



ECOLOGY AND NOOSPHEROLOGY

ISSN 1726-1112 (Print)
ISSN 2310-4309 (Online)
Ecol. Noospher., 29(1), 47–51
doi: 10.15421/031808

Some features of the influence of *Robinia pseudoacacia* L. on soils in arid conditions

V. A. Gorban, A. O. Huslysty

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

Article info

Received 15.04.2018
Received in revised form
02.05.2018
Accepted 08.05.2018

Oles Honchar Dnipro
National University,
Gagarin Ave., 72, Dnipro,
49010, Ukraine.
Tel.: +38-050-362-45-90
E-mail: vad01@ua.fm

Gorban, V. A., & Huslysty, A. O. (2018). Some features of the influence of *Robinia pseudoacacia* L. on soils in arid conditions. *Ecology and Noospherology*, 29(1), 47–51. doi:10.15421/031808

Some features of the influence of *Robinia pseudoacacia* L. (black locust) on soils in arid conditions. The modern scientific sources concerning the peculiarities of the influence of *Robinia pseudoacacia* L. on soils under arid conditions have been analyzed. As a result of the performed analysis, it turned out that the largest number of scientific sources is devoted to the highlighting of the specifics of the influence of plantings on the content of organic substances, nitrogen, phosphorus, potassium, soil moisture, as well as erosion processes and the process of recultivation of disturbed lands. The main influence of *Robinia pseudoacacia* L. on the organic matter content is manifested in increasing the soil organic carbon content in the upper layers of soils, as well as in its increase in soil content, preferably up to a depth of 50 cm, compared with some other trees and herbaceous plants. Nitrogen is the main biophilic chemical element that is actively accumulated by black locust plantings. At the same time, the positive effect of *Robinia pseudoacacia* L. on the accumulation of phosphorus and potassium in soils was found, which positively affects the increase of soil fertility under plantings. An analysis of literary sources has revealed that there are results of researches that confirm the use of black locust from moisture from both surface and deep layers of soils. Plantings of *Robinia pseudoacacia* L. are actively used in arid conditions to overcome the manifestations of erosion processes. In this case, an additional mechanism of anti-erosion stability of the plantation, some authors consider the formation of forest litter in black locust forest stands. *Robinia pseudoacacia* L. due to its adaptations is successfully used in the recultivation of disturbed lands, actively improving their properties and increasing their fertility. It should be noted, however, that most European countries regard *Robinia pseudoacacia* L. as an invasive species whose invasion negatively affects indigenous plant communities. At the same time, the countries, a significant part of which falls on arid lands, actively use black locust for afforestation and improvement of the state of their soils.

Keywords: *Robinia pseudoacacia* L.; invasive species; arid territories; influence on soils properties

Деякі особливості впливу насаджень *Robinia pseudoacacia* L. на ґрунти в посушливих умовах

В. А. Горбань, А. О. Гуслистий

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Проаналізовано сучасні наукові джерела щодо особливостей впливу *Robinia pseudoacacia* L. на ґрунти в посушливих умовах. У результаті виконаного аналізу виявилось, що найбільша кількість наукових джерел присвячена висвітленню специфіки впливу робінієвих насаджень на вміст у ґрунтах органічних речовин, азоту, фосфору, калію, ґрунтової вологи, а також на ерозійні процеси та процес рекультиваци порушених земель. Основний вплив *Robinia pseudoacacia* L. на вміст органічних речовин проявляється в збільшенні вмісту ґрунтового органічного вуглецю у верхніх шарах ґрунтів, а також у його збільшенні вмісту за ґрунтовым профілем переважно до глибини 50 см порівняно з деякими іншими деревними та трав'янистими рослинами. Основним біофільним хімічним елементом, який активно акумулюється робінієвими насадженнями, є азот. В той же час виявлено позитивний вплив *Robinia pseudoacacia* L. на накопичення в ґрунтах фосфору

та калію, що позитивно відображається на підвищенні родючості ґрунтів під робінієвими насадженнями. Аналіз літературних джерел виявив, що існують результати досліджень, які підтверджують використання робінією запасів вологи як з поверхневих, так і з глибоких шарів ґрунтів. Насадження *Robinia pseudoacacia* L. активно використовуються в посушливих умовах для подолання проявів ерозійних процесів. При цьому додатковим механізмом протиерозійної стійкості насадження деякі автори вважають формування лісової підстилки у робінієвих лісонасадженнях. *Robinia pseudoacacia* L. внаслідок своїх адаптаційних пристосувань успішно використовується при рекультивації порушених земель, активно покращуючи їх властивості та підвищуючи їх родючість. Разом з цим слід зазначити, що більшість європейських країн вважають *Robinia pseudoacacia* L. агресивним інвазійним видом, вторгнення якого негативно впливає на аборигенні угруповання рослин. Разом з тим країни, значна частина яких припадає на посушливі території, активно використовують робінію для заліснення та покращення стану своїх ґрунтів.

Ключові слова: *Robinia pseudoacacia* L.; інвазійні види; аридні території; вплив на властивості ґрунтів

Вступ

На сьогодні в світі існують значні площі насаджень, які сформовані робінією псевдоакацією (*Robinia pseudoacacia* L.). Завдяки своїм властивостям ця порода широко використовувалася при штучному лісорозведенні в посушливих умовах. У деяких країнах *R. pseudoacacia* L. розглядається як небезпечний інвазійний вид, що завдає значної шкоди при вселенні в аборигенні угруповання рослин. Як зазначають Li et al. (2014), до найбільш важливих кліматичних показників, що визначають географічний розподіл *R. pseudoacacia*, належать індекс холоду, середньорічна температура та індекс тепла. У Центральній Європі розповсюдження робінії кліматично обмежено пізнім весняним морозом разом з коротким вегетаційним періодом, ґрунтовою гіпоксією (Vítková et al., 2017). Згідно з результатами досліджень зазначених авторів (Li et al., 2014) потенційною площею розселення робінії є території Сполучених Штатів Америки, Великобританії, Німеччині, Франції, Нідерландів, Бельгії, Італії, Швейцарії, Австралії, Нової Зеландії, Китаю, Японії, Південної Кореї, Південної Африки, Чилі та Аргентини. Lazzaro et al. (2018) в результаті своїх досліджень установили, що вторгнення робінії призводить до трансформації декількох компонентів екосистеми, змінюючи ґрунтово-рослинний комплекс та впливаючи на біорізноманіття на різних рівнях. Однією з особливостей *R. pseudoacacia*, яка допомагає цьому виду захоплювати нові місцезростання, є її висока аллопатична активність, зокрема дослідженнями Nasir et al. (2005) виявлено зменшення росту тестових рослин при їх вирощуванні в ґрунті, змішаному з листками робінії в різних концентраціях. Разом з тим в інших країнах *R. pseudoacacia* L. активно використовується як провідна порода, яка застосовується при створенні лісонасаджень. Yıldız et al. (2018) в результаті досліджень *Elaeagnus angustifolia*, *Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus angustifolia* та *Pinus nigra* з погляду перспективності їх використання для заліснення аридних територій установили, що найбільш вдалими є використання *E. angustifolia*, тоді як *R. pseudoacacia* та *F. angustifolia* можуть використовуватися як альтернативні види.

Метою нашої роботи є аналіз сучасних наукових джерел для встановлення особливостей впливу насаджень *Robinia pseudoacacia* L. на вміст органічних речовин, азоту, вуглецю та фосфору, вологи в ґрунтах, а також на прояв ерозійних процесів ґрунтів та на зміни ґрунтів у процесі рекультивації.

Вплив *Robinia pseudoacacia* L. на вміст органічних речовин у ґрунтах. Додавання листків робінії до ґрунтів зумовлює покращення фізичних та хімічних властивостей ґрунтів, зокрема збільшується вміст органічних речовин, обмінного калію, ємності поглинання, підвищується стійкість агрегатів та здатність утримувати вологу, зменшується значення рН та щільності (Khan et al., 2010). Зростання *R. pseudoacacia* призводить до збільшення вмісту органічних речовин та азоту, що, у свою чергу, відображається на стані асиміляційного апарату самого

насадження, зокрема на питомій поверхні та площі листка, вмісті води в листках, загальному вмісті азоту та органічних речовин у листках (Duan et al., 2017). Li et al. (2017) відзначають, що створення робінієвих насаджень на ґрунтах, які до цього втратили лісовий покрив, забезпечує краще збільшення вмісту та зберігання ґрунтового органічного вуглецю порівняно з насадженнями *Caragana korshinskii*, а також угрупованнями *Stipa bungeana* + *Artemisia gmelinii*. При цьому автори зазначають, що робінія краще забезпечує збільшення органічної речовини в лесових ґрунтах порівняно з піщаними ґрунтами. Tong et al. (2016) також відзначають переважання насаджень *Robinia pseudoacacia* L. порівняно з насадженнями *Caragana korshinskii* у процесі накопичення та зберігання ґрунтового органічного вуглецю. При цьому найбільше збільшення вмісту вуглецю спостерігалось у верхньому шарі ґрунту 0–10 см. У результаті досліджень впливу робінії, тополі, карагани та обліпихи на ґрунти встановлено, що всі ці породи призводять до збільшення вмісту вуглецю. Однак вплив робінії та тополі проявляється в межах глибини 0–100 см, тоді як вплив карагани та обліпихи обмежується глибиною 0–20 см та 0–60 см відповідно. При цьому ґрунти під насадженнями робінії характеризуються максимальним умістом ґрунтового органічного вуглецю порівняно з ґрунтами під іншими досліджуваними породами (Tong et al., 2016). Дослідженнями Han et al. (2017) встановлено, що здатність насаджень робінії накопичувати та зберігати ґрунтовий органічний вуглець поступово збільшується із зростанням їх віку. Song et al. (2016) при порівнянні впливу насаджень з різних порід на ґрунти виявили, що ліси *Quercus liaotungensis* мали більший уміст органічного вуглецю та меншу щільність ґрунтових шарів порівняно з лісонасадженнями *Robinia pseudoacacia*. При цьому вже з глибини 50 см різниця між ґрунтами насаджень практично зникає.

Вплив *Robinia pseudoacacia* L. на вміст азоту, вуглецю та фосфору в ґрунтах. *Robinia pseudoacacia* бере активну участь у регенерації лісів на території Сполучених Штатів Америки. При цьому за доволі короткі періоди ця порода накопичує значну біомасу, зокрема 4-, 17- та 38-річні насадження характеризуються запасами біомаси 33, 174 та 399 т/га. Усе це відбувається при активному накопиченні азоту в ґрунтах, на яких зростають зазначені насадження (Boring, Swank, 1984). Дослідження, виконані Li, Liu (2014), виявили, що внаслідок створення насаджень із робінії відбувається збільшення запасів органічного вуглецю в ґрунтах. При цьому молоді насадження характеризуються активним накопиченням вуглецю в поверхневих шарах. Ai et al. (2014) в результаті дослідження 9-, 17-, 30- та 37-річних насаджень робінії встановили, що максимальний уміст вуглецю та азоту спостерігається в шарі ґрунту 0–20 см 37-річного насадження. Одним із факторів, який забезпечує переваги *Robinia pseudoacacia* порівняно з іншими деревними породами, зокрема *Quercus* spp., є швидкий обіг поживних речовин між рослиною та ґрунтом, що також сприяє збільшенню фосфатів у ґрунтах під насадженнями робінії (Lee et al., 2013). Дослідженнями Hu et al. (2017) виявлено сприятливий вплив на ґрунти змішаних насаджень

фруктових дерев та робінії, яка сприяє накопиченню азоту та органічного вуглецю в ґрунтах таких насаджень. Досліджено захисні лісові смуги, утворені робінією, як біогеохімічні бар'єри, що здатні зменшити концентрацію поживних речовин у підземній воді, які мігрують із прилеглих культурних полів (Jaskulska, Jaskulska, 2017). Авторами встановлено, що насадження активно перешкоджають міграції NO_3 та PO_4 , одночасно з цим спостерігається збільшення концентрації NH_4 , що потребує проведення контролю за цим явищем з метою попередження забруднення підземних вод цією сполукою. Результати досліджень Zhao et al. (2017) свідчать, що створення насаджень має сприятливий вплив на ґрунти, зокрема на накопичення в шарі 0–30 см CH , NH_4 та NO_3 , порівняно з ґрунтами, які знаходяться в сільськогосподарському використанні. При цьому насадження робінії характеризуються як одні з найбільш оптимальних за проявом свого впливу на накопичення поживних речовин у ґрунтах. Bai et al. (2016) позитивний вплив робінії на ґрунти пояснюють максимальною здатністю цієї породи накопичувати вуглець, азот та фосфор, які повертаються до ґрунту у вигляді лісової підстилки. Medina-Villar et al. (2016) досліджували наслідки вторгнення *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle та *Robinia pseudoacacia* L. до аборигенних насаджень *Populus alba* L. У результаті виявилось, що *A. altissima* зменшує, а *R. pseudoacacia* збільшує вміст азоту та органічних речовин у ґрунтах. Дослідники зазначають, що для значних змін середовища в результаті вторгнення інвазійних видів потрібен досить великий проміжок часу. Результати дослідження відновлення ґрунтів із використанням робінієвих насаджень (Papaioannou et al., 2016) свідчать, що вже через 20 років відбувається збільшення органічних речовин у 1,3–3 рази, збільшення азоту в 1,2–2,5 рази, а також фосфору та калію порівняно з деградованими землями. Sun et al. (2016) виявили, що збільшення віку робінієвих насаджень супроводжується збільшенням накопичення азоту, фосфору та калію в ґрунтах, на яких вони зростають.

Вплив *Robinia pseudoacacia* L. на вміст вологи в ґрунтах. Jiao et al. (2018) досліджували особливості використання ґрунтової вологи насадженнями *Robinia pseudoacacia* в посушливих умовах. У результаті виявилось, що при дефіциті вологи в поверхневих шарах ґрунту робінія здатна активно використовувати вологу ґрунтових шарів, що залягають на значній глибині, що в посушливих умовах може призводити до висушування потужного поверхневого шару ґрунту. У той же час результати досліджень Liu et al. (2017) свідчать, що *R. pseudoacacia* в основному використовує неглибокі шари ґрунту під час сухого сезону і здатна поглинати вологу з усіх шарів ґрунту під час сезону дощів. При цьому особливості використання вологи робінієвими насадженнями в значній мірі залежать від їх віку. Зокрема, Jiao et al. (2016) відзначають, що насадження 28-річного віку здатні використовувати ґрунтову вологу більш ефективно порівняно з насадженнями 12-річного віку. Дослідженнями Liang et al. (2018) встановлено, що насадження *Robinia pseudoacacia* вилучають та використовують більше ґрунтової вологи порівняно з трав'янистими угрупованнями. Авторі роблять висновок, що нестача ґрунтової вологи може бути одним із важливих факторів, який лімітує використання робінії для створення насаджень у посушливих умовах.

Вплив *Robinia pseudoacacia* L. на прояв ерозійних процесів ґрунтів. *Robinia pseudoacacia* L. широко використовується для подолання ерозійних процесів ґрунтів у посушливих умовах. Як свідчать результати досліджень Li et al. (2018), створення штучних робінієвих насаджень з певним доглядом за ними протягом перших трьох років мають кращі результати, ніж природне відновлення рослинності. Однак уже через три роки вплив природного відновлення рослинності проявляється в

більшій мірі порівняно з насадженнями робінії, при цьому додатковим важливим фактом є більша пристосованість природної аборигенної рослинності до дефіциту вологи порівняно з робінією. Wang et al. (2017) дослідили внесок підстилки та коренів *Robinia pseudoacacia* в подолання прояву ерозії ґрунтів. Виявилось, що сукупна дія підстилки та коренів забезпечує зменшення втрат ґрунту майже на 57 %. Sun et al. (2017) порівнювали вплив насаджень *Robinia pseudoacacia* L. різного віку та *Zea mays* L. на прояв ерозійних процесів ґрунтів. У результаті виявилось, що робінієві насадження, внаслідок формування та розкладання підстилки, є більш ефективними порівняно з посівами кукурудзи, які використовувалися як контроль. Порівняно з контролем ерозія ґрунту робінієвого насадження зменшилася на 86,3 %. У той же час дослідженнями Li et al. (2017) встановлено, що найбільш ефективним для зупинення процесів ерозії виявилось землекористування у вигляді штучних пасовищ порівняно з місцевими лукопасовищними угіддями та штучними насадженнями робінії. Порівняння впливу насаджень *Robinia pseudoacacia* L. та *Pinus nigra* Arnold на прояв ерозійних процесів ґрунту (Lukić et al., 2017) виявило, що робінієві насадження сприяють більшому накопиченню азоту, зменшують втрати ґрунту, однак соснові насадження виявилися більш ефективними в зберіганні ґрунтового органічного вуглецю. Дослідженнями ерозійної стійкості ґрунтів робінієвих насаджень (Li et al., 2016) виявлено зменшення ерозійного стоку та щільності порівняно з деградованими ґрунтами.

Вплив *Robinia pseudoacacia* L. на ґрунти при рекультивації. Робінієві насадження, внаслідок їх значної пристосованості до навколишніх умов, інтенсивно використовуються при рекультивації порушених земель у посушливих умовах. Yuan et al. (2018) в результаті дослідження впливу різновікових насаджень *R. pseudoacacia* на зміни рекультиваційних шахтних ґрунтів виявили, що максимальна інтенсивність накопичення в ґрунтах поживних та органічних речовин характерна для молодих насаджень віком до 10 років. Після досягнення цього віку вплив насаджень на ґрунти дещо послаблюється. Gao et al. (2018) досліджували сім типів насаджень, які використовуються для рекультивації порушених земель. У результаті виявилось, що змішана плантація, сформована *Robinia pseudoacacia* та *Hippophae rhamnoides*, характеризується максимальним накопиченням ґрунтового органічного вуглецю з одночасним проявом дефіциту ґрунтової вологи. У той же час змішане насадження з *Platycladus orientalis* та *Hippophae rhamnoides* відрізнялося майже повною відсутністю дефіциту ґрунтової вологи та значними запасами органічних речовин. Результати досліджень Yuan et al. (2018) свідчать, що робінієві насадження на початкових етапах рекультивації характеризуються значним накопиченням ґрунтового органічного вуглецю порівняно з іншими породами, які використовуються для рекультивації.

Висновки

1. На сьогодні відсутня єдина точка зору щодо можливості або необхідності використання насаджень *Robinia pseudoacacia* L. для покращення стану ґрунтів, оскільки ряд країн вважає робінію агресивним інвазійним видом.
2. Створення робінієвих насаджень позитивно впливає на збільшення вмісту в ґрунтах органічного вуглецю та органічних речовин.
3. Робінієві насадження зумовлюють накопичення в ґрунтах, на яких вони зростають, азоту, фосфору та калію.
4. Насадження *Robinia pseudoacacia* L. успішно використовуються для зменшення інтенсивності ерозійних процесів ґрунтів та при проведенні рекультивації порушених земель.

References

- Ai, Z.-M., Chen, Y.-M., Cao, Y. (2014). Storage and allocation of carbon and nitrogen in *Robinia pseudoacacia* plantation at different ages in the loess hilly region, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 25(2), 333–341.
- Bai, X.-J., Zeng, Q.-C., An, S.-S., Zhang, H.-X., Wang, B.-R. (2016). Ecological stoichiometry characteristics of leaf-litter-soil in different plantations on the Loess Plateau, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 27(12), 3823–3830.
- Boring, L. R., Swank, W. T. (1984). The role of black locust (*Robinia pseudo-acacia*) in forest succession. *Journal of Ecology*, 72(3), 749–766.
- Duan, Y.-Y., Song, L.-J., Niu, S.-Q., Huang, T., Yang, G.-H., Hao, W.-F. (2017). Variation in leaf functional traits of different-aged *Robinia pseudoacacia* communities and relationships with soil nutrients. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 28(1), 28–36.
- Gao, X., Li, H., Zhao, X., Ma, W., Wu, P. (2018). Identifying a suitable revegetation technique for soil restoration on water-limited and degraded land: Considering both deep soil moisture deficit and soil organic carbon sequestration. *Geoderma*, 319, 61–69.
- Han, X., Zhao, F., Tong, X., Deng, J., Yang, G., Chen, L., Kang, D. (2017). Understanding soil carbon sequestration following the afforestation of former arable land by physical fractionation. *Catena*, 150, 317–327.
- Hu, B., Zhou, M., Dannenmann, M., Saiz, G., Simon, J., Bilela, S., Liu, X., Hou, L., Chen, H., Zhang, S., Butterbach-Bahl, K., Rennenberg, H. (2017). Comparison of nitrogen nutrition and soil carbon status of afforested stands established in degraded soil of the Loess Plateau, China. *Forest Ecology and Management*, 389, 46–58.
- Jaskulska, R., Jaskulska, J. (2017). Efficiency of old and young shelterbelts in reducing the contents of nutrients in Luvisols. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 240, 269–275.
- Jiao, L., Lu, N., Fu, B., Gao, G., Wang, S., Jin, T., Zhang, L., Liu, J., Zhang, D. (2016). Comparison of transpiration between different aged black locust (*Robinia pseudoacacia*) trees on the semi-arid Loess Plateau, China. *Journal of Arid Land*, 8(4), 604–617.
- Jiao, L., Lu, N., Fu, B., Wang, J., Li, Z., Fang, W., Liu, J., Wang, C., Zhang, L. (2018). Evapotranspiration partitioning and its implications for plant water use strategy: Evidence from a black locust plantation in the semi-arid Loess Plateau, China. *Forest Ecology and Management*, 424, 428–438.
- Khan, B., Ablimit, A., Mahmood, R., Qasim, M. (2010). *Robinia pseudoacacia* leaves improve soil physical and chemical properties. *Journal of Arid Land*, 2(4), 266–271.
- Lazzaro, L., Mazza, G., d'Errico, G., Fabiani, A., Giuliani, C., Inghilesi, A.F., Lagomarsino, A., Landi, S., Lastrucci, L., Pastorelli, R., Roversi, P.F., Torrini, G., Tricarico, E., Foggi, B. (2018). How ecosystems change following invasion by *Robinia pseudoacacia*: Insights from soil chemical properties and soil microbial, nematode, microarthropod and plant communities. *Science of the Total Environment*, 622–623, 1509–1518.
- Lee, Y. C., Nam, J. M., Kim, J. G. (2011). The influence of black locust (*Robinia pseudoacacia*) flower and leaf fall on soil phosphate. *Plant and Soil*, 341(1–2), 269–277.
- Li, G., Xu, G., Guo, K., Du, S. (2014). Mapping the global potential geographical distribution of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) using herbarium data and a maximum entropy model. *Forests*, 5(11), 2773–2792.
- Li, J., Li, Z., Guo, M., Li, P., Cheng, S., Yuan, B. (2018). Effects of vegetation restoration on soil physical properties of abandoned farmland on the Loess Plateau, China. *Environmental Earth Sciences*, 77(5), 205.
- Li, Q., Liu, G., Zhang, Z., Tuo, D., Miao, X. (2016). Structural stability and erodibility of soil in an age sequence of artificial *Robinia pseudoacacia* on a hilly Loess Plateau. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(4), 1595–1601.
- Li, T., Liu, G. (2014). Age-related changes of carbon accumulation and allocation in plants and soil of black locust forest on Loess Plateau in Ansai County, Shaanxi Province of China. *Chinese Geographical Science*, 24(4), 414–422.
- Li, Y. J., Hu, S., Jiao, J. Y., Wu, D. Y. (2017). Response of soil organic carbon to vegetation restoration in different erosion environments in the hilly-gullied region of the Loess Plateau. *Shengtai Xuebao/Acta Ecologica Sinica*, 37(12), 4100–4107.
- Li, Z., Liu, C., Dong, Y., Chang, X., Nie, X., Liu, L., Xiao, H., Lu, Y., Zeng, G. (2017). Response of soil organic carbon and nitrogen stocks to soil erosion and land use types in the Loess hilly-gully region of China. *Soil and Tillage Research*, 166, 1–9.
- Liang, H., Xue, Y., Li, Z., Wang, S., Wu, X., Gao, G., Liu, G., Fu, B. (2018). Soil moisture decline following the plantation of *Robinia pseudoacacia* forests: Evidence from the Loess Plateau. *Forest Ecology and Management*, 412, 62–69.
- Liu, Z., Yu, X., Jia, G., Jia, J., Lou, Y., Lu, W. (2017). Contrasting water sources of evergreen and deciduous tree species in rocky mountain area of Beijing, China. *Catena*, 150, 108–115.
- Lukić, S., Pantić, D., Simić, S.B., Borota, D., Tubić, B., Djukić, M., Djunisijević-Bojović, D. (2016). Effects of black locust and black pine on extremely degraded sites 60 years after afforestation – A case study of the Grdelica Gorge (Southeastern Serbia). *IForest*, 9 (APR2016), 235–243.
- Medina-Villar, S., Rodríguez-Echeverría, S., Lorenzo, P., Alonso, A., Pérez-Corona, E., Castro-Díez, P. (2016). Impacts of the alien trees *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle and *Robinia pseudoacacia* L. on soil nutrients and microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 96, 65–73.
- Nasir, H., Iqbal, Z., Hiradate, S., Fujii, Y. (2005). Allelopathic potential of *Robinia pseudo-acacia* L. *Journal of Chemical Ecology*, 31(9), 2179–2192.
- Papaioannou, A., Chatzistathis, T., Papaioannou, E., Papadopoulos, G. (2016). *Robinia pseudoacacia* as a valuable invasive species for the restoration of degraded croplands. *Catena*, 137, 310–317.
- Song, B.-L., Yan, M.-J., Hou, H., Guan, J.-H., Shi, W.-Y., Li, G.-Q., Du, S. (2016). Distribution of soil carbon and nitrogen in two typical forests in the semiarid region of the Loess Plateau, China. *Catena*, 143, 159–166.
- Sun, J., Zhao, F. Z., Han, X. H., Yang, G. H., Bai, S. B., Hao, W. F. (2016). Ecological Stoichiometry of soil aggregates and relationship with soil nutrients of different-aged *Robinia pseudoacacia* forests. *Shengtai Xuebao/Acta Ecologica Sinica*, 36(21), 6879–6888.
- Sun, L., Zhang, G., Wang, B., Luan, L. (2017). Soil erosion resistance of black locust land with different ages of returning farmland on Loess Plateau. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 33(10), 191–197.
- Tong, X., Han, X., Faqi, W., Zhao, F., Ren, C., Li, J. (2016). Change in carbon storage in soil physical fractions after afforestation of former arable land. *Soil Science Society of America Journal*, 80(4), 1098–1106.
- Tong, X., Han, X., Li, J., Ma, J. (2016). Process and sequestration rate of carbon in soil particle-size fractions following conversion of cropland to forest in loess Hilly Region. *Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 47(8), 117–124.
- Vítková, M., Müllerová, J., Sádlo, J., Pergl, J., Pyšek, P. (2017). Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, 384, 287–302.
- Wang, D., Yu, X., Zhang, J., Jia, G., Zhang, H., Liu, Z., Hou, G. (2017). The impacts of *Robinia pseudoacacia* litter cover

- and roots on soil erosion in the Loess Plateau, China. *Chemistry and Ecology*, 33(6), 528–542.
- Yildiz, O., Altundağ, E., Çetin, B., Teoman Güner, Ş., Sarginci, M., Toprak, B. (2018). Experimental arid land afforestation in Central Anatolia, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(6), 355.
- Yuan, Y., Zhao, Z., Li, X., Wang, Y., Bai, Z. (2018). Characteristics of labile organic carbon fractions in reclaimed mine soils: Evidence from three reclaimed forests in the Pingshuo opencast coal mine, China. *Science of the Total Environment*, 613–614, 1196–1206.
- Yuan, Y., Zhao, Z., Niu, S., Li, X., Wang, Y., Bai, Z. (2018). Reclamation promotes the succession of the soil and vegetation in opencast coal mine: A case study from *Robinia pseudoacacia* reclaimed forests, Pingshuo mine, China. *Catena*, 165, 72–79.
- Zhao, L. H., Li, C. Z., Kang, D., Ren, C. J., Han, X. H., Tong, X. G., Feng, Y. Z. (2017). Effects of vegetation restoration on soil soluble nitrogen in the loess hilly region. *Shengtai Xuebao/Acta Ecologica Sinica*, 37(10), 3533–3542.