

Műtrágyázás hatása az őszi árpára karbonátos homoktalajon

KÁDÁR IMRE

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, Budapest

Összefoglalás

Duna-Tisza közti karbonátos homoktalajon 1970-ben beállított NPK műtrágyázási kísérletünk 29. évében, 1999-ben vizsgáltuk a kezelések hatását az őszi árpa fejlődésére, termésére, elemfelvételére, valamint a talaj szántott rétegének ammóniumlaktát-ecetsav (AL) oldható PK-tartalmára. A termőhely feltalaja 1% körüli CaCO_3 -ot és humuszt, valamint 5–10% agyagot tartalmaz, az altalaj erősen karbonátos. A talajvíz 5–7 m mélyen található, a terület aszályérzékeny, felvehető tápelemekkel (N,P,K) gyengén ellátott. A kísérletről levonható főbb következtetések:

1. A talajgazdagító PK-műtrágyázás nyomán az AL-oldható PK-készlet a „kielégítő” 150–200 mg/kg AL- P_2O_5 , ill. AL- K_2O tartományba emelkedett vagy meghaladta azt. A kontroll talajon mért kicsi, 1 t/ha szemtermés a mérsékelt NP-trágyázással 3 t/ha fölé emelkedett. A megnövelt NP-szintek, ill. a pótlólagos K-trágyázás érdemi terméstöbbletet már nem adott ebben a közepesen száraz évben.
2. A bőséges NP-trágyázással 40–50%-kal nőtt a szalma N, P, S és Sr tartalma, valamint megnyilvánult a K-Ca, K-Mg antagonizmus és a K-Ba szinergizmus. Többé-kevésbé ezek a hatások a szemtermés összetételében is nyomonkövethetők voltak. A mészlepedékes csernozjom vályogtalajon termett őszi árpával összehasonlítva megállapítható volt, hogy ezen a homoktalajon az árpaszalma szegény maradt K és Na elemekben, viszont rendkívüli módon feldúsult P, S, Sr és Ba elemekben.
3. Az 1 t szem + a hozzátartozó melléktermés u.n. fajlagos elemtartalma 25 kg N, 13 kg K (16 kg K_2O), 4 kg Ca (5–6 kg CaO), 3 kg Mg (5 kg MgO) és 8 kg P (18 kg P_2O_5) mennyiséget tett ki. A kiugróan nagy fajlagos P-tartalom arra utal, hogy a kolloidszegény homoktalajon a növények P-luxusfelvétellel képesek a P-ral feltöltött talajon, a növényi P-felvétel kevésbé akadályozott.

Kulcsszavak: őszi árpa, műtrágyázás, karbonátos homoktalaj, tartamkísérlet, növényelemzés

The effect of fertilisation on winter barley on calcareous sandy soil

I. KÁDÁR

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry
of the Hungarian Academy of Sciences (RISSAC), Budapest

Summary

In 1999, the 29th year of our NPK fertilisation experiment established on Danube-Tisza mid-region calcareous sandy soil in 1970, we examined the effect of treatments on the development, yield and element uptake of winter barley, as well as the AL-soluble PK content of the ploughed layers of soil. The surface soil contains around 1% of CaCO_3 and humus and 5–10% clay, whereas the subsoil is strongly calcareous. Soil water level is at a depth of 5–7 m, the area is drought sensitive and weakly supplied with available nutrients (N, P, K). The main conclusions that can be drawn from the experiment are the following:

1. As a result of the PK fertilisation enriching the soil, the AL-soluble PK content is on or above the “satisfactory” level (150–200 mg kg⁻¹) of AL- P_2O_5 . The small grain yield (1 t ha⁻¹) measured on the control soil raised above 3 t ha⁻¹ by moderate NP fertilisation. The increased NP levels and the supplementary K fertilisation did not result in considerable yield surplus in this medium droughty year.
2. As a result of abundant NP fertilisation, the N, P, S and Sr content of straw increased by 40–50% and the K-Ca and K-Mg counteraction and K-Ba synergy also appeared. More or less, these result could be tracked in the composition of the grain, too. In comparison with the winter barley grown on chernozem adobe soil with lime deposits, we could prove that barley straw on this sandy soil remained poorly supplied with K and Na, whereas it became extremely enriched in P, S, Sr and Ba.
3. The so-called specific element content of 1 t grain and its secondary yield was 25 kg N, 13 kg K (16 kg K_2O), 4 kg Ca (5–6 kg CaO), 3 kg Mg (5 kg MgO) and 8 kg P (18 kg P_2O_5). The extremely high specific P content implies that the crops grown on sandy soil poorly supplied with colloid can take up luxurious amount of P on high-P soils because the P-movement in the soil-plant system seems to be less hindered.

Key words: winter barley, fertilisation, carbonated sandy soil, long-term experiment, crop analysis

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Általános vélemény szerint a jó árpatalaj a mélyrétegű humuszos, karbonátos vályog. Ami a trágyaigényét illeti hangsúlyozzák, hogy kevesebb trágyát igényel a búzánál, mert hamarabb megdőlhét. Inkább az előveteménye alá javasolt az istállótrágya vagy közvetlenül adva a féladagú trágyázás ajánlott (*Cserhádi* 1901, *Grábner* 1948, *Láng* 1976, *Antal* 1987, *Tomcsányi és Turcsányi* 2004).

Ismert, hogy az árpa a kalászosok közül kiemelkedik erőteljesebb K-igényével, melyet különösen a hagyományos német nyelvű szakirodalom hangsúlyoz. *Becker-Dillingen* (1934) szerint pl. még a kötöttebb talajokon is szükségessé válhat a K-műtrágyázás istállótrágya nélküli forgóban, amennyiben a nagytestű K-igényes elővetemények mint a répa és a burgonya kimerítik a talaj felvehető K-készletét. A megfelelő K-ellátás ellensúlyozhatja az esetleges N-túlsúly hátrányait, csökkenti a megdőlés veszélyét, javítja a minőséget és a betegségellenállóságot. Úgyszintén igényes e növény a talaj felvehető P-tartalmával szemben, ezért meghálálja a szuperfoszfáttal végzett műtrágyázást. A kielégítő P-ellátás pozitívumai a K-hoz hasonlóak. A N-műtrágyát megosztva, főként tavaszi fejtrágyaként javasolja.

Geisler (1988) újabb kézikönyve az alábbi ajánlást fogalmazza meg az őszi árpa N-műtrágyázására Németországban:

1. Az őszi N-műtrágyázástól átlagos körülmények között eltekinthetünk. N-szegény talajon 30–40 kg/ha N adható vetés előtt.
2. Tavasszal szárbaszkókés kezdetén 30 kg/ha, majd kalászhányáskor 50–60 kg/ha N fejtrágyát juttatunk ki. Az így adott megosztott adagok növelik a termést és a kalászhányáskori N ezen túlmenően a minőséget (fehérjetartalmat) is javítja. Megdőlést a késői N-adagok már nem okoznak.

A termesztési, trágyázási tapasztalatok közvetlenül sajnos nem vehetők át, hiszen mások a természeti viszonyok. ÉNy-Európa talajai általában durvább szerkezetűek, fiatalabbak (jégkor később ért véget), tápanyagokban szegényebbek, kilúgzásuk kifejezettebb. Ebből adódóan látványosak a K-hatások. A N-szolgáltatásuk is mérsékeltebb, kevesebb humuszt tartalmaznak mint a kontinentális, arid vidékek talajai. Ugyanakkor az enyhe téli időjárás miatt nem szünetel a mikrobiális tevékenység (a lebomlás), ezért az őszi N-trágyázás megdőlést okozhat, hiszen a fejlődés korai szakaszában a növényi N-igény még minimális.

A hazai trágyázási kísérletekben ugyanakkor kuriózumnak számít a K-hatás, kivételt a K-szegény homok vagy tőzeg jelenthet. A N általában ősszel is kiadható, legalábbis a kötöttebb termőhelyeken. A késői fejtrágya viszont csapadékhiány miatt nálunk nem hasznosul az évek többségében. Az árpakutatások

terén legnagyobb tapasztalattal hazánkban a Kompolti Kutató Intézet rendelkezik. Érdekes idézni az Intézet elfeledett kiadványából az árpa tápanyagellátásával kapcsolatos gondolatokat (Szalai *et al.* 1986):

„A tápanyagvizsgálás kardinális pontja a N adagjának és kijuttatási idejének helyes megválasztása. Általánosságban javasolható, hogy az őszi árpa alá 10–15%-kal kevesebb N-t adjunk mint az őszi búza alá. Ezt elsősorban az árpa gyengébb szalmája, másrészt jobb tápanyaghasznosító képessége indokolja. Vályog és kötött talajon a N-t ősszel egy adagban kiszórhatjuk, míg lazább talajon ill. csapadékosabb körzetekben a 2/3 őszi és 1/3 tavaszi N-megosztás az eredményesebb. Extrém esetekben mint pl. az igen laza homoktalajon vagy talajvízközelben termőhelyen javasoljuk a már gyakorlatban is kipróbált 1/3 őszi 2/3 tavaszi, esetleg ennél is szélsőségesebb N-megosztási arányt.”

Pekáry és Holló (1979) Kompolton, P-ral gyengén-közepesen ellátott savanyú agyagos vályog csernozjom barna erdőtalajon évente 0,5–1,0 t/ha körüli P-hatásokat kapott 500 kg/ha egyszeri P_2O_5 feltöltő adaggal, a talaj P-ellátottságát jó-közepes 70–100 ppm AL- P_2O_5 szintre emelve. Lásztity (1979) K-mal igen gyengén ellátott 40–60 ppm AL- K_2O tartalmú talajon, karbonátos Duna-Tisza közti homokon 750 kg/ha maximális feltöltő K_2O adagot alkalmazva 1,6 t/ha terméstoppletet nyert. Az NPK₀ parcellák 3–3 t/ha szemtermése 4,9 t/ha-ra nőtt az Őrbottyáni kísérleti telepen. Az őszi árpa meghálálhatja tehát nemcsak a N, hanem a P és K trágyázást is, amennyiben a talaj gyengén ellátott.

Mészlepedékes csernozjom talajon 1979-ben végzett NPK műtrágyázási tartamkísérletünkben K-hatásokat nem kaptunk. A talaj eredeti 120–140 mg/kg AL- K_2O tartalma kielégítette az őszi árpa K-igényét. Az optimális N-ellátást a 100 kg/ha/év N-adag, a kielégítő P-ellátottságot a 150–200 mg/kg AL- P_2O_5 tartalom biztosította a szántott rétegben ezen a 3% humuszt tartalmazó vályogtalajon. A kontroll talajon mért szemtermés 2,5 t/ha-ról 4,1 t/ha-ra emelkedett az optimális NP-ellátottságon, a további N-túlsúly már 0,7 t/ha termésvesztéssel járt. Az 1 t szem + a hozzátartozó melléktermés u. n. fajlagos elemtartalma az alábbiak szerint alakult a kezelések függvényében: 24–30 kg N, 14–19 kg K_2O , 6–7 kg CaO, 8–11 kg P_2O_5 , 3–4 kg MgO, 2–4 kg Na_2O (Kádár 2000a,b).

Ugyanezen a termőhelyen teszteltük a növény viselkedését a talajszennyezéssel, mikroelem-terheléssel szemben. A mérsékelt aszályos 2000. évben a szennyezetlen kontroll talajon 5 t/ha körüli szemtermést kaptunk. A 1 t szem + a hozzátartozó melléktermés fajlagos elemtartalma a szennyezetlen talajon 20 kg N, 32 kg K_2O , 7 kg CaO, 11 kg P_2O_5 , 7 kg MgO, 5 kg S, 400 g Na, 25 g Sr és Ba mennyiségnek adódott (Kádár 2003). A hazai szaktanácsadásban 27–10–26–10–3 = N – P_2O_5 – K_2O – CaO – MgO kg ajánlott a tervezett termés elemszükségle-

tének megítélésénél (*MÉM NAK* 1979, *Antal* 1987). Kérdés, hogyan alakulhat az őszi árpa termése, összetétele, fajlagos elemtartalma karbonátos homoktalajon a tápelemellátottság függvényében? A Duna-Tisza közti homok termőhelyen beállított NPK műtrágyázási kísérletünk 29. évében, 1999-ben őszi árpát termesztettünk. Sor került a szántott réteg ammóniumlaktát-ecetsav (AL) oldható PK-tartalmának meghatározására is.

Anyag és módszer

Az MTA TAKI Örbottyáni Kísérleti Telepe a Duna-Tisza közti homokhátság északi részén, a Gödöllői-dombsíkság pereméhez közel helyezkedik el. A talajvíz tükre 5–10 m mélyen található, a talajképződési folyamatokat, ill. a trágyahatásokat nem befolyásolja. A termőhely a homoktalajokra jellemzően rossz vízgazdálkodású, aszályérzékeny, heterogén tulajdonságú és NPK tápelemekben szegény. A műtrágyázási kísérletet eredetileg Kozák Mátyás 1970 őszén állította be 10 kezeléssel és 4 ismétléssel, azaz összesen 40 db egyenként $12 \times 4,2 = 50,4$ m²-es parcellával kéttényezős véletlen blokk elrendezésben (*Kozák* 1977, *Kozák és Szemes* 1984). A vizsgált kísérlet talaja csernozjom jellegű humuszos homok 60–70 cm humuszos szinttel. A szántott réteg CaCO₃- és humusztartalma 1%, az altalaj erősen karbonátos. A pH(H₂O) 7,3; a pH(KCl) 7,0 átlagosan. A P- (0, 60, 120 kg P₂O₅/ha/év) és K-műtrágyákat (0, 100, 200, 300, 400 kg K₂O/ha/év), valamint a N (0, 80, 160 kg N/ha/év) felét őszi szántás előtt, a másik felét tavasszal szórtuk ki 25%-os pétisó, 18%-os szuperfoszfát és 50%-os kálisó formájában. A kísérlet különösen a K-hatásgörbék tanulmányozására alkalmasak kétféle NP-szinten (*Kádár* 2007a,b). A Botond fajtájú őszi árpát 1998. október 5-én vetettük el 4–5 cm mélyre 75–80 db/fm csíraszám-mal. Az aratás parcellakombájnnal történt 1999. július 6-án, tehát a tenyészedő 9 hónapot tett ki. Az állományt fejlettségre bonitáltuk 1–5 skálán parcellánként április közepén bokrosodásban, május 10-én kalászoláskor és június 7-én virágzásban. Kombájnolás előtt mintakéveket vettünk a parcellák nettó területéről 8–8 fm = 1 m² földfeletti anyag begyűjtésével.

A mintakéveket elcsepeltük, megállapítottuk a szem/szalma arányát, majd finomra darálást követően meghatároztuk makro- és mikroelem tartalmukat ICP technikát alkalmazva. A feltárás cc.HNO₃ + cc.H₂O₂ elegyével történt, míg a nitrogént a hagyományos *Kjeldahl* (1891) módszerrel vizsgáltuk cc.H₂SO₄ + cc.H₂O₂ roncsolás után. A 29. év után 1999-ben talajmintavételre került sor a szántott rétegből, az átlagminták 20–20 lefűrés anyagát tartalmazták parcellánként. E mintákban meghatároztuk a könnyenoldható PK-tartalmakat *Egnér*

et al. (1960) által ajánlott AL-módszerrel. Ami a csapadékelátottságot illeti, az alábbiakra utalunk: 1998. októberében 86, novemberben 69, decemberben 14 mm eső hullott. Az 1999. év első fele viszonylag csapadékszegénynek minősült. Januárban 16, februárban 26, márciusban 7, áprilisban 30, májusban 72, júniusban 50 mm csapadékot kapott a kísérleti terület. A tenyészidő 9 hónapja alatt összesen 370 mm-t mértünk, mely a 402 mm sokévi átlag alatt maradt.

Kísérleti eredmények

A kísérlet első 19 éve alatt 1971–1989 között a K_2O adagok 0, 40, 80, 120, 160 kg/ha/év mennyiséget jelentettek. Ezt követően az adagokat 2,5-szeresére növeltük, hogy a talajgazdagító K-szintek hatása szabatosan megnyilvánulhasson és a K-igényes kultúrák optimumait, ill. a K-túlsúly esetleges negatív hatásait is megismerjük. Az 1. táblázat eredményei szerint a feltalaj K-ellátottsága a 29. év végére a kielégítő tartományba kerülhetett a pozitív K-mérleggel rendelkező K4 kezelésekben.

1. táblázat. *Műtrágyázási kezelések és a szántott réteg AL-PK tartalma 1999-ben (Duna-Tisza közti karbonátos homoktalaj, Órbottyán)*

Kezelés NPK (1)	kg/ha/év 1971–1989 között (2)			kg/ha/év 1990 óta (3)			AL-oldható mg/kg (4)	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
000	0	0	0	0	0	0	49	70
110	80	60	0	80	60	0	50	143
111	80	60	40	80	60	100	86	160
112	80	60	80	80	60	200	162	154
113	80	60	120	80	60	300	204	142
220	160	120	0	160	120	0	51	200
221	160	120	40	160	120	100	100	213
222	160	120	80	160	120	200	155	200
223	160	120	120	160	120	300	197	204
224	160	120	160	160	120	400	240	220
SzD _{5%} (5)	–	–	–	–	–	–	47	50
Átlag (6)	–	–	–	–	–	–	129	150

Table 1. Fertilisation treatment and the AL-PK content of the ploughed layer in 1999 (Danube-Tisza mid-region calcareous sandy soil, Órbottyán). (1) NPK treatment, (2) kg ha⁻¹ year⁻¹ between 1971–1989, (3) kg ha⁻¹ year⁻¹ since 1990, (4) AL-soluble mg kg⁻¹, (5) LSD_{5%}, (6) Average.

A szántott réteg alatti talaj is gazdagodhatott itt K-ban, hiszen hasonló talajon a K bemosódása, vertikális elmozdulása nem kizárt. A feltalaj AL-P készlete látványosan emelkedett már a 60 kg/ha/év P_2O_5 adaggal, a 120 kg/ha/év trágyázás nyomán pedig a kívánatos „kielégítő” szintet is elérte vagy meghaladta.

Kezelések hatását a talaj szántott rétegének AL-PK tartalmára a 2. táblázat foglalja össze. Az adatokból látható, hogy a 29 éve trágyázásban nem részesült kontroll talajon mind az AL- K_2O , mind az AL- P_2O_5 tartalom rendkívül kicsi. Korábbi vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy hasonló karbonátos homoktalaj kielégítően ellátottnak minősülhet, ha az AL- P_2O_5 készlete a 150–200 mg/kg, az AL- K_2O tartalma pedig a 100–150 mg/kg tartományba esik (Kádár 1992).

2. táblázat. Kezelések hatása az őszi árpa fejlődésére és termésére 1999-ben (Duna-Tisza közti karbonátos homoktalaj, Örbottyán)

Kezelés NPK (1)	Bonitálás fejlettségre* (2)			Szem (6)	Szalma (7)	Összesen (8)
	04. 16-án (3)	05. 10-én (4)	06. 07-én (5)	07. 06-án aratáskor, t/ha (9)		
000	1,3	2,0	2,5	1,0	0,8	1,8
110	3,5	3,5	4,0	2,8	2,5	5,3
111	3,5	3,8	4,5	3,0	3,0	6,0
112	3,8	3,8	4,0	3,2	3,3	6,5
113	3,5	4,3	4,5	3,1	3,3	6,4
220	3,5	3,5	4,3	3,4	3,6	7,0
221	4,0	4,0	4,5	3,1	3,2	6,3
222	3,3	3,5	4,8	3,1	3,7	6,8
223	3,8	4,0	5,0	3,4	3,5	6,9
224	3,5	4,3	4,8	3,4	3,9	7,3
SzD _{5%} (10)	0,9	0,9	0,8	0,9	0,7	0,9
Átlag (11)	3,4	3,7	4,3	3,0	3,4	6,4

*Bonitálás fejlettségre: 1 – igen gyengén, 2 – gyengén, 3 – közepesen, 4 – jól, 5 – igen jól fejlett állomány.

Table 2. Effect of treatments on the development and yield of winter barley in 1999 (Danube-Tisza mid-region calcareous sandy soil, Örbottyán). (1) NPK treatment, (2) Scoring for development *, (3) On 16/04, (4) On 10/05, (5) On 07/06, (6) Grain, (7) Straw, (8) Total, (9) t ha⁻¹ at harvest on 06/07, (10) LSD_{5%}, (11) Average. *Scoring for development: 1 – rather weakly, 2 – weakly, 3 – average, 4 – well, 5 – rather well developed stand.

Amint a 2. táblázat adatai mutatják, a kontrollhoz viszonyítva elsősorban a mérsékelt NP-trágyázás volt döntő az őszi árpa fejlődésére és az aratáskori termésére. A pótlólagos K-trágyázás tendenciájában szintén javította a vegetatív fej-

lódést és növelte a szalma tömegét. A bőséges NPK trágyázás nyomán a 0,8 körüli kontrollon mért szalma/szem aránya 1,1 fölé emelkedett és itt az összes légszáraz földfeletti biomassa tömege elérte a 7 t/ha mennyiséget. A kontrollon kapott 1,0 t/ha körüli szem és 0,8 t/ha szalma hozama ugyan kicsi maradt, de az NPK trágyázás eredményeképpen a szemtermés 3,0–3,4-szeresére, a szalmatermés 3,5–3,9-szeresére nőtt, a trágyahatások tehát kifejezetek voltak.

A szalma N-tartalma a bőségesebb NP-trágyázással átlagosan 40–50%-kal emelkedett és 1% körüli koncentrációt ért el. Hasonló mértékben nőtt a szalma P, S és Sr készlete is a megnövelt PK szinteken a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva. A hazai, kólafoszfátokból előállított szuperfoszfátokban a kalciumon kívül ez a három elem fordul elő érdemi mennyiségben. A Ca 20%, S 13%, P 8%, Sr 1–2% elemi mennyiségben található átlagosan (Kádár 1992). A Ca ezen a meszes termőhelyen természetesen nem növeli tovább a növényi Ca tartalmat, míg a P, S és Sr relatív minimumokban lehet ezen a homokon. A Ba viszont igazolhatóan mérséklődik az NP-szinteken, majd a javuló K-ellátottsággal látványosan nő (3. táblázat). A K-trágyázás hatásaként Ba mellett a szalma K-ban is gazdagodik, valamint a K-Ca, K-Mg kation-antagonizmus eredményeképpen Ca-ban és Mg-ban szegényedik. A szemtermésben ezek a változások esetenként kevésbé kifejezetek. Itt is megnyilvánul azonban a K-Ba szinergizmus a P, S és Sr fokozott akkumulációja a nagyobb PK-szinteken. Sőt, tendenciájában az átlagos Mg-tartalom is nagyobb értékeket jelez a kontrollhoz, ill. az N_1P_1 szinteken mérthez képest. A Na a szalmában átlagosan 50 mg/kg, a szemben 21 mg/kg tartalmat mutatott a kezelésektől függetlenül. A mészlepedékes csernozjom vályogtalajon termett őszi árpával összehasonlítva megállapítható, hogy ezen a homoktalajon az árpaszalma szegény maradt K és Na elemekben, viszont rendkívül feldúsult P, S, Sr és Ba elemekben (3. táblázat).

Az 1999-ben termett őszi árpa átlagos elemtartalmáról és elemfelvételéről a 4. táblázat nyújt áttekintést a vizsgált 9 elem tekintetében. A bemutatott adatokból látható, hogy a N, P, (K), Mg főként a szemtermésben, míg a Ca, S, Na, Sr, Ba döntően a szalmában halmozódott fel. A mérsékelt közepes terméssel felvett elemek mennyisége is szolid maradt: 76 kg N, 40 kg K, 13 kg Ca, 24 kg P és 10 kg S és Mg volt található az aratáskori 6,4 t/ha összes földfeletti légszáraz biomasszában. Az 1 t szem + a hozzátartozó melléktermés fajlagos elemtartalma 25 kg N, 13 kg K (16 kg K_2O), 4 kg Ca (5–6 kg CaO), 3 kg Mg (5 kg MgO) és 8 kg P (18 kg P_2O_5) mennyiséget tett ki. A kiugróan nagy fajlagos P-tartalom arra utal, hogy a kolloidszegény homoktalajon a növények luxusfelvételre képesek a P-ral feltöltött talajon, a növényi P-felvétel kevésbé akadályozott.

3. táblázat. *Kezelések hatása a légszáraz őszi árpa elemtartalmára aratáskor 1999-ben (Duna-Tisza közti karbonátos homoktalaj, Órbottyán)*

Kezelés	N	K	Ca	P	S	Mg	Sr	Ba
NPK (1)	%					mg/kg		
Szalma (2)								
000	0,66	0,49	0,36	0,15	0,15	0,15	31	36
110	0,66	0,51	0,32	0,15	0,16	0,14	38	24
111	0,68	0,56	0,32	0,18	0,15	0,13	35	29
112	0,61	0,58	0,29	0,18	0,15	0,12	34	35
113	0,62	0,63	0,28	0,22	0,16	0,10	33	37
220	0,92	0,46	0,37	0,26	0,21	0,15	47	21
221	1,00	0,62	0,35	0,26	0,18	0,14	46	30
222	0,99	0,69	0,33	0,28	0,19	0,14	42	32
223	0,95	0,64	0,29	0,28	0,20	0,14	44	35
224	0,90	0,69	0,28	0,28	0,19	0,11	40	36
SzD _{5%} (3)	0,19	0,12	0,05	0,08	0,03	0,03	7	6
Átlag (4)	0,77	0,59	0,32	0,22	0,18	0,13	40	31
Szem (5)								
000	1,60	0,56	0,04	0,50	0,11	0,18	5	5
110	1,43	0,58	0,05	0,46	0,12	0,18	8	5
111	1,44	0,60	0,07	0,51	0,11	0,18	9	8
112	1,53	0,61	0,05	0,53	0,11	0,18	9	10
113	1,44	0,64	0,04	0,56	0,10	0,18	9	12
220	1,80	0,70	0,07	0,65	0,14	0,21	12	6
221	1,58	0,65	0,07	0,52	0,14	0,18	12	8
222	1,64	0,70	0,06	0,61	0,14	0,20	12	10
223	1,64	0,71	0,06	0,54	0,13	0,18	13	11
224	1,65	0,78	0,07	0,62	0,14	0,20	12	11
SzD _{5%} (3)	0,21	0,18	0,03	0,10	0,03	0,05	4	2
Átlag (4)	1,67	0,65	0,06	0,56	0,12	0,19	11	9

Megjegyzés: Na a szalmában átlagosan 50, szemben 21 mg/kg a kezeléstől függetlenül.

Table 3. Effect of treatments on the element content of air-dry winter barley at harvest in 1999 (Danube-Tisza mid-region calcareous sandy soil, Órbottyán). (1) NPK treatment, (2) Straw, (3) LSD_{5%}, (4) Average, (5) Grain. Note: 50 mg kg⁻¹ Na in straw and 21 mg kg⁻¹ Na in grain, independently of treatments.

Köszönetnyilvánítás

A munka a 49042 és 68665 sz. OTKA, valamint a CRO-13/2006 sz. pályázat eredményeként az NKTH és a KPI támogatásával jött létre, mely támogatás forrása a Kutatási és Technológiai Innovációs Alap.

4. táblázat. Az őszi árpa átlagos elemtartalma és elemfelvétele 1999-ben
(Duna-Tisza közti karbonátos homoktalaj, Órbottyán)

Elem jele (1)	Mérték- egység (2)	Szalma (3)	Szem (4)	Mérték- egység (2)	Szalma (3)	Szem (4)	Összes (6)	Fajlagos* tartalom (8)
		Elemtartalom (5)			Elemfelvétel (7)			
N	%	0,77	1,67	kg/ha	26,2	50,1	76	25
K	%	0,59	0,65	kg/ha	20,1	19,5	40	13
Ca	%	0,32	0,06	kg/ha	10,9	1,8	13	4
P	%	0,22	0,56	kg/ha	7,5	16,8	24	8
S	%	0,18	0,12	kg/ha	6,1	3,6	10	3
Mg	%	0,13	0,19	kg/ha	4,4	5,7	10	3
Na	mg/kg	50	21	g/ha	170	63	233	78
Sr	mg/kg	40	11	g/ha	136	33	169	56
Ba	mg/kg	31	9	g/ha	105	27	132	44

*Az 1 t szem + a hozzátartozó melléktermés elemtartalma.

Table 4. The average element content and element uptake of winter barley in 1999 (Danube-Tisza mid-region calcareous sandy soil, Órbottyán). (1) Chemical symbol of the element, (2) Measurement unit, (3) Straw, (4) Grain, (5) Element content, (6) Total, (7) Element uptake, (8) Specific content*.

*Element content of 1 t grain and its secondary yield.

IRODALOM

- Antal J.*: 1987. Növénytermesztők zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Becker-Dillingen, J.*: 1934. Handbuch der Ernährung der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Paul Parey Verlag. Berlin.
- Cserhádi S.*: 1901. Általános és különleges növénytermelés. II. kötet. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda. Magyar-Óvár.
- Geisler, G.*: 1988. Pflanzenbau. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg. 358.
- Egnér, H.-Riehm, H.-Domingo, W. R.*: 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. K-Lantbr. Högsk. Ann. 26: 199–215.
- Grábner E.*: 1948. Szántóföldi növénytermesztés. Harmadik átdolgozott és bővített kiadás. „Pátria” Irodalmi Vállalat és Nyomdaipari Rt. Budapest.
- Kádár I.*: 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet.
- Kádár I.*: 2000a. Az őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) műtrágyázása vályog csernozjom talajon. Növénytermelés. 49: 661–675.
- Kádár I.*: 2000b. Az őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) tápelemfelvétele karbonátos csernozjom talajon. Növénytermelés. 49: 547–559.
- Kádár I.*: 2003. Mikroelem-terhelés hatása az őszi árpára karbonátos csernozjom talajon. Agrokémia és Talajtan. 52: 105–120.

- Kádár I.: 2007a. Műtrágyázás hatása a sáfrányos szeklice (*Carthamus tinctorius* L.) termésére és fejlődésére. Növénytermelés. 56: 235–243.
- Kádár I.: 2007b. Műtrágyázás hatása a sáfrányos szeklice (*Carthamus tinctorius* L.) elemfelvételére. Agrokémia és Talajtan. 56: 61–72.
- Kjeldahl, J.: 1891. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. Zeitschr. f. analyt. Chemie. 22: 366–382.
- Kozák M.: 1977. A kálium műtrágyázás hatása a búza, kukorica és takarmányborsó termésére és tápanyagtartalmára. Agrokémia és Talajtan. 26: 363–378.
- Kozák M. – Szemes I.: 1984. Összefüggések a lucerna tápanyagellátottsága, szénahozama és a karbonátos homoktalajok tulajdonságai között. Agrokémia és Talajtan. 33: 245–252.
- Láng G.: 1976. Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Lásztity B.: 1979. Kálium-műtrágyázás hatása az őszi árpa tápanyag-gazdálkodására. Mezőgazdaság Kemizálása. NEVIKI-KAE. 210–216. Keszthely. Ankét.
- MÉM NAK 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM NAK. Budapest.
- Pekáry K. – Holló S.: 1979. A feltöltő PK-trágyázás hatása a talajra és a termésre csernozjom barna erdőtalajon. Növénytermelés. 28: 163–174.
- Szalay Gy. – Bagí A. – Murányi I.: 1986. Az őszi árpa termesztés fontosabb kérdései. Időszerű Termelési Tanácsadó. 27. sz. GATE Kompolt.
- Tomcsányi A. – Turcsányi G.: 2004. Az árpa. Magyarország Kultúrflórája. VIII. kötet. 14. Füzet. Akadémia Kiadó. Budapest.

A szerző levelezési címe – Address of the author:

Dr. Kádár Imre
MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet
Budapest
Herman O. u. 15.
H-1022