

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**ELTÉRŐ TÍPUSÚ TALAJOKON TERMESZTETT BÚZA
SZELÉNTARTALMÁNAK ÉS SZELÉNFORMÁINAK VIZSGÁLATA ROMÁNIA
KÜLÖNBÖZŐ TÁJEGYSÉGEIN**

Tamás Melinda

Témavezető: Dr. Csapó János



DEBRECENI EGYETEM

Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2015

TARTALOMJEGYZÉK

1. A doktori értekezés előzményei és célkitűzései.....	3
2. A kutatás módszerei.....	4
A minták analízisének alkalmazott analitikai módszerek.....	6
<i>A minták szárazanyag-tartalmának meghatározása.....</i>	6
<i>Talajminták pH-jának meghatározása.....</i>	6
<i>A talaj szervesanyag-tartalmának mennyiségi meghatározása.....</i>	6
<i>Szeléntartalom meghatározása fluorimetriás módszerrel.....</i>	7
<i>A szelenoaminosavak folyadékkromatográfiás meghatározása.....</i>	7
<i>Az adatok statisztikai értékelése.....</i>	7
3. Az értekezés főbb megállapításai.....	7
3.1. A talajminták értékelése.....	8
<i>A talajminták szeléntartalma.....</i>	8
<i>A talajminták pH jának meghatározása.....</i>	9
<i>A talajminták szervesanyag-tartalmának értékelése.....</i>	10
3.2. A búzafű minták vizsgálata.....	11
<i>A búzafű minták szeléntartalma.....</i>	11
<i>A búzafű minták szeleno-metionin-tartalma.....</i>	15
3.3. A búzamazag minták vizsgálata.....	17
<i>A búzamazag minták szárazanyag tartalma.....</i>	17
<i>A búzamazag minták összesszelén tartalma.....</i>	17
<i>A búzamazag minták szeleno-metionin tartalma.....</i>	21
4. Új tudományos eredmények.....	22
5. Gyakorlatban alkalmazható eredmények.....	23
6. Irodalmi jegyzék.....	24
7. Publikációk az értekezés témakörében (saját irodalom).....	28

1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A felnőtt szervezet napi szelén szükséglete 0,12 mg. Ezt a mennyiséget a táplálékkal abban az esetben lehet biztosítani, ha a növények képesek a talajból megfelelő mennyiségű szelént felvenni. A savas esők hatására a talajban lévő szelénvegyületek olyan formába alakulnak át, amelyekből a növények csak kis mennyiséget képesek felvenni azt. A szelén az emberi táplálékban főként szelenit, szelено-metionin (SeMet) és szelено-cisztein (SeCys) formájában van jelen.

Az ember számára legnagyobb veszélyt a szelén szervetlen formában való fogyasztása jelenti, hisz az akut toxicitás itt könnyen és gyorsan kialakulhat. Kevésbé veszélyes, ha a szelént szerves formában, például szelено-metioninként vesszük be a szervezetbe, ekkor azonban a szelén felhalmozódása jelent veszélyforrást, hisz a SeMet-t a szervezet képes hosszabb távon tárolni. Jobb megoldásnak mutatkozik, ha az ember szelénnel dúsított növényi tápanyagokat fogyaszt, de talán még jobb az a megoldás, ha a szükséges szelénmennyiséget szelénben dúsított állati termékekkel vesszük be a szervezetbe, hisz akkor az állat egy olyan konverziót hajt végre, amelyet követően az állati eredetű élelmiszer – normális táplálkozási szokásokat feltételezve – semmiféle veszélyt nem jelent az emberi szervezet számára.

Célkitűzések

Mivel Románia lakossága szelén ellátottságára, a talajról és ezen a talajokon termelt búzafű és búzamag szeléntartalma vonatkozásában nagyon hiányosak az ismeretink, ezért célul tűztem ki, hogy megvizsgáljam:

- Dobrogea-Bărăgan vidékén található legfontosabb talajtípusok (földes kopár talaj, hidromorf (pangóvízes talaj), podzolosodott barna erdőtala, kambikus (barna erdőtalaj), lepusztult talaj (erodiszol), nyers öntéstalaj-protoszol, hidromorf (szürke réti talaj), mollikus (rendzinák), humuszos öntéstalaj, homoktalaj-pszamoszol, kambikus (barnaföldek), agyagbemosódásos barna erdőtalaj, albikus barna erdőtalaj, hidromorf (fekete réti talaj), mollikus (litikus csernozjomszerű) és mollikus (típusos csernozjomszerű) talaj) összszelén-tartalmának, pH-jának és szervesanyag-tartalmának a meghatározását.

- Csíki-medencében ugyanezen talajtípusok pH-jának és szervesanyag-tartalmának a meghatározását.

- Ugyancsak célom volt meghatározni az előzőekben említett talajtípusokon Dobrogea-Bărăgan vidékén (2008-ban), valamint a Csíki-medencében (2009-ben és 2010-

ben) hasonló talajtípusokon termesztett búzafű és búzamag összesszelén- és szeleno-metionin-tartalmát.

– A mérési eredmények birtokában célul tűztem ki elemezni az összefüggéseket a talaj, a búzafű és a búzamag szeléntartalma között a Dobrogea-Bărăgan vidékéről származó minták esetében; a búzafű és a búzamag összesszelén- és szeleno-metionin-tartalma közötti összefüggést mind a két tájegység esetében.

– Összefüggéseket kerestem a talaj pH-ja, szervesanyag-tartalma és a talajon termelt búzafű és búzamag összesszelén- és SeMet-tartalma között.

– Célul tűztem ki az egyik legfontosabb élelmiszer alapanyag, a búzamag összesszelén- és szeleno-metionin-tartalmának meghatározását, Románia és Székelyföld lakossága szelénellátottságára tekintettel.

2. A KUTATÁS MÓDSZEREI

A kutatásom kezdetekor a mintavétel Románia dél-keleti részén elhelyezkedő Dobrogea és Bărăgan vidékén, majd Hargita megye dél-keleti részén található Csíki-medence 16 talajtípusairól történt.

Az 1. táblázatban összefoglaltam a Dobrogea és Bărăgan vidékén, és a Csíki-medencében begyűjtött talajmintákat úgy román, mint a magyar osztályozási rendszer szerint megnevezve. A dolgozatomban a román osztályozási rendszer szerinti megnevezéseket használom.

A vizsgált talajok az alábbiak voltak: földes kopár talaj, hidromorf (pangóvízes talaj), podzolosodott barna erdőtalaj, kambikus (barna erdőtalaj), lepusztult talaj (erodiszol), nyers öntéstalaj-protoszol, hidromorf (szürke réti talaj), mollikus (rendzinák), humuszos öntéstalaj, homoktalaj-pszamoszol, kambikus (barnaföldek), agyagbemosódásos barna erdőtalaj, albikus barna erdőtalaj, hidromorf (fekete réti talaj), mollikus (litikus csernozjomszerű) és mollikus (típusos csernozjomszerű) talaj.

1. táblázat: A talajok osztályozása a román és a magyar osztályozási rendszer szerint

A minták jelölése	Talajosztály (típus) (Romániai osztályozás)	Talajosztály-Talajtípus-Altípus (Magyarországi osztályozás)
T1	Mollikus (rendzinák)	Közethatású talajok (redzina-barna)
T2	Kambikus (savanyú, barna erdőtalaj)	Közép- és délkelet-európai barna erdőtalajok - (savanyú barna erdőtalaj)
T3	Nyerstalaj (földes kopár talaj)	Váztalajok (földes kopár)
T4	Hidromorf (pangóvízes talaj)	Réti talajok (lápos réti talaj)

A minták jelölése	Talajosztály (típus) (Romániai osztályozás)	Talajosztály-Talajtípus-Altípus (Magyarországi osztályozás)
T5	Agyagbemosódásos (podzolosodott barna erdőtalaj)	Közép- és délkelet-európai barna erdőtalajok - (podzolosodott barna erdőtalaj)
T6	Nyerstalaj (lepusztult talaj - erodiszol)	Folyóvizek, tavak üledékeinek és a lejtők hordalékának taljai (lejtőhordalék talaj)
T7	Nyerstalaj (nyers öntéstalaj-protoszol)	Folyóvizek, tavak üledékeinek és a lejtők hordalékának taljai (öntés réti talaj)
T8	Hidromorf (szürke réti talaj)	Réti talajok (réti talaj - nem karbonátos)
T9	Nyerstalaj (humuszos öntéstalaj)	Folyóvizek, tavak üledékeinek és a lejtők hordalékának taljai (humuszos öntéstalaj)
T10	Nyerstalaj (homoktalaj - pszamoszol talaj)	Váztalajok (humuszos homok)
T11	Kambikus (barnaföldek)	Közép- és délkelet-európai barna erdőtalajok (barnaföld)
T12	Agyagbemosódásos (agyagbemosódásos barna erdőtalaj)	Közép- és délkelet-európai barna erdőtalajok (agyagbemosódásos barna erdőtalaj - gyengén podzolos)
T13	Agyagbemosódásos (barna erdőtalaj-albikus)	Közép- és délkelet-európai barna erdőtalajok (agyagbemosódásos barna erdőtalaj - típusos)
T14	Hidromorf (fekete réti talaj)	Réti talajok (réti talaj - karbonátos)
T15	Mollikus (litikus csernozjomszerű)	Réti talajok (erősen szolonyeces réti talaj)
T16	Mollikus (típusos csernozjomszerű)	Közép- és délkelet-európai barna erdőtalajok (típusos - csernozjom barna erdőtalaj)

A mintavételezés során GPS-szel bemértem a származási helyeket, és ügyeltem arra, hogy a búzafű és a búzamag mintákat az aratási időszak kezdetén ugyanonnan vegyem, ahol a talaj és búzafű mintavétele történt.

Kutatómunkám során a kenyérbúza (vagy kenyérbúza, *Triticum aestivum L.*) szeléntartalmának és szelénformáinak meghatározását végeztem el, mivel ez a legelterjedtebb búzafajta, amelyet természetesen úgy a Dobrogea és a Bărăgan vidékén, mint a Csíki-medencében.

Egy helyszínen a talaj, a búzafű és a búzamag esetében 10 minta átlagmintájából (10-szer 12-15 búzafű, a körülöttük lévő talaj, majd 12-15 búzakaralász) végeztem el az analíziseket. A mintavétel során a GPS-el pontosan behatárolt hely 5-6 m-es sugarú kör területéről vettem a 10 mintát, és azt átlagoltam.

A búza begyűjtése mind a két helyszínen a búza teljes érésének elején (Dobrogea-Bărăgan vidékén június 25 - július 10, Csíki-medencében az időjárási viszonyoknak megfelelően július 20 - augusztus 1 között) történt.

A búzafű mintákat a talajjal együtt kiemeltem. Miután a talajból kézzel a növényt kihúztam, a talajt műanyag tasakba helyeztem. A gyökérről a talajt folyóvízben lemostam, majd a zöld búzanövényt és a talajt azonnal laboratóriumba szállítottam, és ott -25 °C-on tartottam a kémiai analízisre történő előkészítésig.

A kalászból gumikesztyűs kézzel a búzamatot kipergettem, majd a pelyva és a toklász részek eltávolítása után a magokat műanyag tasakokban, hűtőszekrényben +5 °C-on tároltam az analízisek megkezdéséig. A búzamatok kalászból történő kipergetése után a pelyva és a toklász részek eltávolítása után nem láttam olyan mértékű porszennyezést, hogy szükségét láttam volna a megmosásnak.

A minták analízisének alkalmazott analitikai módszerek

A minták szárazanyag-tartalmának meghatározása

A szárazanyag-tartalmat a vonatkozó Román Szabvány (STAS 9682-2-74) szerint határoztam meg.

Talajminták pH-jának meghatározása

A búzanövények és búzamatok szelénfelvételének vizsgálatához szükségem volt a talajminták pH-jának mérésére is. A minták pH-ját vizes szuszpenzióban vizsgáltam. 1 g talajmintához 25 ml ioncserélt vizet adtam, majd erős összerázást követően a mintákat egy éjszakán át állni hagytam. Ezt követően ismét erős összerázás után a szuszpenzió pH-ját Consort C6010 típusú pH-mérő készülékkel mértem.

A talaj szervesanyag-tartalmának mennyiségi meghatározása

A talaj szervesanyag-tartalmának meghatározását kálium-bikromátos oxidációval (Tyurin-módszer) végeztem el. A talajból néhány g-ot 0,25 mm lyukátmérőjű szitán átszitáltam, hogy megtisztítsam a gyökérmaradványoktól. A megfelelően előkészített talajminta szervesanyag-tartalmát meghatározott körülmények között 0,2 M-os kénsavas kálium-bikromát oldattal oxidáltam. Az oxidáció után a feleslegben alkalmazott kálium-bikromát maradékát vas(II)-diammónium-szulfát oldattal, $(\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ redoxindikátor jelenlétében visszatitráltam (ISO 10390-2005)..

Szeléntartalom meghatározása fluorimetriás módszerrel

A szeléntartalom rendkívül érzékeny a roncsolási körülményekre, ezért nedves roncsolással végeztem a feltárást. A roncsolást elvégeztem mind salétromsavval, mind pedig királyvízzel, de a salétromsavas roncsolás esetén is megfelelő eredményeket kaptam mind három mintám (talaj, búzanövény, búzamazag) esetében, így ezt a roncsolási módszert alkalmaztam a továbbiakban.

Az elroncsolt minta savas oldatához 2,3-diamino-naftalin reagensoldatot adtam, és a kapott piazszenol-komplexet fluorimetriásan mértem. A fluorimetriás mérés során a gerjesztési hullámhossz 380 nm, a mérési hullámhossz 519 nm volt.

A szelenoaminosavak folyadékkromatográfiás meghatározása

A szeleno-metionin meghatározását nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával végeztem. A szerves szeléntartalmat a szeleno-metionin mennyiségéből, annak molekulatömege és a szelén atomtömege alapján számítottam.

A SeMet-t para-toluol-szulfonsavas hidrolízist követően Varian Pro Star nagyhatékonyságú folyadékkromatográfival, oszlop előtti o-ftálaldehid-2-merkaptó-etanollal végzett származékképzéssel határoztam meg (*Mándoki és mtsai.*, 2008).

Az adatok statisztikai értékelése

Az adatokból Excel programcsomag (szórás, átlag, lineáris regresszió, korrelációs számítás) segítségével végeztem el a statisztikai analíziseket annak eldöntésére, hogy a talaj-, a búzanövény- és a búza-szeléntartalma között milyen összefüggések vannak. A vizsgálatok eredményeit Microsoft Office Excel, 2003 program segítségével is értékeltem; az ábrákat Excel 6.0 for Windows program segítségével készítettem.

3. AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI

A szelén mennyiségét nagyon sok tényező befolyásolja. Az egyik ilyen fontos tényező a hőmérséklet és a csapadék mennyisége, éppen ezért a kutatásom során figyelemmel kísértem az éghajlatváltozást, amelyhez segítséget kaptam a Romániai Meteorológiai Intézet.

Figyelve az éghajlati változásokat arra a következtetésre jutottam, hogy a 2008-as és a 2009-es éghajlati körülmények azonosak voltak, de a földrajzi elhelyezkedésnek tudhatóan 2008-ban a Dobrogea-Bărăgan-vidéken a hőmérséklet átlagosan magasabb volt

(megközelítőleg 10 °C-kal), mint a Csíki-medencében 2009-ben mért értékek. A 2009-es és a 2010-es éveket összehasonlítva a Csíki-medencében a hőmérséklet is és a csapadék mennyiség is magasabb értéket mutatott a 2010-es évben. Ugyancsak megfigyeltem, hogy 2010-ben a hullot csapadék (100 l/m²) 25-30%-a savaseső volt.

3.1. A TALAJMINTÁK ÉRTÉKELÉSE

A talajminták szeléntartalma

A kutatás kezdetekor, amely Románia Dél-Keleti részén elhelyezkedő Dobrogea és Bărăgan vidékén történt, meghatároztam 16 talajtípus és az ott termesztett búza és búzanövény szeléntartalmát.

A mérések során a talajminták összszelén-tartalma 172 µg/kg és 52,0 µg/kg között változott. A szeléntartalom átlagosan 119 µg/kg körül alakult.

A Dobrogea-Bărăgan vidékén vett talajminták esetében a legalacsonyabb szeléntartalmat a földes kopár típusú talajmintánknál (52,0 µg/kg), míg a legmagasabb értéket mollikus (típusos csernozjomszerű) mintánál mértem (170 és 172 µg/kg közötti érték). Alacsony értéket még a hidromorf-pangóvízes talaj (65,9-67,1 µg/kg) és a podzolosodott barna erdőtalaj (78,1-80,0 µg/kg) esetében észleltem. Magasabb értéket az agyagbemosódásos barna erdőtalaj (142-148 µg/kg), a kambikus (savanyú, barna) talaj (149 -150 µg/kg) és a hidromorf réti talaj (151-158 µg/kg) esetében észleltem. A többi talajtípus esetében közepes értéket kaptam a talaj összszelén-tartalmára, mely 81,2-135 µg/kg között változott. Az összes talaj szeléntartalmát vizsgálva a szórás értéke 35,5 µg/kg volt.

A talajtípusok szeléntartalmának változása az irodalomban található adatoknak (*Mayland és mtsai.*, 1989) megfelelően alakult, ugyanis szelén a vulkáni kőzetes talajokban (földes kopár-, hidromorf-pangóvízes-, podzolosodott barna erdőtalaj) kisebb mennyiségben fordult elő, mint az üledékes, különösen mint az agyagos talajokban (agyagbemosódásos-, barna erdő-, a kambikus-, hidromorf réti-, mollikus-típusos csernozjomszerű talajok).

Az irodalomban a talajokat szeléntartalmuk alapján négy csoportba osztották: hiányos (75 µg/kg-nál kisebb szeléntartalom), elfogadható (75–175 µg/kg), magas (175–1000 µg/kg) és kifejezetten mérgező (1000 µg/kg-nál nagyobb) tartomány (*Oldfield*, 1999, *Tan*, 1989, *Kabata-Pendias és Pendias*, 1992, *Fordyce*, 2013). Összességében elmondható, hogy ezen a vidéken található talajok szeléntartalma az irodalomban található adatoknak

megfelelően hiányos (75 µg/kg-nál kisebb szeléntartalom), és elfogadható (75–175 µg/kg) szeléntartalommal rendelkeznek. Összehasonlítva ezen a vidéken mért, és más romániai tájegységeken kapott adatokat, hasonló értékeket kaptam a talaj szeléntartalmára vonatkozóan (*Lăcătuşu és mtsai.*, 2010, 2012 és 2013; *Lungu*, 2013).

A talajminták pH-jának meghatározása

A talajokpH-ját, a minták pH-ja 4,2-7,8 (Dobrogea-Bărăgan vidék-2008), 4,6-7,9 (Csíki-medence-2009) és 5,4-8,3 (Csíki-medence-2010) között változtak.

Dobrogea-Bărăgan vidékéről a legalacsonyabb pH-értéket a földes kopár (4,2) és hidromorf-pangóvízes (4,5) talaj esetében mértem. A legmagasabb érték a mollikus (típusos csernozjomszerű) (7,8), a mollikus (litikus csernozjomszerű) (7,2) talajminta esetében volt. A többi talajtípusnál a pH-érték szórása 1,8 volt.

A Csíki-medencében úgy 2009-ben, mind 2010-ben a legkisebb pH-értéket a földes kopár (4,6 és 5,4) és hidromorf-pangóvízes (4,6 és 5,7) talaj esetében mértem. A legmagasabb érték a mollikus (típusos csernozjomszerű) és a mollikus (litikus csernozjomszerű) (7,2-8,3 és 7,1-8,2) talajminta esetében volt. A többi talajtípusnál a pH-érték szórása 2009-ben 1,8, 2010 pedig 1,5 volt.

A Dobrogea-Bărăgan vidékéről származó talajok esetében megvizsgáltam a talaj összesszelén-tartalma és talaj pH értéke közötti összefüggést. A 70 darab vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 0,879, ami szoros összefüggésre utal a talaj összesszelén-tartalma és a talaj pH-értéke között.

Megvizsgáltam a három mintavételi évből származó talajok pH értéke közötti összefüggést. Dobrogea-Bărăgan vidékéről származó talajmintákat összehasonlítva a Csíki-medence talajmintáival, szoros összefüggéseket kaptam (Dobrogea-Bărăgan vidék-2008 és Csíki-medencében-2009 esetében $R^2=0,834$; Dobrogea-Bărăgan vidék-2008 és Csíki-medencében-2010 esetében $R^2=0,841$). Ugyanakkor nagyon szoros összefüggést kaptam a Csíki-medencében azonos helyről 2009-ben és 2010-ben begyűjtött talajminták pH-ja között. A 96 darab vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 0,904, ami szoros összefüggésre utal.

A talajok pH-ját vizsgálva mind a három mintavételi évben szignifikáns különbséget ($p<0,05$) észleltem a talajtípusok között, de azonos talajtípusok pH-ja nem változott szignifikánsan 2008-, 2009- és 2010-ben vett talajminták esetében.

Azt tapasztaltam, hogy az alacsony szeléntartalommal rendelkező talajok pH-ja alacsonyabb, míg szelénben gazdagabb talajok esetében magasabb pH-értéket mértem. Az

irodalomban található adatokkal összehasonlítva elmondható, hogy a talaj szeléntartalmát nagy mértékben befolyásolja a talaj pH-ja (Skinner, 1999; Ip és Ganther, 1992; Kápolna és mtsai., 2006; Cannon, 1964; Dhillon és Dhillon, 1999; Barrow és Whelan, 1989; Széles és mtsai., 2007; Gissel-Nielsen és mtsai., 1984; Mikkelsen és mtsai., 1989; Patócs, 1990; Zhao és mtsai., 2007).

A talajminták szervesanyag-tartalmának értékelése

A talajminták szervesanyag-tartalmának meghatározását azért végeztem el, hogy összefüggéseket keressék a talaj szervesanyag-tartalma és a talajon termesztett búzafű és búzmag szeleno-metionon-tartalma között.

Dobrogea-Bărăgan vidékén vett talajminták szervesanyag-tartalma 0,70 és 3,67% között változott, a Csíki-medence talajainak szervesanyag-tartalmára 2,63%–4,78% (2009) és 0,95%–3,92% (2010) közötti értékeket mértem. A legalacsonyabb szervesanyag-tartalmat mind a három mintavételi évben a földes kopár és hidromorf-pangóvízes talaj esetében mértem, míg a legmagasabb érték a mollikus (típusos csernozjomszerű), a mollikus (litikus csernozjomszerű) talajminta esetében volt.

Megvizsgáltam a talaj összszelén-tartalma és ugyanazon talajok szervesanyag-tartalma közötti összefüggést A Dobrogea-Bărăgan vidékéről származó talajok esetében a 70 darab vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens (négyzetének (R^2) az értéke 0,806, ami közepes összefüggésre utal a talaj összszelén-tartalma és a talaj szervesanyag-tartalma között.

Megvizsgáltam a három mintavételi évből származó talajok szervesanyag-tartalma közötti összefüggést. Dobrogea-Bărăgan vidékéről származó talajmintákat összehasonlítva a Csíki-medence talajmintáival, közepes összefüggéseket kaptam (Dobrogea-Bărăgan vidék-2008 és Csíki-medencében-2009 esetében $R^2=0,811$; Dobrogea-Bărăgan vidék-2008 és Csíki-medencében-2010 esetében $R^2=0,821$). A pH-értékekhez hasonlóan a szervesanyag-tartalom esetében is szoros összefüggést kaptam a Csíki-medencében 2009-ben és 2010-ben azonos helyről begyűjtött talajminták szervesanyag-tartalma között, amely a 17. ábrán látható. A 96 darab vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 0,807, ami szoros összefüggésre utal.

A talajminták szervesanyag-tartalmát vizsgálva Dobrogea-Bărăgan vidékén (2008-ban) és a Csíki-medencében (2009-ben és 2010-ben) talajtípusok szervesanyag-tartalma között szignifikáns különbség ($p=0,0001$) volt, de azonos talajtípusok szervesanyag-

tartalma nem változott szignifikánsan ($p < 0,05$) 2008-, 2009- és 2010-ben vett talajminták esetében.

3.2. A BÚZAFŰ MINTÁK VIZSGÁLATA

A kutatásom során a továbbiakban megvizsgáltam a búzafű összesszelén- és SeMet-tartalmát, amelyet 100% szárazanyagra vonatkoztatva számoltam ki; ezért volt szükségem a szárazanyagtartalom meghatározásra.

A búzafű minták szárazanyag tartalma Dobrogea-Bărăgan vidékén 15,6% és 22,6% között, míg a Csíki-medencében 2009-ben 15,9% és 22,4%, 2010-ben pedig 16,2% és 23,1% között változott.

A búzafű minták szeléntartalma

A Dobrogea-Bărăgan vidékén 2008-ban vett búzafű minták összesszelén-tartalma 122 $\mu\text{g}/\text{kg}$ és 36,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ között változott. A szeléntartalom átlagosan 84,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ körül alakult.

A legalacsonyabb szeléntartalmat a földes kopár típusú talajról származó búzafű minta esetében (36,4 és 39,9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ közötti érték), míg a legmagasabb értéket a mollikus (típikus csernozjomszerű) talajról származó búzafű minta esetében (119 és 122 $\mu\text{g}/\text{kg}$ közötti érték) mértem. Alacsony értéket még a hidromorf-pangóvízes (48,9-50,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$), a lepusztult erodiszol (76,9-79,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$) és a podzolosodott barna erdőtalajról származó búzafű minták (63,5-64,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$) esetében észleltem. Magasabb érték a mollikus (redzinák) (88,5-89,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$), a mollikus (litikus csernozjomszerű) (107-109 $\mu\text{g}/\text{kg}$) és a hidromorf réti talajokról származó búzafű (94,7-96,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$) minta esetében volt. A többi talajtípusról begyűjtött búzafű minta esetében közepes szeléntartalmat kaptam. A szórás értéke 21,40 $\mu\text{g}/\text{kg}$ volt.

Az irodalmi adatoknak megfelelően a búzanövény nem a szelénakkumuláló növények csoportjához tartozik, így a talaj szeléntartalma arányos a búzanövény szeléntartalmával. Megállapítható, hogy a búzafű minta összesszelén-tartalma, a talaj alacsony szeléntartalmának megfelelően, hiányos (125 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -nál kisebb) és elfogadható (125–175 $\mu\text{g}/\text{kg}$) értékek között mozgott (*Oldfield*, 1999, *Tan*, 1989, *Kabata-Pendias és Pendias*, 1992, *Fordyce*, 2013). Az eredményeim hasonlóan alakultak az irodalomban található adatokhoz (*Fordyce és mtsai.*, 2000; *Johnson és mtsai.*, 2000; *Wang és Gao*, 2001, *MacPherson és mtsai.*, 1997, *Fleming*, 1980; *Jacobs*, 1989; *Mayland*, 1994; *Neal*, 1995).

Azt tapasztaltam, hogy a hiányos szeléntartalmú búzafű minta az alacsonyabb szeléntartalommal rendelkező talajokról származott (földes kopár 52,0 µg/kg, hidromorf-pangóvízes 66,8 µg/kg, a lepusztult erodiszol 78,5 µg/kg és a podzolosodott barna erdőtalaj 79,9 µg/kg), míg az elfogatható szeléntartalommal rendelkező búzafű minták a magasabb szeléntartalommal rendelkező talajokról (mollikus-típusú csernozjomszerű 171 µg/kg, mollikus-litikus csernozjomszerű 169 µg/kg, hidromorf fekete réti 156 µg/kg talaj) származnak.

Megvizsgáltam a talaj összesszelén-tartalma és ugyanarról a talajról származó búzafű minták közötti összefüggést. A 70 darab vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 0,883, ami szoros összefüggésre utal a talaj szeléntartalma és ugyanarról a talajról származó búzafű összesszelén-tartalma között.

A Csíki-medencében 2009-ban vett búzafű minták összesszelén-tartalma 70,6 µg/kg és 150 µg/kg között változott, átlagosan 117 µg/kg körül alakult. A legalacsonyabb szeléntartalmat a földes kopár típusú talajról származó búzafű minta esetében (70,6 és 77,9 µg/kg közötti érték), míg a legmagasabb értéket a mollikus (típusú csernozjomszerű) talajról származó búzafű minta esetében (148 és 150 µg/kg közötti érték) mértem. Alacsony értéket még a hidromorf-pangóvízes (75,6-86,9 µg/kg) és a podzolosodott barna erdőtalajról (98,2-106 µg/kg) származó búzafű minták esetében észleltem. Magasabb érték a mollikus (redzinák) (129-132 µg/kg), a mollikus (litikus csernozjomszerű) (135-141 µg/kg) és a homokos (pszamoszol) talajokról származó búzafű (137-143 µg/kg) minta esetében volt. A többi talajtípusról begyűjtött búzafű minta esetében közepes szeléntartalmat kaptam. A szórás 20,4 µg/kg értéket mutatott.

Összességében elmondható, hogy a búzafű minta szeléntartalma alacsony, de magasabb a Dobrogea-Bărăgan vidékén 2008-ban ugyanarról a talajtípusról begyűjtött búzafű mintákhoz képest. Az alacsonyabb és a magasabb szeléntartalommal rendelkező fűminták mindkét esetben ugyanarról a talajtípusról származtak.

Összehasonlítottam a Dobrogea-Bărăgan vidékén 2008-ban és a Csíki-medencében 2009-ban azonos talajtípusról begyűjtött búzafű minták Se-tartalmát. Megállapítottam, hogy mindkét esetben a legmagasabb és a legalacsonyabb Se-tartalmat ugyanarról a talajtípusról gyűjtöttem be.

Vizsgáltam az összefüggést Dobrogea-Bărăgan-vidékén (2008) és a Csíki-medencében (2009) ugyanarról a talajtípusról begyűjtött búzafű minták szeléntartalma esetében. A 83 darab minta között a vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értékére 0,909-et kaptam, ami szoros összefüggésre utal.

A két tájegységen ugyanolyan talajtípusról begyűjtött mintáim között a szeléntartalom átlagosan 20-25%-kal tér el egymástól, amelyet az éghajlat különbségnek tulajdonítok, ugyanis a Dobrogea-Bărăgan vidékén a hőmérséklet megközelítőleg ilyen arányban magasabb a Csíki-medence hőmérsékletéhez képest, így a mobilis szelén a magasabb hőmérsékleten kevésbé kötődik meg a búzafű mintákban.

2010-ben a Csíki-medencében begyűjtött búzafű minták összesszelén-tartalma 48,7 µg/kg és 137 µg/kg között változott. A szeléntartalom átlagosan 97,6 µg/kg körül alakult.

A legalacsonyabb szeléntartalmat a földes kopár típusú talajról származó búzafű minta esetében (48,7 és 50,1 µg/kg közötti érték), míg a legmagasabb értéket a mollikus (típusos csernozjomszerű) talajról származó búzafű minta esetében (134 és 137 µg/kg közötti érték) mértem. Alacsony értéket még a hidromorf (pangóvízes) talajról (52,3 és 56,7 µg/kg közötti érték), és a podzolosodott barna erdőtalajról (72,5-78,3 µg/kg) származó búzafű minták esetében észleltem. Magasabb érték a mollikus (redzinák) (120-124 µg/kg), a mollikus (litikus csernozjomszerű) (120-123 µg/kg), a homokos (pszamoszol) talajokról származó búzafű (117-118 µg/kg) minta esetében volt. A többi talajtípusról begyűjtött búzafű minta esetében közepes szeléntartalmat kaptam. A szórás értéke 22,9 µg/kg értéket mutatott.

Megállapítható, hogy a búzafű minta szeléntartalma 2010-ben alacsonyabb a 2009-ben begyűjtött mintákhoz viszonyítva, de magasabb a Dobrogea-Bărăgan vidékén 2008-ban begyűjtött búzafű mintákhoz képest. Az alacsonyabb és a magasabb szeléntartalommal rendelkező fűminták azonos talajtípusokról származtak.

Megvizsgáltam a két helyszínen (Dobrogea-Bărăgan-2008, Csíki-medence-2010) ugyanolyan talajtípusról begyűjtött búzafű minták szeléntartalma közötti összefüggést. A 83 darab vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 0,814, ami szoros összefüggésre utal.

Összehasonlítottam a 2009-ben és 2010-ben (Csíki-medencéből) ugyanarról a talajról (GPS-el) begyűjtött búzafű minták közötti összefüggést. Úgy a 2009-ben vett minta, mint a 2010-ben vett minta esetében a szeléntartalom azonosan változik; a második évben vett búzafű minták Se-tartalma 5-10%-kal alacsonyabb. Mivel pontosan arról a helyről, tehát arról a talajtípusról származtak a mintáim, ezt a változást az időjárási körülményeknek (hőmérséklet, csapadék mennyisége és minősége) tulajdonítom, ugyanis 2010-ben úgy a hőmérséklet, mint a csapadékmennyiség magasabb volt a 2009-es évhez viszonyítva, így a mobilis szelén kisebb mennyiségben tudott megkötődni a búzafű mintákban.

Vizsgáltam a 2009-ben és 2010-ben gyűjtött 96 darab búzafű minta szeléntartalma közötti összefüggést. A vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 0,927, ami erős összefüggésre utal, ami várható volt, hisz azonos helyről származtak a minták.

Megvizsgáltam mind a két helyszínen (Dobrogea-Bărăgan-2008, Csíki-medence-2009 és 2010) ugyanolyan talajtípusról begyűjtött búzafű minták szeléntartalma és a talaj, amelyről származtak a búzanövények, pH értéke közötti összefüggést, és nagyon szoros összefüggéseket kaptam (Dobrogea-Bărăgan-(2008)-0,923, Csíki-medence-(2009)-0,934 és (2010)-9,014). Ez magyarázatot ad a mintáinkban található szeléntartalomra, hiszen az irodalomban is nagyon sokan utalnak a talaj pH-ja és a rajta termelt növények szeléntartalma közötti összefüggésekre (*Ip és Ganther, 1992; Kápolna és mtsai., 2006; Smith és Westfall, 1937; Scott és Voegeli, 1961; Lindberg, 1968; Skinner, 1999; Dhillon és Dhillon, 1999; Gissel-Nielsen és mtsai., 1984; Mikkelsen és mtsai., 1989*).

Elemeztem a talaj szervesanyag-tartalma és a búzafüvek összesszelén-tartalma közötti összefüggést (mind a három mintasor esetében), amelynek eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 2008-ban 0,889; 2009-ben 0,885 és 2010-ben 0,871 volt, ami szoros összefüggésre utal a talaj szervesanyag-tartalma és a búzafüvek összesszelén-tartalma között.

Megvizsgáltam a talaj pH-ja és a búzafüvek összesszelén-tartalma közötti összefüggést (mind a három mintasor esetében), amelynek eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 2008-ban 0,845; 2009-ben 0,864 és 2010-ben 0,821 volt, ami szoros összefüggésre utal a talaj pH-ja és a búzafüvek összesszelén-tartalma között.

A búzafű minták összesszelén-tartalmát vizsgálva Dobrogea-Bărăgan vidékén (2008-ban) és a Csíki-medencében (2009-ben és 2010-ben) azonos talajtípusokon az összesszelén-tartalma nem változott szignifikánsan ($p < 0,01$) 2008-, 2009- és 2010-ben vett búzafű minták esetében.

A búzafű minták Se-tartalmának vizsgálatával kapcsolatban elmondható, hogy mind a három évben a legalacsonyabb értéket a földes kopár (38,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -2008, 52,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -2009, 49,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -2010) típusú talajról származó búzafű minta esetében, míg a legmagasabb értéket a mollikus (típikus vagy litikus csernozjomszerű) talajról (121 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -2008, 140 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -2009, 126 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -2010) származó búzafű minta esetében mértem. Mivel a földes kopár talajtípus egy lazább talaj, mint a mollikus talaj, így azt gondolom, hogy az

időjárási körülmények mellett ez is fontos feltétele lehet a szelén megkötődésének a búzanövényekben.

A Dobrogea-Bărăgan-vidéken a talaj és a búzanövény szeléntartalma az irodalomban megtalálható adatoknak (25 µg/kg és 140 µg/kg) megfelelően alakult (Fordyce és mtsai., 2000; Williams és Mayland, 1992; Johnson és mtsai., 2000; Wang és Gao, 2001; MacPherson és mtsai., 1997; Fleming, 1980; Jacobs, 1989; Mayland, 1994; Neal, 1995), ezért a Csíki medencében feltételezem (a Csíki-medencében nem mértem a talaj szeléntartalmát), hogy az a talaj, amelyről az alacsony szeléntartalommal rendelkező búzafű mintákat begyűjtöttem, hiányos szeléntartalommal rendelkeznek. Azok a talajok, amelyről a magas szeléntartalommal rendelkező mintáim származtak, az elfogatható szeléntartalmú tartományba sorolhatóak (Oldfield, 1999; Tan, 1989; Kabata-Pendias és Pendias, 1992; Fordyce, 2013).

A búzafű minták szeleno-metionin-tartalma

Az irodalmi adatok szerint a SeMet domináns formája a növényi eredetű élelmiszereknek (Kryukov és mtsai., 2003; Stadlober, M., 2001; Beilstein és Whanger, 1986; Yasumoto és mtsai., 1988). A búza szeléntartalmának 56–83%-a SeMet, míg a többi szeléntartalmú vegyületek kisebb mennyiségben fordulnak elő (szelenát 12–19%, SeCys 4–12%, Se-metil-szeleno-cisztein 1–4%, a maradék 4–26%; Whanger, 2002), ezért tartottam fontosnak meghatározni a búzafű, majd a búza SeMet-tartalmát. A szeleno-metionin ($M_{\text{SeMet}} = 227,18 \text{ g/mol}$) szelén tartalma a molekulatömeg 34,76%-a.

A megvizsgált búzafű minták szeleno-metionin-tartalma 61,6-166 µg/kg (Dobrogea-Bărăgan vidék-2008), 110-189 µg/kg (Csíki-medence-2009) és 97,7-173 µg/kg (Csíki-medence-2010) között változott.

A SeMet-tartalomból kiszámoltam a szervesszelén-tartalmat. Mind a három mintavételi évben 48%-tól 66%-ig változtak. Ez az irodalmi adatokhoz képest megközelítőleg 10–12%-kal kisebb értéket mutat.

A legalacsonyabb SeMet-tartalmat a Dobrogea-Bărăgan vidékéről begyűjtött földes kopár típusú (61,6 és 66,6 µg/kg közötti érték) és a hidromorf-pangóvízes (64,6-67,2 µg/kg) talajról származó búzafű minta esetében mértem. A legmagasabb érték a mollikus (típusos csernozjomszerű) (166-167 µg/kg), a mollikus (litikus csernozjomszerű) (151-156 µg/kg) és a mollikus (redzinák) (134-136 µg/kg) talajokról származó búzafű minta esetében volt. A többi talajtípusról begyűjtött búzafű minta esetében közepes SeMet-tartalmat kaptam. A szórás értéke 36,7 µg/kg értéket mutatott.

A Csíki-medencében 2009-ben begyűjtött minták esetében a SeMet-tartalom a Dobrogea-Bărăgan vidékéről származó búzafű minta SeMet-tartalmához hasonlítva átlagosan 20-25%-kal nagyobb. A legalacsonyabb SeMet-tartalmat a földes kopár típusú (110 és 117 $\mu\text{g}/\text{kg}$ közötti érték) és a hidromorf-pangóvizes (115-125 $\mu\text{g}/\text{kg}$) talajról származó búzafű minta esetében mértem. A legmagasabb érték a mollikus (típusos csernozjomszerű) (187-189 $\mu\text{g}/\text{kg}$), a mollikus (litikus csernozjomszerű) (174-180 $\mu\text{g}/\text{kg}$) és a hidromorf fekete réti (171-175 $\mu\text{g}/\text{kg}$) talajokról származó búzafű minta esetében volt. A többi talajtípusról begyűjtött búzafű minta esetében közepes SeMet-tartalmat kaptam. A szórás értéke 20,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ volt.

2010-ben a Csíki-medencében begyűjtött búzafű minták esetében a SeMet-tartalomra 9-10%-kal alacsonyabb értéket kaptam, mint 2009-ben. A legalacsonyabb SeMet-tartalmat szintén a földes kopár típusú (98,3-101 $\mu\text{g}/\text{kg}$ közötti érték) és a hidromorf-pangóvizes (103-105 $\mu\text{g}/\text{kg}$) talajról származó búzafű minta esetében mértem. A legmagasabb érték a mollikus (típusos csernozjomszerű) (169-173 $\mu\text{g}/\text{kg}$), a mollikus (litikus csernozjomszerű) (167-170 $\mu\text{g}/\text{kg}$) és a mollikus (redzinák) (160-167 $\mu\text{g}/\text{kg}$) talajokról származó búzafű minta esetében volt. A többi talajtípusról begyűjtött búzafű minta esetében a SeMet-tartalom 125-166 $\mu\text{g}/\text{kg}$ között változott, a szórás értéke 21,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ volt.

Elemeztem a talaj összesszelén-tartalma és ugyanarról a talajról származó búzafű SeMet-tartalma közötti összefüggést (Dobrogea-Bărăgan vidék–2008). A 70 darab vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke (0,874) erős összefüggésre utal a talaj Se és a búzafű SeMet-tartalma között.

Elemeztem a talaj szervesanyag-tartalma és a búzafüvek SeMet-tartalmából számolt szervesszelén-tartalma közötti összefüggést (mind a három mintasor esetében), amelynek eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 2008-ban 0,862; 2009-ben 0,874 és 2010-ben 0,856 volt, ami szoros összefüggésre utal a talaj szervesanyag-tartalma és a búzafüvek SeMet-tartalmából számolt szervesszelén-tartalma között. Ugyanakkor nem észleltem szignifikáns különbséget ($p < 0,01$) a három évben vett ugyanolyan talajon termesztett búzafű SeMet-tartalma esetén.

Elemeztem a búzafüvek Se-tartalma és a SeMet-tartalma közötti összefüggést (mind a három mintasor esetében), amelynek eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értékei 0,825 (2008-ben); 0,865 (2009-ben); 0,840 (2010-ben) voltak, ezek szoros összefüggésre utalnak a búzafű összesszelén-tartalma és SeMet-tartalma között.

A rendkívül szoros összefüggések várhatóak voltak, hisz a szeleno-metioninban jelen levő szelén az összesszelén-tartalomnak része, így a két érték között az összefüggések szorosak kellett, hogy legyenek.

3.3. A BÚZAMAG MINTÁK VIZSGÁLATA

A búzamag minták szárazanyag tartalma

A búzaminták szárazanyag tartalma 89,4% és 91,20% között változott. A szárazanyag tartalomra azért volt szükségem, mert a mintáink összesszelén- és SeMet-tartalmát 100% szárazanyagra vonatkoztatva számoltam ki és adom meg.

A búzamag minták összesszelén tartalma

A megvizsgált búzamag mintákat szeléntartalma 29,9 µg/kg és 134 µg/kg között változott. Dobrogea-Bărăgan vidékéről (2008) származó búza összesszelén-tartalma 29,9 µg/kg és 111 µg/kg között változott, a szeléntartalom átlagosan 72,8 µg/kg körül alakult. A legalacsonyabb szeléntartalmat a földes kopár típusú talajról származó búzamag minta esetében (29,9 és 30,4 µg/kg közötti érték), míg a legmagasabb értéket a mollikus (típikus csernozjomszerű) talajról származó minta esetében (108 és 111 µg/kg közötti érték) mértem.

Alacsony értéket még a hidromorf-pangóvízes (37,4-38,7 µg/kg), a kambikus (savanyú) barna erdőtalaj (46,7-49,7 µg/kg) és a podzolosodott barna erdőtalajról származó búza minták (52,6-52,6 µg/kg) esetében észleltem. Magasabb értéket a mollikus (litikus csernozjomszerű) (95,3-97,6 µg/kg), a mollikus (redzinák) (74,5-79,6 µg/kg) és a mollikus (típikus csernozjomszerű) talajokról származó búzamag (94,7-96,1 µg/kg) minták esetében kaptam. A többi talajtípusról begyűjtött búzamag minta közepes szeléntartalmat mutatott, a szórás értéke 20,9 µg/kg volt.

Elemeztem a Dobrogea-Bărăgan-vidéki talaj és ugyanarról a talajról begyűjtött búzamag Se-tartalma közötti összefüggést, amelynek eredményeként a korrelációs koefficiens (négyzetének (R^2) az értéke 0,876, ami szoros összefüggésre utal.

Elmondható, hogy ezen a vidéken található talajokon termesztett búzamag szeléntartalma az irodalomban található értékekhez hasonlítva alacsony, (120 µg/kg-nál kisebb), és elfogadható (125–155 µg/kg) Se-tartalmú tartományba sorolhatóak (*Oldfield*, 1999; *Tan*, 1989; *Kabata-Pendias és Pendias*, 1992; *Gawalko és mtsai.*, 2001; *MacPherson és mtsai.*, 1997; *Broadley és mtsai.*, 2010).

A Csíki-medencében (2009) begyűjtött búzamazag minták összesszelén-tartalma 54,5 µg/kg és 134 µg/kg között változott. A szeléntartalom átlagosan 101 µg/kg körül alakult.

A legalacsonyabb szeléntartalmat a földes kopár típusú talajról származó búzamazag mintában (54,5 és 61,8 µg/kg közötti érték), míg a legmagasabb értéket a mollikus (típikus csernozjomszerű) talajról származó minta esetében (132 és 134 µg/kg közötti érték) mértem. Alacsony értéket még a hidromorf-pangóvízes (59,5-70,8 µg/kg), és a podzolosodott barna erdőtalajról (82,1-89,4 µg/kg) származó búzamazag minták esetében észleltem. Magasabb érték a mollikus (redzinák) (113-115 µg/kg), a mollikus (litikus csernozjomszerű) (119-125 µg/kg) és a homokos (pszamoszol) talajokról származó (121-127 µg/kg) minta esetében volt. A többi talajtípusról begyűjtött minta esetében közepes szeléntartalmat kaptam. A szórás értéke 20,4 µg/kg volt.

Elmondható, hogy a búzamazag minta szeléntartalma, hasonlóan a búzafűmintához, alacsony, de magasabb a Dobrogea-Bărăgan vidékén 2008-ban azonos talajtípusról begyűjtött búzamazagmintához képest. Ez a búzafűhöz hasonlóan alakult, amit feltételezhetően az éghajlati körülményekkel lehet magyarázni.

Az alacsonyabb szeléntartalommal rendelkező búzamazag a földes kopár típusú talajról, míg a magasabb szeléntartalommal rendelkező búzamazag minták a mollikus talajtípusról származtak, hasonlóan a 2008-as évben a Dobrogea-Bărăgan vidékéről begyűjtött búzamazagmintákhoz.

Megvizsgáltam a két helyszínen (Dobrogea-Bărăgan vidékén-2008 és Csíki-medence-2009) gyűjtött búzamazag minták szeléntartalma közötti összefüggést. A 83 darab vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 0,872, ami szoros összefüggésre utal. Ebből a szoros kapcsolatból azt a következtetést vontam le, hogy a Csíki-medence talajainak szeléntartalma, arányos lehet a Dobrogea-Bărăgan talajainak Se-tartalmával.

2010-ben a Csíki-medencében begyűjtött búzamazag minták összesszelén-tartalma 34,1 µg/kg és 122 µg/kg között változott. A szeléntartalom átlagosan 82,9 µg/kg körül alakult. A legalacsonyabb szeléntartalmat a földes kopár típusú talajról származó búzamazag mintában (34,1 és 35,5 µg/kg közötti érték), míg a legmagasabb értéket a mollikus (típikus csernozjomszerű) talajról származó minta esetében (120 és 122 µg/kg közötti érték) mértem. Alacsony értéket még a hidromorf (pangóvízes) talajról (37,7-42,1 µg/kg közötti érték) és a podzolosodott barna erdőtalajról (57,9-63,7 µg/kg) származó búzamazag minták esetében észleltem. Magasabb érték a mollikus (litikus csernozjomszerű) (105-109 µg/kg) és a mollikus (redzinák) (104-106 µg/kg) talajokról származó búzamazag

minta esetében volt. A többi talajtípusról begyűjtött búzamag minta esetében közepes szeléntartalmat kaptam. A szórás értéke 22,9 µg/kg volt.

Elmondható, hogy a búzamag minta összesszelén-tartalma alacsonyabb a 2009-ben begyűjtött mintákhoz viszonyítva, de magasabb a Dobrogea-Bărăgan vidékén 2008-ban begyűjtött búzamaghoz képest. Az alacsonyabb és a magasabb szeléntartalommal rendelkező fűminták, hasonló talajtípusokról származnak. (A szórás értéke úgy a 2009-ben begyűjtött búzamag minták esetében, mint a 2010-ben begyűjtött búzamagok esetében megegyezik a búzafű mintákkal).

Összehasonlítva a három évben a búzaminták összesszelén-tartalmát arra a következtetésre jutottam, hogy hasonlóan a búzafű mintákhoz, a 2008-ban a Dobrogea-Bărăgan vidékén volt a legalacsonyabb, azt követi a 2010-es év (Csíki-medence), majd a legmagasabb 2009-ben a Csíki-medencében volt. Az éghajlati körülmények 2008 és 2010-ben hasonlóak voltak, míg 2009-ben a sok évi átlaghoz képest kimagasló volt a hőmérséklet és a csapadékmennyiség is.

A 2008 és 2010-es években a különbség a földrajzi elhelyezkedésnek köszönhető, ugyanis a Dobrogea-Bărăgan síkvidéken a hőmérséklet a Csíki-medence hegyvidéki hőmérsékletétől egész évben átlagosan 10-12 °C-al tér el. Ezekkel a körülményekkel magyarázható a szeléntartalom alakulása. Ugyanakkor megfigyeltem, hogy mind a három évben a szeléntartalom ugyanarról a talajtípusról származó búzafű esetében volt a legnagyobb és a legkisebb, ezért elemeztem a búzamagok szeléntartalma közötti összefüggést mindhárom év folyamán.

Megvizsgáltam a két helyszínen (Dobrogea-2008, Csíki-medence-2010) az ugyan olyan talajtípusról gyűjtött búzaminták közötti összefüggést. A 83 darab vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 0,906, ami szoros összefüggésre utal.

Ugyanakkor elemeztem a 2009-ben és 2010-ben (Csíki-medencéből) GPS-el pontosan meghatározva ugyanarról a talajról begyűjtött búzamag minták közötti összefüggést. A 96 darab vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 0,896, ami erős összefüggésre utal.

Elemeztem a talaj szervesanyag-tartalma és a búzamag minták összesszelén-tartalma közötti összefüggést (mind a három mintavételi évben), amelynek eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke Dobrogea-Bărăgan vidékén 2008-ban 0,895; a Csíki-medencében 2009-ben 0,891 és 2010-ben 0,868 volt, ami szoros

összefüggésre utal a talaj szervesanyag-tartalma és a búzmagok összesszelén-tartalma között.

Megvizsgáltam a talaj pH-ja és a búzmagok összesszelén-tartalma közötti összefüggést (mind a három mintasor esetében), amelynek eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 2008-ban 0,901; 2009-ben 0,894 és 2010-ben 0,897 volt, ami nagyon szoros összefüggésre utal a talaj pH-ja és a búzmagok összesszelén-tartalma között.

A búzamag minták összesszelén-tartalmát vizsgálva Dobrogea-Bărăgan vidékén (2008-ban) és a Csíki-medencében (2009-ben és 2010-ben) azonos talajtípusokon az összesszelén-tartalma nem változott szignifikánsan ($p < 0,01$) 2008-, 2009- és 2010-ben vett minták esetében.

A búzamag minták Se-tartalmának vizsgálatával kapcsolatban elmondható, hogy mind a három évben a legalacsonyabb értéket a földes kopár típusú talajról (30,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -2008, 59,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -2009, 34,7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -2010) származó búzamag minta esetében, míg a legmagasabb értéket a mollikus (típikus vagy litikus csernozjomszerű) talajról (109 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -2008, 133 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -2009, 121 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -2010) származó búzamag minta esetében mértem, hasonlóan a búzafű mintákhoz. A időjárási körülmények mellett a talaj szerkezete és típusa fontos szerepet játszhat a szelén búzamagban való elraktározódásában.

A Dobrogea-Bărăgan-vidékén a talaj és a búzamag szeléntartalma az irodalomban található adatoknak megfelelően arányosan alakult (*Fordyce és mtsai.*, 2000; *Johnson és mtsai.*, 2000; *Wang és Gao*, 2001; *MacPherson és mtsai.*, 1997; *Fleming*, 1980; *Jacobs*, 1989; *Mayland*, 1994; *Neal*, 1995; *Adam és mtsai.*, 2002; *Hahn és mtsai.*, 1981; *Boila és mtsai.*, 1993; *Gawalko és mtsai.*, 2001; *Oldfield*, 1999; *Tan*, 1989; *Kabata-Pendias és Pendias*, 1992; *Fordyce*, 2005, 2013).

Tan (1989) Kínában a következő tartományokat állapította meg a búzamag szeléntartalmával kapcsolatban: 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -nál kisebb szeléntartalom jelenti a szelénhiányos tartományt, 25–40 $\mu\text{g}/\text{kg}$ határérték jelenti az elfogadható, 40–1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ az elfogadhatótól a magasig, míg az 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ -nál nagyobb már a kifejezetten mérgező tartományt képviseli. *Gissel-Nielsen és mtsai* (1984) alacsony szelénkoncentrációról számoltak be a skandináv országokból, ahol a búza szeléntartalma 7–18 $\mu\text{g}/\text{kg}$ között alakult. A Nagy-Britanniából származó búzának szintén alacsony a szeléntartalma (*Barclay és Macpherson*, 1986). Ezekkel ellentétben Az USA-ból származó tanulmányok szerint a búzaszem szelén koncentrációja átlagosan 370 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (*Wolnik és mtsai.*, 1983) és 475 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (*Hahn és mtsai.*, 1981) között változott. A legújabb kísérletek szerint a Dél-Amerikában

termelt búza szeléntartalma 5–720 µg/kg között van, 155 µg/kg átlagos értékkel (*Lyons és mtsai.*, 2005). *Adam és mtsai.* 2002-ben az Egyesült Királyságban vizsgálták a búza szeléntartalmát, amely átlagosan 16-26 g/kg között változott. Kanadában a búzatermő régiókban mért búzák szeléntartalma *Boila és mtsai.* (1993) szerint 760 µg/kg, míg *Gawalko és mtsai.* (2001) szerint, akik a fontosabb búzatermő régiókat térképezték fel, 280-770 µg/kg között volt. Kanadából és az USA-ból származó búza magasabb szeléntartalmú talajokról származtak, míg az Egyesült Királyság talajainak nagy része szelénben hiányos (50-100 µg/kg), ezért rendelkeznek a búzamagvak is alacsony szeléntartalommal (*Fordyce*, 2005; *Boardley és mtsai.*, 2006).

A fentiek ismeretében feltételezem, hogy a talaj, és a búzamag minták között ugyanúgy a Csíki medencében is létezik a szoros kapcsolat, vagyis az alacsony szeléntartalmú búzaminták szelénben szegény talajról, míg a magasabb szeléntartalmú minták több szelént tartalmazó talajról származnak.

A búzamag minták szeleno-metionin tartalma

Az irodalmi adatok szerint a búza szeléntartalmának 56–83%-a a SeMet (*Kryukov és mtsai.*, 2003; *Whanger*, 2002), ezért tartottam fontosnak meghatározni a búzamag SeMet-tartalmát is.

A Csíki-medencében 2009-ben begyűjtött minták SeMet-tartalma a Dobrogea-Bărăgan vidékéről származó búzamag minta SeMet-tartalmához hasonlítva átlagosan 25-30%-kal nagyobb. A legalacsonyabb SeMet-tartalmat a földes kopár típusú (89,9-105 µg/kg közötti érték) talajról származó minta esetében mértem. Alacsony volt a SeMet-tartalom a hidromorf-pangóvízes (99,9-123 µg/kg) talajról származó búzamag esetében is. A legmagasabb érték a mollikus (típusos csernozjomszerű) (245-248 µg/kg) talajról származott, de magas SeMet-tartalmat mértem a mollikus (litikus csernozjomszerű) (218-231 µg/kg) és a hidromorf fekete réti (213-221 µg/kg) talajokról származó búzamag minták esetében is. A többi talajtípusról begyűjtött búzamag minta esetében közepes SeMet-tartalmat kaptam. A szórás értéke 40,8 µg/kg volt.

2010-ben a Csíki-medencében begyűjtött búzamag minták esetében a SeMet-tartalomra 9-10%-kal alacsonyabb értéket kaptam, mint 2009-ben, ami hasonlóan alakult a búzafű esetében is. Az alacsony SeMet-tartalmat itt is a földes kopár típusú (48,4-51,2 µg/kg közötti érték) és a hidromorf-pangóvízes (55,6-64,0 µg/kg) talajról származó búzamag minták esetében mértem. Magasabb érték a mollikus (típusos csernozjomszerű) (220-224 µg/kg), a mollikus (litikus csernozjomszerű) (191-198 µg/kg) és a mollikus

(redzinák) (160-167 $\mu\text{g}/\text{kg}$) talajokról származó búzaminta esetében volt. A többi talajtípusról begyűjtött búzámag minta esetében a SeMet-tartalom 115-192 $\mu\text{g}/\text{kg}$ között változott, a szórás értéke 45,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ volt.

Megvizsgáltam a búzámag minta SeMet és talaj összesszelén-tartalma közötti összefüggést (Dobrogea-Bărăgan vidék-2008). A vizsgálat eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 0,907, ami erős összefüggésre utal a talaj Se és a búzámag SeMet-tartalma között.

Elemeztem a búzámag Se-tartalma és SeMet-tartalma közötti összefüggést, amelynek eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke Dobrogea-Bărăgan vidékéről származó minták esetében 0,967, ami nagyon szoros összefüggésre utal a búzámag összesszelén-tartalma és SeMet-tartalma között.

A Csíki-medencében 2009-ben begyűjtött búzámag Se-tartalma és SeMet-tartalma közötti összefüggés eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 0,932, ami szoros összefüggésre utal a búzámag összesszelén-tartalma és SeMet-tartalma között.

2010-ben a Csíki-medencében begyűjtött búzámag Se-tartalma és a SeMet-tartalma közötti összefüggés eredményeként a korrelációs koefficiens négyzetének (R^2) az értéke 0,935, ami ugyancsak nagyon szoros összefüggésre utal a búzámag összesszelén-tartalma és SeMet-tartalma között.

A rendkívül szoros összefüggések várhatóak voltak, hisz a szelено-metioninban jelen levő szelén az összesszelén-tartalomnak része, és mivel a minták hasonló időben, fejlettségi állapotban, ugyanolyan talajtípusról kerültek betakarításra, a két érték között az összefüggések rendkívül szorosak kellett, hogy legyenek.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

- A Dobrogea-Bărăgan vidékéről származó búzafű és búzámag valamint a talajminta szeléntartalmát vizsgálva megállapítottam, hogy igen szoros a talaj és az ugyanazon a talajon termesztett búzafű és búzámag szeléntartalma közötti összefüggés.
- A Csíki-medencéből és a Dobrogea-Bărăgan vidékéről származó búzafű és búzámag szeléntartalma és SeMet-tartalma között, azonos talajtípuson történő termesztés esetében, igen szoros összefüggést állapítottam meg.
- A megállapítottam, hogy szoros összefüggés van a Csíki-medencéből és a Dobrogea-Bărăgan vidékéről származó búzafű-, búzámag minták összesszelén- és szelenometionin-tartalma és a talaj pH tartalma között.

- Mind a két tájegységen begyűjtött talaj szervesanyag-tartalma és ugyanolyan talajtípusról származó búzafű és búzamazag minták összesszelén- és szelenometionin-tartalma nagyon szoros összefüggést kaptam.
- Megállapítottam, hogy mind a Csíki-medencében, mind a Dobrogea-Bărăgan vidékén a különböző típusú talajok, a rajtuk termesztett búzafű és búzamazag összesszelén-tartalma és SeMet-tartalma tekintetében azonos sorrendet mutatnak, tehát a szeléntartalmat tájegységtől függetlenül kizárólag a talajtípusa, szervesanyag-tartalma és a talaj pH-ja határozza meg.
- Mind a két régió esetében szoros összefüggést találtam a búzafű és a búzamazag szeléntartalma és SeMet-tartalma között. A Csíki medencében két éven keresztül végzett vizsgálataim során megállapítottam, hogy a csapadék és a hőmérséklet befolyásolja a különböző talajtípusokon termesztett búzafű és búzamazag összesszelén- és SeMet-tartalmát, de nem befolyásolja a különféle talajokon termesztett búzanövény és búzamazag szeléntartalmának a sorrendjét.

5. GYAKORLATBAN ALKALMAZHATÓ EREDMÉNYEK

- A talajok szeléntartalmának meghatározásáról Dobrogea-Bărăgan vidékéről kevés, míg a Csíki-medencéből származó talajok szeléntartalmával kapcsolatban semmilyen adatot nincs a szakirodalomban. Mérési eredményeim szerint a talajok szeléntartalma és a rajta termelt búza szeléntartalma között szoros összefüggés van, és mind a Csíki medencében, mind a Dobrogea-Bărăgan vidékén a talajok szelénhiányosak, és ennek a következtében a rajtuk termesztett búza is kevés szelént tartalmaz. A búzából készült alapvető élelmiszerek fogyasztásával tehát az emberi szervezet az általam vizsgált tájegységekben nem jut megfelelő mennyiségű szelénhez. Eredményeim felhívják a figyelmet arra, hogy szükséges lenne a talajok szelénpótlása, illetve a lakosság élelmiszereinek szelén kiegészítése.
- Mivel a különböző talajokból a szelén felszívódását sok tényező befolyásolja (ezek közül én a talaj pH-ját- és szervesanyag-tartalmát vizsgáltam), eredményeim felhívják a figyelmet arra, hogy a szeléndúsítás esetén szükséges a talajok komplexebb analízisének elvégzése, ill. más módok (levéltrágyázás) alkalmazása Székelyföld és Románia népessége szelénellátottságának optimalására.

6. IRODALMI JEGYZÉK

- Adams, M. L. – Lombi, E. – Zhao, F. J. – McGrath, S. P.: 2002. Evidence of low selenium concentrations in UK bred-making wheat grain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 82: 1160–1165.
- Barclay, M. N. I. – Macpherson, A.: 1986. Selenium content of wheat flour used in the UK. *Journal of the Science of Food Agriculture*. 37: 1133–1138.
- Barrow, N. J. – Whelan, B. R.: 1989. Testing a mechanistic model. 7. The effects of pH and electrolyte on the reaction of selenite and selenate with a soil. *Journal of Soil Science*. 40: 17–28.
- Barrow, N. J. – Whelan, B. R.: 1989. Testing a mechanistic model. 7. The effects of pH and electrolyte on the reaction of selenite and selenate with a soil. *Journal of Soil Science*. 40: 17–28.
- Boila, R. J. – Stothers, S. C. – Campbell, L. D.: 1993. The concentration of selenium in the grain from wheat, barley and oats grown at selected locations throughout Manitoba. *Canadian Journal of Animal Science*. 73: 217–221.
- Broadley, M. R. – Alcock, J. – Alford, J. – Cartwright, P. – Fairweather-Tait, S. J. – Foot, I. – Hart, D. J. – Hurst, R. – Knott, P. – McGrath, S. P. – Meacham, M. C. – Norman, K. – Mowat, H. – Norman, K. – Stroud, J. L. – Tovey, M. – Tucker, M. – White, P. J. – Young, S. D. – Zhao, F. J.: 2010. Selenium biofortification of high-yielding winter wheat (*Triticum aestivum* L.) by liquid or granular Se fertilisation. *Plant Soil*. 32. (1–2): 5–18.
- Cannon, H. G.: 1964. Geochemistry of rocks and related soils and vegetation in the Yellow Cat area, Grand County, Utah. United States Geological Survey. *Bulletin*. 1176.
- Dhillon, K. S. – Dhillon, S. K.: 1999. Adsorption–desorption reactions of selenium in some soils of India. *Geoderma*. 93: 19–31.
- Fleming, G. A.: 1980. Essential micronutrients II: iodine and selenium. In: Davis, B. E. (ed.). *Applied soil trace elements*. Wiley, New York. 199–234.
- Fordyce, F. M. – Zhang, G. – Green, K. – Liu, X.: 2000. Soil, grain and water chemistry in relation to selenium-responsive diseases in Enshi District, China. *Appl Geochem*. 15: 117–132.
- Fordyce, F. M.: 2013. Selenium deficiency and toxicity in the environment. *Essentials of Medical Geology*. 375–416.
- Fordyce, F.: 2005. Selenium deficiency and toxicity in the environment. In: Seleniu, O. *Essentials of medical geology*. Elsevier, 373–415.

- Gawalko, E. J. – Garrett, R. G. – Nowicki, T. W.: 2001. Trace elements in western Canadian hard red spring wheat (*Triticum aestivum* L.): levels and quality assurance. *J Assoc Anal Intl.* 84: 1953–1963.
- Gissel-Nielsen, G. – Gupta, U. C. – Lamand, M. – Westermarck, T.: 1984. Selenium in soils and plants and its importance in livestock and human nutrition. *Advances in Agronomy.* 37: 397–460.
- Hahn, M. H. – Kuennen, R. W. – Caruso, J. A. – Fricke, F. L.: 1981. Determination of trace amounts of selenium in corn, lettuce, potatoes, soybeans, and wheat by hydrid generation/condensation and flame atomic absorption spectrometry. *J. Agric. Food. Chem.* 82: 1160-1165.
- Ip, C. – Ganther, H. E.: 1992. Comparison of selenium and sulfur analogs in cancer prevention. *Carcinogenesis.* 13: 1167–1170.
- ISO. 10390-2005. Szabvány a talaj szervesanyagtartalmának meghatározására.
- Jacobs, L. W.: 1989. Selenium in agriculture and the environment, *Soil Science Society of America .Special Publication* 23. SSSA, Madison. 1–213.
- Johnson, C. C – Ge, X – Green, K. A. – Liu, X.: 2000. Selenium distribution in the local environment of selected villages of the Keshan disease belt, Zhangjiakou district, Hebei province, People’s Republic of China. *Appl. Geochem* 15: 385–401.
- Kabata-Pendias, A. – Pendias, H.: 1992. Trace elements in soils and plants. Second ed. *CRC Press.* Boca Raton. Florida. 315.
- Kápolna, E.: 2006. Szeléntartalmú élelmiszerek és étrendkiegészítők biológiai hasznosulásának vizsgálata. *Doktori disszertáció.* Szent István Egyetem, Alkalmazott Kémiai Tanszék. Budapest. 137.
- Kryukov, G. V. – Castellano, S. – Novoselov, S. V. – Lobanov, A. V. – Zehtab, O. – Guigo, R. – Gladyshev, V. N.: 2003. Characterization of mammalian selenoproteins. *Science.* 300: 1439–1443.
- Lăcătușu R. – Lungu, M.– Aldea, M. M. – Lăcătușu, R. – Stroe, V. M – Rizea, N. – Lazăr, R.: 2010. Selenium in rock-soil system in the South-Eastern part of Romania. *Journal of Agricultural Sciences.* 42. (4): 199-204.
- Lăcătușu, R. – Stanciu-Burileanu, M. M. – Lungu, M.– Rîșnoveanu, I. – Rizea, N. – Lazăr, R. – Calciu, I. –, Eftene. A. – Stroe, M. V.: 2013. Selenium in some sandy soils of Southern Oltenia Romania. *Soil Science.* 47. (2): 5-22.
- Lăcătușu, R. – Stanciu-Burileanu, M. M. – Rîșnoveanu, I. – Lungu, M.– Rizea, N. – Lăcătușu, A. R.– Lazăr, R.: 2012. Selenium in Salsodisols located in the Călmățui and

- Buzău rivers Valleys. *Factori și procese pedogenetice în zona temperată*. 11. (1): 33-42.
- Lindberg, P.:1968. Selenium determination in plant and animal material, and in water. A methodological study. *Acta Veterinaria Scandinavica, Suppl.* 23. 1–48.
- Lungu, M. – Lăcătușu, A. R. – Stanciu-Burileanu, M. M. – Lazăr, R. – Rizea, N. – Stroe, M. V.: 2013. Selenium mobility in some soils of Romania. *Soil Forming Factors and Processes from the Temperate Zone* 12, 2. 9–15
- Lyons, G. H. – Judson, G. J. – Ortiz-Monasterio, I. – Genc, Y. – Stangoulis, J. C. R. – Graham, R. D.: 2005. Selenium in Australia: selenium status and biofortification of wheat for better health. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 19: 75–82.
- MacPherson, A. – Barclay, M. N. I. – Scott, R. – Yates, R. W. S.: 1997. Loss of Canadian wheat imports lowers selenium intake and status of the Scottish population. In: Fischer, P. W. F. – Abbe, M. R. L. – Cockell, K. A. – Gibson, R. S. (eds.). *Trace elements in man and animals-9. National Research Council Press, Ottawa*. 203–205.
- Mándoki, Zs. – Albert, Cs. – Pohn, G. – Salamon, Sz. – Csapó-Kiss, Zs. – Csapó, J.: 2008. Separation and determination of selenoamino acids in foods and feeding stuffs by ion-exchange chromatography. *Krmiva 2008. 15th International Conference*. Croatia, Opatija. 2008. jún. 2–5. 90.
- Mayland, H. F. – James, L. F. – Panter, K. E. – Sonderegger, J. L.: 1989. Selenium in seleniferous environments. In: Jacobs, L. W. (ed.). *Selenium in Agriculture and the Environment*. SSSA Special Publication. 23. *Soil Science of America and American Society of Agronomy*. Madison. WI. 15–50.
- Mayland, H. F.: 1994. Selenium in plant and animal nutrition. In: Frankenberger W. T. – Benson, S. (ed.). *Selenium in the environment*. Marcel-Dekker, New York. 29–34.
- Mikkelsen, R. L. – Page, A. L. – Bingham, F. T.: 1989. Factors affecting selenium accumulation by agricultural crops. In: Jacobs, L. W. (ed.), *Selenium in Agriculture and the Environment*, SSSA Special Publication. 23 *Soil Science of America and American Society of Agronomy*, Madison, WI, 65–94.
- Neal, R. H.: 1995. Selenium. In: Alloway, B. J. (ed.). *Heavy metals in soils*. Blackie Academic & Professional. London. 260–283.
- Oldfield, J. E.: 1999. *Selenium World Atlas*. Selenium–Tellurium Development Association, Grimbergen. Belgium. 83.

- Patócs, I.: 1990. Occurance of heavy metals, toxic elements in the soils of Hungary. In: Pais, I. (ed.). *Hardly known trace elements*. KÉE. Budapest. 19–30.
- Scott, R. C. – Voegeli, P.T.: 1961. Radiochemical analysis of ground and surface water in Colorado. *Colorado Water Conservation Board* (Basic Data Report 7).
- Skinner, C. P.: 1999. Environmental Chemistry of Selenium. *Soil Science Society of America Journal*. 164: 70–72.
- Smith, M. J. – Westfall, B. B.: 1937. Further field studies on the selenium problem in relation to public health. *United States Public Health Report*. 52. 1375–1384.
- STAS-RO- Determinarea conținutului de apă. 9682-2-74.
- Tan, J. N.: 1989. The atlas of endemic diseases and their environments in the People's Republic of China. *Science Press*, Beijing. 194.
- Wang, Z. – Gao, Y.: 2001. Biogeochemical cycling of selenium in Chinese environments. *Applied Geochemistry*. 16: 1345–1351.
- Whanger, P. D.: 2002. Selenocompounds in plants and animals and their biological significance. *Journal of the American College of Nutrition*. 21: 223–232.
- Williams, M. C. – Mayland, H. F.: 1992. Selenium absorbtions by twogrooved milkveth and western wheathgrass from selenomethionine, selenocystine, and selenite. *J. Range Manage.* 45: 374-378.
- Wolnik, K. A. – Fricke, F. L. – Capar, S. G. – Braude, G. L. – Meyer, M. W. – Satzger, R. D. – Kuennen, R. W.: 1983. Elements in major raw agricultural crops in the United States. 2. Other elements in lettuce, peanuts, potatoes, soybeans, sweet corn, and wheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 31: 1244–1249.
- Zhao, F. J. – Lopez-Bellido, F. J. – Gray, C. W. – Whalley, W. R. – Clark, L. J. – McGrath, S. P.: 2007. Effects of soil compaction and irrigation on the concentrations of selenium and arsenic in wheat grain. *Science of the Total Environment*. 372: 433–439.

7. PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN (SAJÁT IRODALOM)



DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR



Nyilvántartási szám: DEENK/174/2015.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Tamás Melinda

Neptun kód: DNKSZB

Doktori Iskola: Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemény(ek) hazai folyóiratban (3)

1. **Tamás M.**, Mándoki Z., Márton M., Mészáros S., Lányi S., Salamon R.V., Salamon S., Albert C., Csapó J.: Különböző őszibúza (*Triticum aestivum* L.) hajtás és búzaszem összesszelén- és szervesszelén-tartalma.
Acta agrar. Kvár. 15 (1), 67-84, 2011. ISSN: 1418-1789.
2. **Tamás M.**, Mándoki Z., Csapó J.: A szelén szerepe az emberi táplálkozásban: A búza szeléntartalmának elemzése (Irodalmi áttekintés).
Acta agrar. Kvár. 15 (1), 45-66, 2011. ISSN: 1418-1789.
3. **Tamás M.**, Mándoki Z., Márton M., Mészáros S., Lányi S., Csapó J.: Különböző talajtípusokon termesztett búzafű (*Triticum aestivum* L.) és búzamag szeléntartalma összefüggésének vizsgálata.
Agrártud. Közl. 41, 117-121, 2010. ISSN: 1587-1282.

Magyar nyelvű tudományos közlemény(ek) külföldi folyóiratban (2)

4. **Tamás M.**, Mándoki Z., Márton M., Mészáros S., Lányi S., Csapó J.: Különböző talajtípusokon termesztett búza (*Triticum aestivum* L.) összes és szerves szelén tartalma közötti összefüggés.
Műszaki Szle. 13 (49), 36-40, 2010. ISSN: 1454-0746.
5. **Tamás M.**, Mándoki Z., Márton M., Mészáros S., Lányi S., Csapó J.: Különböző talajtípusokon termesztett búzafű (*Triticum aestivum* L.) és búzamag szeléntartalma közötti összefüggés.
Műszaki Szle. 48, 47-50, 2009. ISSN: 1454-0746.

Cím: 4032 Debrecen, Egyetem tér 1. □ Postacím: 4010 Debrecen, Pf. 39. □ Tel.: (52) 410-443
E-mail: publikaciok@lib.unideb.hu □ Honlap: www.lib.unideb.hu



Idegen nyelvű tudományos közlemény(ek) külföldi folyóiratban (3)

6. **Tamás, M.**, Csapó, J., Craciun, M.E.: Examination of the Correlation Between Inorganic and Organic Selenium Content of Wheat Grass (*Triticum aestivum* L.) and Wheat Seeds Produced at Different Soil Types.
Rev. Chim. 66 (2), 153-157, 2015. ISSN: 0034-7752.
IF:0.81 (2014)
7. **Tamás, M.**, Csapó, J.: Examination of the selenium content of wheat grasses produced in different soil types in Csik Basin.
Acta Univ. Sap. Alimentaria. 8, 30-44, 2015. ISSN: 1844-881X.
8. **Tamás, M.**, Mándoki, Z., Csapó, J.: The role of selenium content of wheat in the human nutrition: A literature review.
Acta Univ. Sap. Alimentaria. 3, 5-34, 2010. ISSN: 1844-881X.

Magyar nyelvű konferencia közlemény(ek) (1)

9. **Tamás M.**, Mándoki Z., Lányi S., Salamon R.V., Salamon S., András C., Csapó J.: Különböző talajtípusokon termesztett búza (*Triticum aestivum* L.) szeléntartalmának meghatározása.
In: XIV. Nemzetközi Vegyészkonferencia. Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Kolozsvár, 119-123, 2008.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 0,81

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre): 0,81

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2015.09.07.

