

УДК 595.142.39
<https://doi.org/10.33989/2414-9810.2019.5.2.194451>

Ю.Ю. Чайка¹, Р.П. Власенко²

Житомирський державний університет імені Івана Франка,
вул. В. Бердичівська 40, Житомир, 10008, Україна
juli.7110308@gmail.com

¹ORCID 0000-0002-3965-6088;

²ORCID 0000-0002-3743-4406

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ ПРОДУКУВАННЯ КОКОНІВ ДОЩОВИМИ ЧЕРВАМИ РОДУ *APORRECTODEA* В ШТУЧНИХ УМОВАХ

Розроблено методику індивідуального утримання дощових черв'яків в лабораторних умовах з врахуванням їх трофічної спеціалізації й екологічних особливостей. Наведено результати дослідження динаміки продуктування коконів апоміктичним та амфіміктичним представниками роду *Aporrectodea* з різним типом статевого розмноження в штучно створених умовах. Встановлено, що партеногенетичний *A. trapezoides* має більший репродуктивний потенціал, ніж його батьківська диплоїдна форма *A. caliginosa*. Про це свідчить більше число коконів та ювенільних черв'яків протягом вегетаційного періоду. Досліджено вплив деяких абіотичних факторів на особливості репродукції. Експериментально підтверджено, що сезонність є головним фактором, що визначає рівень плодючості.

Ключові слова: розмноження, амфіміксіс, клонування, дощові черви, *Aporrectodea*

Вступ. Вибір модельних організмів для проведення польових та експериментальних досліджень у галузі біологічних наук, передусім популяційної екології, генетики, еволюції є досить актуальним питанням сьогодення. Об'єкти дослідження мають відповідати певним вимогам, серед яких простота утримання у штучних умовах, короткий життєвий цикл організмів, висока швидкість розмноження та зміни поколінь, що полягає в значному збільшенні числа потомства та переважанню молодих особин у популяціях. Саме тому зручними експериментальними об'єктами в багатьох дослідженнях є дощові черви – група едафічних тварин, яка є досить різноманітною і неоднозначною за своїм систематичним та генетичним складом, що часто зумовлено тим, що більшість олігохет розмножуються партеногенетично (Межжерин, Власенко, & Гарбар, 2007; Межжерин и др., 2018).

Явище партеногенезу у люмбрицид характерне для поліплоїдів з нерівним співвідношенням геномів батьківських видів (Викторов, 1993). Внаслідок складної мозаїчної геномної структури для гібридних форм характерна висока фенотипова мінливість, поява нових ознак та стійкість до раптових змін умов існування. Протягом останніх років з метою дослідження клональної мінливості цих черв'яків було проведено низку популяційно-еволюційних досліджень з застосуванням алозимного маркування, каріотипування та аналізом їх морфологічної мінливості (Межжерин и др., 2018). Було встановлено, що деякі клональні форми можуть проявляти властивості видів: набір алозимів, певний рівень плоїдності, морфологічні особливості, що надає їм потенціал для розширення ареалів і сприяє утворенню нових екотипів (Beukeboom, 1998).

Типовим прикладом такого видоутворення є розповсюджений триплоїдний партеногенетичний вид *Aporrectodea trapezoides* (Duges, 1828), який має гібридне походження. Він часто знаходиться в симбіотопії з диплоїдним *A. caliginosa* (Savigny, 1826), який є одним з батьківських видів. Морфологічна відмінність гібридної форми, порівняно з батьківською, полягає лише в темнішому забарвленні головної лопаті, що різко контрастує з усім тілом черва. Згідно одних поглядів, партеногенетична форма є окремим видом, що утворився внаслідок гібридизації диплоїдного *A. caliginosa* з іншим видом цього роду, згідно інших, традиційних по-

глядів (Перель, 1979; Викторов, 1993), поліплоїдна гібридна форма – це підвид *A.caliginosa* (Власенко, 2008).

Тому для комплексного з'ясування механізмів мікроеволюційних процесів та, насамперед, генетичних особливостей партеногенетичних черв'яків досить важливим є поглиблене вивчення життєвого циклу, особливостей репродукції, розмірної структури популяцій та закономірностей впливу абіотичних факторів на ці процеси. З огляду на це виникає потреба в порівняльному аналізі репродукції апоміктичної та амфіміктичної форм та залежності цього процесу від деяких абіотичних факторів (температури, вологості, рН ґрунту), що можна дослідити за динамікою продукування яйцевих коконів диплоїдним та триплоїдним видами.

Матеріали та методи. Матеріалом для дослідження, проведеного протягом квітня–серпня 2019 року, послуговували 69 екз. статевозрілих дощових черв'яків роду *Aporrectodea*, зібраних в Житомирській області: м. Житомира (21 екз.), м. Радомишля (12 екз), с. Станишівки (36 екз.). Збір, транспортування і визначення видової належності дощових черв'яків проводився згідно загальноприйнятих методик (Бызова, Гиляров, 1987; Всеволодова-Перель, 1988).

Для визначення термінів розмноження черв'яків, сезонної плодючості, впливу деяких абіотичних факторів на ці процеси було розроблено метод індивідуального утримання та культивування в лабораторних умовах. Для утримання олігохет використовувались пластмасові горщики об'ємом 0,5 л, що заповнювались просіяним ґрунтом з їх природних місць існування. На дні ємностей було зроблено дрібні отвори та викладено дренаж для кращої аерації та утримання вологи в субстраті. Для попередження міграцій черв'яків зверху горщики фіксувались бавовняною тканиною та зберігались в затемненому місці.

Догляд за тваринами зводився до підтримки температури в діапазоні +15–+24°C, рівня вологи в межах 75–80%, розпушування ґрунту й вчасного підгодовування. При потребі видаляли загниваючі залишки відходів, підтримуючи рівень рН ґрунту в межах 6,5–7,2.

Число особин в ємностях було різним: одна група горщиків містили по дві статевозрілих особини амфіміктичного *A.caliginosa*, друга – по одній особині партеногенетичного *A.trapezoides*.

Експеримент було розпочато 15 квітня. В подальшому протягом 125 діб проводилась оцінка числа коконів в кожній ємності. Підрахунок проводився кожні 7–10 днів шляхом ручного розбору порцій ґрунту та наступним його просіюванням з застосуванням набору ґрунтово-зоологічних сит. Для подальшої оцінки залежності між абіотичними факторами та чисельністю черв'яків також вимірювались середньодобова температура та вологість ґрунту.

Результати та їх обговорення. При попередніх дослідах виявилось, що представники роду *Aporrectodea* є досить зручними у розведенні: легко адаптуються до фізико-хімічних умов ґрунту, витримують значні коливання температури та вологості, невибагливі до їжі, відносно плодючі. Однак для нормальної життєдіяльності черв'яків все ж таки потрібна висока вологість ґрунту. Тривале його висихання може призвести до загибелі тварин, а отже необхідним є постійне зволоження, що особливо актуально для ґрунтів з легким гранулометричним складом. Оптимальний рівень вологості для розмноження та розвитку черв'яків виявився в межах 70–80%, тоді як при вологості ґрунту нижче 30–35% їх життєдіяльність гальмувалась, що і було раніш доведено (Перель, 1979). Тому для успішного перебігу дослідження зволоженість ґрунту підтримувалася на сталому оптимальному рівні і лише в період високих температур завдяки випаровуванню і пересиханню верхнього шару могла незначно зменшитись.

Оптимальна температура для сприятливого існування комплексу люмбрицид цієї морфо-екологічної групи знаходиться у діапазоні від +15 до +20°C, межі температурного комфорту дещо ширші +5–+24°C, а оптимальна температурна зона +0,5–+27°C (Герасимчук, & Онищук, 2015). В посушливі періоди черви зазвичай тримаються на глибині до 15–20 см в стані фізіологічного літнього спокою. Окрім того, слід зазначити, що температура ґрунту є важливим регулюючим фактором для запліднення, відкладання та розвитку яйцевих коконів, а також росту молодих дощових черв'яків (Лейрих, 2012).

Необхідною умовою успішного утримання люмбрицид в штучних умовах є дотримання графіку годування невеликими порціями кожні 10–14 днів. Сировина повинна бути добре подрібнена, утримувати вологу та не перешкоджати аерації в субстраті, тому як корм використовувались безмолочні каші, кавова гуща, заварка чаю, вологий картон, листя плодкових дерев.

Дотримання зазначених умов привело до активного фізіологічного стану черв'яків та сприяло їх сталому розмноженню протягом періоду дослідження. Сезонна динаміка продукування коконів червами двох видів, зібраних біля с. Станишівки на фоні динаміки середньодобової температури представлена у вигляді графіка (рис.1). Адаптація тварин до нових умов середовища тривала понад тиждень, і вже, починаючи з першої декади травня з підвищенням середньодобових температур у обох видів відбувалося поступове збільшення кількості коконів.

Перший вихід ювенільних особин зареєстровано в першій декаді червня – протягом 43–50 днів дослідження. Пік продукування коконів відбувається при 20–25°C протягом червня: в середньому від 2 до 4,3 на одну особину у *A.trapezoides* та від 2 до 3 у *A.caliginosa*.

З липня спостерігається зворотна тенденція: виробництво коконів починає зменшуватись, а кількість ювенільних особин значно зростає (рис. 1). Загалом тенденції зміни динаміки продукування коконів є схожими у обох видів черв'яків, однак їх число має тенденцію до збільшення у *A.trapezoides*.

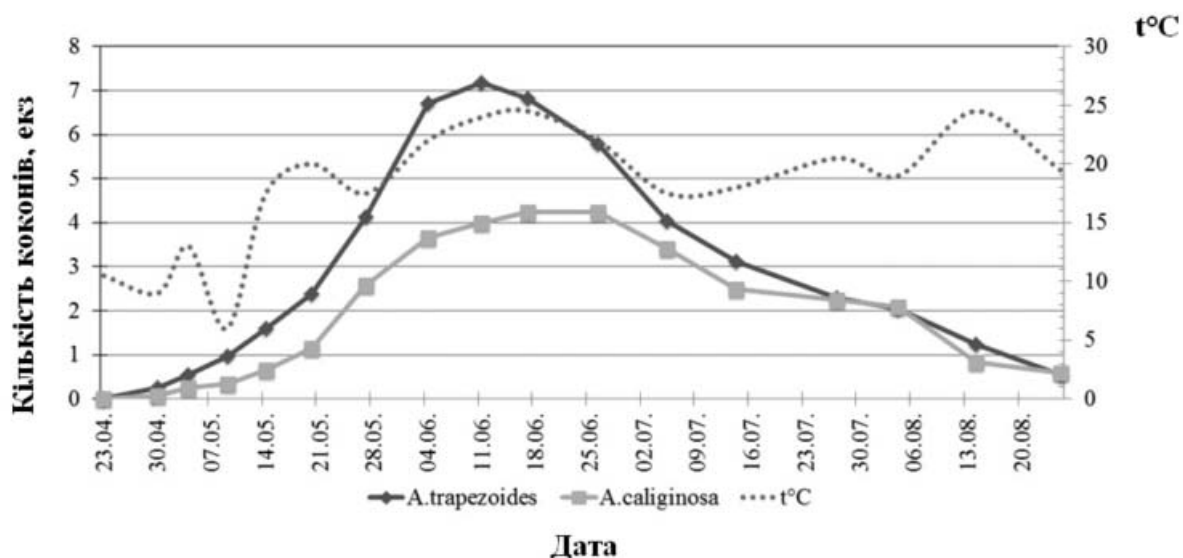


Рис. 1. Динаміка продукування яйцевих коконів особинами *A.caliginosa* та *A.trapezoides*, зібраними біля с. Станишівка на фоні зміни середньодобової температури

Для виду *A.trapezoides* з Житомира (рис. 2) характерне збільшення кількості коконів протягом травня з піком активності на початку червня (максимально – 8 коконів), а потім різке їх зменшення, що супроводжується появою ювенільних особин на 56 день дослідження. Молоді черви стабільно існують в популяції протягом всього періоду дослідження.

Після піку чисельності в червні продукція коконів тут також поступово зменшується, а в кінці експерименту зареєстровано повну відсутність стадії коконів, що, можливо, викликано досить різким зростанням температури навколишнього середовища. Амфіміктичний вид *A.caliginosa* поступово збільшує свою чисельність з максимумом особин також протягом червня і зниженням в останні декади серпня. Чисельність коконів у перші місяці дослідження є більшою у *A.trapezoides*, проте після появи ювенільних особин динаміка продукування коконів у двох видів є схожою (рис. 3).

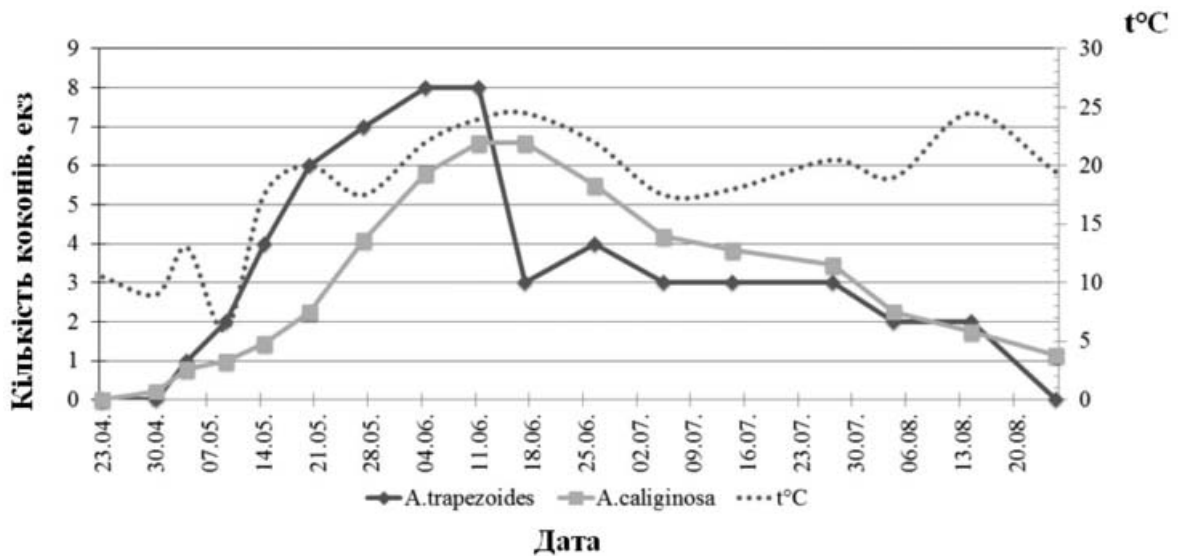


Рис. 2. Динаміка продукування яйцевих коконів особинами *A. caliginosa* та *A. trapezoides*, зібраними в м. Житомирі на фоні зміни середньодобової температури

У черв'я з м. Радомишля продукування коконів є найнижчим (рис. 3).

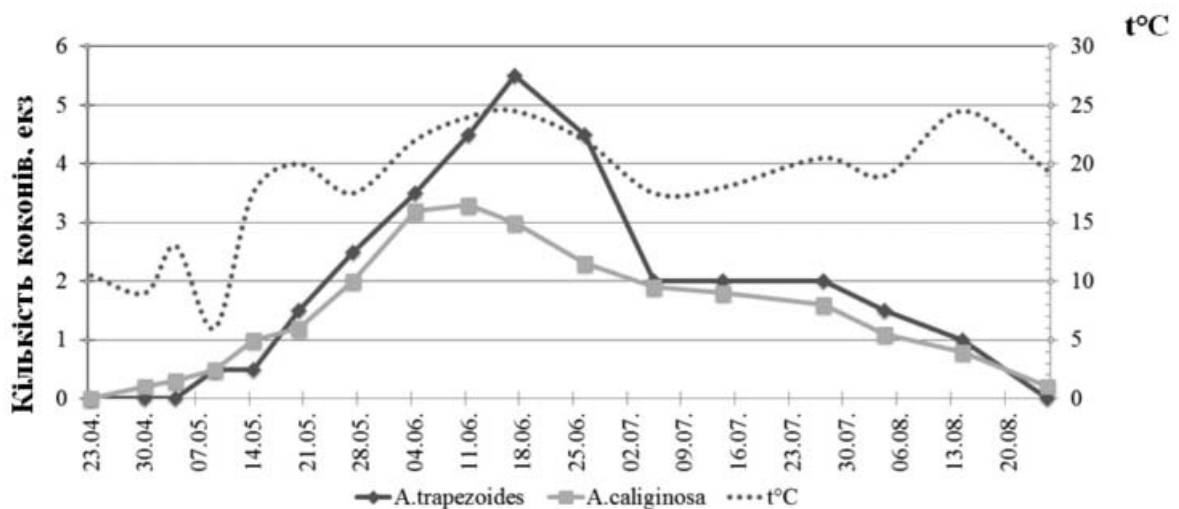


Рис. 3. Динаміка продукування яйцевих коконів особинами *A. caliginosa* та *A. trapezoides*, зібраними в м. Радомишль на фоні зміни середньодобової температури

Це пов'язано з бідним легким гранулометричним складом ґрунту, що зумовлює більші коливання вологості та температури ґрунту. Протягом квітня–травня кількість коконів зростає поступово.

Для *A. caliginosa* пік продукування коконів припадає на перші декади червня, а для *A. trapezoides* – третю декаду червня. З початку липня збільшується кількість ювенільних особин і чисельність коконів спадає. Наприкінці дослідження коconi взагалі відсутні, черви знаходяться в стані літньої діапаузи. Так, як загальна кількість коконів для видів цієї місцевості була незначною, то ймовірно є гірша адаптація до умов середовища порівняно з іншими вибірками.

Висновки. У дощових черв'як роду *Aporrectodea* у штучно створених умовах процес розмноження спостерігається протягом всього весняно-літнього періоду. При цьому рівень індивідуальної плодючості в лабораторних умовах був вищим, ніж у природному середовищі, що зумовлено підтриманням абіотичних умов, передусім вологості, на оптимальному рівні.

Найбільша інтенсивність відкладання коконів чітко у першій половині червня означає, що головним фактором, що визначає рівень плодючості є сезонність, тобто біологічний годинник, а не абіотичні фактори, зокрема температура.

Інтервал температур від 20 до 26,5°C були найкращими для активного продукування та ембріогенезу коконів. У випадку значного підвищення чи зниження температурних умов за межі оптимальних репродуктивна активність черв'яків знижувалась. Характер продукування коконів у двох видів достатньо подібний, хоча за вегетативний період апоміктичний *A. trapezoides* все ж таки відкладав більше число коконів порівняно з амфіміктичним *A. caliginosa*. Під час максимуму репродуктивної активності у *A. trapezoides* зареєстровано в середньому від 2 до 4,3 коконів на особину, тоді як у *A. caliginosa* їх число коливається від 2 до 3.

Список використаної літератури:

- Бызова Ю. Б., Гиляров М. С. Количественные методы в почвенной зоологии. Москва, 1987. 288 с.
 Викторов А. Г. Разнообразие полиплоидных рас в семействе дождевых червей Lumbricidae. *Успехи современной биологии*. 1993. Т. 113, вып. 3. С. 304–312.
 Власенко Р. П. Морфологічна характеристика дощових черв'яків роду *Aporrectodea* Öerley, 1885 (Oligochaeta: Lumbricidae) фауни України. *Вісник ДАУ*. 2008. № 2. С. 245–255.
 Всеволодова-Перель Т. С. Распространение дождевых червей на севере палеарктики. *Биология почв Северной Европы*. Москва, 1988. С. 84–103.
 Герасимчук О. О., Онищук І. П. Вплив кліматичних факторів на поширення дощових черв'яків родини Lumbricidae. *Біологічні дослідження – 2015*. Житомир, 2015. С. 72–75.
 Лейрих А. Н. Холодоустойчивость почвообитающих беспозвоночных животных на Северо-Востоке Азии : автореф. дис. ... д-ра биолог. наук. Санкт-Петербург, 2012. 32 с.
 Межжерин С. В., Власенко Р. П., Гарбар О. В. Анализ клонового разнообразия двух видов апомиктических дождевых червей (Lumbricidae: Aporrectodea) и проблемы изменчивости мелких и крупных организмов. *Доповіді Національної академії наук України*. 2007. № 8. С. 151–156.
 Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. Москва, 1979. 272 с.
 Эволюционный парадокс партеногенетических дождевых червей / С. В. Межжерин и др. Киев : Наук. думка, 2018. 230 с.

Yu. Yu. Chayka, R. P. Vlasenko

Zhytomyr Ivan Franko State University,
 Zhytomyr, 40 Velyka Berdychivska street, 10008, Ukraine

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF USING THE METHODS OF THE COCOONS PRODUCTION BY EARTHWORMS OF THE GENUS APORRECTODEA IN ARTIFICIAL CONDITIONS

The methods of individual retention of earthworms in laboratory conditions have been developed considering their trophic specialization and ecological features. The results of investigation of the dynamic of cocoon production by apomictic and amphimictic representatives of the genus *Aporrectodea* with different types of reproduction are presented. It has been established that parthenogenetic species *A. trapezoides* has a higher reproductive potential than its parental diploid form *A. caliginosa*. This is evidenced by higher number of cocoons and juvenile worms during the growing season. The regularities of the influence of some abiotic factors on the features of animal reproduction have been revealed. It has been experimentally confirmed that seasonality is the main determinant of earthworms fertility.

Keywords: reproduction, amphimixis, cloning, earthworms, *Aporrectodea*

References

- Byzova, Yu. B., & Gilyarov, M. S. (1987). *Kolichestvennye metody v pochvennoi zoologii* [The quantitative methods of soil zoology]. Moskva [in Russian].
 Herasymchuk, O. O., & Onyshchuk, I. P. (2015). Vplyv klimatychnykh faktoriv na poshyrennia doshchovykh cherviv rodyny Lumbricidae [The influx of climatic factors on the expansion of earthworms in the Lumbricidae family]. In P. Yu. Saukh, (Ed.), *Biologichni doslidzhennia – 2015* [Biological research – 2015]. Zhytomyr [in Ukrainian].
 Leirikh, A. N. (2012). *Kholodoustoichivost' pochvoobitayushchikh bespozvonochnykh zhivotnykh na Severo-Vostoke Azii* [The cold tolerance of soil-bearing invertebrate animals in Northeast Asia]. (Extended abstract of D. dissertation). Sankt-Peterburg [in Russian].
 Mezherin, S. V., Garbar, A. V., Vlasenko, R. P., Onishchuk, I. P., Kotsyuba, I. Yu., & Zhalai E. I. (2018). *Evolutsionnyi paradoks partenogeneticheskikh dozhdevykh chervei* [The evolutionary paradox of parthenogenetic earthworms]. Kiev: Nauk. dumka [in Russian].
 Mezherin, S. V., Vlasenko, R. P., & Garbar, O. V. (2007). Analiz klonovogo raznoobraziya dvukh vidov apomikticheskikh dozhdevykh chervei (Lumbricidae: Aporrectodea) i problemy izmenchivosti melkikh i krupnykh organizmov [Analysis of the clone diversity in apomictic earthworms of two types (Lumbricidae: Aporrectodea) and the problem of variability of small and big organisms]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine], 8, 151-156 [in Russian].
 Perel', T. S. (1979). *Rasprostraneniye i zakonomernosti raspredeleniya dozhdevykh chervei fauny SSSR* [Distribution and Distribution Patterns of Earthworms of the Fauna of the USSR]. Moskva [in Russian].
 Viktorov, A. G. (1993). Raznoobrazie poliploidnykh ras v semeistve dozhdevykh chervei Lumbricidae [The diversity of polyploid races of earthworms in the Lumbricidae family]. *Uspekhi sovremennoi biologii* [Successes of modern biology], 113(3), 304-312 [in Russian].
 Vlasenko, R. P. (2008). Morfolohichna kharakterystyka doshchovykh cherviv rodu *Aporrectodea* Öerley, 1885 (Oligochaeta: Lumbricidae) fauny Ukrainy [Morfologichna kharakterystyka doshchovykh cherviv rodu *Aporrectodea* Öerley, 1885 (Oligochaeta: Lumbricidae) fauny Ukrainy] [The morphological characteristics of earthworms of the genus *Aporrectodea* Öerley, 1885 (Oligochaeta: Lumbricidae) in the fauna of Ukraine]. *Visnyk DAU* [Bulletin of DAU], 2, 245-255 [in Ukrainian].
 Vsevolodova-Perel', T. S. (1988). Rasprostraneniye dozhdevykh chervei na severe palearktiki [The distribution of earthworms in the north of the Palaearctic]. In D. A. Krivolutskii (Ed.), *Biologiya pochvy Severnoi Evropy* [Soil Biology of Northern Europe], (pp. 84-103). Moskva [in Russian].

Отримано 10.10.2019