

Ca akumuliacija sausumos ekosistemos skirtingų biotopų testinėse augalų rūšyse

**Ineta Gudeliėnė,
Rimantė Dušauskienė Duž,
Danutė Marčiulionienė**

*Botanikos institutas,
Radioekologijos laboratorija,
Žaliųjų ežerų g. 49,
LT-08406 Vilnius*

Ištirta kalcio (Ca) koncentracija Dzūkijos (Varėnos r.) ir Žemaitijos (Plungės r.) nacionalinių parkų skirtingų biotopų augaluose (antžeminėje ir požeminėje jų dalyse): miško (*Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis arundinacea*, *Hylocomium splendens*), pievos (*Hypericum perforatum*, *Dactylis glomerata*, *Amblystegium serpens*, *Campylium protensum*) ir pelkės (*Calluna vulgaris*, *Ledum palustre*, *Sphagnum* sp.) bei šių augalų augaviečių dirvožemyje. Įvertinta Ca akumuliacijos augaluose priklausomybė nuo jų rūšies, augimo biotopo, augalo ir dirvožemio mineralizacijos bei nuo šio elemento koncentracijos dirvožemyje.

Raktažodžiai: Ca koncentracija, sausumos augalai, augalų morfologiniai ypatumai, dirvožemis, biotopas, sklaida

ĮVADAS

Žemės šarminis metalas kalcis (Ca) yra svarbi dirvožemio sudėtinė dalis. Pagrindiniai šio elemento šaltiniai dirvožemyje – tai mineralai, kurių sudėtyje yra kalkių, dolomito, kreidos, gipso, taip pat mergelio ir karbonatinių morenų uolienos. Yra žinoma, kad sausame dirvožemyje Ca yra daugiau nei drėgname, tačiau nepriklausomai nuo drėgmės režimo jis dirvožemyje išlieka judrus. Ca iš dirvožemio yra lengvai išplaunamas, ypač augalų gerai pasisavinamos joninės bei karbonatinės jo formos (Горышина, 1979).

Ca yra ne tik dirvožemio sudėtinė dalis, bet ir makroelementas. Augale šis elementas yra įvairių junginių sudėtyje ir jame atlieka struktūrinę funkciją: palaiko ląstelės sienelės tvirtumą (Рудакова и др., 1987), iš Ca pektato sudarytos plokštelės suklijuoja skirtingų ląstelių sienelės (Ильин, 1985), šis elementas, kaip ir kiti katijonai, stabilizuoja tretinę RNR struktūrą (Рудакова и др., 1987). Ca dalyvauja ir neutralizuojant bei šalinant organines rūgštis (Ильин, 1985), pvz., gana toksišką metabolizmo produktą oksalo rūgštį (Finley, 1999). Pagrindinė joninės formos šio elemento funkcija yra išorinio, augalo ir ląstelės atžvilgiu, signalo perdavimas. Daugelis autorių išskiria šias pagrindines signalines Ca funkcijas: atsaką į fitohormonus (auksinus, abscido rūgštį), abiotinius aplinkos veiksnius (šviesą, temperatūros pokyčius, vandens trūkumą, gravitacijos vektoriaus pokytį, vėją, oksidacinį stresą, mechaninį poveikį, padidėjusį druskingumą ir kt.), taip pat patogeninių ligų sukėlėjus (Maksimov et al., 2001; Reddy, 2000; Albrecht et al., 2001).

Ypatinga Ca svarba augalo fiziologijoje paskatino nuodugniau patyrinėti šio elemento akumuliaciją iš dirvožemio į augalą. Šie duomenys yra būtini tiriant ^{90}Sr sklaidą sistemoje dirvožemis–augalas, nes Ca yra biologinis ir cheminis ^{90}Sr analogas (Балабуха, Фрадкин, 1958), todėl pasirinktos testinės rūšys, kurios naudojamos tiriant ^{90}Sr akumuliaciją augaluose (Dušauskienė Duž, 1999a; 1999b).

Darbo tikslas – ištirti Ca koncentraciją miško, pievos ir pelkės biotopų testinėse augalų rūšyse (antžeminėje ir požeminėje dalyse) bei jų augaviečių dirvožemyje; įvertinti šio elemento akumuliaciją augaluose priklausomai nuo jų mineralizacijos, šaknų tipo bei biotopo; nustatyti Ca sklaidos sistemoje dirvožemis–augalas ypatumus.

Straipsnis yra kompleksinio Ca bei ^{90}Sr akumuliacijos dirvožemyje ir augaluose tyrimo pirmoji dalis. Tuose pačiuose dirvožemio ir augalų ėminiuose bus atlikti ^{90}Sr akumuliacijos tyrimai. Gauti duomenys įgalins palyginti Ca ir ^{90}Sr sklaidos sistemoje dirvožemis–augalas dėsningumus.

TYRIMŲ OBJEKTAS IR METODAI

Augalų (antžeminės ir požeminės dalies) bei dirvožemio ėminiai buvo surinkti 2002 m. birželį ir rugsėjį Dzūkijos (Varėnos r.) bei Žemaitijos (Plungės r.) nacionaliniuose parkuose. Abiejuose regionuose buvo paimti analogiški augalų ir dirvos ėminiai trijuose skirtinguose biotopuose: miško (*Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis arundinacea*, *Hylocomium splendens*), pievos (*Hypericum perforatum*, *Dactylis glomerata*, *Amblystegium serpens* (Varėna), *Campylium pro-*

tensum (Plungė)) bei pelkės (*Calluna vulgaris*, *Ledum palustre*, *Sphagnum* sp.). Skirtinguose pievos biotopuose surinktose samanose *A. serpens* ir *C. protensum* Ca koncentracija statistiškai patikimai nesiskyrė, todėl toliau jos bus vadinamos pievos samanos, o rezultatai pateikiami kartu.

Ėminiai džiovinti kambario temperatūroje iki orausės masės ir deginti 400–500°C temperatūroje. Augaluose ir dirvožemyje buvo nustatytas sauso/pelenų svorių santykis – mineralizacijos koeficientas (išreikštas santykiniais vienetais), kuris parodo mineralizacijos lygį, t. y. kuo didesnis mineralizacijos koeficientas, tuo mažesnė mineralizacija. Apskaičiuotas Ca kaupimo faktorius (koncentracijos augale ir dirvožemyje santykis, kuris išreiškiamas santykiniais vienetais) sistemoje dirvožemis–augalas. Ca koncentracija nustatyta titravimo metodu (titruojama $KMnO_4$) (Алексеев, 1958). Statistinė analizė atlikta naudojant kompiuterinę GraphPad InStat programą, rezultatų patikimumas įvertintas pagal Stjudento t testą. Skirtumai buvo laikomi statistiškai patikimais, kai $P < 0,05$.

TYRIMŲ REZULTATAI IR DISKUSIJA

Ištyrus Ca koncentraciją sausumos ekosistemos testinėse augalų rūšyse nustatyta, kad ji priklausomai nuo jų rūšies ir augimo biotopo gana plačiai kito: antžeminėje augalų dalyje nuo 1,1 iki 9,9, o požeminėje nuo 0,3 iki 2,9 g/kg sauso svorio (s. sv.). Miško biotope tiek antžeminėje, tiek požeminėje augalo dalyse daugiausia Ca akumuliuosi *V. myrtillus*, pievos biotope antžeminėje augalo dalyje – samanoje, o požeminėje dalyje – *H. perforatum*, pelkės biotope ir antžeminėje, ir požeminėje dalyse – *L. palustre* (lentelė).

Tirtus augalus pagal jų biologines savybes galima suskirstyti į tris grupes: samanas (*H. splendens*, *A. serpens*, *C. protensum*, *Sphagnum* sp.), žolinius augalus (*C. arundinacea*, *H. perforatum*, *D. glomerata*) bei krūmokšnius ir puskrūmius (*V. myrtillus*, *C. vulgaris*, *L. palustre*). Iš šių trijų augalų grupių didžiausia Ca koncentracija antžeminėje augalo dalyje pasižymi krūmokšniai ir puskrūmiai ($5,42 \pm 0,76$ g/kg s. sv.), o mažiausia – žoliniai augalai ($3,66 \pm 0,42$ g/kg s. sv.). Didesnę Ca koncentraciją krūmokšnių ir puskrūmių antžeminėje dalyje galima paaiškinti tuo, kad augaluose Ca atlieka struktūrinę funkciją. Pagal Ca koncentracijos didėjimo tendenciją augaluose priklausomai nuo jų biologinių savybių juos galima išdėstyti šitokia seka: krūmokšniai ir puskrūmiai > samanos > žoliniai augalai.

Nustatyta, kad vidutinė Ca koncentracija antžeminėje augalų dalyje buvo didžiausia krūmokšniuose ir puskrūmiuose ($5,42 \pm 0,76$ g/kg s. sv.), o mažiausia žoliniuose augaluose ($3,66 \pm 0,42$ g/kg s. sv.), bet skirtumai statistiškai nepatikimi. Požeminėje augalų dalyje Ca koncentracija žoliniuose augaluose buvo didesnė ($2,13 \pm 0,3$ g/kg s. sv.) nei krūmokšniuose ir puskrūmiuose ($1,76 \pm 0,19$ g/kg s. sv.). Skirtumas statistiškai nepatikimas. Kaip jau minėta, Ca atlieka struktūrinę funkciją augaluose, tai gali būti viena priežasčių, kodėl antžeminėje sumedėjusių augalų dalyje nustatytos didesnės Ca koncentracijos nei samanoje ir žolinių augalų antžeminėje dalyje.

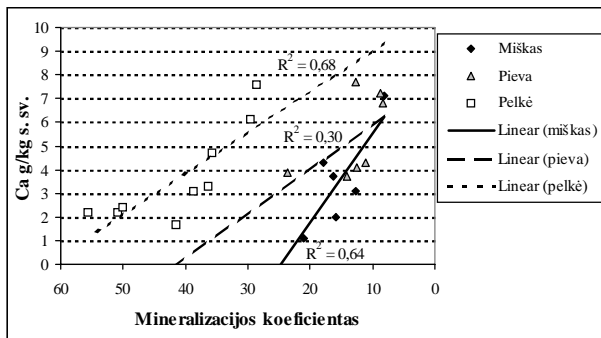
Nustatyta, kad pievos biotope augančiuose augaluose tiek antžeminėje, tiek požeminėje jų dalyse vidutinė Ca koncentracija buvo statistiškai patikimai didesnė negu augaluose, augančiuose pelkėje (atitinkamai $P = 0,0391$ ir $P = 0,0026$), o šio elemento

Lentelė. Ca koncentracija skirtingų biotopų augaluose ir jų mineralizacijos koeficientai

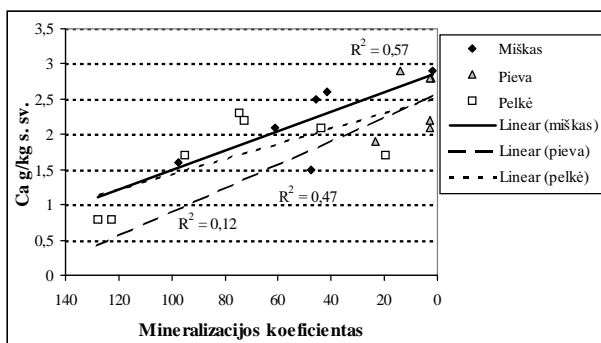
Rūšis	Augalo antžeminė dalis				Augalo požeminė dalis			
	Ca koncentracija (g/kg s. sv.)			mineralizacijos koeficientas	Ca koncentracija (g/kg s. sv.)			mineralizacijos koeficientas
	birželis	rugsėjis	vidutiniškai	vidutiniškai	birželis	rugsėjis	vidutiniškai	vidutiniškai
Miško biotopas								
<i>Hylocomium splendens</i>	4,2	4,4	4,3	24,4	–	–	–	–
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	2,4	2,6	2,5	16,5	1,8	1,0	1,4	37,6
<i>Vaccinium myrtillus</i>	7,4	8,6	8,0	28,0	2,4	2,0	2,2	49
Pievos biotopas								
Pievos samanos	7,5	5,4	6,4	8,9	–	–	–	–
<i>Dactylis glomerata</i>	4,0	4,7	4,4	10,5	2,5	2,5	2,5	2,6
<i>Hypericum perforatum</i>	4,7	–	4,7	23,6	2,9	–	2,9	18,7
Pelkės biotopas								
<i>Sphagnum</i> sp.	2,7	2,4	2,6	39,1	–	–	–	–
<i>Calluna vulgaris</i>	2,3	2,3	2,3	53,3	0,8	1,2	1,0	83,5
<i>Ledum palustre</i>	5,2	6,8	6,0	31,2	1,9	2,3	2,1	71,7

koncentracija pievos biotopo augalų požeminėje dalyje buvo didesnė nei augančiųjų miške ($P = 0,0443$) (lentelė). Statistiškai patikimo skirtumo tarp šio elemento koncentracijų miško ir pelkės biotopų augaluose nei antžeminėje, nei požeminėje jų dalyse nenustatyta (atitinkamai $P = 0,1802$ ir $P = 0,5609$).

Augalų mineralizacijos koeficientai rodo (1 lentelė), kad tiek antžeminėje, tiek požeminėje augalų dalyse mineralizacija buvo statistiškai patikimai didžiausia pievos biotopo, o mažiausia pelkės biotopo augaluose. Miško ir pelkės augaluose nustatytas tiesioginis Ca koncentracijos juose ir jų mineralizacijos proporcingumas, kuris labiau išreikštas antžeminėje nei požeminėje jų dalyje (1, 2 pav.). Antžeminėje augalų dalyje šis proporcingumas labiausiai išreikštas pelkės biotopo augaluose ir nežymiai silpniau miško biotopo augaluose. Pievos biotope šio proporcingumo nenustatyta (1 pav.). Ca koncentracijos požeminėje tirtų augalų dalyje ir jų mineralizacijos proporcingumas išryškėjo tik miško biotopo augaluose. Pelkėje augančiuose augaluose šis proporcingumas buvo išreikštas labai silpnai, o pievos biotopo augaluose jo nenustatyta (2 pav.). Tai rodo, kad Ca koncentracija tik miško ir pelkės biotopų augaluose priklauso nuo jų mineralizacijos.



1 pav. Ca koncentracijos skirtingų biotopų augalų antžeminėje dalyje ir jų mineralizacijos proporcingumas
Fig. 1. Dependence of Ca concentration on mineralization of overground part of plants from various biotops

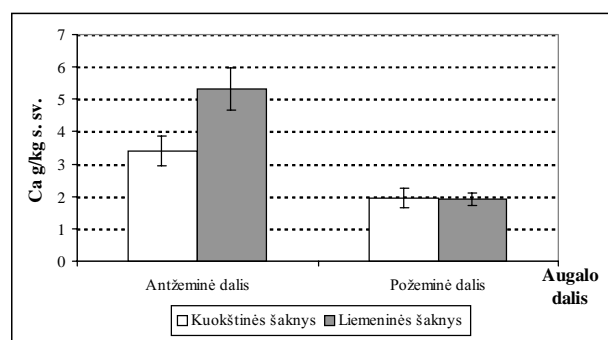


2 pav. Ca koncentracijos skirtingų biotopų augalų požeminėje dalyje ir jų mineralizacijos proporcingumas
Fig. 2. Dependence of Ca concentration on mineralization of underground part of plants from various biotops

Vidutinė Ca koncentracija tirtų biotopų augaluose tiek antžeminėje, tiek požeminėje jų dalyse Varėnos ir Plungės regionuose statistiškai patikimai nesiskyrė (atitinkamai $P = 0,8750$ ir $P = 0,8385$). Antžeminėje ir požeminėje augalų dalyse šio elemento koncentracija taip pat statistiškai patikimai nesiskyrė birželį bei rugsėjį (atitinkamai $P = 0,8093$ ir $P = 0,4441$) (lentelė). Yra žinoma, kad augaluose Ca yra mažai judrus, o senose augalo dalyse jo koncentracija didesnė nei jaunose, todėl augalo vegetacijos pabaigoje Ca koncentracija jame būna didesnė nei pradžioje (Ильин, 1985; Duesing, 1985). Reikia manyti, kad birželį ir rugsėjį šio elemento koncentracijos augaluose skirtumų galėjo neišryškėti todėl, kad tyrimams buvo paimti tik gyvi augalai (pašalinus apmirusius lapus). Antra vertus, birželio antroje pusėje daugumos tirtų augalų vegetacija jau buvo pasiekusi brandą, todėl siekiant įvertinti Ca koncentracijos augaluose priklausomybę nuo vegetacijos sezono, reikėtų atlikti tyrimus ir pavasarį.

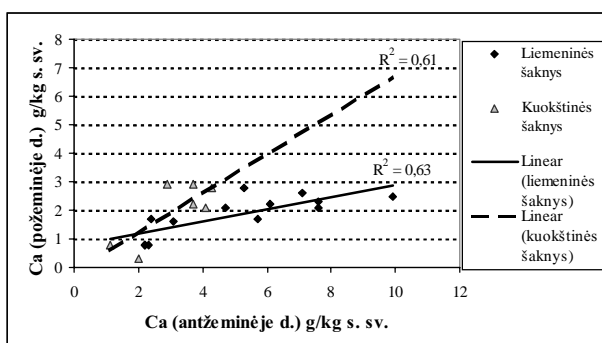
Visuose tirtuose augaluose Ca koncentracija antžeminėje jų dalyje buvo didesnė nei požeminėje ir priklausomai nuo augalo rūšies šis santykis kito nuo 1,8 (*D. glomerata* ir *C. arundinacea*) iki 3,6 (*V. myrtillus*) karto (1 lentelė). Vidutinė Ca koncentracija tirtų augalų antžeminėje dalyje ($4,6 \pm 0,49$ g/kg s. sv.) buvo 2,3 karto didesnė nei vidutinė šio elemento koncentracija jų požeminėje dalyje ($1,9 \pm 0,17$ g/kg s. sv.). Šis skirtumas yra statistiškai patikimas ($P < 0,0001$). Panašius tyrimų rezultatus pateikia ir E. Rudakova su bendraautorais (Рудакова и др., 1987). Jų duomenimis, Ca koncentracija antžeminėje augalo dalyje buvo 2–3 kartus didesnė nei požeminėje.

Nustatyta, kad augaluose su liemeninėmis šaknimis (*H. perforatum*, *V. myrtillus*, *C. vulgaris*, *L. palustre*) vidutinė Ca koncentracija antžeminėje jų dalyje buvo 1,6 karto didesnė nei augaluose su kuokštinėmis šaknimis (*C. arundinacea*, *D. glomerata*) (3 pav.). Šis skirtumas yra statistiškai patikimas ($P =$



3 pav. Ca koncentracija augaluose priklausomai nuo jų šaknų tipo
Fig. 3. Ca concentration in plants depending on their root type

= 0,0300). Tačiau Ca koncentracija požeminėje augalų su liemeninėmis ir su kuokštinėmis šaknimis dalyje statistiškai patikimai nesiskyrė ($P = 0,9683$). Tai rodo, kad Ca akumuliaciją tirtų augalų antžeminėje dalyje gali sąlygoti jų šaknų tipas. Vidutinė Ca koncentracija samanose ($4,4 \pm 0,55$ g/kg s. sv.), antžeminėje krūmokšnių ir puskrūmių bei žolinių augalų dalyje nepriklausomai nuo jų šaknų tipo statistiškai patikimai nesiskyrė (atitinkamai $P = 0,1845$ ir $P = 0,3100$). Augaluose tiek su liemeninėmis, tiek su kuokštinėmis šaknimis nustatytas tiesioginis Ca koncentracijos antžeminėje ir požeminėje augalo dalyse proporcingumas (4 pav.).

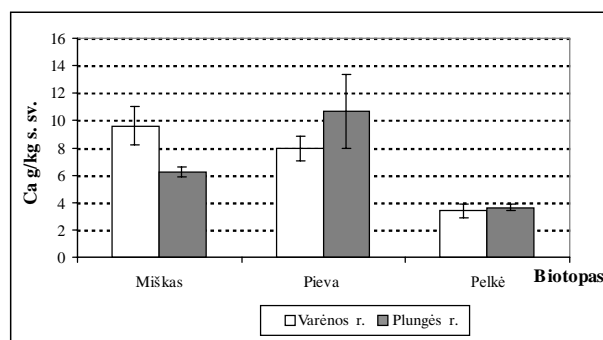


4 pav. Ca koncentracijos antžeminėje ir požeminėje augalo dalyse proporcingumas
Fig. 4. Relation between of Ca concentration in overground and underground parts of plants

Ca akumuliacija augaluose gali priklausyti nuo jo koncentracijos dirvožemyje. Ištyrus šio elemento koncentraciją tirtų augalų augaviečių dirvožemyje nustatyta, kad vidutinė Ca koncentracija ir mineralizacija miško biotopo dirvožemyje Varėnos regione buvo statistiškai patikimai didesnės negu Plungės regione (atitinkamai $P = 0,0157$ ir $P = 0,0093$), o pelkės ir pievos biotopuose tiek šio elemento koncentracija skirtingų regionų dirvožemiuose (5 pav.), tiek jų mineralizacija statistiškai patikimai nesiskyrė.

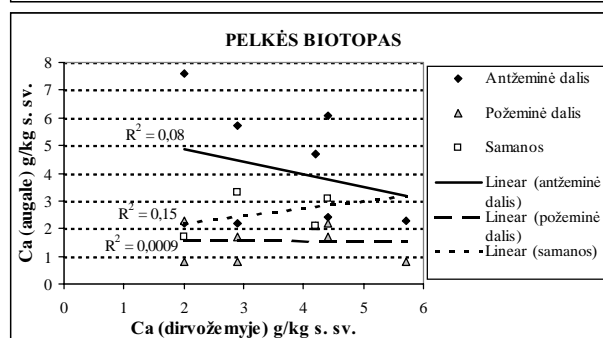
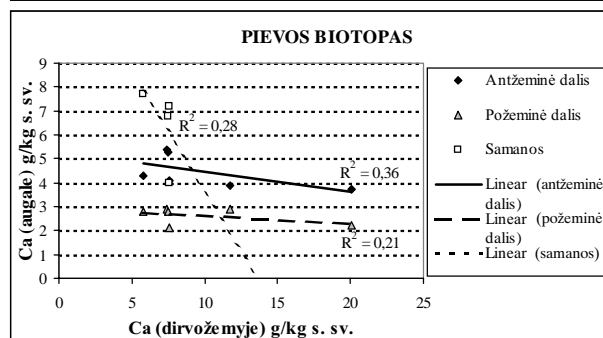
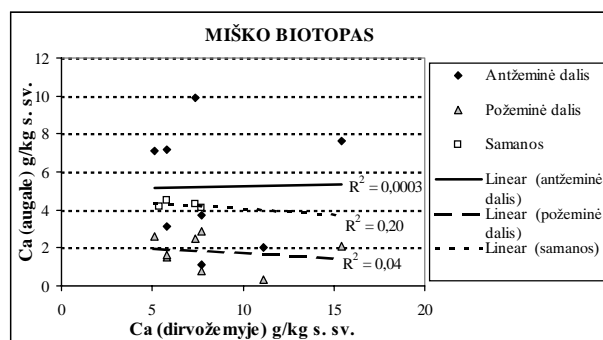
Nustatyta, kad Ca koncentracija skirtingų biotopų dirvožemyje kinta nuo 2,0 iki 15,4 g/kg s. sv. Mažiausia vidutinė šio elemento koncentracija buvo pelkės biotopo dirvožemyje. Ji statistiškai patikimai skyrėsi nuo vidutinių Ca koncentracijų pievos ($P = 0,0001$) ir miško ($P < 0,0001$) dirvožemiuose, tuo tarpu šio elemento koncentracijos skirtumai pievos ir miško biotopų dirvožemiuose buvo statistiškai nepatikimi ($P = 0,3086$) (5 pav.). Žymiai mažesnę šio elemento koncentraciją pelkės biotopo dirvožemyje galėjo sąlygoti ypač maža jo mineralizacija. Nustatyta, kad miško, pievos ir pelkės biotopų dirvožemyje Ca koncentracija buvo tiesiogiai proporcinga jo mineralizacijai (atitinkamai $r = 0,86$, $r = 0,84$ ir $r = 0,93$).

Ca koncentracijos atskirų biotopų augaluose ir dirvožemyje tiesioginio proporcingumo nenustatyta (6 pav.). Tai rodo, kad Ca akumuliacija visų tirtų



5 pav. Ca koncentracija skirtingų regionų ir biotopų dirvožemyje

Fig. 5. Ca concentration in soil from various regions and biotops

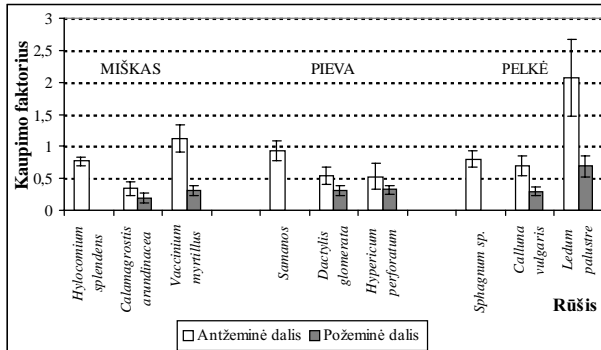


6 pav. Ca koncentracijos skirtingų biotopų augaluose ir šio elemento koncentracijos dirvožemyje proporcingumas
Fig. 6. Ca concentration in plants depending on Ca concentration in soil from various biotops

biotopų augaluose nepriklauso nuo šio elemento koncentracijos dirvožemyje.

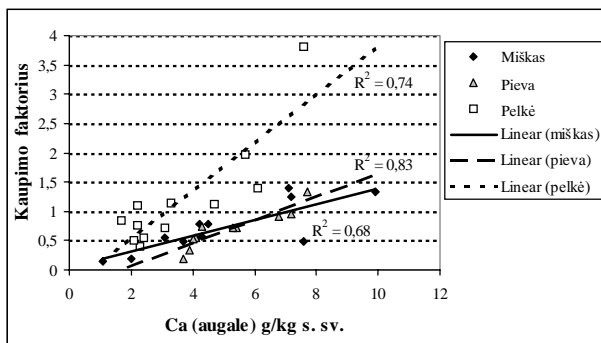
Apskaičiavus Ca kaupimo faktorių augaluose, kuris parodo šio elemento sklaidą sistemoje dirvože-

miš–augalas, nustatyta, kad jis atskirų biotopų augaluose priklausė nuo jų rūšies. Miško biotope didžiausias kaupimo faktorius buvo *V. myrtillus*, pelkės biotope – *L. palustre*, pievos biotope – samanosė (7 pav.).



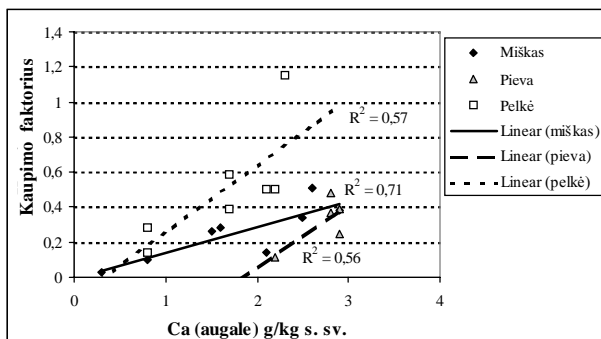
7 pav. Ca kaupimo faktorius skirtingų biotopų antžeminėje ir požeminėje augalų dalyse

Fig. 7. Concentration factor of Ca in overground and underground parts of plants from various biotops



8 pav. Ca kaupimo faktorius antžeminėje augalo dalyje ir Ca koncentracijos joje proporcingumas

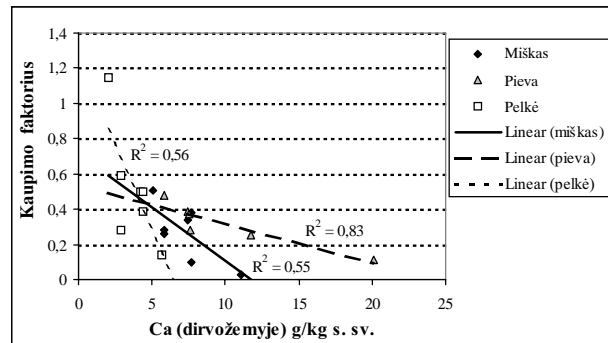
Fig. 8. Concentration factor of Ca in the overground part of plant depending on Ca concentration in this part of plant



9 pav. Ca kaupimo faktorius požeminėje augalo dalyje ir Ca koncentracijos joje proporcingumas

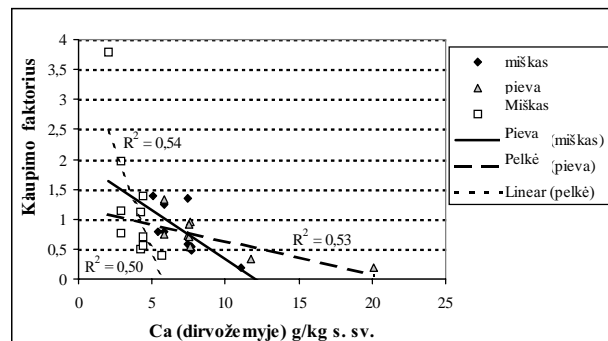
Fig. 9. Concentration factor of Ca in underground part of plant depending on Ca concentration in this part of plant

Ca kaupimo faktorius antžeminėje ir požeminėje augalų dalyse yra tiesiogiai proporcingas šio elemento koncentracijai juose. Šis proporcingumas labiau išreikštas antžeminėje (8 pav.) nei požeminėje augalų dalyje (9 pav.). Nustatytas silpnas Ca kaupimo faktorius antžeminėje ir požeminėje augalų dalyse ir šio elemento koncentracijos dirvožemyje atvirkštinis proporcingumas, kuris antžeminėje augalų dalyje išreikštas labiau (10 pav.) nei požeminėje jų dalyje (11 pav.). Nenustatyta Ca kaupimo faktorius augaluose ir jų bei dirvožemio mineralizacijos proporcingumo.



10 pav. Ca kaupimo faktorius požeminėje augalo dalyje ir Ca koncentracijos dirvožemyje proporcingumas

Fig. 10. Concentration factor of Ca in underground part of plant depending on Ca concentration in soil



11 pav. Ca kaupimo faktorius antžeminėje augalo dalyje ir Ca koncentracijos dirvožemyje proporcingumas

Fig. 11. Concentration factor of Ca in overground part of plant depending on Ca concentration in soil

IŠVADOS

Ištirus Ca akumuliaciją Varėnos ir Plungės regionų skirtingų biotopų testinėse augalų rūšyse nustatyta, kad:

1. Ca koncentracija sausumos ekosistemos tirtuose augaluose priklausė nuo jų rūšies ir augimo biotopo. Didžiausia Ca koncentracija miško biotope nustatyta *V. myrtillus*, pievos biotope – samanosė, pelkės biotope – *L. palustre*. Šio elemento koncentracija pievos biotopo augaluose tiek antžeminėje, tiek po-

žeminėje jų dalyse buvo didesnė negu pelkės augaluose, o pelkės ir miško biotopų augaluose skyrėsi nežymiai. Ca koncentracija miško ir pelkės augaluose priklausė nuo jų mineralizacijos, o pievos augaluose tokios priklausomybės nenustatyta.

2. Ca koncentracija tirtų augalų antžeminėje dalyje buvo nuo 1,8 iki 3,6 karto didesnė nei požeminėje dalyje. Šio elemento koncentracija antžeminėje augalo dalyje buvo 1,6 karto didesnė augaluose su liemeninėmis šaknimis negu su kuokštinėmis šaknimis. Nustatytas tiesioginis šio elemento koncentracijos antžeminėje ir požeminėje augalo dalyse proporcingumas.

3. Ca koncentracija pelkės biotopo dirvožemyje buvo mažesnė negu pievos ir miško biotopų dirvožemyje, kuriuose Ca koncentracija skyrėsi nežymiai. Šio elemento koncentracija tirtų biotopų dirvožemyje priklausė nuo jo mineralizacijos. Visų tirtų biotopų augaluose Ca akumuliacija juose nepriklausė nuo šio elemento koncentracijos dirvožemyje.

4. Vidutinis Ca kaupimo faktorius skirtingų biotopų augaluose statistiškai patikimai nesiskyrė, tačiau tame pačiame biotope augančiuose augaluose jis skyrėsi nuo 1,7 iki 3,3 karto antžeminėje dalyje ir nuo 1,1 iki 2,3 karto požeminėje dalyje. Tai rodo, kad Ca sklaida sistemoje dirvožemis–augalas priklausė nuo augalo rūšies, taip pat nuo šio elemento koncentracijos augaluose (tiesioginė priklausomybė) ir dirvožemyje (atvirkštinė priklausomybė), tačiau nepriklausė nuo augalo bei dirvožemio mineralizacijos.

Gauta
2004 03 04

Literatūra

1. Albrecht V., Ritz O., Linder S., Harter K., Kudla J. The NAF domain defines a novel protein–protein interaction module conserved in Ca²⁺-regulated kinases. *The EMBO Journal*. 2001. Vol. 20. No. 5. P. 1051–1063.
2. Duesing B. The Calcium Cycle. *Curriculum Units by Fellows of the Yale-New Haven Teachers Institute. Skeletal Materials- Biomineralization*. 1985. Vol. 7.
3. Dušauskienė Duž R. Biological factors determining ⁹⁰Sr accumulation in land plants. *Environmental and Chemical Physics*. 1999a. Vol. 21. No. 3–4. P. 30–35.
4. Dušauskienė Duž R. Peculiarities of ⁹⁰Sr accumulation in plants from atmosphere and soil. *The 4th International Conference on Environmental Radioactivity in the Arctic*. 1999b. P. 284–286.
5. Finley D. S. Patterns of calcium oxalate crystals in young tropical leaves: a possible role as an anti-herbivory defense. *Journal of Tropical Biology*. 1999. Vol. 47. No. 1.
6. Maksimov G., Darginavičienė Yu., Jurkonienė S., Merkys A. Role of the plasmalemma in controlling the gravitropic response of wheat coleoptiles. *Russian Journal of Plant Physiology*. 2001. Vol. 48. No. 4. P. 426–430.
7. Reddy A. S. N. Calcium: silver bullet in signaling. Program in Cell and Molecular Biology: Molecular Aspects of Plant Development. Colorado State University, Department of Biology, 2000.
8. Алексеев В. Количественный анализ. Москва, 1958. С. 113.
9. Балабуха В. С., Фрадкин Г. Е. Накопление радиоактивных элементов в организме и их выведение. Москва: Медгиз, 1958. С. 132.
10. Горышина Т. К. Экология растений. Москва, 1979. 368 с.
11. Ильин В. Б. Элементный химический состав растений. Новосибирск: Наука, 1985. С. 129.
12. Рудакова Э. В., Каракис К. Д., Сидоршина Т. Н., Охрименко М. Ф., Кузменко Л. М., Сивак Л. А., Ивченко В. И., Ковальчук М. И., Харченко Н. А., Лобанова З. И. Микроэлементы: поступление, транспорт и физиологические функции в растениях. Киев: Наукова думка, 1987. С. 184.

Ineta Gudelienė, Rimantė Dušauskienė Duž,
Danutė Marčiulionienė

Ca ACCUMULATION IN DIFFERENT BIOTOP TEST PLANT SPECIES OF TERRESTRIAL ECOSYSTEM

S u m m a r y

Ca is one of the most important macroelements in plants and soil. It is a biological and chemical ⁹⁰Sr analogue which takes part in many living functions of plants. Therefore plant species that are test species for ⁹⁰Sr have been selected.

The main goal of the present work is to estimate Ca accumulation level differences in some plants (*Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis arundinacea*, *Hylocomium splendens*, *Hypericum perforatum*, *Dactylis glomerata*, *Amblystegium serpens*, *Campylopus protensum*, *Calluna vulgaris*, *Ledum palustre*, *Sphagnum* sp.) depending on their species, mineralization, biotop (forest, grassland, wetland), sampling time (June and September), plant root type and Ca concentration in soil, and to establish peculiarities of Ca migration in the soil–plant system.

We have determined that Ca accumulation in plants depends on their species and biotop. Ca accumulation is higher in the overground than in underground part of a plant. A relation between Ca accumulation in plants and Ca concentration factor in plants and soil has been found.

Key words: Ca concentration, land plants, morphology, soil, biotop, accumulation