

## Nemeža biotopu pārkrūmošanās Rīgā.

### II. *Robinia pseudoacacia* un *R. luxurians* izplatība, ekoloģija un augu sabiedrības

Māris Laiviņš<sup>1</sup>,<sup>2\*</sup> un Gunta Čekstere<sup>3</sup>

Laiviņš, M., un Čekstere, G., 2015. Nemeža biotopu pārkrūmošanās Rīgā. II. *Robinia pseudoacacia* un *R. luxurians* izplatība, ekoloģija un augu sabiedrības. *Mežzinātne* 29, 6–34.

**Kopsavilkums.** Aprakstītas 19 baltās un greznās robīnijas augu sabiedrības, kas atbilst asociācijai Chelidonio-Robinetum Jurko 1963. Ar TWINSPAN un DCA analīzi augu sabiedrības grupētas divos variantos – tipiskajā un *Festuca rubra* variantā. Tipiskā varianta augu sabiedrībām raksturīgākās sugas ir: *Aegopodium podagraria* (V konstantuma klase), *Taraxacum officinale*, *Stellaria media*, *Glehoma hederacea*, *Chelidonium majus* un *Impatiens parviflora* (III–IV). *Festuca rubra* variantam raksturīgas ir graudzāles – *Dactylis glomerata*, *Elytrigia repens* (IV) un *Festuca rubra* (III). *Festuca rubra* varianta augu sabiedrībās lielāks ir valgu augtņu un subokeāniskas izplatības augu sugu īpatsvars, turpretī tipiskā varianta augu sabiedrībām raksturīgas ir nitrofilu, mēreni mitru augtņu sugas, ar okeāniski-subokeāniskiem areāliem.

Neofītās robīniju audzes ir pilnīgi jaunas un pēc sugu sastāva daudzveidības, kā arī izplatības rakstura, pēdējos 50 gados strauji progresējošas augu sabiedrību struktūras. Robīnijas un Rīgā aprakstītās ošlapu kļavas sabiedrības galvenokārt sastāv no četrām lielām augu sabiedrības raksturojošu sugu kopām. Pirmajā kopā pēc skaita lielākās ir no iepriekšējā augāja *mantotās*, stipri ietekmētu un traucētu augtņu augu sabiedrību sugas, starp kurām daudz viengadīgu un divgadīgu nezāļu sabiedrību (klase *Stellarietea mediae*) sugu. Otrajā sugu kopā ir zālāju sabiedrību sugas, kas raksturo nestabilo, ar slāpekli un smagajiem metāliem pārsātināto, urbāno vidi. Trešajā kopā pārstāvētas Eiropas vasarzaļo ozola un dižskābarža mežu (klase *Quercio-Fagetea*) sugas, kas iezīmē nākotnes pilsētmežu sugu kompozīciju. Ceturto, pēc sugu skaita apjomīgu kopu, veido dispersas, gadījuma rakstura sugas, ar plašu socioloģisko un ekoloģisko statusu, kā arī ar noteiktām augu sabiedrībām nesaistītās sugas.

Neofīto augu sabiedrību sugu kompozīcija atspoguļo raksturīgas meža augāja transformēšanās procesus urbānajā vidē: *ruderalizāciju* – augāja bagātināšanos ar stipri ietekmētu augtņu viengadīgām un daudzgadīgām sugām, *graminifikāciju* – graudzāļu

<sup>1</sup> Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169, Latvija;

\* e-pasts: maris.laivins@silava.lv

<sup>2</sup> SIA "Meža nozares kompetences centrs", Dzērbenes iela 27, Rīga, LV-1006, Latvija

<sup>3</sup> Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, Miera iela 3, Salaspils, LV-2169, Latvija

ekspansiju kserofitā un piesārņotā vidē, kā arī krūmāju un meža sākuma stadiju veidošanos un meža *nemoralizāciju* – platlapju mežu (nemorālais bioms) kokaugu un lakstaugu sugu masveida izplatīšanos eitrofā, ar slāpekli bagātā vidē.

**Raksturvārdi:** *Robinia pseudoacacia*, *R. luxurians*, augu sabiedrības, izplatība, Rīga, Latvija.

•••

Laivins, M.<sup>4, 5\*</sup>, and Čekstere, G.<sup>6</sup> **Shrub encroachment in non-wooded habitats in Riga. II. Distribution patterns, ecology and plant communities of *Robinia pseudoacacia* and *R. luxurians*.**

**Abstract.** For the first time in the vascular plant flora in the Baltic countries, *Robinia pseudoacacia*, was mentioned by W.C. Friebe (Friebe, 1805). Around the same time it was listed in the tree nursery catalogue by H.J. Zigma (Zigma, 1805). *Robinia luxurians* was first mentioned as *Robinia neomexicana* Gray being listed in the tree nursery catalogue by K.I. Vagner (Вагнер, 1907). *Robinia pseudoacacia* is a well naturalized species in Latvia, *R. luxurians* – moderately naturalized species.

As a result of this study, distribution of *Robinia pseudoacacia* was summarized in maps for Riga (500 × 500 m grid) and Latvia (5 × 5 km grid). In Riga, *R. pseudoacacia* is present in 18.4 % of grid units, in Latvia – in 11.6 % of grid units. The species is more common in West Latvia with mild climate, but its frequency is declining toward East Latvia with increasing distance from the Baltic Sea coast. The distribution pattern of *R. pseudoacacia* is affected by severe winters with low air temperatures. At minus 20°C the shoots above the snow cover are damaged by frost.

In our study, 19 sites with communities with *Robinia pseudoacacia* and *R. luxurians* were described and analysed by using TWINSPAN and DCA. The community was classified as association Chelidonio-Robinetum Jurko 1963 and divided into two variants – *typicum* and var. *Festuca rubra*. The species characteristic for var. *typicum* are *Aegopodium podagraria* (V constancy class), *Taraxacum officinale*, *Stellaria media*, *Glechoma hederacea*, *Chelidonium majus* and *Impatiens parviflora* (III–IV constancy class). The species typical for var. *Festuca rubra* are *Dactylis glomerata* and *Elytrigia repens* (IV constancy class) and *Festuca rubra* (III constancy class). In var. *Festuca rubra*, there is larger proportion of plant species typical for moist soils and species with sub-oceanic distribution, while in var. *typicum* the largest proportion of species are nitrophilous, characteristic for moderately moist soils and with oceanic to sub-oceanic distribution.

The topsoil in *Robinia* communities is slightly acidic, in 84 % of sites the pH of topsoil varied from 6.0 to 6.9. In 37 % of sites, free carbonates were found. The substrate in

<sup>4</sup> Latvian State Forest Research Institute “Silava”, 111 Riga str., Salaspils, LV-2169, Latvia;

\* e-mail: maris.laivins@silava.lv

<sup>5</sup> Forest Sector Competence Center Ltd., 27 Dzerbenes str., Riga, LV-1006, Latvia

<sup>6</sup> Institute of Biology of the University of Latvia, 3 Miera str., Salaspils, LV-2169

*Robinia* communities is highly saturated (> 70 %) with large sum of exchangeable bases (> 16.0 mg eq.). The soils are rich in organic carbon (averagely 6.9 %) and total nitrogen (0.4 %). In urban environment, the topsoil is rich in phosphorus: averagely 515.7 mg kg<sup>-1</sup>, but the phosphorus-richest site was found in abandoned allotments (1766.4 mg kg<sup>-1</sup>).

The soils under *Robinia* communities, particularly at street and railroad verges, are often contaminated with heavy metals: the maximum concentration found for zinc was 146.2 mg kg<sup>-1</sup> (averagely 77.4 mg kg<sup>-1</sup>), for nickel – 2.42 mg kg<sup>-1</sup> (averagely 0.54 mg kg<sup>-1</sup>), for copper – 56.9 mg kg<sup>-1</sup> (averagely 13.5 mg kg<sup>-1</sup>), lead – 18.3 mg kg<sup>-1</sup> (averagely 6.5 mg kg<sup>-1</sup>) and cadmium – 0.45 mg kg<sup>-1</sup> (averagely 0.06 mg kg<sup>-1</sup>).

Comparison of soil characteristics for *Robinia* communities in Riga to *Acer negundo* and *Tilia × vulgaris* communities show that the soils under *Tilia × vulgaris* are neutral or slightly acidic, while soils under *A. negundo* and *Robinia* are closer to neutral, with larger sum of exchangeable bases and higher cation saturation. In comparison to *A. negundo* and *Tilia × vulgaris* communities, soils under *Robinia* have accumulated more humus and have higher content of total nitrogen. Both in soils under *A. negundo* and *Robinia* communities, the mineralization of organic matter is intense (C/N > 20).

The content of heavy metals in soils along street verges with plantings of *Tilia × vulgaris* is higher and significantly ( $p < 0.05$ ) different from the neophytic communities with *Acer negundo* and *Robinia*. The concentrations of heavy metals in *A. negundo* and *Robinia* communities are similar; however, in all cases it is slightly higher in *A. negundo* communities than in *Robinia* communities. In comparison to *Robinia*, *A. negundo* is more suitable for heavily disturbed habitats along street verges, in sites with fresh heaps of mineral soil, where the substrate is richer in carbonates, exchangeable bases and macroelements. In Riga, *Robinia* communities formed over the last decades are found in less disturbed soils on forest edges, abandoned allotments and parks. In several studied sites *Robinia* were planted.

In Riga, despite lack of constant character species in *Robinia* communities, *Robinia* form stands, which represent a novel, increasingly spreading neophytic plant community, emerged over the last half of century. *Robinia* and *Acer negundo* communities are predominantly formed by four large groups of plant species, which characterize these communities.

The first and the largest group (comprise 36 % in *Robinia* community and 37 % in *A. negundo* community) is formed by so called *inherited* species, remains from the previous vegetation type, and plant species typical for heavily disturbed habitats including numerous annual and biennial ruderals: class Stellarietea mediae (*Capsella bursa pastoris*, *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Sonchus arvensis* etc.) and tall ruderal forbs from class Artemisietae (*Artemisia vulgaris*, *Solidago canadensis*, *Chelidonium majus*, *Arctium tomentosum*, *Lamium album* etc.).

The second group includes grassland species (comprise 13 % both in *Robinia* and *Acer negundo* communities), particularly species of class Molinio-Arrhenatheretea: *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens* etc. which characterize

unstable urban environment, rich in nitrogen and metals.

The third group (comprise 16 % in *Robinia* community and 17 % in *Acer negundo* community) is formed by species of class Querco-Fagetea: *Impatiens parviflora*, *Acer platanoides*, *Quercus robur*, *Poa nemoralis*, *Geum urbanum* etc. – species, which have an increasing role in urban forest communities.

The fourth group, the largest in number of species, is formed by casuals, species with wide phytosociological and ecological amplitude, not strongly affiliated to any plant communities, e.g., *Deschampsia caespitosa*, *Betula pendula*, *Populus tremula* etc. as well as different anthropophytes, mostly garden escapees, e.g., *Prunus institia*, *Prunus divaricata*, *Malus domestica*, *Syringa vulgaris*, *Spiraea chamaedryfolia* etc.

In summary, the composition of neophytic woody plant communities reflects the contemporary transformation processes in urban environment: *ruderalization* – increasing proportion of annual and perennial plant species typical for heavily modified habitats (ruderals), *graminification* – expansion of graminoids in xerohpytic and eutrophicated or contaminated environments, formation of early stages of shrublands and forests, and *nemoralization* – increasing proportion of nemoral (deciduous broadleaved) woody and herbaceous species in eutrophic environment, especially in urban areas.

**Key words:** *Robinia pseudoacacia*, *R. luxurians*, plant communities, distribution, Riga, Latvia.

•••

Лайвиньш, М.<sup>7, 8\*</sup>, и Чекстере, Г.<sup>9</sup> **Зарастание кустарником нелесных биотопов в Риге. II. Распространенность, экология *Robinia pseudoacacia*, *R. luxurians* и растительные сообщества.**

**Резюме.** Произведено описание 19 растительных сообществ белой и роскошной робиний, которые соответствуют ассоциации Chelidonio-Robinetum Jurko 1963. С помощью анализа TWINSPAN и DCA растительные сообщества сгруппированы в двух вариантах – в типичном и в *Festuca rubra*. Видами, характерными для растительных сообществ типичного варианта, являются: *Aegopodium podagraria* (V класс постоянства), *Taraxacum officinale*, *Stellaria media*, *Glehoma hederacea*, *Chelidonium majus* и *Impatiens parviflora* (III–IV). Злаковыми, характерными для варианта *Festuca rubra*, являются: *Dactylis glomerata*, *Elytrigia repens* (IV) и *Festuca rubra* (III). У растительных сообществ варианта *Festuca rubra* преобладают влажные места произрастания и в них наибольший удельный вес имеют породы субокеанического распространения; у растительных сообществ типичного варианта напротив характерны породы нитрофильных, умеренно влажных мест произрастания с океанически-субокеанических арэалов.

<sup>7</sup> Латвийский государственный институт лесоведения «Силава», ул. Ригас 111, Саласпилс, LV-2169, Латвия; \* эл. почта: maris.laivins@silava.lv

<sup>8</sup> ООО «Meža nozares kompetences centrs», ул. Дзербенес 27, Рига, LV-1006, Латвия

<sup>9</sup> Институт биологии Латвийского университета, ул. Миера 3, Саласпилс, LV-2169, Латвия

Насаждения неофитных робиний являются совсем новыми, в последнем 50-летии стремительно прогрессирующими структурами по многообразию видового состава и по характеру распространённости. Робинии, а также в Риге описанные сообщества ясенулиственного клёна, образуют четыре большие группы видов, характеризующих растительные сообщества. На первом месте по численности являются виды растительных сообществ, унаследованные у предыдущей растительности – сильно изменённых и сильно нарушенных мест произрастания. Среди этих видов много одно- и двухлетних видов сообществ сорных растений (класс *Stellarietea mediae*). Вторую группу образуют виды травянистых сообществ, которые характеризуют изменчивую и нестабильную, азотом и тяжелыми металлами перенасыщенную урбанную среду. В третью группу включены виды европейских летнезелённых дубовых и буковых лесов (класс *Quercio-Fagetea*), которые намечают композицию городских лесов будущего. Четвёртую, объёмную по численности группу видов, образуют дисперсные, случайного характера виды, с широким социологическим и экологическим статусом, а также с определёнными растительными сообществами несвязанные виды.

Композиция пород неофитных растительных сообществ отображает характерные для лесной растительности процессы трансформации в условиях урбанной среды: *рудерализация* – обогащение растительности с одно- и многолетними породами сильно изменённых мест произрастания, *граминификация* – экспансия злаковых пород в ксерофитной и загрязнённой среде, а также формирование кустарников и начальной стадии лесообразования и лесная *неморализация* – массовое распространение пород деревьев и травянистых растений широколиственных лесов (неморальный биом) в эвтрофной и богатой азотом среде.

**Ключевые слова:** *Robinia pseudoacacia*, *R. luxurians*, растительные сообщества, распространённость, Рига, Латвия.

### Ievads

Robīniju (*Robinia* L.) dzimtene ir Ziemeļamerika, Eiropā pazīstamākā un izplatītākā introducētā suga ir baltā robīnija *Robinia pseudoacacia* L., kas ieviesta Eiropā (Parīze) starp 1623. un 1635. gadu (Kowarik, 2003). Baltās robīnijas pamatareāls Ziemeļamerikā aptver Arkanzasas, Oklahomas un Misisipi štatus (Ziemeļamerikas dienvidaustrumu reģioni), sugai ir plašs ekoloģisko nišu spektrs. Baltā robīnija savā dzimtenē pazīstama kā meža katastrofu koks, kas pirmā ieviešas pēc nozīmīgākiem mežaudžu

traucējumiem (vētras postījumiem, meždegām, kailcirtēm u.c.), tādējādi sekmējot meža atjaunošanos.

Līdz pat 20. gs. vidum visos Latvijas floras izdevumos (Ašmanis, 1923; Līvena, 1955 u.c.) minēta tikai viena robīniju ģints suga – baltā robīnija *R. pseudoacacia*. Jaunākajos pētījumos Latvijā kā izplatītākās minētas trīs Ziemeļamerikas robīniju sugas: baltā robīnija *Robinia pseudoacacia* L., greznā robīnija *Robinia luxurians* (Dieck ex Goeze) C.K. Schneid (syn.: *R. neomexicana* A. Gray var. *luxurians* Dieck) un Hartviga robīnija *Robinia hartwigi* Koehne (syn.: *R. viscosa*

var. *hartwigii* (Koehne) Ashe) (Cinovskis, 1979; Mauriņš, Zvirgzds, 2006; Roze, 2013). Minētās trīs robīnijas ir neofītas sugas Latvijas vaskulāro augu florā.

Balto robīniju *Robinia pseudoacacia* Baltijas provinču florā pirmo reizi minējis V. Fribe (Friebe, 1805), bet kā komercsuga baltā robīnija 1805. gadā atrodama J. Cigras stādaudzētavas katalogā (Zigra, 1805). Vēlāk baltā robīnija ir neiztrūkstoša suga K. Vāgnera (C.H. Wagner), J. Šlihta (J.F. Schlicht), J. Šmeisera (J.L. Schmeisser), G. Holsta (G.F. Holst), J. Krumbholca (J.Ch. Krumbholz), F. Heninga (F. Hennings), K. Šoha (C.W. Schoch), H. Gēgingera (H. Goegginger) u.c. 19. gs. Rīgas stādaudzētavu sortimenta katalogos. Pēc Latvijas Dendrofloras datu bāzes informācijas Latvijā pašlaik zināmas 323 baltās robīnijas atradnes (5 × 5 km tiklojumā) (Laiviņš *et al.*, 2009).

Greznā robīniju *Robinia luxurians* Latvijas florā, kā taksonu sugas rangā, pirmo reizi atzīmējis R. Cinovskis, norādot, ka šī suga sākotnēji pie mums bijusi pazīstama kā Jaunmeksikas robīnija (*Robinia neomexicana* Gray) (Cinovskis, 1973). Pirmo reizi Jaunmeksikas robīnija (koks ar rozā ziediem) minēta K. Vāgnera stādaudzētavas katalogā pirms simt gadiem – 1907. gadā (Вaгнер, 1907). Dažus gadus vēlāk *R. neomexicana* atrodama arī K. Šoha stādaudzētavas katalogā (Schoch, 1910). Te gan jāpiezīmē, ka starpkara gadu (20. gs. 20.–30.-tie gadi) stādaudzētavu katalogos *R. neomexicana* kā komercsuga vairs netiek minēta. Sastādot karti par greznās robīnijas izplatību Latvijas parkos (Laiviņš *et al.*, 2009), atzīmētas 67 greznās robīnijas atradnes, savukārt daļēji dabiskos un mākslīgos biotopos greznā

robīnija pašlaik ir visai izplatīta suga.

K. Vāgnera stādaudzētavas 1822. gada katalogā pirmo reizi minēta *R. viscosa* (Wagner, 1822), kas vēlākajos 19. gs. stādaudzētavu katalogos ar šādu nosaukumu vairs nav atrodama, bet līdzās *R. pseudoacacia* regulāri tiek atzīmēts cits taksons – *R. hispida*. Tā kā pēc vairākām morfoloģiskajām pazīmēm *R. viscosa* un *R. hispida* ir tuvi taksoni (zieda uzbūve, jauno dzinumumu un pāksts apmatojums, vasas garums), tad iespējams, ka ar šiem diviem nosaukumiem dažreiz apzīmēti vienas sugas indivīdi, mūsdienu izpratnē *R. hartwigii*. Pašlaik Latvijā ir zināmas 45 Hartviga robīnijas atradnes (Laiviņš *et al.*, 2009).

*Robinia neomexicana* un *Robinia pseudoacacia* veido arī hibrīdu  $R \times holdtii$  Beissn., kas aprakstīts un pašlaik zināms tikai kā dārzu augs (Isely, Peabody, 1984).

Kā jau atzīmēts, Latvijā izplatītākā ir baltā robīnija, kas Baltijas florā pirmo reizi minēta 1805. gadā izdotajā V. Fribes grāmatā (Friebe, 1805), bet pēc tam, ar plašāku augšanas apstākļu un izplatības raksturojumu, J. Klīnges 1883. gadā izdotajā Kurzemes, Vidzemes un Igaunijas kokaugu floras apskatā (Klinge, 1883). Latvijā 20. gs. augu noteicējos (Bickis, 1920; Pētersone, Birkmane, 1973) un vaskulāro augu florās (Ašmanis, 1923; Līvena, 1957) baltā robīnija atzīmēta vienīgi kā krāšņumaugs. Baltijas valstu florā ir norāde par baltās robīnijas naturalizēšanos Lietuvā (Kuusk *et al.*, 1996). Tikai 20. gs. beigās, gandrīz 200 gadus pēc mums zināmajiem šīs sugas ieaudzēšanas mēģinājumiem Latvijā, baltā robīnija, kā antropofīta suga, ir klasificēta dārzabēgļu jeb ergasiofifogofītu statusā, ar retām (retumis) naturalizēšanās tendencēm



(Laiviņš, Zundāne, 1989; Gavrilova, Šulcs, 1999).

I. Roze norāda arī par greznās robīnijas naturalizēšanos (pēc 100 gadiem kopš šīs sugas introducēšanās pirmsākumiem) Latvijā, (Roze, 2013). Neskatoties uz iespējamo, gandrīz 200 gadus seno Hartviga robīnijas introdukcijas vēsturi Latvijā (Wagner, 1822), pašlaik nav drošu ziņu par šīs sugas izplatīšanos ārpus parkiem un apstādījumiem.

Robīniju sugas Latvijā ir izplatītas parkos un apstādījumos; baltā robīnija un greznā robīnija naturalizējas mākslīgās un daļēji dabiskās augtenēs, sevišķi urbānā vidē, bet nereti arī vecās mājvietās un nekoptos dārzos ārpus pilsētām, kā arī gar ceļiem un dzelzceļiem; baltā robīnija naturalizējas intensīvi, greznā robīnija – mēreni (Laiviņš *et al.*, 2009).

Pašlaik baltā robīnija jau kļuvusi par kosmopolītisku sugu, paplašinot savu areālu Ziemeļamerikā, kā antropofīts tā ir izplatīta Eiropā, Āzijā, Dienvidamerikā, Austrālijā, Ziemeļ- un Dienvidāfrikā (Vitkova, Kolbek, 2010). Balto robīniju izmanto ekstensīvi apsaimniekoto nemeža zemju un mazvērtīgo meža platību apmežošanai, pilsētās stāda dzīvžogos un izmanto apzaļumošanā. Agrāk baltās robīnijas Latvijā bija sastopamas tikai parkos, bet pēdējos gados, sevišķi pilsētās, tās strauji izplatās ārpus parkiem daļēji dabiskos un mākslīgos biotopos.

Rīgā baltā un greznā robīnija, pēc *Acer negundo*, ir plašāk izplatītās neofītais svešzemju kokaugu sugas, kas sastopamas pie dzīvojamām mājām, gar ielām un dzelzceļiem, neapsaimniekotās ruderālās vietās, arī mežmalās. Tāpēc būtiski ir fiksēt robīniju pašrei-

zējo izplatību pilsētā, kas būtu pamats atkārtotiem un sistemātiskiem novērojumiem nākotnē un dotu vispārējo ieskatu par šo sugu agresivitāti urbānā vidē. Robīnijas daudzviet veido krūmājus un zemo koku saaudzes vairākus desmitus un pat simtus kvadrātmetrus lielās platībās, tādēļ nozīmīga ir robīniju sabiedrību sugu sastāva inventarizācija, lai labāk izprastu attiecīgo biotopu dinamiku un transformācijas tendences.

### **Pētījumu vietas un metode**

#### *Robīniju augšanas vietu kartēšana un izplatības pētījumi*

Baltās un greznās robīnijas atradņu kartēšanai Rīgā izmantots kartogrāfiskais pamats, kurā redzams ielu un dzelzceļu tīkls, meža masīvi, kā arī upes un ezeri. Veģetācijas sezonā, pārvietojoties pa pilsētu kājām, ar auto vai sabiedrisko transportu, kartē atzīmētas visas ievērotās robīniju augšanas vietas.

Pamatojoties uz augšanas vietu reģistru pilsētā, regulārā kvadrātu tīklojumā ir izveidota *Robinia pseudoacacia* un *R. luxurians* atradņu karte: kvadrāta un atradnes lielums ir 500 × 500 m (25 ha); Rīgas pilsētas teritoriju klāj 374 kvadrāti.

Lai iegūtu ieskatu par pilsētā biežāk sastopamās baltās robīnijas *Robinia pseudoacacia* izplatību ārpus Rīgas, izmantota Latvijas kokaugu atlanta datu bāze (Laiviņš *et al.*, 2009). Aprēķināta *Robinia pseudoacacia* sastopamība ainavzemēs, klimata kontinentalitātes sektoros un 10 km platās ģeogrāfiskā garuma (meridionālās) un platuma joslās (Laiviņš, 2010).



1. attēls. *Robinia pseudoacacia* un *R. luxurians* augu sabiedrību aprakstu vietas Rīgā.

Figure 1. Distribution of *Robinia pseudoacacia* and *R. luxurians* community relevés described within our study in Riga.

#### Ģeobotānisko aprakstu vietu raksturojums

Rīgas pilsētā 2014. gada veģetācijas sezonā aprakstītas 19 *Robinia pseudoacacia* un *R. luxurians* augšanas vietas (1. att., 1. tab.). Katrai vietai noteiktas ģeogrāfiskās koordinātes LKS-92 sistēmā, izmantojot GPS uztvērēju.

#### Augu sabiedrību aprakstīšana, klasifikācija un ordinācija

*Robinia pseudoacacia* un *R. luxurians* saudzēs (robīnija audzē ir valdošā suga)

vaskulāro augu sugu sastāvs uzskaitīts dažāda lieluma laukumos (1. pielikums). Laukumā pēc acumēra procentos novērtēts koku stāva ( $E_3$ ), krūmu stāva ( $E_2$ ) un lakstaugu stāva ( $E_1$ ) kopējais un katras stāva sugas projektīvais segums (Dierschke, 1994). Aprēķināta sugu sastopamība kā visai aprakstu kopai, tā arī atsevišķām aprakstu grupām (variantiem), sugas pēc sastopamības grupētas piecās konstantuma klasēs: I klase – 1–20 %, II – 21–40 %, III – 41–60 %, IV – 61–80 % un V klase – 81–100 %.

Augu sabiedrību ekoloģisko apstākļu



*Robinia pseudoacacia* un *R. luxurians* augu sabiedrību aprakstu vietu raksturojums

*Location of study sites and short description of the Robinia pseudoacacia and R. luxurians habitats*

| Nr.<br>p.<br>k.*<br>No* | Ģeogrāfiskās koordinātes, LKS-92<br><i>Geographical coordinates LKS-92</i> |         | Apraksta vieta<br><i>Location</i>           | Īss biotopa apraksts<br><i>Short description of the habitat</i> |
|-------------------------|--|---------|---|---|
|                         | x  | y       |   |   |
| 1.                      | 501197   | 6322888 | Daugavgrīva,<br>Flotes iela                 | Baltās robinijas saaudzes gar rūpnīcas žogu, skvēra mala        |
| 2.                      | 501180   | 6322904 | Daugavgrīva,<br>Flotes iela                 | Baltās robinijas saaudzes gar rūpnīcas žogu, skvēra mala        |
| 3.                      | 501211   | 6322915 | Daugavgrīva,<br>Flotes iela                 | Baltās robinijas saaudzes gar rūpnīcas žogu, skvēra mala        |
| 4.                      | 517750   | 6301805 | Dārziņi,<br>Jāņogu iela                     | Baltās robinijas krūmājs Jāņogu ielas malas nogāzē              |
| 5.                      | 512591   | 6312548 | Purciems,<br>Lielvārdes iela                | Baltās robinijas krūmājs starp Lielvārdes un Ķeguma ielu        |
| 6.                      | 512600   | 6312519 | Purciems,<br>Lielvārdes iela                | Baltās robinijas krūmājs starp Lielvārdes un Ķeguma ielu        |
| 7.                      | 512488   | 6312410 | Purciems,<br>Dzelzavas iela                 | Baltās robinijas koku grupa pie Dzelzavas ielas mājām           |
| 8.                      | 514210   | 6313679 | Gaiļezers,<br>Eizenšteina iela              | Baltās robinijas stādījumi pie dzīvojamām mājām                 |
| 9.                      | 514808   | 6314193 | Mežciems                                    | Pamests dārzs pie 18. trolejbusa galapunkta                     |
| 10.                     | 510201   | 6309866 | Pie veikala <i>Maxima</i> ,<br>Rītupes iela | Greznās robinijas krūmājs gar privātpašuma žogu                 |
| 11.                     | 503739   | 6311471 | Āgenskalns,<br>Vilipa un Baldones iela      | Baltās robinijas koku grupa brauktuves malā                     |
| 12.                     | 501268   | 6310785 | Pleskodāle,<br>Apuzes un Jūrkalnes iela     | Baltās robinijas krūmājs pamestā dārzā                          |
| 13.                     | 501281   | 6310758 | Pleskodāle,<br>Apuzes un Jūrkalnes iela     | Baltās robinijas krūmājs pamestā dārzā                          |
| 14.                     | 503645   | 6309312 | Mārupe, Ulmaņa gatve<br>un Raudas iela      | Baltās robinijas krūmājs starp Ulmaņa gatvi un Raudas ielu      |
| 15.                     | 505050   | 6316890 | Voleri,<br>Voleru iela                      | Baltās robinijas koku grupa un krūmājs ielas malā               |
| 16.                     | 504450   | 6310350 | Āgenskalns,<br>Nometņu iela                 | Baltās robinijas koku grupa stāvlaukuma malā                    |
| 17.                     | 504435   | 6310330 | Āgenskalns,<br>Nometņu iela                 | Baltās robinijas koku grupa stāvlaukuma malā                    |
| 18.                     | 510050   | 6312950 | Purciems, Braslas iela<br>un Madonas iela   | Greznās robinijas krūmājs ielas malā                            |
| 19.                     | 505490   | 6321300 | Ziemeļblāzma,<br>Kāvu iela                  | Greznās robinijas krūmājs kāpas nogāzē                          |

\* Numerācija tāda pati kā 1. attēlā / *The numbers of relevés are the same as in Figure 1.*

izvērtēšanai aprēķinātas Ellenberga vides parametru (apgaisojums, siltuma un mitruma apstākļi, augsnes skābums un bioloģiski aktīvais slāpeklis) skaitliskās vērtības (Ellenberg *et al.*, 1992).

Aprakstu grupēšanā izmantota divvirziena indikatorsugu analīzes metode TWINSPAN un detrendētā korespondentanalīze (DCA), ar kuru palīdzību, pamatojoties uz veģetācijas aprakstu sugu sastāvu, grupās secīgi sakārtoti sugas un veģetācijas apraksti (laukumi), katrai laukumu kopai norādot raksturīgo sugu vai sugu kopu (McCune, Grace, 2002). Norobežotās augu sabiedrības nosauktas pēc dominējošām vai specifiskām augāja augšanas apstākļu raksturojošām sugām.

Augu sabiedrību sugu kompozīcijas un augsnes ķīmiskā sastāva savstarpējo sakarību skaidrošanai lietota tiešās ordinācijas metode – kanoniskā korespondentanalīze (CCA) (McCune, Grace, 2002), izmantojot sugu projektīvā seguma un augsnes virskārtas ķīmiskā sastāva datus.

Baltās robīnijas sastopamības sakarības ar ģeogrāfiskā platuma un ģeogrāfiskā garuma joslām noteiktas, pielietojot korelācijas un regresijas analīzes metodes (Arhipova, Baltiņa, 2003).

#### *Augsnes paraugi un augsnes ķīmiskā sastāva analīze*

Baltās un greznās robīnijas augu sabiedrību edafisko apstākļu raksturošanai no augsnes virskārtas, 2–10 cm dziļumā piecos atkārtojumos iegūti augsnes paraugi un izveidots vidējais augsnes paraugs.

LVMI Silava Meža vides laboratorijā noteikts augsnes skābums – potenciometriski

1M KCl šķīdumā, hidrolītiskais skābums 1M nātrija acetāta CH<sub>3</sub>COONa izvilkumā (pēc Kapena metodes), apmaiņas bāzes 0,1M HCl izvilkumā (pēc Kapena-Gilkoviča metodes), CaCO<sub>3</sub> daudzums ar kalcimetru *Eijkellamp* (LVS ISO 160 10693), kopējais trūdvielu saturs noteikts ar elementanalizatoru *LECO CR12*, bet kopējais slāpeklis – ar modificēto Kjeldāla metodi (analizators *Selecta P*) (Skujāns, Mežals, 1964; Pavule, 1978; Cools, De Vos, 2010). Pēc analīžu datiem aprēķināts organiskais ogleklis C<sub>org</sub>, karbonātos saistītais ogleklis C<sub>karb</sub>, apmaiņas bāzu kapacitāte, piesātinājums un C/N attiecība.

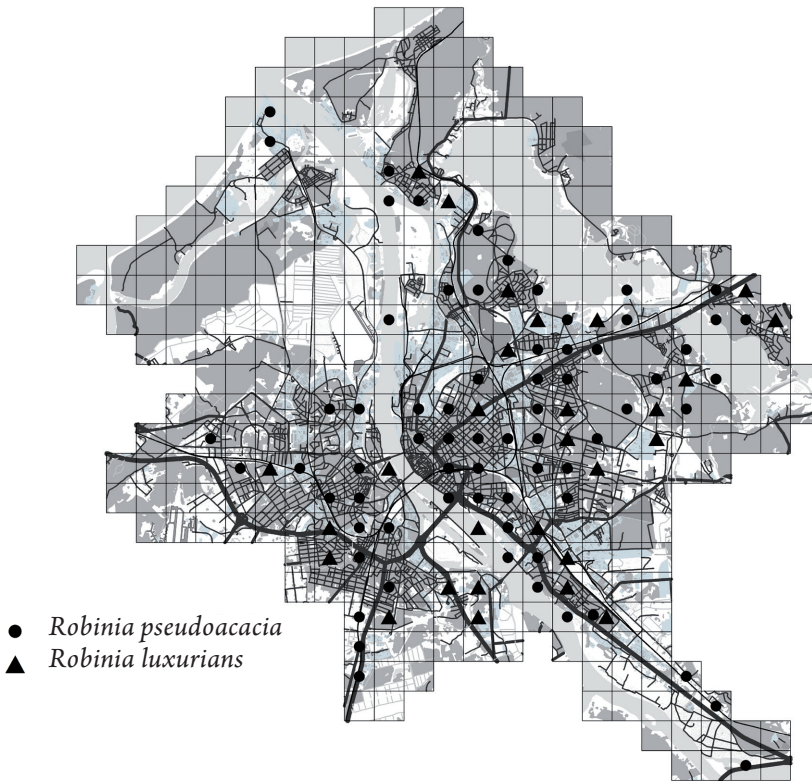
LU Bioloģijas institūta Augu minerālās barošanās laboratorijā 1M HCl šķīdumā, ar atomabsorbcijas spektrometru *Aanalyst 700*, noteikts Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Ni, Zn, Cu, Cd, Pb daudzums. Ar liesmas fotometru *JENWAY PFPF* noteikts K un Na saturs un kolorimetriski, izmantojot amonija molibdātu, – P daudzums (Riņķis, Ramane 1989).

Nomenklatūra: vaskulārie augi – Gavrilova, Šulcs, 1999.

### **Rezultāti**

#### *Robinia pseudoacacia un R. luxurians izplatība Rīgā un Latvijā*

Rīgā 2014. gada veģetācijas sezonā, veicot neofīto augu sabiedrību ģeobotāniskos pētījumus, 500 × 500 m tīklojumā atzīmētas 69 *Robinia pseudoacacia* (sastopamība 18,4 %) un 28 *Robinia luxurians* (sastopamība 7,5 %) atradnes (2. att.). Sastādītā robīniju atradņu karte ir pamatmateriāls mērķtiecīgam neofīto augu sugu monitoringam Rīgā.



2. attēls. *Robinia pseudoacacia* un *R. luxurians* izplatība Rīgā.

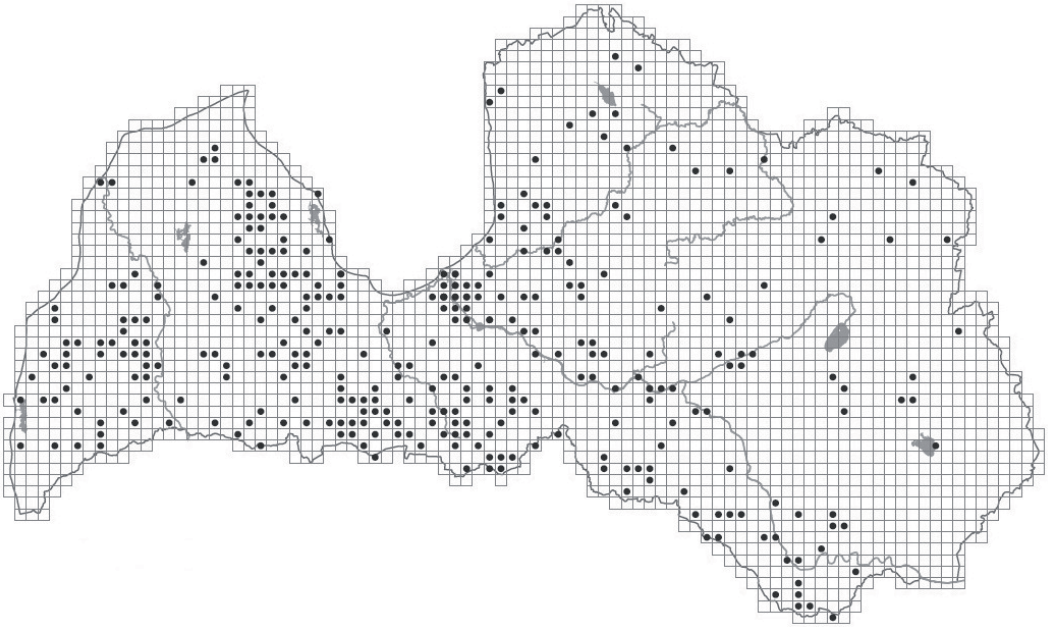
Figure 2. Distribution of *Robinia pseudoacacia* and *R. luxurians* in Riga.

Ir saglabājušās plašākas ziņas par *Robinia pseudoacacia* izplatību Latvijā. Veicot pirmo parku inventarizāciju 20. gs. otrajā pusē (1968.–1970. g.g.), baltā robīnija bija 31. biežāk sastopamā svešzemju kokaugu suga (konstatēta 135 pilsētu un lauku parkos). Lielākie baltās robīnijas individuāli atrasti Elejas parkā – stumbra caurmērs 65 cm, augstums 20 m (Cinovskis *et al.*, 1974). Pamatojoties uz jaunākiem parku un dendroloģisko stādījumu inventarizācijas datiem, kā arī konkrēto floru un ģeobotānisko pētījumu materiāliem, ir konstatētas 323 baltās robīnijas atradnes;

baltās robīnijas sastopamība Latvijā ir 11,6 % (Laiviņš *et al.*, 2009).

Baltā robīnija vairāk izplatīta Zemgalē un Kurzemē, ievērojami mazāk – Vidzemē un Latgalē. Pamatojoties uz pirmajiem baltās robīnijas augšanas vietu kartēšanas materiāliem, suga biežāk sastopama uz dienvidiem no līnijas Pāvilosta–Valdemārpils–Rīga un arī Daugavas ielejā (Cinovskis *et al.*, 1974).

Pēc Dendrofloras datubāzes informācijas, ar *Robinia pseudoacacia* atradnēm visvairāk piesātināti četri dabas reģioni



3. attēls. Baltās robīnijas *Robinia pseudoacacia* izplatība Latvijā.

Figure 3. Distribution of *Robinia pseudoacacia* in Latvia.

(ainavzemes): Rietumzeme (sastopamība reģionā 38,8 % no kopējā reģionu skaita), Austrumkursa (27,8 %), Rietumkursa (24,1 %) un Daugavzeme (22,4 %). Baltās robīnijas sastopamība lielāka par 10,0 % ir arī citos Dienvidlatvijas reģionos – Dienvidvidzemē (15,4 %), Austrumzemgalē (15,2 %), Augšzemē (14,1 %) un arī Piejūras zemiņē (10,6 %). Pārējos Vidzemes un Latgales dabas reģionos sugas sastopamība ir mazāka par 10,0 %. Baltās robīnijas sastopamība Rietumzemgalē statistiski ticami atšķiras no tās sastopamības pārējos dabas reģionos ( $p < 0,05$ ).

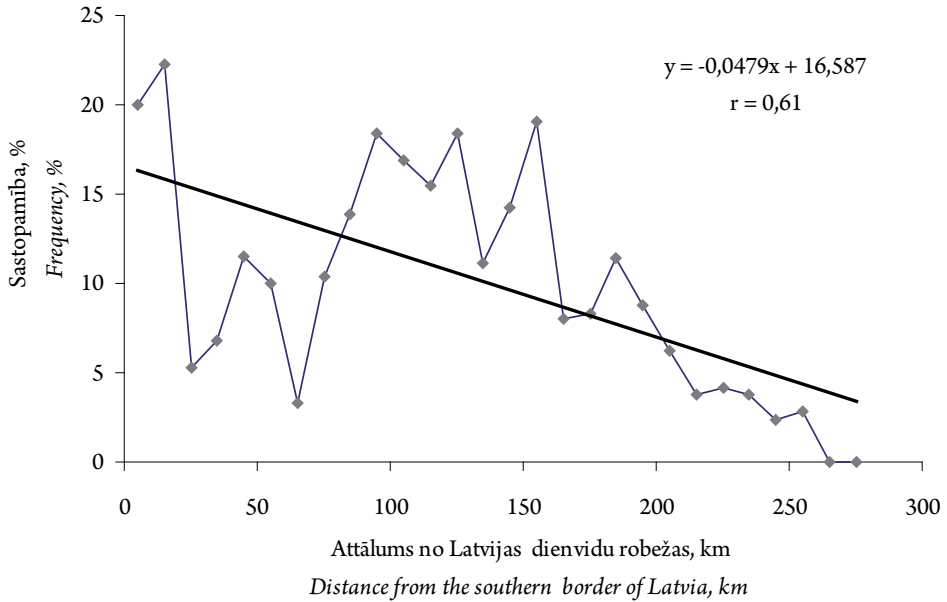
Lielāks baltās robīnijas atradņu blīvums ir mērenas (sastopamība 22,3 %) un vāja (15,1 %) klimata kontinentalitātes

sektoros, vidējas klimata kontinentalitātes sektorā baltās robīnijas sastopamība ir 8,3 %, bet stipras – tikai 2,7 %.

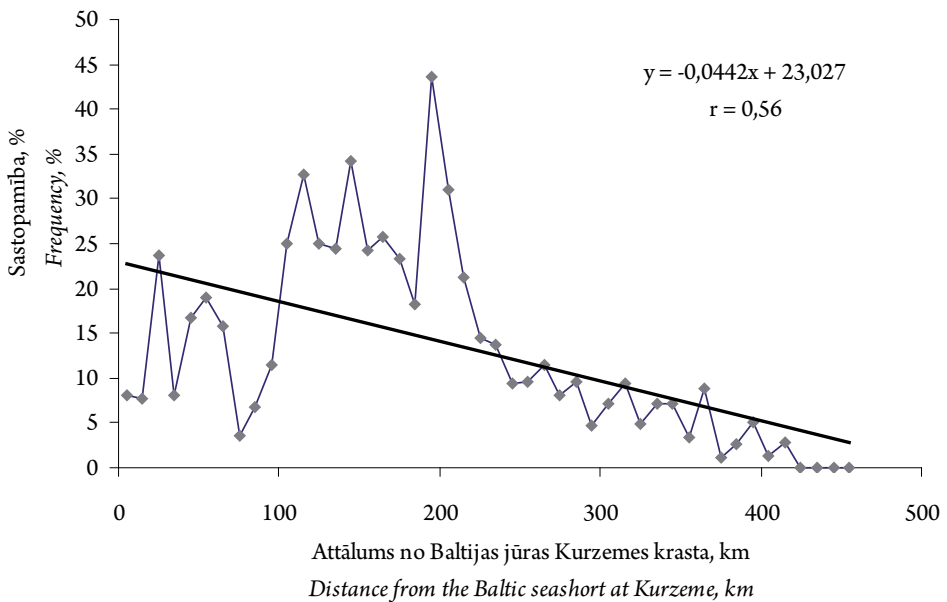
Analizējot baltās robīnijas izplatību Latvijā ģeogrāfiskā platuma un ģeogrāfiskā garuma dimensijās, ciešāka sakarība ( $r = 0,61$ ,  $p = 0,01$ ) konstatēta starp sugas sastopamību un ģeogrāfisko platumu (4. att.). Tāpat konstatēta statistiski ticama sakarība ( $r = 0,56$ ,  $p = 0,05$ ) baltās robīnijas sastopamības variēšanai arī ar ģeogrāfisko garumu (5. att.).

#### Augu sabiedrību klasifikācija

Rīgā aprakstītas 16 robīniju augu sabiedrības, kurās valdošā suga ir baltā robīnija *Robinia pseudoacacia*. Tikai 3 aprakstos koku un krūmu stāvā dominē greznā robīnija



4. attēls. *Robinia pseudoacacia* sastopamības izmaiņas Latvijā dienvidu–ziemeļu virzienā.  
 Figure 4. Change in the frequency of *Robinia pseudoacacia* in Latvia in the south–north direction.



5. attēls. *Robinia pseudoacacia* sastopamības izmaiņas Latvijā rietumu–austrumu virzienā.  
 Figure 5. Change in the frequency of *Robinia pseudoacacia* in Latvia in the west–east direction.



*Robinia luxurians*. Zemesdzēs sugu sastāvs robīniju sabiedrībās ir ļoti līdzīgs, tādēļ aprakstītās 19 robīnijas augu sabiedrības analizētas kā viena kopa.

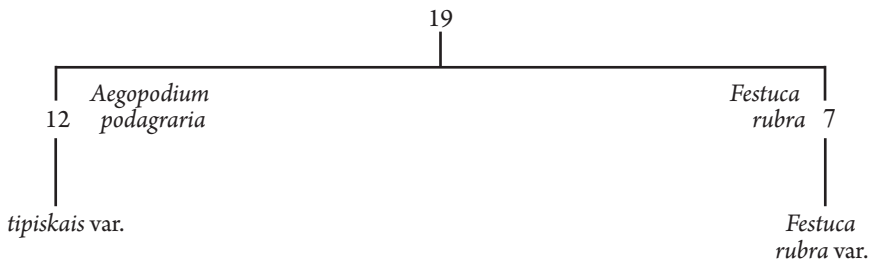
Pavisam 19 robīniju augu sabiedrībās konstatētas 85 sugas – 25 kokaugu (7 koku, 18 krūmu) un 60 lakstaugu sugas. Robīniju sabiedrības ir izteikti monodominantas: kokaudzēvaldošā suga ir *Robinia pseudoacacia*, retumis arī *Robinia luxurians*, pārējo kokaugu sastopamība nepārsniedz 32 %. Savukārt lakstaugu stāvā septiņām sugām sastopamība pārsniedz 40 % (III konstantuma klase), starp tām biežāk sastopamas divas sugas – *Chelidonium majus* (sastopamība 74 %) un *Aegopodium podagraria* (68 %).

Robīnijas augu sabiedrībās, pēc sastopamības un arī indivīdu daudzuma, izplatītākās sugas ir *Robinia pseudoacacia* & *R. luxurians* koku un krūmu stāvā, bet lakstaugu stāvā – *Chelidonium majus* un *Impatiens parviflora*. Robīnijas audzes ir nosauktas pēc lakstaugu un koku stāvā dominējošām sugām – lielās strutenes – un robīnijas sabiedrības, kas pēc sugu sastāva atbilst pagājušā gadsimta otrajā pusē baltās

robīnijas stādījumos Čehijā aprakstītajai asociācijai *Chelidoni-Robinietums* Jurko 1963 (Pott, 1995; Chytrý, Tichý, 2003).

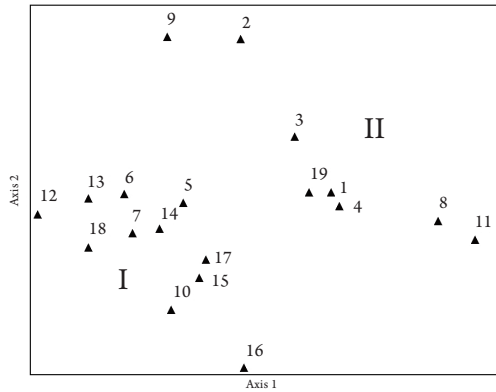
Klasificējot augu sabiedrības ar divvirziena indikatorsugu analīzi TWINSPAN, iegūtas divas augu sabiedrību kopas, kas atbilst pamatasociācijas tipiskajam variantam, ar lielu *Chelidonium majus* un *Impatiens parviflora* sastopamību (III–IV konstantuma klase), kā arī ar ruderālu augteņu sugām – *Aegopodium podagraria* (V klase), *Taraxacum officinale* (IV), *Stellaria media* un *Glehoma hederacea* (III) (6. att.). *Festuca rubra* variantam raksturīgas graudzāles – *Dactylis glomerata*, *Elytrigia repens* (IV) un *Festuca rubra* (III).

Robīniju sabiedrību varianti uzskatāmi diferencējas, ordinējot augu sabiedrības pēc sugu sastāva ar detrendēto korespondentanalīzi (DDC) (7. att.). Ar pirmo asi lielākās pozitīvās Kendala korelācijas koeficienta vērtības ir *Festuca rubra* (0,602), bet negatīvās – *Aegopodium podagraria* (–0,787), abas šīs sugas ir variantu rakstursugas.



6. attēls. Rīgas pilsētas neofīto *Robinia pseudoacacia* & *R. luxurians* augu sabiedrību klasifikācija, izmantojot TWINSPAN.

Figure 6. TWINSPAN division of the *Robinia pseudoacacia* and *R. luxurians* plant communities in Riga.



7. attēls. Robiniju augu sabiedrību analīze ar detrendēto korespondentanalīzi (DCA).

I – tipiskais var., II – *Festuca rubra* var.

Figure 7. Detrended Correspondence Analysis (DCA) of Robinia plant communities.

I – *typicum*, II – *Festuca rubra* var.

2. tabula / Table 2

Asociācijas *Chelidonio-Robinetum* variantiem raksturīgo sugu sastopamība

Frequency of the characteristic species belonging of the variants of association *Chelidonio-Robinetum*

| Pazīmes / sugas<br>Parameters / species   | Varianti<br>Variants        |                           |
|---|-----------------------------|---------------------------|
|   | tipiskais<br><i>typicum</i> | <i>Festuca rubra</i> var. |
| Apraksta vidējais laukums, m <sup>2</sup> / Mean size of releve, m <sup>2</sup> | 156                         | 90                        |
| Koku stāva slēgums, % / Cover of tree layer, %                                  | 71                          | 69                        |
| Krūmu stāva slēgums, % / Cover of shrub layer, %                                | 21                          | 21                        |
| Lakstaugu stāva segums, % / Cover of herb layer, %                              | 70                          | 68                        |
| Sugu vidējais skaits aprakstā / Number of species per releve                    | 13,8                        | 10,4                      |
| <i>Robinia pseudoacacia</i>   | 100                         | 100                       |
| <i>Chelidonium majus</i>  | 73                          | 75                        |
| <i>Aegopodium podagraria</i>  | 100                         | 25                        |
| <i>Taraxacum officinale</i>   | 64                          | 25                        |
| <i>Glechoma hederacea</i>   | 45                          | 38                        |
| <i>Stellaria media</i>  | 45                          |                           |
| <i>Impatiens parviflora</i>   | 45                          | 71                        |
| <i>Dactylis glomerata</i>   | 45                          | 63                        |
| <i>Elytrigia repens</i>   | 36                          | 63                        |
| <i>Festuca rubra</i>  |                             | 50                        |

3. tabula / Table 3

Augsnes skābuma, apmaiņas katjonu, organisko vielu un kopējā slāpekļa parametri augsnes virskārtā  
*Soil acidity, exchangeable bases, organic substances and total nitrogen parameters in topsoil*

| Statistiskais rādītājs<br><i>Statistical parameter</i>              | pH <sub>KCl</sub> | Hidrolītiskais skābums,<br>Cmol kg <sup>-1</sup><br><i>Hydrolytic acidity, Cmol kg<sup>-1</sup></i> | Apmaiņas bāzu summa,<br>Cmol kg <sup>-1</sup><br><i>Exchangeable bases, Cmol kg<sup>-1</sup></i> | Piesātinājums, %<br><i>Base saturation, %</i> | Organiskais C, g kg <sup>-1</sup><br><i>Organic C, g kg<sup>-1</sup></i> | Nkopējais, g kg <sup>-1</sup><br><i>Ntotal, g kg<sup>-1</sup></i> | C/N         |
|---|-------------------|---|--|---|--|---|-------------|
| Vidējais aritmētiskais, kļūda<br><i>Mean and error</i>              | 6,47±0,07         | 2,8±0,4   | 39,4±3,2   | 91,9±1,5                                      | 68,5±7,9   | 4,1±0,4   | 15,7±0,6    |
| Standartnovirze, s<br><i>Standart deviation, s</i>                  | 0,30              | 1,7   | 13,8   | 6,5   | 34,2   | 2,0   | 2,7         |
| Variācijas koeficients s, %<br><i>Coefficient of variation s, %</i> | 4,6               | 60,7  | 35,0   | 7,1   | 49,9   | 48,8  | 17,2        |
| Diapazons<br><i>Range</i>   | 5,80...7,03       | 0,7...5,8   | 14,8...54,6  | 740,7...98,6                                  | 25,5...141,1   | 2,0...8,0   | 10,8...19,7 |

#### *Augsnes virskārtas ķīmiskās īpašības un augu sabiedrību ordinācija*

Augsnes virskārta robīnijas sabiedrībās ir vāji skāba, 84 % augu sabiedrību augsnes virskārtas skābums (pH) ir robežās no 6,0 līdz 6,9. Robīnijas sabiedrību substrāts ir piesātināts (> 70 %), ar ļoti augstu apmaiņas katjonu summu (> 16,0 mgekv.) (3. tab.).

Augsnes virskārta robīniju audzēs ir bagāta ar organisko oglekli (vidēji 6,9 %) un kopējo slāpekli (0,4 %). Trūdvielas neuzkrājas augsnes virskārtā, bet pietiekami intensīvi mineralizējas (C/N < 20).

Trešdaļa robīnijas augtēņu (37 % no pētīto sabiedrību kopskaita) satur brīvos karbonātus; karbonātiem bagātākās augtēnes ir ielu malās: Voleros (15. apraksts), Daugavgrīvā Flotes ielā (2. apraksts), Purvcīemā Dzelzavas ielā (7. apraksts) u.c.

Vidējais kalcijs saturs augsnes virskārtā šeit pārsniedz 10000 mg kg<sup>-1</sup>, bet magnija – 4000 mg kg<sup>-1</sup> (4. tab.).

Pilsētvidē augsnes virskārta ir ļoti bagāta ar fosforu: vidējais fosfora saturs ir 515,7 mg kg<sup>-1</sup>, bet ar fosforu bagātākais substrāts konstatēts pamestā mazdārziņā Mežciemā (9. apraksts) – 1766,4 mg kg<sup>-1</sup> un ar robīnijām apaugušā kāpā Ziemeļblāzmā (19. apraksts) – 1008,5 mg kg<sup>-1</sup>.

Robīniju audžu augsnes virskārta ir piesātināta ar mangānu. Vidējais mangāna daudzums augsnē ir 118,9 mg kg<sup>-1</sup>, bet ar mangānu pārbagāta augsne ir Daugavgrīvā, Flotes ielas skvērā pie rūpnīcas žoga (2. apraksts) – 352,8 mg kg<sup>-1</sup>.

Ar smagajiem metāliem piesārņotākās robīnijas augtēnes ir Daugavgrīvā, Flotes ielas skvērā (1.–3. apraksts): cinka saturs 146,2 mg kg<sup>-1</sup>, niķeļa – 0,45 mg kg<sup>-1</sup>, kadmija –

4. tabula / Table 4

Makroelementu daudzums ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) augsnes virskārtā  
*Concentration of macroelements ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) in topsoil*

| Statistikais rādītājs<br><i>Statistical parameter</i>               | P                  | K                  | Ca                     | Mg                    | Fe                  | Mn                 | Na               |
|---|--------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Vidējais aritmētiskais, kļūda<br><i>Mean and error</i>              | 515,7<br>±<br>95,8 | 162,6<br>±<br>16,9 | 10479,7<br>±<br>2274,4 | 4015,6<br>±<br>1428,9 | 941,8<br>±<br>101,3 | 118,9<br>±<br>15,6 | 37,6<br>±<br>7,0 |
| Standartnovirze, s<br><i>Standart deviation, s</i>                  | 418,2              | 73,8               | 9913,9                 | 6228,7                | 441,4               | 68,2               | 30,6             |
| Variācijas koeficients s, %<br><i>Coefficient of variation s, %</i> | 81,1               | 45,4               | 94,6                   | 155,1                 | 46,9                | 57,4               | 81,4             |
| Diapazons<br><i>Range</i>   | 153,1...<br>1766,4 | 67,9...<br>383,7   | 2648,2...<br>36558,6   | 442,9...<br>27352,3   | 397,1...<br>2389,3  | 37,8...<br>352,8   | 12,4...<br>132,2 |

5. tabula / Table 5

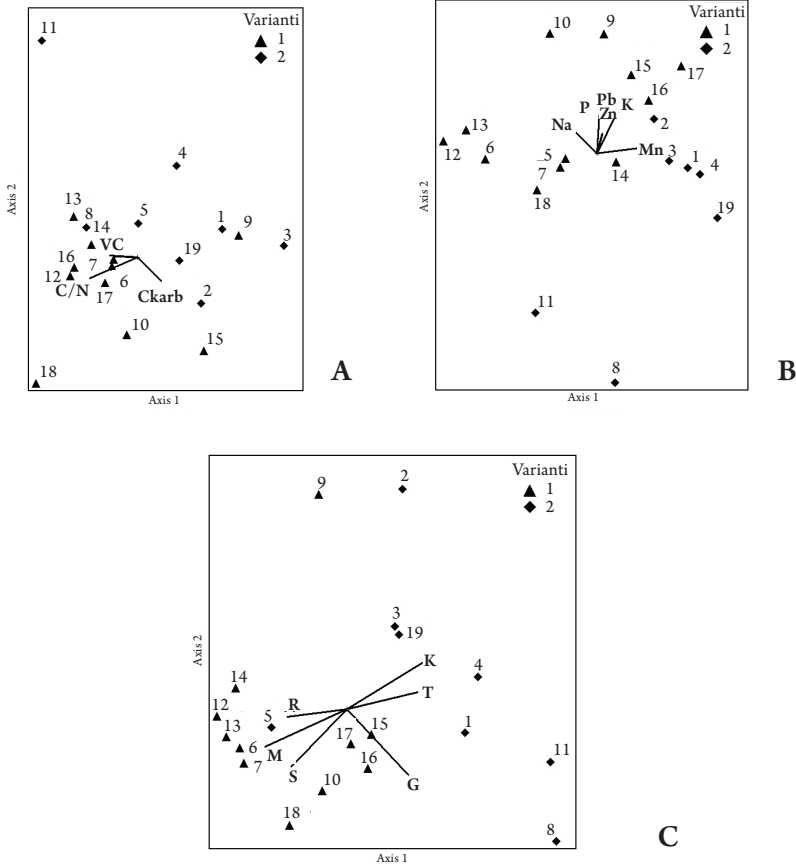
Smago metālu daudzums ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) augsnes virskārtā  
*Concentration of heavy metals ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) in topsoil*

| Statistikais rādītājs<br><i>Statistical parameter</i>               | Ni          | Cu         | Zn           | Cd          | Pb         |
|---|-------------|------------|--------------|-------------|------------|
| Vidējais aritmētiskais un kļūda<br><i>Mean and error</i>            | 0,54±0,14   | 13,5±2,8   | 77,4±10,2    | 0,06±0,02   | 6,5±0,9    |
| Standartnovirze, s<br><i>Standart deviation, s</i>                  | 0,64        | 12,2       | 44,6         | 0,09        | 3,9        |
| Variācijas koeficients s, %<br><i>Coefficient of variation s, %</i> | 118,5       | 90,3       | 57,6         | 150,0       | 60,0       |
| Diapazons<br><i>Range</i>   | 0,16...2,42 | 3,5...56,9 | 21,4...189,7 | 0,01...0,45 | 2,0...18,3 |

0,065  $\text{mg kg}^{-1}$  un svina – 10,8  $\text{mg kg}^{-1}$ . Otrā, ar smagajiem metāliem piesārņotākā robīniju audze, ir Purvciemā, pie Lielvārdes ielas brauktuves (5. apraksts), ar augstu vara – 56,9  $\text{mg kg}^{-1}$  un kadmija – 0,449  $\text{mg kg}^{-1}$  saturu. Bet trešā piesārņotākā augsne ir robīniju mozaikveida audzē Āgenskalnā, Nometņu ielas stāvlaukumā (16., 17. apraksts), kur augsnes virskārtā ir liels cinka, vara, niķeļa (maksimālā koncentrācija audzēs – 2,4  $\text{mg kg}^{-1}$ ) un arī svina saturs (5. tab.).

*Robīnijas augu sabiedrību un augsnes datu ordinācija*

Daudzdimensiju ordinācija (CCA) atspoguļo vides faktoru ietekmi uz robīniju augu sabiedrību sugu kompozīciju un telpisko izkārtojumu. Starp augsnes virskārtas agroķīmiskajiem rādītājiem nozīmīgākie parametri ir karbonātu daudzums augsnes virskārtā (0,231) un apmaiņas skābums (0,228), kas ordinācijas telpā diferencē augu sabiedrības (8A. att.) ar intensīvāku vielu apriti (1.–3., 4., 9., 15., 19. apraksts). Šajā



8. attēls. *Robinia pseudoacacia* un *R. luxurians* augu sabiedrību CCA ordinācija pēc augu sugu projektīvā seguma un augsnes skābuma, organisko vielu un slāpekļa satura (A), makroelementu un smago metālu satura augsnē (B), kā arī Ellenberga skaitļiem (C).

Figure 8. CCA ordination of *Robinia pseudoacacia* and *R. luxurians* plant communities using the cover of plant species and acidity, organic C and total N in topsoil (A), content of macroelements and trace elements in topsoil (B) and Ellenberg's values (C).

Paskaidrojumi / Legend: Augu sabiedrību varianti / Variants of the plant communities:

1 – tipiskais var. / typicum, 2 – *Festuca rubra* var.

Ekoloģiskie faktori / Ecological factors: **8A:** S – apmaiņas bāzu summa / exchangeable bases, V – piesātinājums / cation saturation, Ckarb – karbonātu saturs / carbonate, C/N – organiskā oglekļa un kopējā slāpekļa attiecība / Organic / N total; **8B:** P – fosfors / phosphorus, K – kālijs / potassium, Mn – mangāns / manganese, Na – nātrijs / sodium, Zn – cinks / zinc, Pb – svins / lead. **8C:** Ellenberga vides parametri / Ellenberg's environmental parameters: G – apgaismojums / light, T – siltums / temperature, K – kontinentalitāte / continentality, M – mitrums / moisture, R – reakcija / reaction, N – slāpeklis / nitrogen.



grupā lielā skaitā ir *Festuca rubra* varianta augu sabiedrību apraksti.

Skaidrāk Chelidonio-Robiniētum augu sabiedrības varianti ordinācijā diferencējas pēc analizētajiem metālu daudzuma rādītājiem augsnē (8B. att.). Pirmā ass nošķir *Festuca rubra* varianta sabiedrības (1., 2., 3., 4., 19. apraksts) ar neitrālāku, daudzviet karbonātisku substrātu un mazkustīgākām mangāna savienojumu formām (mangāna korelācija ar pirmo asi 0,526). Savukārt otrā ass nošķir audzes ar bagātu kālija (0,520) un fosfora (0,484) daudzumu augsnes virskārtā (9., 10., 15., 15., 16., 17. apraksts), šajās augtenēs ir arī lielāks svina (0,250) un cinka (0,235) daudzums.

Chelidonio-Robiniētum sabiedrību varianti tāpat pietiekami skaidri nodalās pēc augtenes klimatiskajiem un edafiskajiem apstākļiem (8C. att.). *Festuca rubra* varianta augu sabiedrībās lielāks ir valgu augteņu un subokeāniskas izplatības augu sugu īpatsvars, turpretī tipiskā varianta augu sabiedrībām raksturīgas nitrofilu, mēreni mitru augteņu sugas, ar okeāniski-subokeāniskiem areāliem.

### Diskusija

#### *Minimālo gaisa temperatūru ietekme uz baltās robīnijas izplatību*

Latvijā baltā robīnija biežāk ir sastopama maigāka klimata reģionos – Kurzemes un Zemgales parkos, dendroloģiskos stādījumos un rudērālos krūmājos. Attālinoties no jūras piekrastes, baltās robīnijas sastopamība samazinās. Arī dzimtenē, Ziemeļamerikā, baltā robīnija labāk aug humīda un silta klimata reģionos (Cierjacks *et al.*, 2013).

Kā zināms, baltā robīnija Latvijā ir jutīga pret zemām gaisa temperatūrām: auksta-

jās 20. gs. ziemās (1939.–40., 1955.–56. g.g. u.c.), robīnijas dzinumi lielākajā valsts daļā bija nosaluši līdz sniega segai (Ozols *et al.*, 1959; Gailis, 1960; Мауринь, 1970). Baltās robīnijas vasas daļas apsalst pie  $-20^{\circ}\text{C}$ , stiprāks augu apsalums novērots Vidzemē un Latgalē, ievērojami mazāk Dienvidrietumkurzemē (Lange, 1957; Бандере, Игаунис, 1987; Циновскис и др., 1987). A. Janitens uzskata, ka tieši zemo ziemas temperatūru dēļ baltā robīnija līdz šim nav pietiekami plaši ieviesusies Vidzemē (Janitens, 1968).

Baltās robīnijas izplatībai Latvijā nozīmīga ir arī cilvēka vēsturiskā saimnieciskā darbība: Kurzemē un Zemgalē, sevišķi salīdzinot ar Latgali, ir ievērojami lielāks parku un dendroloģisko stādījumu blīvums (Laiviņš, 2010), kas nozīmīgi ietekmē gan baltās robīnijas sastopamību dabas reģionos un klimata kontinentalitātes sektoros, gan arī atradņu blīvuma izmaiņas trendu, attālinoties no jūras piekrastes virzienā uz austrumiem.

#### *Neofīto augu sabiedrību augtenes auglība un piesārņojums*

Robīniju augu sabiedrību augšanas apstākļu analīze veikta, izmantojot datus arī par ošlapu kļavas *Acer negundo* neofīto augu sabiedrību un Holandes liepas *Tillia × vulgaris* apstādījumu augšņu ķīmiskajām īpašībām Rīgā (Čekstere, 2009, 2011; Čekstere, Osvalde, 2013; Laiviņš, Čekstere, 2014).

Kopumā neofītajām ošlapu kļavas un robīniju audzēm Rīgā raksturīga vāji skāba (pH variē no 5,80 līdz 7,03; 95 % paraugu pH > 6,10) un ar apmaiņas bāzēm (diapazons 14,8–54,6 mgekv/100 g augsnes; 93 % paraugu apmaiņas bāzu summa ir lielāka par 20 mgekv/100 g augsnes) piesātināta aug-

6. tabula / Table 6

Neofito augu sabiedrību augsnes virskārtas skābuma, apmaiņas katjonu, organiskā oglekļa un kopējā slāpekļa parametri (vidējie, diapazons) neofitās augu sabiedrībās  
*Soil acidity, exchangeable bases, organic substances and total nitrogen parameters (mean, range) in topsoil of neophytic plant communities*

| Kīmiskie parametri<br>Chemical parameters                                   | <i>Acer negundo</i> sabiedrības<br><i>Acer negundo</i> communities<br>(Laiviņš, Čekstere 2014) | <i>Robinia</i> sp. sabiedrības<br><i>Robinia</i> sp. communities |
|---|--|--|
| pH  | 6,62a  | 6,47a  |
| Diapazons<br>Range  | 6,12...6,91  | 5,80...7,03  |
| Hidrolitiskais skābums, mekv/100 g<br><i>Hydrolitic acidity, mekv/100 g</i> | <b>1,11a</b>   | <b>2,83b</b>   |
| Diapazons<br>Range  | 0,5...3,7  | 0,7...5,8  |
| Apmaiņas bāzu summa, mgekv/100 g<br><i>Exchangeable bases, mgekv/100 g</i>  | <b>47,5a</b>   | <b>39,4b</b>   |
| Diapazons<br>Range  | 32,4...51,7  | 14,8...54,6  |
| Piesātinājums, %<br><i>Base saturation, %</i>                               | <b>97,6a</b>   | <b>91,9b</b>   |
| Diapazons<br>Range  | 90,4...99,0  | 74,7...98,6  |
| Corg, g/100 g<br><i>Organic C, g/100 g</i>                                  | <b>38,7a</b>   | <b>68,5b</b>   |
| Diapazons<br>Range  | 10,3...87,8  | 25,5...141,1   |
| Nkop<br><i>Total nitrogen</i>   | <b>2,5a</b>  | <b>4,1b</b>  |
| Diapazons, g/100 g<br><i>Range, g/100 g</i>                                 | 0,6...6,1  | 2,0...8,0  |
| C/N   | 15,7a  | 15,7a  |
| Diapazons<br>Range  | 11,4...21,4  | 10,8...19,7  |

\* dažādi burti norāda uz statistiski ticamām atšķirībām (t-kritērijs,  $p = 0,05$ ) starp neofito sabiedrību augsnes parametriem / different letters indicate on the statistically significant differences (t-test  $p < 0.05$ ) between soil parameters of the neophytic communities.

snies virskārta. *Tillia × vulgaris* apstādījumos augsne ir neitrāla vai viegli bāziska pH – 6,54–7,60, bet parkā (Viesturdārzā) pH ir 6,60 (Čekstere, 2009; Čekstere, Osvalde, 2013).

Ošlapu kļavas augtenes, salīdzinot ar

robīniju augtenēm, ir neitrālākas, ar lielāku, statistiski būtisku ( $p = 0,05$ ) apmaiņas katjonu apjomu un piesātinājuma pakāpi (6. tab.). Vairāk nekā puse (52 %) neofito ošlapu kļavas un robīnijas augteņu ir karbonātiskas; karbonātiskākas ir ošlapu

kļavas augtenes (64%), karbonātu saturs robīniju audzēs vidēji ir gandrīz divas reizes mazāks (36%).

Savukārt robīniju audzēs augsnes virskārtā lielākā apjomā ir uzkrājušās trūdvielas, lielāks ir arī kopējā slāpekļa daudzums un hidrolītiskais skābums, atšķirības starp šiem rādītājiem robīniju un ošlapu kļavu audzēs ir statistiski būtiskas ( $p = 0,05$ ). Baltā robīnija, tāpat kā vairums tauriņziežu, bagātina augsni ar slāpekli – kā ar sakņu sistēmu, tā arī ar apjomīgo ikgadējo nobiru, sevišķi lapu, masu (Hofmann, 1961; Boring, Swank, 1984). Gan ošlapu kļavas, gan robīnijas augtenēs noris intensīva trūdvielu mineralizācija – C/N attiecība ir mazāka 20.

Makroelementu vidējais daudzums neofīto robīniju un ošlapu kļavas augu sabiedrību un Holandes liepas apstādījumu augsnes virskārtā atšķiras maz, un atšķirības parasti nav statistiski būtiskas (7. tab.). Izņēmums ir nātrijs, kura Holandes liepas apstādījumos ir 4–5 reizes vairāk ( $p = 0,01$ ). Turklāt Holandes liepas apstādījumos statistiski būtiski ( $p = 0,05$ ) lielāks ir dzelzs (attiecībā pret robīnijas audzēm) un fosfora (attiecībā pret ošlapu kļavas audzēm) daudzums. Neofīto sabiedrību, un arī ielu apstādījumu, augsnes virskārta ir bagāta ar fosforu, kas papildus ienests augsnē, mēslojot apstādījumus gar ielām un kādreizējos mazdārziņus (Ripa, Pētersons, 1968; Čekstere, 2011; Čekstere, Osvalde, 2013). Fosfora pārbagātība ir eitrofu urbānu vidi raksturojošs rādītājs.

Kopumā *Tilia × vulgaris* apstādījumu augsnes virskārta ir bagātāka ar P, Fe, Mn un Na, *Acer negundo* sabiedrību augsne – ar K, Ca un Mg, bet *Robinia pseudoacacia* un

*R. luxurians* augsnēs makroelementu saturs salīdzinoši ir viszemākais.

Visu smago metālu daudzums gar brauktuvēm *Tilia × vulgaris* apstādījumu augsnēs ir būtiski lielāks ( $p = 0,05$ ) nekā neofīto augu sabiedrību augsnēs. Neofīto sabiedrību augsnēs smago metālu daudzums ir līdzīgs, bet nedaudz augstāka koncentrācija ir *Acer negundo* sabiedrības augsnēs (7. tab.).

Ošlapu kļavas un robīnijas audžu augsnes virskārta ir vāji skāba un bagāta ar organiskajām vielām, tāpēc vairāki makroelementi (dzelzs, mangāns) un arī smagie metāli (cinks, varš, svins) ir saistīti augsnes adsorbcijas kompleksā un atrodas mazkustīgās un augiem nepieejamās formās.

Ošlapu kļava, atšķirībā no robīnijas, intensīvāk izplatās stiprāk traucētos biotopos gar brauktuvēm, vietās ar svaigi uzbūrtu minerālzemī, kas ir bagātāka ar karbonātiem, apmaiņas katjoniem un arī makroelementiem. Savukārt robīnijas audzes Rīgā pēdējos gadu desmitos ir izveidojušās ilgstoši mazāk traucētās augtenēs: mežmalās, arī pamestos dārzos un skvēros. Vairākās vietās robīnijas ir stādītas, stādījumi tiek aprūpēti (Eizenšteina iela Gaīlezerā, Rītupes iela Latgales priekšpilsētā). Tādēļ robīniju augtenēs ir uzkrājies biežāks detrita slānis, ar lielāku trūdvielu masu un bagātīgāku slāpekļa saturu.

#### *Neofīto augu sabiedrību sintaksonomija*

Mūsu pētījumos neofītās robīniju sabiedrības ir klasificētas patstāvīgas asociācijas Chelidonio-Robinetum pseudoacaciae Jurko 1963 sintaksonomiskajā rangā. Pirmo reizi lielās strutenes-baltās robīnijas asociācija ir aprakstīta 1963. gadā Čehijā

7. tabula / Table 7

Makroelementu un smago metālu daudzums (vidējais, diapazons)  
neofīto augu sabiedrību augsnes virskārtā  
*Content (mean, range) of macroelements and heavy metals  
in topsoil of neophytic plant communities and greenery*

| Elementi<br>Elements | <i>Acer negundo</i> sabiedrības<br><i>Acer negundo</i> communities<br>(Laiviņš, Čekstere, 2014) | <i>Robinia pseudoacacia</i> &<br><i>R. luxurians</i> sabiedrības<br><i>Robinia pseudoacacia</i> &<br><i>R. luxurians</i> communities | <i>Tilia × vulgaris</i><br>apstādījumi<br><i>Tilia × vulgaris</i> greenery<br>(Čekstere,<br>Osvalde, 2013) |
|----------------------|---|--|--|
| P                    | <b>382,4a</b>   | 515,7a   | <b>536,7ba*</b>  |
| Diapazons / Range    | 117,7...801,6   | 153,1...1766,4   | 253,7...1044,4   |
| K                    | 264,5a  | 162,6a   | 188,5a   |
| Diapazons / Range    | 61,4...250,6  | 67,9...383,7   | 58,7...399,6   |
| Ca                   | 14095,2a  | 10479,7a   | 11411,3a   |
| Diapazons / Range    | 3111,9...41730,7  | 2648,4...36558,6   | 5813,9...24757,3   |
| Mg                   | 5759,1a   | 4015,6a  | 3749,2a  |
| Diapazons / Range    | 1650,3...19983,5  | 442,9...27352,3  | 1832,5...9466,1  |
| Fe                   | 1224,9a   | <b>941,8a</b>  | <b>1985,9ab**</b>  |
| Diapazons / Range    | 260,7...6197,3  | 397,1...2389,3   | 859,9...5034,3   |
| Mn                   | 119,3a  | 118,9a   | 146,3a   |
| Diapazons / Range    | 28,2...250,1  | 37,8...352,8   | 34,6...279,6   |
| Na                   | <b>55,3a</b>  | <b>37,6a</b>   | <b>204,1bb</b>   |
| Diapazons / Range    | 15,3...367,1  | 12,4...132,2   | 55,6...673,7   |
| Ni                   | <b>0,62a</b>  | <b>0,54a</b>   | <b>1,22b</b>   |
| Diapazons / Range    | 0,11...3,92   | 0,16...2,42  | 0,49...1,97  |
| Cu                   | <b>19,8a</b>  | <b>13,5a</b>   | <b>35,6b</b>   |
| Diapazons / Range    | 1,9...114,7   | 3,5...56,9   | 3,91...133,2   |
| Zn                   | <b>95,7a</b>  | <b>77,4a</b>   | <b>114,6b</b>  |
| Diapazons / Range    | 13,7...791,7  | 21,4...189,7   | 35,4...447,4   |
| Cd                   | <b>0,06a</b>  | <b>0,06a</b>   | <b>0,22b</b>   |
| Diapazons / Range    | 0,01...0,44   | 0,01...0,45  | 0,09...0,37  |
| Pb                   | <b>7,9a</b>   | <b>6,5a</b>  | <b>55,9b</b>   |
| Diapazons / Range    | 0,8...29,1  | 2,1...18,3   | 28,5...113,2   |

\* dažādie burti norāda statistiski ticamas atšķirības (t-kritērijs,  $p = 0,05$ ) starp elementu daudzumu / different letters indicate on the statistically significant differences (*t*-test,  $p < 0.05$ ) between element content;

\*ceturtais kolonnas pirmais burts norāda statistiski ticamas atšķirības ar otro kolonnu / the first letter of the forth column indicates on the statistically significant difference from the second column;

\*\* ceturtās kolonnas otrais burts norāda statistiski ticamas atšķirības ar trešo kolonnu / the second letter of the forth column indicates on the statistically significant difference from the third column.

(Jurko, 1963, citēts pēc Pott, 1995). A. Jurko šajā darbā apraksta arī otru, ar balto robīniju, kā edifikatorsugu, saistītu asociāciju – *Bal-  
to nigrae-Robinieta pseudoacaciae* Jurko 1963. Lielās strutenes-robīnijas sabiedrības sastopamas mitrākās, bet melnās zilaines-robīnijas sabiedrības – sausākās augtenēs. Vēlāk pilnveidota robīnijas sabiedrību augstāko sintaksonomisko vienību sistēma: savienība *Chelidonio-Robinieta* Hadač et Sofron 1980, rinda *Robinieta* Jurko ex Hadač et Sofron 1980 un klase *Robinieta* Jurko ex Hadač et Sofron 1980. Šādu hierarhisku sintaksonomisko sistēmu lieto Čehijā (Chytrý, Tichý, 2003; Vitkova, Kolbek, 2010), Krievijā (Ишбирдина, Ишбирдин, 1991), Ukrainā (Tokaryuk *et al.*, 2012) u.c. Asociācijas un arī augstāko sintaksonu rakstursugas ir *Robinia pseudoacacia*, *Chelidonium majus* un *Urtica dioica*.

Reducētais sintaksonu rakstursugu skaits un robīnijas sabiedrību nestabilā dinamiskā situācija ir par iemeslu citai robīnijas sabiedrību klasifikācijas koncepcijai. Proti, daļa vācu ģeobotāniķu uzskata robīnijas sabiedrības par derivātām augu sabiedrībām, kurām nav sintaksonus (asociācija, savienība u.c.) raksturojošu *pastāvīgu* sugu, bet *Chelidonium majus* un *Urtica dioica* ir Eirosibīrijas ruderalo augstzāļu, vībotņu un dadžu sabiedrību klases *Artemisietea* rakstursugas (Klauck, 1988, 1999; Pott, 1995). Robīnijas sabiedrības ir sērijveida sabiedrības un stabili pirmsmeža sabiedrību sākumstadija, tādēļ tās nosaucamas tikai pēc dominējošās sugas – *Robinia pseudoacacia* (Robinienbestānde).

Neskatoties uz robīniju augu sabiedrībām iztrūkstošās patstāvīgās rakstursugu ko-

pas, neofītās robīniju audzes, tāpat arī Rīgā aprakstītās ošlapu kļavas sabiedrības (Laiviņš, Čekstere, 2014), ir pilnīgi jaunas un pēc sugu sastāva daudzveidības, kā arī izplatības rakstura, pēdējos 50 gados strauji progresējošas augu sabiedrību struktūras pasaulē, arī Latvijā abas sugas ir ar augstu agresivitātes pakāpi (Priede, 2006). Robīnijas un ošlapu kļavas sabiedrības sastāv galvenokārt no četrām lielām augu sabiedrības raksturojošu sugu kopām.

Pirmajā pēc skaita lielākajā sugu kopā (robīniju sabiedrībās 36 %, ošlapu kļavas – 37 % no sugu kopskaita) ir no iepriekšējā augāja mantotās, stipri ietekmētu un stipri traucētu augtņu augu sabiedrību sugas, starp kurām daudz viengadīgu un divgadīgu nezāļu sabiedrību (klase *Stellarietea mediae*) sugu: *Capsella bursa pastoris*, *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Sonchus arvensis* u.c., kā arī ruderalo augstzāļu vībotņu sabiedrību (klase *Artemisietea*) sugas: *Artemisia vulgaris*, *Solidago canadensis*, *Chelidonium majus*, *Arctium tomentosum*, *Lamium album* u.c.

Otrajā sugu kopā ir zālāju sabiedrību sugas (robīniju un ošlapu kļavas sabiedrībās pa 13 % no sugu kopskaita), jo sevišķi Eirāzijas mezofito zālāju (klase *Molinio-Arrhenatheretea*) sugas: *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens* u.c., kas raksturo nestabilo urbāno, ar slāpekli un metāliem pārsātināto vidi.

Trešajā kopā (robīniju sabiedrībās – 16 %, ošlapu kļavas – 17 %) pārstāvētas Eiropas vasarzaļo ozola un dižskābarža mežu (klase *Quercu-Fagetea*) sugas: *Impatiens parviflora*, *Acer platanoides*, *Quercus robur*, *Poa nemoralis*, *Geum urbanum* u.c. sugas, kas iezīmē nākotnes pilsētmežu sugu kompozīciju.



Ceturto, pēc sugu skaita apjomīgāko kopu, veido dispersas, gadījuma rakstura sugas, ar plašu socioloģisko un ekoloģisko statusu, kā arī ar noteiktām augu sabiedrībām nesaistītas sugas – *Deschampsia caespitosa*, *Betula pendula*, *Populus tremula* u.c. – un dažādas antropofītu sugas, visvairāk dārzabēgļi – *Prunus institia*, *Prunus divaricata*, *Malus domestica*, *Syringa vulgaris*, *Spiraea chamaedryfolia* u.c.

Tātad neofītu augu sabiedrību sugu kompozīcija atspoguļo meža augāja

raksturīgus transformēšanās procesus urbānajā vidē: *ruderalizāciju* – augāja bagātināšanos ar stipri ietekmētu augteņu viengadīgām un daudzgadīgām sugām, *graminifikāciju* – graudzāļu ekspansiju kserofītā un piesārņotā vidē (Laiviņš, 1998), kā arī krūmāju un meža sākuma stadiju veidošanos un meža *nemoralizāciju* – platlapju mežu (nemorālais bioms) kokaugu un lakstaugu sugu masveida izplatīšanos eitrofā, ar slāpekli bagātā vidē.

**Pateicība:** autori pateicas Agnesei Priedei par teksta rediģēšanu un Andai Medenei par tehnisko noformējumu. Pētījums veikts ar Eiropas Sociālā Fonda atbalstītā projekta Nr. 2013/0060/1DP/1.1.1.2.0/13/APIA/VIAA/041 un SIA “Meža nozares kompetences centrs” Eiropas Reģionālā Attīstības Fonda atbalstītā projekta “Meža kapitāla apsaimniekošanas ekoloģiskie riski – novērtēšanas metodes un rekomendācijas to samazināšanai” (līgums Nr. L-KC-11-0004) ietvaros.

### Literatūra

1. Arhipova, I., un Bāliņa, S., 2003. *Statistika ekonomikā*. Rīga: Datorzinību Centrs, 349 lpp.
2. Ašmanis, K., 1923. *Latvijas flora. Ziedaugu noteicējs, sabiedrības kalendārs līdz ar bišu, tehniskiem, ārstniecības un krāšņumaugiem*. Rīga: 320 lpp.
3. Bickis, J., 1920. *Latvijas augu noteicējs*. 1. daļa. Cēsis: 87 lpp.
4. Boring, L. R., and Swank, W. T., 1984. The role of Black Locust (*Robinia pseudoacacia*) in forest succession. *Journal of Ecology* 72, 749–766.
5. Cierjacks, A., Kowarik, I., Joshi, J., Hempel, S., Ristow, M., von der Lippe, M., and Weber, E., 2013. Biological flora of British Isles: *Robinia pseudoacacia*. *Journal of Ecology* 101, 1623–1640.
6. Cinovskis, R., 1973. Robīnijas. *Dārzs un Drava* 12, 22–23.
7. Cinovskis, R., 1979. *Latvijas PSR ieteicamo krāšņumaugu sortiments*. Rīga: Zinātne, 274 lpp.
8. Cinovskis, R., Janele, I., Skujeniece, I., un Zvirgzds, A., 1974. *Koki un krūmi Latvijas lauku parkos*. Rīga: Zinātne, 347 lpp.
9. Chytry, M., and Tichy, L., 2003. Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. *Folia Biologica* (Masaryk University, Brno) 108, 1–231.

10. Cools, N., and De Vos, B., 2010. Sampling and analysis of soils. In: *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Programme Coordinating Centre. Hamburg: UNECE, ICP Forest, Part 10, pp. 1–208.
11. Čekstere, G., 2009. Rīgas centra ielu apstādījumu ekoloģiskais stāvoklis. *Latvijas Veģetācija* 20, 1–136.
12. Čekstere, G., 2011. *Vides faktoru ietekme uz Holandes liepas (Tilia × vulgaris) vitalitāti Rīgas ielu apstādījumos*. Promocijas darbs. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 225 lpp.
13. Čekstere, G., Osvalde, A., Karlsons, A., Nollendorfs, V., un Paegle, G., 2005. The effect of urban environment on the mineral nutrition status of street trees in Riga, the problems and possible solution. *Latvijas Universitātes Raksti. Zemes un Vides Zinātnes* 685, 7–20.
14. Čekstere, G., un Osvalde, A., 2013. A study of chemical characteristics of soil in relation to street trees status in Riga. *Urban Forestry & Urban Greening* 12, 69–87.
15. Friebe, W. C., 1805. *Oekonomisch-technische Flora für Liefland, Ehtland und Kurland*. Rīga: 392 ss.
16. Gailis, J., 1960. Vietējo un introducēto koku sugu salciētība Latvijas PSR. *Mežsaimniecības Problēmu un Koksnes Ķīmijas Institūta Raksti* 20, 115–147.
17. Hofmann, G., 1961. Die Stickstoffbindung der Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.). *Archiv für Forstwesen* 10(4/6), 627–632.
18. Isley, D., and Peabody, F. J., 1984. Robinia (Leguminosae: Papilionoidea). *Castanea* 49(4), 187–202.
19. Janitens, A., 1968. Rožainā robīnija. *Dārzs un Drava* 9, 19.
20. Jurko, A., 1963. Zmena pôvodných lesných fitocenóz introdukcioi agāta [Changes in the original forest phytocenosis caused by the introduction of *Robinia pseudoacacia*] *Československa Ochrána Přírody* 1, 56–75.
21. Klauck, E. J., 1988. Die Sambucus nigra-Robinia pseudoacacia Gesellschaften und ihre geographische Gliederung. *Tuexenia* 8, 281–286.
22. Klauck, E. J., 1999. Robienienbestände auf Berghalden aus karbonischen Schiefer im Saarland. *Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv* 37, 105–118.
23. Kowarik, I., 2003. *Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, S. 380.
24. Kuusk, V., Tabaka, L., and Jankevičiene, R., 1996. *Fabaceae* Lindl. (Leguminosae Juss.) In: Kuusk, V., Tabaka, L., Jankevičiene, R. (eds.) *Flora of the Baltic Countries*. Tartu: Eesti Loodusfoto, 2, 124–161 pp.
25. Laiviņš, M., 1998. Latvijas boreālo priežu mežu sinantropizācija un eitrofikācija. *Latvijas Veģetācija* 1, 1–137.
26. Laiviņš, M., 2001. Neofitās robīniju (*Robinia* L.) augu sabiedrības Latvijā. / *Referātu tēzes. Latvijas Ģeogrāfijas biedrības konference Daugavpils, 2001. gada 4.–5. maijs*. Daugavpils: AA Saule, 36.–38. lpp.

27. Laiviņš, M., 2010. Svešzemju platlapu sugu (*Fagus sylvatica*, *Quercus rubra*, *Juglans ailanthifolia*) augu sabiedrības Latvijā. *Latvijas Veģetācija* 21, 41–90.
28. Laiviņš, M., and Zundāne, A., 1989. *Latvijas ziedaugu un paparžaugu datu katalogs: sinantropie elementi*. Salaspils: ZRA "Silava", 40 lpp.
29. Laiviņš, M., Bice, M., Krampis, I., Knape, D., Šmite, D., un Šulcs, V., 2009. *Latvijas kokaugu atlants. Atlases of Latvian woody plants*. Rīga: SIA Apgāds Mantojums, 606 lpp.
30. Lange, V., 1957. Salīdzinoši dati par 1939.–1940. un 1955.–1956. gada bargo ziemu sala ietekmi uz kokaugu sugām Latvijas PSR teritorijā. *Latvijas Lauksaimniecības Akadēmijas Raksti* 6, 465–476.
31. Livena, Dz., 1957. Pākšaugi. Leguminosae Juss. / Galeniēks, P. (red.) *Latvijas PSR flora*. Rīga: Latvijas Valsts izdevniecība, 2, 128.–205. lpp.
32. Mauriņš, A., un Zvirgzds, A., 2006. *Dendroloģija*. Rīga: Latvijas Universitātes apgāds, 447 lpp.
33. Ozols A., Pētersons, E., un Riekstiņš, I., 1959. Dekoratīvo koku un krūmu ziemcietība bargajā 1955./56. gada ziemā. / Ozols, A. (red.) *Daiļdārzniecība* 1, 47–83.
34. Pāvule, A., 1978. *Agroķīmika rokasgrāmata*. Rīga: Liesma, 338 lpp.
35. Pētersone, A., un Birkmane, K., 1980. *Latvijas PSR augu noteicējs*. Rīga: Zvaigzne, 590 lpp.
36. Pott, R., 1995. *Die Pflanzengesellschaften Deutschlands*. 2. Auflage. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag, 622.
37. Priede, A., 2006. Svešzemju augu sugas un to statuss Latvijā. / *Latvijas Universitātes 64. zinātniskās konferences referātu tēzes. Ģeogrāfija/Ģeoloģija/Vides zinātne*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 104.–107. lpp.
38. Roze, I., 2013. *Pākšaugu dzimta (Leguminosae Juss) Latvijas florā*. Promocijas darbs. Rīga: Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, rokraksts, 93 lpp.
39. Schoch, C. W., 1910. *Katalog über Obstbäume, Zierbäume, und Sträucher, Rosen, Stauden, Topfpflanzen u.s.w., der Handelsgärtnerei von C.W. Schoch in Riga*. Riga: 89 ss.
40. Tokaryuk, A.I., Chorney, I.I., Korzhan, K.V., Budzhak, V.V., Velycgko, M.V., Protopopova, V.V., and Shevera, M.V., 2012. The participation of invasive plants in the synanthropic plant communities in the Bukovinian Cis-Carpathian (Ukraine). *Thaiszia. Journal of Botany* (Košice) 22(2), 243–254.
41. Vitkova, M., and Kolbek, J., 2010. Vegetation classification and synecology of Bohemian *Robinia pseudoacacia* stands in a Central European context. *Phytocoenologia* 40(2–3), 205–241.
42. Vitkova, M., Tonika, J., and Müllerova, J., 2015. Black locust – successful invader of a wide range of soil condition. *Science of the Total Environment* 505, 315–328.
43. Wagner, C. H., 1822. *Preis-Courant derjenigen Gemüse-, Blumen-, Bäume-, und Sträucher-Samen bei C. H. Wagner*. Riga: 2 ss.
44. Zigra, J. H., 1805. *Verzeichnis derjenigen exotischen Pflanzen, Bäume, Sträucher, welche*

*in der Gartenhandlungen J.H. Zigra zu Riga.* Riga: Gedruckt bei Wilhelm Ferdinand Häcker, S. 42.

45. Бандере, Д., и Игаунис, Г., 1987. Зимостойкость интродуцированных видов деревьев и кустарников в семенной плантации ЛОС Калснава зимой 1978/79 г. В: Циновскис, Р. Е. (ред.). *Ботанические сады Прибалтики. Зимостойкость деревьев и кустарников в 1978/79 г.* Рига: Зинатне, стр. 90–108.
46. Вагнер, К. И., 1907. *Каталог деревьев и кустарников, растений грунтовых, оранжерейных и тепличных садового заведения К.И. Вагнера в Риге.* Рига: 93 стр.
47. Ишбирдина, Л. М., и Ишбирдин, А. Р., 1991. Синантропные древесные сообщества г. Уфы. *Ботанический журнал* 76(4), 548–555.
48. Мауринь, А. М., 1970. *Опыт интродукции древесных растений в Латвийской ССР.* Рига: Зинатне, 258 стр.
49. Циновскис, Р., Кнапе, Д., Кашкуре, А., и Шмаукстелис, Э., 1987. Повреждения деревьев и кустарников в Латвии, вызванные суровой зимой 1978/79 г. В: Циновскис, Р. Е. (ред.). *Ботанические сады Прибалтики. Зимостойкость деревьев и кустарников в 1978/79 г.* Рига: Зинатне, стр. 51–76.

Asociācijas Chelidonio-Robinietum sugu sastāvs Rīgā  
Species composition of *Chelidonio-Robinietum* association in Riga

|  | Chelidonio-Robinietum sabiedrības / Communities |     |     |     |    |     |     |     |    |                           |    |    |     |     |     |    |     |     | Sastopamība, %<br>Frequency, % |
|--|---|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|---------------------------|----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|--------------------------------|
|  | tipiskais var. <i>typicum</i>                   |     |     |     |    |     |     |     |    | <i>Festuca rubra</i> var. |    |    |     |     |     |    |     |     |                                |
|  | 5   | 6   | 7   | 9   | 10 | 12  | 13  | 14  | 15 | 16                        | 17 | 18 | 1   | 2   | 3   | 4  | 8   | 11  | 19                             |
| Apraksta numurs<br>Table number  | 5   | 6   | 7   | 9   | 10 | 12  | 13  | 14  | 15 | 16                        | 17 | 18 | 1   | 2   | 3   | 4  | 8   | 11  | 19                             |
| Apraksta lielums, m <sup>2</sup><br>Relative size, m <sup>2</sup>                  | 225   | 115 | 100 | 140 | 30 | 225 | 400 | 400 | 15 | 100                       | 50 | 75 | 64  | 70  | 100 | 48 | 125 | 150 | 75                             |
| Koku stāva (E <sub>1</sub> ) slēgums, %<br>Cover tree (E <sub>1</sub> ) layer, %   | 90  | 90  | 40  | 75  | 50 | 45  | 85  | 85  | 80 | 75                        | 70 | 70 | 90  | 90  | 80  | 20 | 70  | 55  | 75                             |
| Krūmu stāva (E <sub>2</sub> ) slēgums, %<br>Cover shrub (E <sub>2</sub> ) layer, % | 8   | 5   | 50  | 8   | 40 | 75  | 7   | 3   | 5  | 15                        | 15 | 15 | 1   | 3   | 1   | 75 | 3   | 45  | 20                             |
| Lakstaugu (E <sub>1</sub> ) segums, %<br>Cover herb (E <sub>1</sub> ) layer, %     | 90  | 70  | 60  | 75  | 60 | 85  | 75  | 50  | 70 | 70                        | 70 | 65 | 70  | 90  | 99  | 60 | 70  | 25  | 60                             |
| Sugu skaits aprakstā<br>Number of species per plot                                 | 11  | 12  | 12  | 13  | 12 | 15  | 12  | 13  | 22 | 15                        | 13 | 13 | 10  | 7   | 8   | 14 | 15  | 12  | 6                              |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> E <sub>3</sub>   | 90  | 75  | 40  | 55  | 50 | 30  | 85  | 75  | 70 | 50                        | 55 | 70 | 90  | 90  | 80  | 20 | 70  | 35  | 75                             |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> E <sub>2</sub>   | 5   | 4   | 60  | 6   | 40 | 65  | 5   | 3   | 5  | 5                         | 15 | 15 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 75 | 3   | 30  | 10                             |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> E <sub>1</sub>   | .   | +   | .   | .   | .  | 3   | .   | +   | .  | 5                         | 2  | .  | .   | .   | .   | +  | 4   | .   | .                              |
| <i>Acer platanoides</i> E <sub>3</sub>   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | .   | 10  | 5  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | +  | .   | .   | .                              |
| <i>Acer platanoides</i> E <sub>2</sub>   | .   | .   | .   | .   | .  | +   | 2   | .   | +  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | +  | .   | .   | .                              |
| <i>Acer platanoides</i> E <sub>1</sub>   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .   | .  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .                              |
| <i>Ulmus glabra</i> E <sub>3</sub>   | .   | .   | .   | .   | .  | 15  | .   | .   | 5  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .                              |
| <i>Ulmus glabra</i> E <sub>2</sub>   | .   | .   | .   | .   | .  | +   | .   | .   | +  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .                              |
| <i>Ulmus glabra</i> E <sub>1</sub>   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | .   | +   | .  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .                              |
| <i>Betula pendula</i> E <sub>3</sub>   | 5   | 5   | .   | .   | .  | .   | .   | .   | .  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | .  | 20  | .   | .                              |
| <i>Populus tremula</i> E <sub>3</sub>  | 10  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .   | .  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .                              |
| <i>Populus tremula</i> E <sub>2</sub>  | 3   | +   | .   | .   | .  | .   | .   | .   | .  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .                              |
| <i>Malus domestica</i> E <sub>3</sub>  | .   | .   | .   | 20  | .  | +   | .   | .   | .  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .                              |
| <i>Prunus cerasifera</i> E <sub>3</sub>  | .   | +   | 10  | 2   | .  | .   | .   | .   | .  | .                         | .  | .  | +   | 3   | +   | .  | .   | .   | .                              |
| <i>Syringa vulgaris</i>  | .   | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .   | .  | 10                        | .  | .  | .   | .   | .   | .  | 15  | 10  | .                              |
| <i>Ribes alpinum</i>   | .   | .   | .   | .   | .  | +   | 5   | .   | .  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .                              |
| <i>Amelanchier spicata</i>   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | 5   | +   | .  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .                              |
| <i>Quercus robur</i>   | .   | .   | .   | .   | .  | .   | +   | +   | .  | .                         | .  | .  | .   | .   | .   | .  | .   | .   | .                              |
| <i>Chelidonium majus</i> E <sub>1</sub>  | 25  | 5   | 3   | 5   | 5  | .   | 5   | 5   | 5  | 20                        | 30 | .  | 40  | +   | 60  | 25 | .   | .   | 74                             |
| <i>Asopodium podagraria</i>  | 60  | 65  | 40  | 20  | 15 | 75  | 75  | 40  | 3  | 20                        | 20 | 6  | .   | .   | +   | .  | .   | .   | 68                             |
| <i>Dactylis glomerata</i>  | +   | 3   | +   | .   | +  | +   | .   | .   | .  | .                         | .  | 1  | 10  | .   | 5   | .  | 20  | +   | 53                             |
| <i>Impatiens parviflora</i>  | 5   | 3   | +   | 50  | .  | +   | .   | 5   | 10 | .                         | 4  | .  | .   | +   | 40  | 5  | .   | 15  | 47                             |
| <i>Elytrigia repens</i>  | .   | .   | +   | .   | +  | +   | .   | .   | 5  | .                         | .  | .  | .   | +   | 13  | 10 | +   | .   | .                              |
| <i>Taraxacum officinale</i>  | .   | .   | +   | .   | +  | .   | .   | .   | +  | 3                         | +  | +  | .   | .   | .   | .  | 35  | 8   | .                              |

