



ALPAKA GYAPJÚMINTÁK MIKRO – ÉS MAKROELEM TARTALMA KÉT MAGYAROSZÁGI TELEPEN

PRÁGAI ANDREA - PAJOR FERENC - BODNÁR ÁKOS

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem
Gödöllő

ÖSSZEFOGLALÁS

Célkitűzéseink között szerepelt, hogy felderítsük a hazai alpaka állomány ásványi anyag ellátottságát és ezt összehasonlítsuk a nemzetközi eredményekkel is, alpaka és más kérődzők esetében. Nyírásakor vettünk mintát a gyapjúból, így ez nem jár plusz stresszel az alpakák számára. A kancák és a csődörök között a gyapjú Cu és Zu tartalma tekintetében nem találtunk nagy különbséget. Ca és Fe esetében a kancáknál kaptunk nagyobb értékeket. Az alpakáknál Fe esetében kiugróan magas értéket kaptunk összehasonlítva a juhoknál mért adatokkal. Feltételezéseink szerint ez összefüggésben van azzal, hogy az oxigén felvételhez több Fe-re van szükségük az Andok térségében. A két telepről származó minták szignifikáns eltérést nem tapasztaltunk. Míg a Lengyelországban vizsgált alpakákkal összehasonlítva, a Cu értéke hasonló volt, míg Zn-ből nagyobb értéket kaptak hozzánk képest.

Kulcsszavak: alpaka, gyapjú, mikroelem, Magyarország

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az emberek, az állatok és a növények biológiai folyamataihoz nélkülözhetetlenek az ásványi anyagok és nyomelemek, amelyek egyrészt a szövetek szerkezeti komponenseinek részei, másrészt a folyadékokban elektrolitként működnek, és katalizátorként szolgálnak az endokrin rendszerben vagy az enzimekben (McDowell, 2003). A testbe kerülő ásványi anyagok a szőrben, gyapjában felhalmozódnak, így az állat tápláltsági állapotát is tükrözik. Ezeket az eredményeket fel lehet használni az állat

különféle betegségeinek és anyagcserezavarainak diagnosztizálásában. Az állatok tápláltsági állapota mellett az ásványi anyagok talajban való felhalmozódása is megítélhető ennek segítségével (Faraz, 2020).

A makroelemekre és a nyomelemekre minden fiziológiai funkcióhoz szükség van, ezek támogatják az optimális növekedést, az egészségi állapotot, az immunrendszert, a termelékenységet és a szaporodást (Hostetler et al., 2003; Herdt and Hoff, 2011; Pavlata et al., 2011; Poppenga et al., 2012).

A juhok gyapjúja is, mint más állatok szőre egy sajátos kémiai indikátor, mely a különböző elemek koncentrációját tartalmazza és visszatükrözi a takarmány mennyiségét és minőségét. E mellett a klímára és a környezet állapotára is utal, de további tényezők is hatnak rá, mint az állat fajtája, kora, ivara, egészségi állapota (Ramirez-Perez et al., 2000). Egyes ásványi anyagok különösen fontosak a kérődzők számára, így a bendő fermentációhoz többek között a Cu, a termékenységhez a Cu, Zn, az erőnléthez Cu és Fe (Moritz, 2014). A Ca-nak a csontalkotásban van főként szerepe, és többek között a szívizomzat működéséhez, az izomkontrakcióhoz is szükséges (Bokori et al., 2003). Reynafarje et al. (1968) vizsgálta alpakák vörösvértest- és hemoglobin szintjét. Megállapította, hogy az alpakák (lámák és vikunyak) több Fe-t használnak fel a vörösvértestek képződéséhez, mint amennyit a hasonló magasságon élő helyi lakosok.

Különböző módszerek állnak rendelkezésre az állat szervezetében található ásványi anyagok mennyiségének meghatározására. Legtöbbször ehhez vért vesznek, azonban ez stresszt okoz az állatok számára. Egyes szerzők ún. minimál invazív módszerként gyapjúból vagy szőrből javasolják a nyomelemek koncentrációjának vizsgálatát, mint a nyomelemek hosszú távú állapotának mutatóját a testben (Pavlata et al., 2011; Ghorbani et al., 2015). Például a Zn meghatározására is a legelterjedtebb a vérvétel, de Clauss et al. (2004) a gyapjú minták használatát is javasolja. Mint új és hasznos módszer, a haj elemzése már az 1960-as évek elején megjelent a humán egészségügyben, de a legjelentősebb fejlődés 1990-ben következett be. Ebben az időben javult az emberi haj szerkezetének és fiziológiájának ismerete, valamint a nyomelemek kimutatásának módszere (Bencze, 1990; Chyla és Zyrnicki, 2000).

Healy és Zieleman (1966) Új-Zélandon különböző fajtájú juhok 21 gyapjú mintájának ásványi anyag tartalmát vizsgálta, amelyek 13 különböző típusú talajon legeltek. A kapott eredményeket Amerikai Egyesült Államok béli átlag adatokkal hasonlította össze, melyeket Burns et al. (1964) vizsgált. Az alábbi átlag értékeket kapta: Ca 1,624 ppm., Zn

113 ppm., Cu 33 ppm., Fe 3,7 ppm. *Patkowska-Sokola et al.* (2009) különböző országokban (Lengyelország, Görögország, Szíria), különböző fajtájú juhok (lengyel hegyi, karagounico, awassi) esetében vizsgálta a makro-nyomelem és nehézfém mennyiségét a gyapjában (*1.táblázat*). Booroola és lengyel merinó fajták között például szignifikáns különbséget találtak Ca, Zn és Fe tekintetében (*Gabryszuk et al.*, 2000). *Krośnicka-Bombala* (1996) vizsgálatai azt bizonyítják, hogy a juhgyapjú és kecskeszőr pigment tartalma befolyásolja bizonyos elemek felhalmozódását. A szerző pozitív összefüggéseket talált az eumelanin tartalom, valamint a Fe, Cu koncentráció között. *Żarski* (1988) Lengyelország különböző régióiból származó szarvasmarhák és özek szőrében is változó Ca, Fe, Zn, és Cu tartalomról számolt be, a talaj és a növény elemeinek gazdagságától függően.

1.táblázat: Juhok gyapjójának ásványianyag tartalma (mg/kg) különböző országokban (*Patkowska-Sokola et al.*, 2009)

Table 1: Mineral content of sheep wool (mg/kg) in different countries (*Patkowska-Sokola et al.*, 2009)

Ásványi anyag (1)	Lengyelország	Görögország	Szíria
Ca	1790,0 ± 392,0	2900,0 ± 591,0	1800,0 ± 351,0
Cu	5,30 ± 1,86	6,79 ± 1,33	10,30 ± 3,09
Fe	22,03 ± 3,55	76,70 ± 27,37	513,17 ± 201,79
Zn	88,80 ± 5,45	75,02 ± 3,88	73,62 ± 9,16

Mineral content (1)

20 cigája és 20 dorper fajtájú juh gyapjóját vizsgálta *Szigeti et al.* (2016) a Debreceni Tangazdaság és Tájékutató Intézet Kismacsi Állattenyésztési Kísérleti telepén, hogy milyen hatással van a genotípus és a mintavétel helye az ásványi anyagtartalomra. A mintákat az állatok marjáról, bordatájékáról és a far részről vették. A Mg, Na, S, Se esetében szignifikáns különbséget találtak, de például a Zn nem mutatott fajtához köthető eltérést. Továbbá megállapították, hogy a mintavétel helye nem befolyásolja az ásványi anyagtartalmat a gyapjában, *Ismamov et al.* (2011) kecskék esetében vizsgálta többek között a szőr mikroelem tartalmát. Nyírott szőr esetében Fe esetében 7,37-19,83 mg/kg, Zn esetében 247,99-37,67 mg/kg közötti értékeket talált. Ugyanakkor a mosott kecskeszőr esetén Fe tartalomra 14,29-25,38 mg/kg, Zn tartalomra pedig 28,56-29,59 mg/kg értékeket mért.

Faraz (2020) 18 fiatal marecha tevé szőrmintáját vizsgálta. Az állatok súlya nagyjából megegyező volt, és 3 csoportba osztotta őket ivar, valamint tartásmód (intenzív, félintenzív és extenzív) alapján. A Ca, Cu, Zn és Fe tekintetében szignifikáns különbséget talált a 3 csoportban (2. táblázat). Az intenzív körülmények között tartott állatok értékei magasabbak voltak. Ivar tekintetében arra jutott, hogy a hím tevék esetében mindig nagyobb ásványi anyagtartalmat kapott, a nőivarúakhoz képest.

2. táblázat: Marecha tevék szőrének ásványianyag tartalma (Faraz, 2020)
Table 2: Mineral content of Marecha camel hair (Faraz, 2020)

Ásványi anyag (1)	Intenzív		Fél intenzív		Extenzív	
	Csődör (3 db) (2)	Kanca (3 db) (3)	Csődör (3 db) (2)	Kanca (3 db) (3)	Csődör (3 db) (2)	Kanca (3 db) (3)
Ca (g/dl)	685,0±25,3	595,7±38,0	523,2±39,2	486,0±8,7	529,8±15,9	498,7±23,2
Cu (g/dl)	7,0±0,4	6,7±0,4	5,6±0,3	4,3±0,4	5,7±0,4	4,5±0,1
Zn (g/dl)	65,3±2,9	59,3±3,0	55,5±1,0	43,8±1,5	59,3±2,4	46,9±1,8
Fe (g/dl)	322,2±6,3	311,1±6,3	294,2±5,1	239,9±7,8	300,6±3,1	242,3±4,7

Mineral content (1) Male (2) Female(3)

Bhakat et al. (2009) Indiában szintén fiatal tevék szőrét vizsgálta. Eredményei szerint a félintenzív körülmények közt volt nagyobb a mikro- és makroelemek koncentrációja.

Holasová et al. (2017) 23 láma és 54 alpaka gyapjút elemezte a szerint, hogy milyen hatással van az ásványi anyag tartalomra a kor, az ivar, a gyapjú színe és a faj. Cu esetében 9, 70 mg/kg-ot mértek átlagosan lámák esetében, alpakáknál 10,22 mg/kg-ot. Zn-ből 145,20 mg/kg-ot lámáknál, alpakáknál 129,81 mg/kg volt az átlagos érték a gyapjában. Az állatok ivara és a gyapjú színe szignifikáns különbséget nem okozott a kapott értékekben.

ANYAG ÉS MÓDSZER

2014 májusában két alpaka tenyésztő farmról, 5-5 állattól vettünk gyapjú mintát, amikor az alpakákat megnyírták. Az alpakák közül 3 hím- és 7 nőivarú egyed volt, korukat tekintve felnőttek (3 évesek elmúltak). A tartás és a takarmányozás lényegében hasonló. Legelőre alapozott, kiegészítésként tápot és szénát kapnak. A minták számozása során az „A” farm állatai 1-től 5-ig kapták a számokat, a „B” farm pedig 6-tól 10-ig. A gyapjút az alpakák oldaláról vettük, légmentes simítózáras tasakban tároltuk, majd elszállítottuk

őket a laboratóriumba. A mintákat a Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Környezettudományi Intézet, Környezeti Kémiai és Hulladékgazdálkodási Tanszékének laborjában vizsgálták. A minták előkészítése CEM MARS 5 nagynyomású feltáró géppel történt, 0,25-0,40 g légszáraz mintához 10 mL 65 m/m% HNO₃ hozzáadásával. A roncsolási program 800 W, 500 PSI és 190°C, mely során a felfutási idő: 20 perc, szinten tartási idő: 40 perc, visszahűtési idő: 20 perc. A műszeres méréshez HORIBA JOBIN YVON ACTIVA-M ICP-OES spektrométert használtak. A plazma teljesítmény: 1000 W, porlasztási sebesség: 0.85 mL/min, porlasztógáz nyomás: 2.86 bar, plazmagáz sebesség: 13.18 L/min, burkológáz sebesség: 0.83 L/min. A méréshez MERCK CertiPUR ICP multielit 1.11355.0100 oldatot használtak. A mért értékeket vakpróbával korrigálták, és re-kalibrációval ellenőrzésre kerültek. A mérés 105°C-on szárított, légszáraz mintából történt.

Az eredmények kiértékelése Microsoft Excel táblázatkezelő szoftver segítségével, valamint GraphPad InStat programmal történt.

EREDMÉNYEK

Vizsgálataink során Ca-ból a 2. és 8. számú kancánál találtuk a legmagasabb értéket (3. táblázat), Cu-ból az 1. és 2. számúnál. Fe-ből a 10. számú alpaka gyapjúja tartalmazta a legtöbbet, Zn esetén az 1. és 2. állaté. A legalacsonyabb értékeket a 9. számú kancánál mértük a B telepen minden ásványianyag tekintetében.

3. táblázat: Alpaka kancák gyapjójának ásványianyag tartalma (2014)
Table 3: Mineral content of wool of mare alpacas (2014)

Ásv.anyag (mg/kg) (1)	Kancák (2)						
	1	2	3	6	8	9	10
Ca	1234±6	2627±50	1446±14	1330±16	2627±65	607±9	2102±36
Cu	13,87±0	13,96±0,02	9,42±0,09	11,62±0,11	10,79±00	6,96±0,09	9,83±0,01
Fe	1457±4	3760±41	1456±21	3280±10	3606±53	718±1	5673±55
Zn	123,6±0,5	123,7±0,6	110,8±1,3	108,9±1,2	108,4±1,5	88,5±0,4	86,6±2,8

Mineral content (1) Mares (2)

Az A és B telepen is találhatóak voltak 2000 mg/kg feletti értékek Ca esetében. Cu-nél az A telepen két kancánál mértünk magasabb értéket a többi kancához képest. Fe

tekintetében a B telepen több magas érték volt található. Zn-ből a 9. számú kanca mellett a 10. számú is kisebb értékeket produkált a B telepen.

A csődöröknél az 5. számú állat minden értéke szignifikánsan alacsonyabb volt, mint a másik kettőé (4.táblázat), ezt a kora is okozhatta, mivel az egy idősebb állat volt, ami befolyásolhatta a takarmány felvételt. A 4. számú csődör Ca, Cu és Zn értékei voltak a legmagasabbak a csődörök közül. Fe tekintetében a 7. számú állat gyapjúja tartalmazta a legtöbbet, a legkevesebbet az 5. csődöré. Ez az állat hasonlóan alacsony értéket mutatott, mint a kancáknál a B telepről származó 9. egyed.

4. táblázat: Alpaka csődörök gyapjójának ásványianyag tartalma (2014)
Table 4: Mineral content of wool from alpaca stallions (2014)

Ásv.anyag (mg/kg) (1)	Csődörök (2)		
	4	5	7
Ca	2048±19	1222±43	1741±19
Cu	11,74±0,01	9,53±0,07	10,04±0,01
Fe	2729±29	774±3	2833±18
Zn	113,2±2,6	107,1±0,5	105,8±0,6

Mineral content (1) Males (2)

Az A telepen mértünk Ca-ból és Cu-ból a legkisebb és a legnagyobb értéket is (5. táblázat). Fe-ből a B telep csődöre nagyobb értéket mutatott, mint az A telep 4. számú csődöre. Csak a Zn esetén találtunk kisebb eltérést a két telep között. A két telep átlag értékeit tekintve, az A telepen Ca, Cu és Zn volt magasabb a B telephez képest. Míg Fe-ből a B telepen mértünk magasabb koncentrációt az A telephez képest. A két ivar átlagértékeit tekintve elmondhatjuk, hogy a gyapjú Ca- és a Fe-tartalma a kancák esetében kissé magasabb volt, mint a csődöröknél. Cu tekintetében közel azonos értéket kaptunk.

5. táblázat: A különböző ásványi anyagok átlagos értékei és szórása ivaronként és telepenként (mg/kg)

Table 5: Average values and standard deviation of different minerals by sex and farm (mg/kg)

Ásványi anyag (1)	Telep A	Telep B	P	Kanca (2)	Csödör (3)	P	Összesen
	n=5	n=5		n=7	n=3		n=10
Ca	1715,4±610,2	1681,4±766,9	N.S.	1710,4±763,0	1670,3±417,5	N.S.	1690,35
Cu	11,7±2,2	9,8±1,8	N.S.	10,9±2,5	10,4±1,2	N.S.	10,65
Fe	2035,2±1195,5	3222±1773,4	N.S.	2850±1731,2	2112±1159,9	N.S.	2481
Zn	115,7±7,6	99,6±11,1	*	107,2±14,9	108,6±4,0	N.S.	107,9

Mineral content (1) Females (2) Males (3)

A négy elem közül csak a Zn esetében kaptunk nagyobb értéket a csödörök esetében.

A 6. táblázat első oszlopa tartalmazza az általunk vizsgált alpakák gyapjójának átlagos ásványi anyag tartalmát. Az átlagértékeket tekintve Cu esetében szinte ugyanazt az értéket kaptuk, mint *Holasová et al.* (2017), míg Zn esetében az általunk kapott szám kisebb, mint az az említett irodalomban található. *Liu et al.* (1994) tevéknél kisebb, 3.5 mg/kg értéket mért Cu esetében. Általánosan megállapítható, hogy a vizsgálatba bevont alpakák gyapjója Zn-ben gazdagabb volt azon juhok gyapjójához képest, melyeket *Patkowska-Sokola et al.* (2009) vizsgált. Ca-ból az alpakák gyapjója kevesebbet tartalmazott, mint az általuk vizsgált lengyelországi, görögországi és szíriai juhok gyapjója. Ugyanakkor Fe-ből az alpakák gyapjója átlagosan 2481 mg/kg-ot tartalmazott, míg a *Patkowska-Sokola et al.* (2009) által vizsgált juhoké Lengyelországban 22.03 mg/kg-ot. A legnagyobb értéket Szíriában mérték (73.62 mg/kg), de az alpakák mért eredményeitől ez is messze elmarad. *Isamov et al.* (2011) 7.37 és 25.38 mg/kg-ot talált kecskeszőr esetében. Az általunk kapott eredmények Cu tekintetében hasonlóak, mint a külföldi adatok. A Zn esetében a hazai adatok elmaradnak a Lengyelországban mért adatoktól. Más kérdéssel összehasonlítva, az alpakák gyapjója szignifikánsan több Fe-t tartalmaz. A Fe mennyisége azzal is összefüggésben állhat, hogy az alpakák eredetileg az Andok ritkább levegőjű magashegyi, fennsíki területein élnek, és a megfelelő oxigén felvételhez szükséges a nagyobb mennyiségű Fe. *Reynafarje et al.* (1968) is arra a megállapításra jutott, hogy az alpakák több Fe-t használnak fel, mint az ott élő emberek.

6. táblázat: Különböző állatok gyapjójának átlagos ásványianyag tartalma (mg/kg)
 Table 6: Average mineral content of wool from different animals (mg/kg)

Ásványi anyag (1)	Alpaka	Láma ₁	Alpaka ₁	Juh ₂
Ca	1690.35	na.	na.	1790.0-2900.0
Cu	10.65	9.70	10.22	5.30-10.30
Fe	2481	na.	na.	22.03-513.17
Zn	107.9	145.20	129.81	73.62-88.80

¹Holasová et al., 2017, ²Patkowska-Sokola et al., 2009 Mineral content (1)

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A két telep között nem tapasztaltunk nagy eltéréseket a mért paraméterekben, az alpakák inkább egyedenként mutattak különböző eredményeket. A hazai mérési adatok hiánypótlóak, további vizsgálatokkal kiegészítve segíthetnek az alpakák egészségének megőrzésében, a jó minőségű gyapjú előállításban, optimális takarmányozás kialakításában, mivel az ásványi anyagok felhalmozódnak a gyapjában, ezáltal jelzik az állat tápláltsági és egészségi állapotát. Javasolható az alpaka tartók számára, hogy nyírásakor vegyenek mintát a gyapjából és vizsgáltsák meg annak ásványi anyagtartalmát. Praktikus a mintákat nyírásakor begyűjteni, mert akkor a mintavétel nem okoz többlet stresszt az állatoknak.

MICROELEMENT CONTENT OF ALPACA WOOL SAMPLES IN TWO HUNGARIAN FARMS

ANDREA PRÁGAI - FERENC PAJOR - ÁKOS BODNÁR
 Hungarian University of Agriculture and Life Sciences
 Gödöllő

Our objective was to explore the mineral supply of the domestic alpaca population and to compare this data with international results in the case of alpacas and other ruminants. We sampled the wool at shear, so this does not add extra stress to the alpacas. We did not find much difference between mares and stallions in terms of Cu and Zn. In the case of Ca and Fe, we obtained higher values in mares. Fe has a remarkably high value compared to the data measured in sheep. We hypothesize that this is related to the fact that they need

more Fe in the Andean region to absorb oxygen. No significant difference was observed between the two farms alpacas. While compared to the alpacas studied in Poland, the value of Cu was similar, and they obtained a higher value of Zn compare to us.

Keywords: alpaca, wool, microelement, Hungary

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Munkánkat az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú pályázat támogatta.

IRODALOMJEGYZÉK

Bencze K (1990): What contribution can be made to biological monitoring by hair analysis? *Fresen J Anal Chem* 338: 58–61

Bhakat, C., Saini, N. and Pathak, K.M.L., (2009): Growth characteristics, economics and hair mineral status of camel calves reared in different systems of management. *Indian J. Anim. Sci.*, 79: 932-935.

Bokori, J., Gundel, J., Herold, I., Kakuk, T., Kovács, G., Mézes, M., Schmidt, J., Szigeti, G., Vincze, L. (2003): A takarmányozás alapjai, Mezőgazda Kiadó, 49.

Burns, R. H., Johnston, A., Hamilton, J. W., McColloch, R. J., Duncan, W. E., & Fisk, H. G. (1964). Minerals in domestic wools. *Journal of animal science*, 23(1), 5-11.

Chyla MA, Zyrnicki W (2000): Determination of metal concentrations in animal hair by the ICP method – comparison of various washing procedures. *Biol Trace Elem Res* 75: 187-194

Clauss M, Lendl Ch, Schramel P, Streich WJ (2004): Skin lesions in alpacas and llamas with low zinc and copper status – a preliminary report. *Vet J* 167: 302-305

Faraz, A. (2020). Blood biochemical and hair mineral profile of camel calves reared under different management systems. *Pakistan Journal of Zoology*, 2020b,(Online First Articles). [http://dx. doi. org/10.17582/journal. pjz/20190430140425](http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20190430140425).

Gabryszuk M, Klewicz J, Czauderna R, Baranowski A, Kowalczyk J (2000) The content of mineral compounds in sheep wool depending on the breed and physiological state. *Rocz Nauk Zoot Suppl* 5, 147-51 [in Polish]

Ghorbani A, Mohit A, Kuhi HD (2015): Effects of dietary mineral intake on hair and serum mineral contents of horses. *J Equine Vet Sci* 35: 295-300

- Healy, W. B., & Zielemann, A. M. (1966). Macro-and micro-element content of new zealand wool. *New Zealand journal of agricultural research*, 9(4), 1073-1078.
- Herdt TH, Hoff B (2011): The use of blood analysis to evaluate trace mineral status in ruminant livestock. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 27, 255–283.
- Holasová, M., Pechová, A., & Husáková, T. (2017). The evaluation of Cu, Zn, Mn, and Se concentrations in the hair of South American camelids. *Acta Veterinaria Brno*, 86(2), 141-149.
- Hostetler CE, Kincaid RL, Mirando MA (2003): The role of essential trace elements in embryonic and fetal development in livestock. *Veterinary Journal* 166, 125–139.
- Isamov, N. N., Gubareva, O. S., Sidorova, E. V., & Isakova, V. N. (2014). Distribution of microelements in goats. *Russian agricultural sciences*, 40(1), 67-69.
- Krośnicka-Bombala R. (1996) Influence of a season of the year and a colour on pigment and microelements content in a coat of differently coloured sheep and goats. *Zesz Nauk Przeg Hod PTZ* 23, 117-32 [in Polish]
- Liu Z-P, Ma Z, Zhang Y-J (1994): Studies on the relationship between sway disease of Bactrian camels and copper status in Gansu province. *Vet Res Commun* 18: 251-260
- McDowell LR (ed.) (2003): *Minerals in Animal and Human Nutrition*. 2nd edn. Elsevier Science, Amsterdam. xvi + 644 pp.
- Moritz A (ed.) (2014): *Clinical Laboratory Diagnostics in Veterinary Medicine* (in German). 7th edn. Schattauer, Stuttgart. xxii + 934 pp
- Patkowska-Sokoła, B. O. Ž. E. N. A., Dobrzański, Z. B. I. G. N. I. E. W., Osman, K. H. A. L. I. L., Bodkowski, R., & Zygadlik, K. (2009): The content of chosen chemical elements in wool of sheep of different origins and breeds. *Archives Animal Breeding*, 52(4), 410-418.
- Pavlata L, Chomat M, Pechova A, Misurova L, Dvorak R (2011): Impact of long-term supplementation of zinc and selenium on their content in blood and hair in goats. *Veterinarni Medicina* 56, 63–74.
- Poppenga RH, Ramsey J, Gonzales BJ, Johnson CK (2012): Reference intervals for mineral concentrations in whole blood and serum of bighorn sheep (*Ovis canadensis*) in California. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 24, 531–538.

Ramirez-Perez AH, Buntinx SE, Rosiles R (2000): Effect of breed and age on voluntary intake and the micromineral status of non-pregnant sheep. Micromineral status. Small Rumin Res 37, 231-42

Reynafarje, C., Faura, J., Paredes, A., & Villavicencio, D. (1968): Erythrokinetics in high-altitude-adapted animals (llama, alpaca, and vicuña). *Journal of Applied Physiology*, 24(1), 93-97.

Szigeti, E., Kátai, J., Komlósi, I., Oláh, J., & Szabó, C. (2016): The effect of genotype and the location of sampling on the mineral content of wool. *Acta Agraria Debreceniensis*, (69), 157-160.

Żarski TP (1988): A recognition and an assessment of different methods of prevention and liquidation of mineral deficiencies in domestic and wild ruminants. SGGW-AR, Warszawa [in Polish]

A szerzők levélcíme –Address of the authors:

Prágai Andrea
Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal
1024 Budapest Keleti K.u.24.
pragai.andrea@gmail.com

Pajor Ferenc
Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem
2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
Pajor.Ferenc@uni-mate.hu

Bodnár Ákos
Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem
2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
Bodnar.Akos@uni-mate.hu