alul szitaszövettel és üvegyapot réteggel elzárt üvegcsövekbe úgy, hogy a csövek aljára az üvegyapot réteg fölé 1-1,5 cm vastagságban (kb. 10 g alt. minőségű) tiszta kvarchomokot rétegeztünk, a talajkimosódás elkerülése végett.

Enyhe tömörítés után a talaj felületét ugyancsak üvegyapot réteggel lefedtük, hogy a talajfelszín öntözés és kioldás miatti szétiszapolódását elkerüljük. Az érlelés megkezdése előtt megállapítottuk az oszlopok vízkapacitását. Közvetlenül az érlelés előtt az oszlopokat finoman permetezett vízzel vízkapacitásig átmedvesítettük, majd félóra múlva a talaj eredeti ásványi N-tartalmát 100 cm³ 0,01 M-os CaCl₂-oldattal kimostuk. A kilúgzott, nedves talajra ezután 20 cm³ N-mentes tápoldatot öntöttünk, majd megvártuk az oldat elszívargását, és ismét beállítottuk az oszlopok 75%-os vízkapacitásának megfelelő nedvességtartalmát.

Az alkalmazott N-mentes tápoldat összetétele: 0,007 M CaSO₄·2H₂O + 0,002 M MgSO₄ + 0,01 M Ca(H₂PO₄)₂ + 0,015 M K₂SO₄ elegye.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A fentebb leírt módon előkészített talajmintákat (0-60 cm) aerob körülmények között, 35°C-on, állandó nedvességtartalom mellett (V_K=75%) érleltük 32 héten keresztül.

A mineralizálódott N mennyiségét az 1., 3., 8., 23. és 32. hét elteltével határoztuk meg.

A mintákat 100 cm³ CaCl₂-oldattal kimostuk, és a szűrletből a NH₄-N, NO₃-N és összes-N mennyiségét mértük (Houba et al., 1986). Ezek különbségéből számítottuk a könnyen oldható és oxidálható szerves-N tartalmát, illetve a NO₃⁻-N- és az NH₄⁺-N-tartalom összegét (N_{min}). Az érlelés során kapott adatokat ún. kumulatív módszerrel (Sváb, 1981) értékeltük, azaz az adatok összegzett értékeit képeztük, így megkaptuk az egyes érlelési szakaszokban mineralizálódott összes szerves N-mennyiségét (kumulált N_{min}).

Az 1. ábrán a kezelésközvetlenekre illesztett függvény ill. regressziós egyenlete látható a konfidenciahatárok feltüntetésével. Az érlelés folyamán mineralizálódott nitrogén mennyisége és az érlelési idő között kapott összefüggés, hasonlóan a nyírlugosi érlelési eredményekhez, a biológiai folyamatokra jellemző telítési görbével jellemezhető. Az adatokból megállapítható, hogy a vetésforgók talajai, eltérő kezeléseik ellenére hasonló lefutású mineralizációs görbét szolgáltatnak. A regresszióanalízissel kapott logaritmikus görbe összhangban van a szakirodalomban közölt érlelési módszerek adataival (Filep és Tóthné, 1980a).

A Westsik kísérlet különböző kezelésű talajaival elvégzett érlelés tapasztalatai alapján megállapítható,

*A vetésforgók kilenc helyéről származó rétegmintákat összevontuk (0-60 cm) és vetésforgónként egy-egy mintát képeztünk belőlük.

hogy a mineralizálódott nitrát- és ammónium-N összege viszonylag kevés a talajtulajdonságoknak köszönhetően, és monoton, de egyre kisebb mértékben növekvő tendenciát mutat az érlelési periódus alatt. A kísérlet talajai 32 hét alatt 63-103 mg/kg ásványi nitrogént szolgáltatottak.

1. ábra: A mineralizálódott, kumulált N_{min} mennyisége az idő függvényében (Westsik kísérlet, 2000)

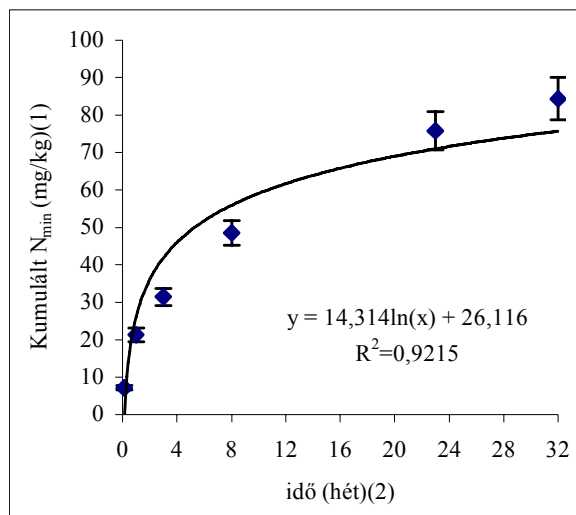


Figure 1: Amount of cumulated N_{min} vs.time (Westsik experiment, 2000)

Cumulated N_{min} (mg/kg)(1), Time (week)(2)

Az egyes vetéscsoportok talajai által – az inkubációs idő végéig – szolgáltatott N_{min} mennyisége összhangban áll a kezelésekkel (1. táblázat). Megállapítható, hogy a legnagyobb mennyiségű ásványi N-tartalom sorrendben az F-8, F-13, F-5 ill. F-12 jelzésű vetéscsoportok mintáiban képződött.

A kapott adatok megerősítik azokat a korábbi feltételezéseket, hogy az előveteményként alkalmazott első- és másodvetésű csillagfűrt, valamint az NPK műtrágya adagok nagyban elősegíti a kis humusztartalmú, rossz tápelem ellátottsággal rendelkező homoktalajokon a potenciálisan mineralizálható N-formák mennyiségének növekedését (Lazányi, 1994). Ezáltal a talaj termőképességének fokozásában jelentős szerepet töltenek be.

A legkisebb mineralizálódott N-tartalmat az F-1 (kontroll) ill. F-2 kezelések nyújtották. A talajérleléssel kapott adatok szoros összefüggésben állnak a vetéscsoportok által szolgáltatott talajvizsgálati, ill. terméseredményekkel (Lazányi, 1994, 2003; Lazányi et al., 2003).

Bizonyítható tehát, hogy az általunk módosított érlelési módszer alkalmas a tenyészidőszak alatt mineralizálódott N-formák mennyiségének becslésére, és támpontul szolgál a talajtermékenység megítéléséhez.

Az érlelési periódus alatt képződött N_{min} értékek és a talaj pH között kapott összefüggések a 2. ábrán láthatók.

1. táblázat

Az egyes vetéscsoportok talajai által az érlelés teljes periódusa során szolgáltatott szerves- és szervetlen N-formák mennyiségei és a pH (Westsik kísérlet, 2000)

Vetéscsoport(1)	pH	N_{min} (mg/kg)	$N_{szerves}$ (mg/kg)(2)
F-1	4.52	67,43	7,14
F-2	4.46	63,52	7,83
F-3	4.24	75,24	9,24
F-4	4.21	83,04	9,33
F-5	4.48	96,26	10,4
F-6	4.55	88,57	10,21
F-7	5.39	88,13	8,79
F-8	4.49	103,48	11,05
F-9	4.29	74,86	8,54
F-10	5.30	79,75	9,28
F-11	5.23	86,42	11,12
F-12	4.74	92,53	10,69
F-13	4.68	99,45	11,02
F-14	4.46	83,48	11,77
F-15	4.73	82,10	8,76
Átlag(3)	4,65	84,35	9,68
SzD _{5%} (4)	0,19	5,67	0,68

Table 1: Obtained amount of organic and inorganic N forms during the whole incubation period and the pH according to the crop rotations (Westsik experiment, 2000)

Crop rotation(1), N organic (mg/kg)(2), Average(3), LSD_{5%}(4)

2. ábra: Az érlelési periódus alatt képződött kumulált N_{min} és a pH, a vetéscsoportok függvényében (Westsik kísérlet, 2000)

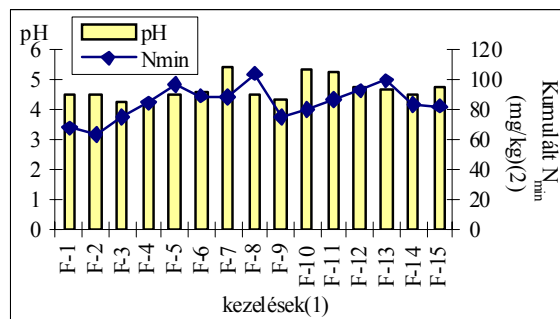


Figure 2: Cumulated N_{min} and pH according to crop rotation (Westsik experiment, 2000)

Crop rotations(1), Cumulated N_{min} (mg/kg)(2)

A mineralizáció és nitrifikáció ütemét döntően a talaj könnyen oldható, azaz mineralizálódni képes tápanyagkészlete határozza meg és a pH módosítja (2. táblázat). A Westsik kísérlet eltérő kezeléseire ez a tápanyagkészlet jelentősen változik a kontroll, parlagoltatáshoz képest.

Az inkubációs kísérlet lehetőséget nyújtott a potenciálisan mineralizálható N mennyiségének meghatározására (Filep és Tóthné, 1980a, b). Az N_{pot} értékeit a 3. ábra görbéi alapján számítottuk.

3. ábra: A mineralizálódott N reciproka ($1/N_t$) az idő reciprokának ($1/idő$) függvényében, jellemző kezelésekénél (Westsik kísérlet, 2000)

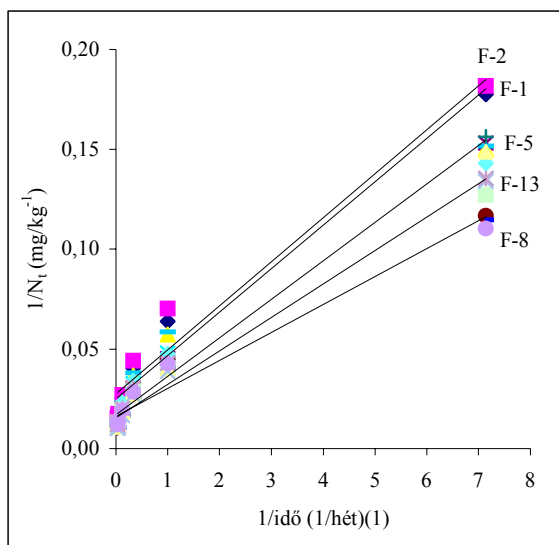


Figure 3: Converse of cumulated Nmin ($1/N_t$) vs. converse of time ($1/time$) at representative crop rotations (Westsik experiment, 2000)

$1/Time$ ($1/week$)(1)

4. ábra: Az $\ln(N_{pot}-N_t)$ és az érlelési idő összefüggése, jellemző kezelésekénél (Westsik kísérlet, 2000)

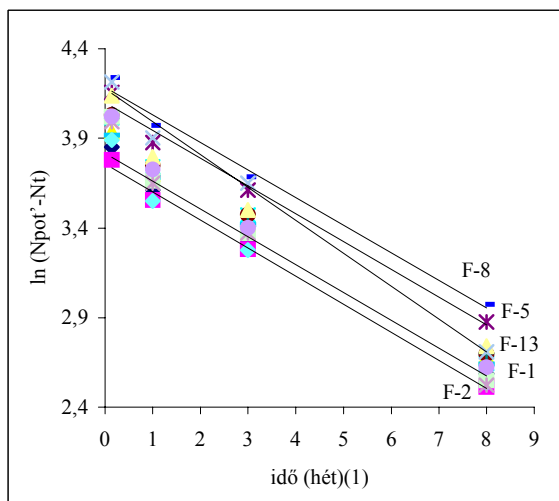


Figure 4: $\ln(N_{pot}-N_t)$ vs. Time, at representative crop rotations (Westsik experiment, 2000)

Time (week)(1)

A potenciálisan mineralizálható N-készletet (N_{pot}) és a sebességi állandó (k) értékeit a 4. ábra görbéinek tengelymetszetéből és meredekségéből határoztuk meg (2. táblázat).

A különböző vetésforgók esetén kapott N_{pot} értékek és a sebességi állandók a 2. táblázatban láthatóak.

A 2. táblázat adatai megerősítik azokat a korábbi

megállapításokat, miszerint a legnagyobb mineralizációs potenciállal az F-8, F-13 és F-5, míg legkisebvel az F-2, F-10 és F-1 jelzésű vetésforgók rendelkeznek.

2. táblázat

Kezelésenkénti N_{pot} és k értékek (Westsik kísérlet, 2000)

Vetésforgó(1)	N_{pot} (mg/kg)	k (35°C)
F1	45,36	0,155
F2	42,82	0,156
F3	49,43	0,154
F4	53,34	0,167
F5	60,39	0,155
F6	53,55	0,162
F7	51,08	0,157
F8	65,73	0,154
F9	48,97	0,157
F10	44,85	0,162
F11	51,22	0,176
F12	57,51	0,176
F13	65,10	0,183
F14	50,52	0,177
F15	52,40	0,169
Átlag(2)	52,82	0,146
SzD _{5%} (3)	3,46	0,005

Table 2: N_{pot} and k values according to the crop rotations (Westsik experiment, 2000)

Crop rotation(1), Average(2), LSD_{5%}(3)

A kapott adatok segítségével, a talaj térfogattömegének ($T_s=1,34 \text{ g/cm}^3$) ismeretében a 0-60 cm-es réteg potenciálisan mineralizálható N-készlete átlagban 141,6 kg/ha-nak adódott. A sebességi állandókra, ebben a kísérletben kapott nagyobb értékek, magyarázhatóak – egyrészt a különböző N-frakciók mélységgel történő változásával, másrészt a két kísérlet eltérő kezelés típusaival.

A talajok mineralizációs potenciálját elsősorban nem a már ásványosodott formák mennyiségi viszonyai, hanem a könnyen oldható és mobilizálható kis molekulatömegű szerves N-frakció mennyisége határozza meg.

Ezt erősíti meg a 0,01 M CaCl_2 -oldható szerves N-frakció mennyiségében az érlelés során bekövetkezett változás.

A mineralizálódott N-formák mennyiségével párhuzamosan ugyanis mértük az inkubáció alatt az egyes kezelések talajai által szolgáltatott szerves N-frakció mennyiségét is (1. táblázat).

A híg CaCl_2 -oldható kumulált szerves-N mennyiségei az érlelési periódus alatt szintén logaritmikus lefutású görbék szerint alakultak, függetlenül a kezelésektől (5. ábra).

A kezelések csak az inkubációs idő végéig szolgáltatott szerves N-formák mennyiségét befolyásolták, az időbeli lefutást nem.

5. ábra: A kumulált $N_{szerves}$ mennyisége, az idő függvényében (Westsik kísérlet, 2000)

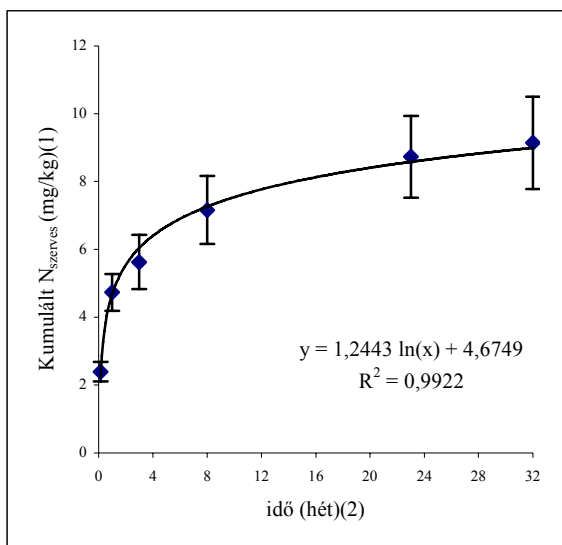


Figure 5: Amount of cumulated N_{min} vs.time (Westsik experiment, 2000)

Cumulated Norg (mg/kg)(1), Time (week)(2)

Legnagyobb értékeket az F-14, F-11, F-8 ill. F-13-as kezelésekben kaptunk. Ezek az adatok alátámasztják

azt, hogy mind az istállótrágyázás, mind a zöldtrágyázás hatékonyan növeli a talaj 0,01 M $CaCl_2$ -oldható szerves-N mennyiségét.

A legkisebb szerves-N mennyiséget a kontrollnak tekinthető parlagoltatás adta, az itt kapott érték csak 63%-a az istállótrágyázott ill. zöldtrágyázott kezelésekből mért értékek átlagának.

A kapott adatok alapján az a következtetés vonható le, hogy a mineralizáció mértéke azoknál a vetésciklusoknál jelentősebb, ahol a kezdeti 0,01 M $CaCl_2$ oldható szerves N-frakciók mennyisége nagyobb, és ennek a frakciónak az utánpótlása megfelelő sebességű.

Az adatokból látható, hogy az inkubációs periódus alatt szolgáltatott $CaCl_2$ -oldható N-formák között a mineralizálódott formák (NO_3^- -N és NH_4^+ -N összege) vannak túlnyomó többségben (88-90%), de a képződő szerves N mennyisége sem elhanyagolható (9-12%). A két N-forma aránya az egyes kezelésekből mért értékekben függött a kezelésektől. Az $N_{min}/N_{szerves}$ arány átlagosan mintegy 9:1-nek adódott.

A Westsik kísérletben mért szerves-N kisebb részaránya jó összhangban van a sebességi állandókra kapott nagyobb értékekkel. A mineralizáció üteme tehát a Westsik kísérlet kezeléseiben gyors, ami a szervesanyagok miatt kialakuló élénkebb mikrobiológiai élettel, ill. a nitrifikáló baktériumok nagyobb számával magyarázható (Kátai et al., 1999).

IRODALOM

- Filep Gy.-Tóthné Bíró Á. (1980a): Hazai talajok mineralizálható N-készletének és N-szolgáltatásának mérése és számítása. *Agrokémia és Talajtan*. 29. 229-244.
- Filep Gy.-Tóthné Bíró Á. (1980b): A talaj mineralizálható N-tartalmának gyors meghatározása. *Agrokémia és Talajtan*. 29. 245-250.
- Filep Gy.-Ferencz G. (1999): A talaj N-szolgáltató képességének becslésére használt néhány számítási módszer értékelése. *DATE Tudományos Közleményei*. Tom. XXXIV. 73-82.
- Houba, V. J. G.-Novozamsky, I.-Huijbregts, A. W. M.-Van Der Lee, J. J. (1986): Comparison of soil extractions by 0,01 $CaCl_2$ by EUF and by some conventional extraction procedures. *Plant and Soil* 96. 433-437.
- Kátai J.-Lazányi J.-Veres E. (1999): Talajmikrobiológiai vizsgálatok a Westsik vetésciklus tartamkísérletben. *DATE Tiszántúli mezőgazdasági tudományos napok. Konferencia kiadvány (szerk.: Loch J.-Vágó I.-Jávora A.)*: 175-184.
- Lazányi J. (1994): A homokjavító vetésciklusokkal végzett kísérletek eredményei. *DATE Kutató központja, Nyíregyháza*.
- Lazányi J. (2003): Fenntartható gazdálkodás a Westsik vetésciklus kísérlet tapasztalatai alapján. *Nyíregyháza*.
- Lazányi, J.-Loch, J.-Nagy, P. T. (2003): Importance of 0,01 M $CaCl_2$ soluble organic nitrogen in the characterisation of N-supply in the treatments of Westsik's crop rotation experiment. 14th International Symposium of Fertilisers (CIEC): Fertilizers in context with resource management in agriculture. Proc. Vol. I. 104-112. (Eds: E. Schnug-J. Nagy-T. Németh-Z. Kovács-T. Dövényi-Nagy) *Krausz-Könyv BT*.
- Stanford, G.-Smith, S. J. (1972): Nitrogen mineralization potentials of soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 36:465-472. In: Page A. L.-Miller R. H.-Keeney D. R. (1982): *Methods of soil analysis. Part 2, Agronomy No. 9 (2)* p. 711-733. Madison, Wisconsin
- Sváb J. (1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Westsik V. (1965): *Vetésciklus kísérletek homoktalajon*. Akadémiai Kiadó, Budapest. In: Lazányi J. (1994): *A homokjavító vetésciklusokkal végzett kísérletek eredményei*. DATE Kutató központja, Nyíregyháza.