

ФОРМУВАННЯ МІКРОБІОТИ РИЗОСФЕРИ ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ І ПИРІЮ СЕРЕДНЬОГО Й БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО

В. П. КАРПЕНКО, доктор сільськогосподарських наук
І. С. КРАВЕЦЬ, кандидат сільськогосподарських наук
Д. М. АДАМЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва

Досліджено вплив вирощування однорічних і багаторічних зернових колосових культур за органічного землеробства на вміст у ньому різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів та біологічну активність ґрунту. Встановлено, що вирощування багаторічних зернових колосових культур, в порівнянні з однорічними, сприяє покращенню умов для розвитку різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів та позитивно впливає на біологічну активність ґрунту.

Ключові слова: еколого-трофічні групи мікроорганізмів, біологічна активність ґрунту, чорнозем опідзолений, переліг, спельта, Хорс, *Kernza* ®,

Постановка проблеми. Ґрунт, як цілісна система, характеризується постійними процесами утворення і розкладання органічної речовини. Біоценози мають здатність тривалий час підтримувати свій гомеостаз на певному рівні, тоді як в агроценозах, за рахунок інтенсифікації кругообігу біогенних елементів, проходять втрати органічної речовини ґрунту [1]. Від її вмісту залежить заселеність ґрунту еколого-трофічними групами мікроорганізмів та інтенсивність їх біохімічної діяльності і, як наслідок, доступність для рослини елементів живлення [2]. Аналіз різноманіття прокариотного комплексу чорноземів показує, що істотний вплив на структуру та функції мікробних популяцій, пов'язаних з ризосферою, мають тип ґрунту, агротехнології та вид рослин [1, 3]. Одним із видів рослин в Україні, як перспективні сільськогосподарські культури, є гібриди на основі пирію [4, 5]. Проте їх вплив на формування мікробіому ризосфери та інтенсивність біохімічної діяльності мікроорганізмів залишаються маловивченими.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Родючість ґрунту значно залежить від інтенсивності і напрямку біологічних процесів. Раціональне використання мікробіологічних процесів у землеробстві дозволяє значно підвищити ефективність сільського господарства, забезпечити його природоохоронний характер [6]. Біологічна активність ґрунту є одним із основних показників його родючості, вона визначається формуванням і функціонуванням мікробіологічного ценозу, що є найчутливішим діагностичним критерієм родючості [7, 8].

Наявність у ґрунті поживних речовин формується внаслідок тісного

взаємозв'язку багатьох факторів, провідне значення серед яких відіграє видовий склад та біохімічна активність наявної мікробіоти [1]. Мікроорганізми ґрунту є найбільшою її складовою, а їх частка складає 60–90 %, при цьому фізіологічна і біогеохімічна активність може бути більшою у 100–1000 разів, ніж у макроорганізмів [9].

Ґрунтова мікробіота знаходиться в постійній взаємодії ґрунт–рослина–мікроорганізми. За участі мікроорганізмів відбувається розкладання органічної речовини, кругообіг елементів, підтримання родючості ґрунту та забезпечення рослин поживними речовинами. Використання в повній мірі потенціалу мікроорганізмів дало б можливість значно підвищити продуктивність сільськогосподарських культур за рахунок раціональнішого підвищення взаємодії між структурними елементами цієї взаємодії [10].

Інтенсифікація сільськогосподарського використання ґрунту призводить до змін його хімічного складу, фізичної структури, кількісного і якісного складу органічної речовини, як наслідок виникають значні порушення у функціонуванні ґрунту, як природнього тіла, активності його мікрофлори, оскільки вона є виключно чутливим реагентом на зміни, які проходять в навколишньому середовищі [11, 12].

Біологічна активність ґрунту відноситься до ряду найбільш важливих показників його родючості і окультурення. З нею пов'язані процеси синтезу і розкладу гумусу, мінералізації внесених у ґрунт органічних речовин, переведення важкодоступних елементів живлення в доступні для рослин форми, трансформація внесених мінеральних добрив. Все це в свою чергу не може не відбиватися на біологічній активності ґрунту [1, 8, 11, 13].

Аналіз літературних джерел свідчить про суттєвий вплив наявності мікроорганізмів та стану їх популяції на продуктивність сільськогосподарських культур та родючість ґрунту [1, 7, 14, 15].

Нині на заміну однорічним традиційним зерновим культурам, селекціонери все частіше пропонують багаторічні аналоги — гібриди на основі пирію середнього та малопоширені види пшениці. Дослідження видового складу, стану мікробіоти і біологічної активності ґрунту під цими культурами не досліджені, тому вивчення їх впливу на формування мікробіоти ризосфери є доцільним для еколого-функціональної характеристики ґрунту [16, 17].

Методика досліджень. Дослідження наявності в ґрунті різних еколого-трофічних груп мікроорганізмів та біологічної активності ґрунту проводилися в умовах поля і лабораторії Уманського національного університету садівництва впродовж 2017–2020 рр. Польовий дослід включав такі варіанти: пшениця спельта (*Triticum spelta* L.) — сорт Зоря України (Україна), пирій середній (*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski) — сорти Хорс (Україна), Kernza® (США) (гібридизація *Triticum aestivum* L./*Elytrigia intermedia* (Host) Nevski). Ґрунт дослідного поля чорнозем опідзолений.

Зразки ґрунту для проведення лабораторних досліджень було відібрано у прикореневій зоні рослин (фаза виходу рослин у трубку) з шару ґрунту 0–20 см. У відібраному ґрунті визначали: чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів

(на м'ясо-пептонному агарі); нітрифікувальних мікроорганізмів (на середовищі С. М. Виноградського); целюлозолітичних мікроорганізмів (на середовищі О. О. Імшенецького та Л. І. Солнцевої); дихання ґрунту за виділенням CO₂ титриметрично; целюлозолітичну активність за методом Мішустіна; амоніфікаційну та нітрифікаційну здатність за Кравковим [18]. Кількість мікроорганізмів виражали у колонієутворювальних одиницях (КУО). Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програм Microsoft Excel 2010 та STATISTICA 8.

Результати досліджень. Ґрунтова мікробіота відіграє провідну роль у формуванні поживного режиму ґрунту, який визначає рівень формування урожайності сільськогосподарських культур. Її стан залежить від складної системи взаємодії з усіма компонентами біоценозу, в тому числі і з рослинами. Формується складна система ґрунт-рослина-мікроорганізми, за участю яких відбувається створення та розкладання органічної речовини, кругообіг речовин в природі, збереження родючості ґрунту та створення оптимального забезпечення рослин елементами живлення [1].

Чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів у ризосфері злакових рослин змінюється під дією багатьох чинників, в тому числі і від виду рослин. Так, у фазу виходу рослин у трубку, в середньому за три роки досліджень, найменшу чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів було відмічено в ризосфері спельти Зоря України — $183,3 \pm 28,5^2$ (табл. 1).

Табл. 1. Чисельність мікроорганізмів у ризосфері злакових культур, 10³ КУО/г ґрунту (середнє за 2018–2020 рр.)

Варіант досліду	Чисельність		
	амоніфікувальних	нітрифікувальних	целюлозолітичних
Переліг	$201,1 \pm 67,3^{***}$	$47,7 \pm 8,0^{**}$	$432,7 \pm 75,8^{**}$
Зоря України	$183,3 \pm 28,5^{**}$	$46,0 \pm 3,7^*$	$405,2 \pm 94,2^{**}$
Хорс	$202,6 \pm 68,0^{***}$	$48,0 \pm 8,2^{**}$	$443,1 \pm 87,9^{**}$
Kernza®	$202,2 \pm 66,4^{***}$	$47,5 \pm 7,9^{**}$	$442,7 \pm 87,9^{**}$

Примітка. * – незначне, ** – невелике, *** – середнє варіювання.

У ризосфері рослин Kernza® та Хорс чисельність амоніфікувальних мікроорганізмів була майже однаковою — $202,6 \pm 68,0$ та $202,2 \pm 66,4$ відповідно, що перевищувало показник спельти на 10,3–10,5 %. У ґрунті перелогу чисельність амоніфікувальних бактерій була близькою до варіантів з пирійними гібридами.

Чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів ризосфери рослин перебувала у взаємодії із видом рослин. У середньому за три роки досліджень у фазу виходу рослин у трубку чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів у ґрунті для варіантів переліг, Хорс і Kernza® знаходилася в межах 47,5–48,0 10 КУО/г ґрунту. У ґрунті для варіанту Зоря України цей показник був на рівні 46,0 10 КУО/г ґрунту, що пояснюється менш сприятливими умовами (вища аерація та нижча вологість ґрунту) для розвитку популяцій

нітрифікувальної мікробіоти, що склалися в агроценозі спельти в порівнянні із пірійними агроценозами.

Між різними видами мікробіоти ґрунту існують тісні взаємозв'язки. Зміна активності популяції одного із видів може активізувати або інгібувати інших. Дослідженнями підтверджено [2, 19, 20] взаємодію целюлозоруйнівних азотфіксувальних мікроорганізмів.

При дослідженні чисельності целюлозолітичних мікроорганізмів ризосфери перелогу, спельти, пірійних гібридів було виявлено суттєву різницю між варіантами. У ґрунті з багаторічними злаками цей показник був вищим на 6,8–9,2 % в порівнянні до однорічних. Кількість рослинних залишків у ґрунті є одним із обмежувальних факторів збільшення популяції целюлозолітичної мікробіоти.

Біологічна активність ґрунту, яка залежить від стану ґрунтової мікробіоти, відноситься до ряду найбільш важливих показників його родючості і окультурення. З нею взаємопов'язані процеси синтезу та розкладання гумусу, мінералізації рослинних залишків, доступності для рослин елементів живлення, трансформація внесених мінеральних добрив.

Чорнозем опідзолений, серед інших ґрунтів, вирізняється високим рівнем біогенності, що виражається в загальному рівні ефективної родючості. Зміни ґрунтових умов в агроценозах призводять до зміни функціонування ґрунтової мікробіоти. Найбільш інформативним показником мікробіологічної активності ґрунту є рівень виділення CO_2 , або дихання ґрунту, який відображає особливості його газового режиму та характеризує інтенсивність трансформації органічної речовини. Виділення з ґрунту CO_2 є кінцевим продуктом мінералізації органічної речовини. Тому кількісна оцінка швидкості виділення вуглекислого газу, який утворюється внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів дає можливість об'єктивно судити про інтенсивність мінералізації органічної речовини.

З отриманих даних слідує, що найбільше виділяється вуглецю з поверхні ґрунту перелогу — $0,39 \text{ мг/дм}^2$ за годину (табл. 2).

Табл. 2. Зміна біологічної активності чорнозему опідзоленого залежно від особливостей його використання (аналізи 2020 р.)

Варіант	Емісія C-CO_2 , мг/дм^3 за год	Розклад целюлози за 30 діб, %	Амоніфікаційна здатність, мг $\text{N-NH}_4/\text{кг}$ ґрунту	Нітрифікаційна здатність, мг $\text{N-NO}_3/\text{кг}$ ґрунту
Переліг	0,39	69	8	15,5
Зоря України	0,26	58	7	12,3
Хорс	0,32	66	8	14,6
Kernza®	0,34	67	9	14,4

В інших варіантах цей показник варіює в межах $0,26\text{--}0,34 \text{ мг/дм}^2$ за годину. Тривале використання ґрунту при вирощуванні спельти без внесення

добрив призводить до зниження інтенсивності виділення вуглецю в порівнянні до біоценозу у 1,5 раза. Вирощування багаторічних зернових колосових культур дозволяє підтримувати цей показник на більш вищому рівні, за рахунок надходження більшої кількості рослинних рештків.

Целюлозолітична здатність ґрунту характеризує трансформацію органічних сполук, включення важкодоступних форм вуглецю в біологічний кругообіг і, в кінцевому результаті, визначає рівень ґрунтової родючості та продуктивності біоти, і, як правило, найбільш об'єктивно відображає стан і активність ґрунтової мікрофлори. Інтенсивність розкладу клітковини у ґрунті для варіантів перелогу та пшенично-пирійних гібридів була в межах 66–69 %, тоді як у варіанті із спельтою цей показник зафіксовано на рівні 58 %. Це пояснюється меншим надходженням азоту та менш сприятливим водним режимом під однорічними культурами в порівнянні з багаторічними.

Азотовмісні сполуки ґрунту та органічних залишків внаслідок амоніфікації та нітрифікації стають доступними для рослин. Амоніфікаційна здатність у ґрунті варіанту Зоря України за рахунок меншої кількості органічних решток культури була найнижчою — 7 мг N-NH₄/кг ґрунту. На варіантах із пшенично-пирійними гібридами показники відмічено майже на рівні перелогу — 8–9 мг N-NH₄/кг ґрунту. Така ж тенденція зберігалася і у відношенні протилежного процесу – нітрифікації.

Висновки. Результати мікробіологічного аналізу ґрунту відібраного під різними зерновими культурами свідчить про те, що кореневі виділення рослин створюють сприятливі умови для життєдіяльності різних мікроорганізмів. Порівняння стану популяцій з ділянок сільськогосподарського використання із мікробіотою перелогу свідчить про важливість включення в сівозміну багаторічних зернових колосових культур, тривале вирощування яких дозволить збільшити чисельність мікроорганізмів у ризосфері та покращити умови проходження процесів ґрунтоутворення.

Література

1. Звягинцев Д.Г., Зенова Г.М. Биология почв. Москва: МГУ. 2005. 445 с.
2. Мишустин Е.Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов. Москва: Наука. 1975. 107 с.
3. Xun W., Li W., Huang T., Ren Y., Xiong W., Miao Y., Zhang R. Long-term agronomic practices alter the composition of asymbiotic diazotrophic bacterial community and their nitrogen fixation genes in an acidic red soil. *Biology and Fertility of Soils*. 2018. Vol. 54. P. 329–339.
4. Карпенко В.П., Сухомуд О.Г., Кравець І.С., Жиляк І.Д., Адаменко Д.М. Багаторічна пшениця — світовий досвід і перспективи вирощування. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 1. С. 65–69.
5. Карпенко В.П., Кравець І.С., Адаменко Д.М., Сухомуд О.Г. Агроекологічні перспективи використання багаторічних злаків у світі та Україні. *Вісник Черкаського університету*. 2019. № 2. С. 20–29.

6. Russell E. J. Soil conditions and plant growth. Forgotten Books. London. 2013. 406 p.
7. Симочко Л. Ю., Симочко В.В., Бігарій І.Й. Спрямованість мікробіологічних процесі у ґрунті агробіоценозів при застосуванні різних агрозаходів. *Наук. вісник Ужгородського ун-ту*. 2010. № 28. С. 37–45.
8. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Полторецький С. П. Елементи біологізації в рослинництві: монографія.; за ред. В. П. Карпенка. Умань: «Сочінський М. М.», 2017. 112 с.
9. Szokol J., Rucka L., Simcikova M., Halada P., Nesvera J., Patek M. Induction and carbon catabolite repression of phenol degradation genes in *Rhodococcus erythropolis* and *Rhodococcus jostii*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2014. Vol. 98. P. 8267–8279.
10. Господаренко Г. М., Костогриз П. В., Любич В. В. та ін. Пшениця спельта: монографія. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2016. 312 с.
11. Господаренко Г.М., Кравець І.С. Зміна біологічних властивостей чорнозему опідзоленого під впливом удобрення. *Збірник наукових праць Уманської СГА*. 2000. № 1. С. 95–100.
12. Цигичко Г.О., Маклюк О.І. Динаміка хімічної активності типового чорнозему системи органічного та звичайного землеробства. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. Вип. 82. С. 91–97.
13. Bardgett R. D. The biology of soil. A community and ecosystem approach. Oxford University Press. 2005. 242 p.
14. Дем'янюк О. С., Гайдаржи В. І., Васильєва О. Б. Моделювання продуктивності агроекосистеми залежно від показників біологічної активності ґрунту та гідротермічних умов. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 1. С. 143–148.
15. Naylor D., DeGraaf S., Purdom E., Coleman-Derr D. Drought and host selection influence bacterial community dynamics in the grass root microbiome. *The ISME Journal*. 2017. Vol. 11. P. 2691–2704.
16. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. Умань. 2016. Вип. 89. С. 199–206.
17. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення. *Вісник Уманського НУС*. 2015. № 1. С. 11–16.
18. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ*. №2. 2017. С. 35–41.
19. Bhowmick R., Sengupta C. Enumeration of Soil Inhabiting Cellulolytic Bacteria as Plant Growth Promoter. *International Journal of Life Sciences*. 2015. Vol. 9. P. 50–55.
20. Peter O., Lawrence A., Fikayo O., William R. Raun World cereal nitrogen use efficiency trends: review and current knowledge. *Agrosyst. Geosci. Environ.* 2019. Vol. 2. P. 1–8.

References

1. Zvyahyntsev, D. H., Zenova, H. M. (2005). Soil biology. Moscow, Russia: MHU, 445 p. (in Russian).
2. Mishustin, E.N. (1975). Associations of soil microorganisms. Moscow: Nauka, 107 p. (in Russian).
3. Xun, W., Li, W., Huang, T., Ren, Y., Xiong, W., Miao, Y., Zhang, R. (2018). Lon-term agronomic practices alter the composition of asymbiotic diazotrophic bacterial community and their nitrogen fixation genes in an acidic red soil. *Biology and Fertility of Soils*, no. 54, pp. 329–339.
4. Karpenko, V. P., Sukhomud, O. H., Kravets, I. S., Zhyliak, I. D., Adamenko, D. M. (2019). Perennial wheat — global experience and the prospects of growing. *Bulletin Of Uman National University Of Horticulture*, no. 1, pp. 65–69 (In Ukrainian).
5. Karpenko, V.P., Kravets, I.S., Adamenko, D.M., Sukhomud, O.G. (2019). Agroecological prospects for the use of perennial cereals in the world and in Ukraine. *Bulletin of Cherkasy University*, no. 2, pp. 20–29. (In Ukrainian).
6. Russell, E. J. (2013). Soil conditions and plant growth. Forgotten Books. London, 2013. 406 p.
7. Symochko, L. Ju., Symochko, V. V., Bigariy, I. J. (2010). Directivity of microbiological processes in soil agrobiocenoses under different agro-techniques *Nauk. visnyk Uzhgorodskogo un-tu. Seriya Biologia*, no. 28, pp. 37–42.
8. Karpenko, V. P., Prytulyak, R. M., Poltoretsky, S. P. (2017). Elements of biologization in crop production: monograph. Uman: "Sochinsky M. M.", 112 p. (In Ukrainian).
9. Szokol, J., Rucka, L., Simcikova, M., Halada, P., Nesvera, J., Patek, M. (2014). Induction and carbon catabolite repression of phenol degradation genes in *Rhodococcus erythropolis* and *Rhodococcus jostii*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, no. 98, pp. 8267–8279.
10. Hospodarenko, G. M., Kostogryz, V. P., Liubych, V. V. (2016). *Wheat spelt*. Kyiv: SIK GROUP UKRAINE, 312 p. (in Ukrainian).
11. Gospodarenko, G. M., Kravets, I. S. (2000). Changes in the biological properties of podzolic chernozem under the influence of fertilizers. Collection of scientific works, Uman Agricultural Academy of the National University of Horticulture, no. 1, pp. 95–100. (In Ukrainian).
12. Tsyhichko, H. O, Makliuk, O. I. (2015). The dynamics of chemical activity of typical chernozem organic and conventional farming systems. *Agrochemicals & Soil*, no. 82, pp. 91–97. (In Ukrainian).
13. Bardgett, R. D. (2005). The biology of soil. A community and ecosystem approach. Oxford University Press, 2005. 242 p.
14. Demyanyuk, O. S., Gaidarzhi, V. I., Vasilieva, O. B. (2017). Modeling of productivity of agroecosystem depending on indicators of biological activity of soil and hydrothermal conditions. *Balanced nature management*, no. 1, pp. 143–148. (in Russian).

15. Naylor, D., DeGraaf, S., Purdom, E., Coleman-Derr, D. (2017). Drought and host selection influence bacterial community dynamics in the grass root microbiome. *The ISME Journal*, no. 11, pp. 2691–2704.
16. Liubich, V.V. (2016). Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and strain. *Bulletin of Uman NUH*, no. 89, pp. 199–206 (in Ukrainian).
17. Hospodarenko, G. M., Lyubich, V. V., Polyanetska, I. O., Voziyan, V. V. (2015). Baking properties of spelled grain depending on fertilizer. *Bulletin of Uman NUS*, no. 1, pp. 11–16. (in Ukrainian).
18. Liubich, V. V. (2017). Bread properties of grain of winter wheat varieties depending on types, norms and terms of application of nitrogen fertilizers. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Economic University*, no. 2, pp. 35–41 (in Ukrainian).
19. Bhowmick, R, Sengupta, C. (2015). Enumeration of Soil Inhabiting Cellulolytic Bacteria as Plant Growth Promoter. *International Journal of Life Sciences*, no. 9 (6), pp. 50–55.
20. Peter, O., Lawrence, A., Fikayo, O., William, R. (2019). World cereal nitrogen use efficiency trends: review and current knowledge. *Agrosyst. Geosci. Environ*, no. 2, pp. 1–8.

Аннотация

Карпенко В.П., Кравец И.С., Адаменко Д.М.

Формирование микробиоты ризосферы пшеницы спельты и пырея среднего и биологической активности чернозема оподзоленного

Почвенные микроорганизмы играют ведущую роль в формировании питательного режима почвы, который определяет уровень будущего урожая сельскохозяйственных культур. Формируется сложная система почва-растение-микроорганизмы, с участием которых происходит создание и разложения органического вещества, круговорот веществ в природе, сохранения плодородия и создания оптимального уровня обеспечения элементами питания.

Численность амонификаторов в ризосфере злаков изменяется под воздействием вида растений. Наименьшую численность амонификаторов было отмечено в ризосфере Зоря Украины — $183,3 \pm 28,52$, в ризосфере Kernza® и Хорс — $202,6 \pm 68,0$ и $202,2 \pm 66,4$ соответственно, что превышало показатель спельты на 10,3–10,5 %. Нитрификаторов в почве перелога, Хорса и Kernza® было $47,5–48,0 \cdot 10^3$ КОЕ/г почвы, в Зоря Украины — $46,0 \cdot 10^3$ КОЕ/г почвы в следствии высшей аэрацией и пониженной влажностью почвы. Разница между данными по целлюлозолитических микроорганизмах ризосферы спельты и пырейных гибридов составляла 6,8–9,2 %.

Биологическая активность почвы относится к ряду наиболее важных показателей ее плодородия и окультуривания. Наиболее информативным показателем есть уровень выделения CO_2 . На варианте перелог — $0,39 \text{ мг/дм}^2$ в час, в других вариантах $0,26–0,34 \text{ мг/дм}^2$ в час. Выращивании спельты без внесения удобрений приводит к снижению интенсивности выделения углерода в 1,5 раза. Выращивание многолетних зерновых колосовых культур позволяет поддерживать этот показатель на более высоком уровне.

Интенсивность разложения клетчатки в почве перелога и пшенично-пырейных гибридов была 66–69 %, а со спельтой — 58 %. Амонификационная способность в варианте Заря Украины — 7 мг N-NH₄/кг почвы, а с пшенично-пырейными гибридами на уровне перелога — 8–9 мг N-NH₄/кг почвы. Такая же тенденция сохранялась и в отношении противоположного процесса — нитрификации.

Результаты микробиологического анализа почвы, отобранной под разными зерновыми культурами, свидетельствуют о том, что корневые выделения растений создают благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов. Сравнение состояния популяций из участков сельскохозяйственного использования с микробиотой биоценоза, свидетельствует о важности включения в севооборот многолетних зерновых колосовых культур, что позволит увеличить численность микроорганизмов в ризосфере и улучшить условия прохождения почвообразовательных процессов.

Ключевые слова: эколого-трофические группы микроорганизмов, биологическая активность почвы, чернозем оподзоленный, перелог, спельта, Хорс, Kernza ®.

Annotation

Karpenko V.P., Kravets I.S., Adamenko D.M.

Formation of the microbiota of the rhizosphere of spelt wheat and intermediate wheatgrass and biological activity of podzolized chernozem

Soil microorganisms play a leading role in the formation of the nutrient regime of the soil, which determines the level of future crop harvest. A complex system of soil-plant-microorganisms is formed, with the participation of which the creation and decomposition of organic matter, the circulation of substances in nature, the preservation of fertility and the creation of an optimal level of nutrients supply.

The number of amonifiers in the rhizosphere of cereals changes under the influence of the plant species. The smallest number of amonifiers was noted in the rhizosphere of the Zorya Ukraine — 183.3 ± 28.52 , in the rhizosphere of Kernza® and Khors — 202.6 ± 68.0 and 202.2 ± 66.4 , respectively, which exceeded the spelt indicator by 10.3–10.5 %. There were 47.5 – $48.0 \cdot 10^3$ CFU/g soil of nitrifiers in the soil of the fallow, Khors and Kernza®, in the Zorya Ukraine — $46.0 \cdot 10^3$ CFU/g soil due to higher aeration and low soil moisture. The difference between the data on cellulolytic microorganisms of the spele rhizosphere and wheatgrass hybrids was 6.8–9.2 %.

The biological activity of the soil is one of the most important indicators of its fertility and cultivation. Most informative indicator is the level of CO₂ emission, On the variant the fallow is — 0.39 mg/dm² per hour, in other variants 0.26 – 0.34 mg/dm² per hour. Cultivation of spelt without fertilization leads decrease intensity of carbon release in the 1.5. The cultivation of perennial cereal crops allows maintaining this indicator at a higher level.

The intensity of fiber decomposition in the soil of fallow and wheat-wheatgrass hybrids was 66–69 %, and with spelt — 58 %. The amonification capacity in the Zarya Ukrainy variant — 7 mg N-NH₄/kg of soil, and with wheat-wheatgrass hybrids at the fallow level — 8–9 mg N-NH₄/kg of soil. The same trend persisted with ratio to the opposite process — nitrification.

The results of microbiological analysis of the soil selected for different grain crops indicate that the root exudates of plants create favorable conditions for the vital activity of microorganisms. Comparison of the state of populations from agricultural areas with the microbiota of the biocenosis indicates the importance of including perennial grain crops in the crop rotation, which will increase the number of microorganisms in the rhizosphere and improve the conditions for the passage of soil-forming processes.

Key words: *ecological-trophic groups of microorganisms, biological activity of soil, podzolized black earth, fallow, spelled, Khors, Kernza ®.*

UDC: 631.55/.58: 633.11/.14 + 633.35

DOI 10.31395/2415-8240-2020-97-1-16-22

BINARY SOWINGS AS A BASIS FOR THE INTENSIFICATION OF FODDER PRODUCTION INDUSTRY

H. I. DEMYDAS, *Doctor of Agricultural Sciences*

The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

S. P. POLTORETSKYI, *Doctor of Agricultural Sciences*

Uman National University of Horticulture

L. M. BURKO, *Candidate of Agricultural Sciences*

S. S. VEILER, *post-graduate student*

The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Проведено аналітичний огляд українського та світового передового досвіду щодо вирощування вики посівної в бінарних посівах. Проаналізовано наукові публікації вітчизняних і закордонних учених з питань значення бінарних посівів у кормовиробництві, підборі культур для сумісного вирощування. Проведено узагальнення і систематизація вивченого матеріалу. Встановлено, що вика посівна переважно культивується в сумішках з якими хлібними злаками. Цю культуру можна вирощувати як за весняної, так і літньої сівби в післяукісних і післяжнивних посівах з вівсом, ячменем, суданською травою й іншими якими культурами; за посушливих умов з континентальним кліматом – на сіно та насіння. Проте, врожай насіння в таких регіонах дуже низький і значно варіює залежно від кількості та розподілу весняних дощів. Забезпечення тваринництва високоякісними кормами за рахунок бобово-злакових сумішей однорічних культур дає можливість розширити асортимент кормів у раціонах жуйних тварин у стійловий період.

Ключові слова: *вика посівна, бінарні посіви, урожайність, зелена маса, поживність, тритикале, кормові одиниці, сумісні посіви.*

Introduction. A strong fodder base is the most important element for a successful increase in livestock production. In this case, a significant role is played by cereal-and-legume crops, as they are the main source of amino acid-balanced, the