

УДК 631.466:[581.144.2:633]

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.5>

ЗБІЛЬШЕННЯ МАСИ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ЇХ МІКОРИЗАЦІЇ

Димитров С.Г. – к.с.-г.н.,

докторант кафедри рослинництва,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Саблук В.Т. – д.с.-г.н.,

професор кафедри завідувач лабораторії здоров'я рослин,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Результати досліджень вказують на те, що за використання біопрепаратів Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* Rifai) і Міковітал (гриб *Tuber melanosporum* Vittad.) та застосування біопрепарату Флоробацілін (бактерії *Bacillus subtilis* Cohn.) сприяє істотному покращенню формування кореневої системи рослин сільськогосподарських культур. Зокрема, у всіх дослідних варіантах маса коренів була більшою за контроль на 9,3–138,8%. Так, за використання препарату Мікофренд маса кореневої системи рослин пшениці м'якої озимої у різні терміни її вегетації була на 31,4–83,2% більшою від контролю, а у досліді з препаратом Міковітал і Флоробацілін ця перевищення становило 37,1–56,9 та 21,1–45,8%. Із аналізу отриманих даних щодо накопичення кореневої системи кукурудзи звичайної залежно від використання біопрепаратів найбільший приріст кореневої маси від інокуляції 130,1% виявилось при інокуляції препаратом Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* RIFAI). Із аналізу отриманих даних щодо накопичення кореневої системи соняшнику однорічного залежно від використання біопрепаратів найбільший приріст кореневої маси від інокуляції 130,1% виявилось при інокуляції препаратом Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* RIFAI). У рослин кукурудзи звичайної, соняшнику однорічного і сої культурної збільшення маси кореневої системи порівняно з контролем становило 9,3–138,8%, що свідчить про беззаперечний позитивний вплив даного фактору на цей процес. Використання мікоризоутворюючих препаратів Мікофренду і Флоробаціліну за передпосівного нанесення їх на насіння сприяють покращенню росту та розвитку рослин сільськогосподарських культур. У рослин кукурудзи, соняшнику і сої збільшення маси кореневої системи порівняно з контролем становило 9,3–138,8%, що свідчить про беззаперечний позитивний вплив даного фактору на цей процес.

Ключові слова: мікоризоутворювальні препарати, сільськогосподарські культури, коренева система, мікоризація, формування, збільшення.

Dymytrov S.H., Sabluk V.T., Increase in the root mass of crops under mycorrhization

Research results indicate that the application of biological plant products Mycofriend (fungus *Trichoderma harzianum* Rifai.), Mycovital (fungus *Tuber melanosporum* Vittad.) and Florobacillin (bacterium *Bacillus subtilis* Cohn.) significantly improves root system formation in crops. In particular, in all treatments, the weight of the root mass was higher by 9.3–138.8% compared to the control treatment. Thus, the application of Mycofriend contributed to a 31.4–83.2% increase in root weight of soft winter wheat in different periods of vegetation, Mycovital 37.1–56.9% and Florobacillin 21.1–45.8%. Analysis of the obtained experimental data on the accumulation of the root mass in corn under the effect of biological plant products showed that the largest increase in root weight from inoculation was 130.1% when inoculated with the Mycofriend (fungus *Trichoderma harzianum* Rifai.). Analysis of the obtained experimental data on the accumulation of the root weight of annual sunflower under the effect of biological plant products revealed that the largest increase in the root mass from inoculation was 130.1% with Mycofriend (*Trichoderma harzianum* Rifai.). In corn, annual sunflower and soybean, an increase in the root mass compared to the control was 9.3–138.8%, which clearly indicates a positive effect of this factor on the process of root formation. The use of mycorrhiza-forming biological products Mycofriend and Florobacillin for seed treatment improves the growth and development of crops. In corn, sunflower, and soybean plants, the increase in weight of root mass compared to the control treatment was 9.3–138.8%, which clearly indicates a positive effect of this factor on the process of root formation.

Key words: mycorrhizal preparations, crops, root system, mycorrhization, formation, increase.

Постановка проблеми. Встановити вплив використання везикулярно-арбоскулярних мікоризних та бактеріальних препаратів на збільшення маси кореневої системи рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосовуючи альтернативні системи виробництва та використовуючи природних види регуляторів росту рослин може істотно підвищити врожайність багатьох адже сучасне сільське господарство за його інтенсифікації не може обійтися без застосування цих речовин [1].

У першу чергу необхідно підняти ефективність використання виробничого потенціалу в агропромисловому комплексі, сконцентрувавши сили на найважливіших ділянках, що забезпечують підвищення родючості ґрунту та впровадження інтенсивних технологій ведення сільського господарства. Одним із способів інтенсифікації сучасного землеробства є застосування хімічних добрив і засобів захисту рослин. Однак, процес їх впровадження проходить в різних країнах неоднаково. Наприклад, землеробство Нідерландів, Ірландії та Японії базується на внесенні високих доз мінеральних добрив (азот, фосфор, калій) до 500–800 кг на гектар, тоді як в США, Швеції та Канаді намітилася тенденція до зниження норм їх застосування. Накопичений досвід показує, що масоване використання добрив і хімічних засобів захисту рослин при вирощуванні сільськогосподарських культур може негативно впливати на діяльності ґрунтових мікроорганізмів, що в свою чергу призведе до зниження родючості та виснажування ґрунтів [2].

У сучасному сільськогосподарському виробництві неможливо отримати високі врожаї без регулювання агрофізичних характеристик ґрунту, а особливо щільності його будови та структурного складу і підтримання їх на оптимальному рівні. Численними дослідженнями встановлено [3, 4, 5], що агрофізичні характеристики ґрунту є одними із основних чинників, що впливають на ріст, глибину проникнення і розвиток коренів рослин, що і визначає, в кінцевому результаті, врожайність.

Параметрами структурного складу ґрунтових горизонтів обумовлюються можливість проникнення коренів рослин на певну глибину з покращеним водно-повітряним, тепловим, та мікробіологічним режимами ґрунту, а також з відповідним характером надходження елементів живлення у ґрунт, а з ґрунту – в рослини. У той же час опрацьовуючи численні вибірки даних для ґрунтів різних типів, багатьма вченими показано, що від розміру макроагрегатів не завжди залежить його польова вологоємність [6]. Але безструктурні ґрунти, як правило, є бідними на органічні речовини та доступних сполук азоту і є менш продуктивними [7].

Експериментально доведено, що за переущільнення ґрунтів погіршуються умови мінерального живлення рослин та ускладняється використання ними елементів живлення з ґрунту [8]. Відбувається порушення механізмів поглинання і транспірації поживних речовин коренями, подачі їх кореневою системою до надземних органів рослин, у результаті – знижується врожайність. Доведено, що між щільністю будови ґрунту та його вологоємністю існує тісний обернений зв'язок [6], що обумовлено зменшенням об'єму корисних пор. Послаблення здатності ґрунту утримувати вологу призводить до погіршення його біологічного режиму, а також обумовлює зміну морфології коренів і послаблення їх здатності проникати вглиб ґрунту. У рослин на ущільненому ґрунті помічено зменшення площі загальної поверхні коренів і площі їхнього контакту з ґрунтом.

Дослідженнями С.І. Зінченка [9] встановлено, що розповсюдження кореневої системи у період колосіння зернових культур залежить від щільності будови ґрунту.

Відмічається збільшення маси коренів зі зниженням щільності будови ґрунту у межах орного шару.

В Україні впродовж багатьох років у різних природних зонах проведено багато досліджень у стаціонарних умовах, узагальнення результатів яких демонструє не лише погіршення живлення рослин на переущільненому ґрунті, але й суттєві втрати врожаю [10].

Отже, агрофізичні характеристики ґрунту, а саме структурний склад та щільність будови – це ключові індикатори, що обумовлюють його властивості та режими. Погіршення фізичних властивостей веде до зниження здатності рослин засвоювати вологу та поживні елементи із ґрунту, що негативно впливає на їхній ріст і розвиток і призводить до зменшення урожаїв сільськогосподарських культур.

Заслугує на увагу симбіоз між рослинами й мікроорганізмами, який являє собою важливий чинник впливу на підвищення стійкості сільськогосподарських культур до природних умов і хвороб, забезпечує їхню високу врожайність та якість, що уможлиблює підвищення рентабельності сільськогосподарського виробництва в цілому. Симбіоз у поширеному значенні визначається коли «два або більше організми живуть разом», і таке партнерство у більшості випадків вигідне для них [11].

Незважаючи на великий інтерес дослідників до фізичних властивостей ґрунту та їх значущості, актуальним залишається питання вивчення впливу структури та щільності будови окремих частин посівного шару на параметри кореневої системи рослин.

Необхідність проведення дослідів із вивчення впливу мікоризації на збільшення маси кореневої системи сільськогосподарських культур зумовлена обмеженою кількістю таких відомостей в літературних джерелах та епізодичним характером таких досліджень у зоні Правобережного Лісостепу України.

Мета досліджень – встановити вплив везикулярно-арбускулярних мікоризних та бактеріальних препаратів на покращення формування кореневої системи рослин сільськогосподарських культур.

Постановка завдання. Дослідження проводили в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України в умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції (ВПДСС), яка знаходиться на Лівобережжі Дніпра в зоні типового Лісостепу. Ґрунтовий покрив відзначається строкатістю – переважають чорноземи солонцюваті та слабосолонцюваті.

Для дослідів використовували гриби везикулярно-арбускулярної мікоризації *Tuber melanosporum* Vittad. (препарат Міковітал) та *Trichoderma harzianum* Rifai (препарат Мікофренд) і бактерії *Bacillus subtilis* Cohn. (препарат Флоробацилін), які наносили на насіння перед сівбою сільськогосподарських культур.

Досліди проводили у 4-х кратній повторності, площа дослідних ділянок 25 м². У відповідність з програмою дослідження визначали масу кореневої системи рослин на 30, 60, 90 і 120 дні їх вегетації. Для цього в указані терміни на захисній смузі викопували по 10 рослин на кожній повторності, кореневу систему обрізали до кореневої шийки, ретельно очищали від землі, промивали водою, висушували в природних умовах упродовж одної години і зважували.

Отримані дані обробляли статистично за загальноприйнятими методиками [10] за допомогою програмного забезпечення MS Excel, Statistica 6.0.

Виклад основного матеріалу дослідження. Враховуючи умову, що від розвитку підземної маси кореневої системи значно залежить урожайність надземної маси, а також недостатню кількість даних щодо цього питання, яке

вивчається – у проведених дослідженнях була поставлена задача визначення зміни накопичення кореневої системи сільськогосподарських культур для Лісостепу України. Отримані результати показали, що в середньому за чотири роки рівень накопичення кореневої системи сільськогосподарських культур залежить від використання біопрепаратів, що представлено в таблицях 1, 2, 3, 4.

Отримані дані за 2017–2020 рр. свідчать про те, що мікоризоутворюючі препарати у симбіозі з рослинами забезпечують перевищення показників маси коренів у всіх варіантах, які досліджувались порівняно з контролем. Зокрема, відмічається значне збільшення маси кореневої системи кукурудзи звичайної упродовж усіх термінів обрахунків на 21,1–130,1% (Табл. 1).

Із аналізу отриманих даних щодо накопичення кореневої системи кукурудзи звичайної залежно від використання біопрепаратів найбільший приріст кореневої маси від інокуляції 130,1% виявилось при інокуляції препаратом Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* RIFAI.).

У посівах пшениці м'якої озимої, соняшнику однорічного та сої культурної у дослідних варіантах маса кореневої системи була більшою за контроль на 9,3–138,8% (Табл. 2, 3, 4).

Із аналізу отриманих даних щодо накопичення кореневої системи пшениці м'якої озимої залежно від використання біопрепаратів найбільший приріст кореневої маси від інокуляції 83,2% виявилось при інокуляції препаратом Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* RIFAI.) Табл. 2.

Із аналізу отриманих даних щодо накопичення кореневої системи соняшнику однорічного залежно від використання біопрепаратів найбільший приріст кореневої маси від інокуляції 130,1% виявилось при інокуляції препаратом Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* RIFAI.) Табл. 3.

Із аналізу отриманих даних щодо накопичення кореневої системи сої культурної залежно від використання біопрепаратів найбільший приріст кореневої маси від інокуляції 65,8% виявилось при інокуляції препаратом Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* RIFAI.).

Помітним був вплив на збільшення маси кореневої системи у варіантах з препаратами Мікофренд (гриб *Trichoderma harzianum* RIFAI). Зокрема у посівах пшениці м'якої озимої за використання даного продукту маса кореневої системи була більшою за контроль на 31,4–83,2% у посівах кукурудзи звичайної на 48,1–130,1%, соняшнику однорічного і сої культурно на 28,2–138,8%.

Збільшення маси кореневої системи у дослідних варіантах відбувається за рахунок значного збільшення кількості дрібних корінців, які переплітаються гіфами грибів. Крім того, у процесі мікоризації на коренях формуються везикули і арбоскули, які проникають в середину міжклітинного простору і навіть у клітини таким чином збільшуючи їх масу.

Результати наших досліджень збігаються з висновками багатьох вчених про те, що мікоризація кореневої системи рослин сприяє збільшенню її маси. Так, у роботах Чайковської Л. А., Патики В. Ф., Гуральчук Ж.З., Дель Валь К., Барєа Х.М., Аскон-Агилар К. вказується, що за мікоризації корення сільськогосподарських культур їх маса зростає на 11–65% [12, 13, 14].

Висновки і пропозиції.

1. Передпосадкове нанесення (інокуляція) біопрепаратів Мікофренд на насіння сільськогосподарських культур сприяє покращенню таких біоенергетичних показників росту і розвитку, як маса кореневої системи на 28,2–138,8% порівняно з контролем.

Таблиця 1
Маса кореневої системи рослин кукурудза звичайна за мікоризації її кореневої системи, ВПДСС, 2017–2020 рр.

Термін вегетації, днів	Маса кореневої системи, 10 рослин												
	мікофренд				флоробацилін				міковітал				
	контроль, г	Г	P-level		Г	+- до контролю		P-level	Г	+- до контролю		P-level	
			г	%		г	%			г	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
30	74	109	35	48,1	0,008	97	23	31,2	0,008	101	27	37,1	0,009
60	1632	3755	2123	130,1	0,001	2285	653	40,0	0,008	2561	929	56,9	0,004
90	2550	4977	2427	95,2	0,004	3717	1167	45,8	0,005	3990	1440	56,5	0,004
120	1358	2643	1285	94,7	0,004	1644	286	21,1	0,01	1888	530	39,0	0,009

Таблиця 2
Маса кореневої системи рослин пшениці м'якої озимої за мікоризації її кореневої системи, ВПДСС, 2017–2020 рр.

Термін вегетації, днів	Маса кореневої системи, 10 рослин												
	мікофренд				флоробацилін				міковітал				
	контроль, г	Г	P-level		Г	+- до контролю		P-level	Г	+- до контролю		P-level	
			г	%		г	%			г	%		
30	3,70	6,78	3,08	83,2	0,001	5,16	1,46	39,5	0,001	5,78	2,08	56,3	0,009
60	5,98	7,86	1,88	31,4	0,009	6,94	0,95	15,9	0,02	7,30	1,32	22,0	0,02
90	11,22	16,52	5,30	47,2	0,008	14,47	3,25	29,0	0,009	15,37	4,15	37,0	0,009
120	24,17	32,03	7,85	32,5	0,009	27,49	3,32	13,7	0,030	29,21	5,04	20,9	0,01

2. Передпосадкове нанесення (інокуляція) біопрепаратів Міковітал на насіння сільськогосподарських культур сприяє покращенню таких біоенергетичних показників росту і розвитку, як маса кореневої системи на 11,2–73,0% порівняно з контролем.

3. Передпосадкове нанесення (інокуляція) біопрепаратів Флоробацилін на насіння сільськогосподарських культур сприяє покращенню таких біоенергетичних показників росту і розвитку, як маса кореневої системи на 13,7–45,8% порівняно з контролем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кукурудзяк К. В., Бригас О. П., Тертична О. В., Ревка Т. О. Біоіндикація родючості ґрунтів Центрального Лісостепу. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 4. С. 95–100.
2. Курільченко І. Ю., Маслоva Ю., Лещенко І. А. Вплив біостимуляторів на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. *Актуальні проблеми фізичного виховання та здоров'я людини* : матеріали VI Міжнародної заочної науково-практичної конференції (м. Слов'янськ, 7–8 грудня 2020 р.) / за ред. В. В. Дичка. Слов'янськ : ДДПУ, 2020. С. 112–119.
3. Медведєв В. В. Физические свойства и обработка почв в Украине. Харьков : Городская типография, 2013. 224 с.
4. Szatanik-Kłosa A., Hornb R., Lipiec J. et al. Soil compaction-induced changes of physicochemical properties of cereal roots. *Soil and Tillage Research*. 2018. Vol. 175. P. 226–233. doi: 10.1016/j.still.2017.08.016
5. Тимошенко Г. З., Коваленко А. М., Новохижній М. В., Шепель А. В. Вплив щільності складення ґрунту на урожайність сільськогосподарських культур за різних систем обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 82–85.
6. Лактионова Т. Н., Медведєв В. В., Бигун О. Н. и др. О закономерных связях между гидрофизическими и общими физическими свойствами почв. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2007. Вип. 67. С. 42–53.
7. Кульгасов И. М. Экология растений. Москва : Изд-во Московского университета, 1982. 380 с.
8. Уваренко К. Ю. Вплив ущільнення та удобрення ґрунту на використання елементів живлення і продуктивність ячменю ярого. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8. С. 76–81. doi: 10.31073/agroviznyk201808-11
9. Зинченко С. И. Особенности развития корневой системы зерновых культур. *Земледелие*. 2015. № 6. С. 32–35.
10. Medvedev V. V., Lyndina T. E., Laktionova T. N. Impact of compaction on soil nutrient state – Ukrainian experience. *Proceedings 3rd Workshop INCO COPERNICUS Concerted Action “Experiences with the impact of subsoil compaction on soil nutrients, crop growth and environment, and ways to prevent subsoil compaction”* (Busteni-Romania, June 14–18, 2001). Bucuresti : Estalia, 2002. P. 163–171.
11. Lewis D. H. Symbiosis and mutualism: crisp concepts and soggy semantics. *The Biology of Mutualism, Ecology and Evolution* / D. H. Boucher (Ed.). London, UK : Croom Helm, 1985. P. 29–38.
12. Чайковська Л. А., Патика В. Ф. Роль біофосфору в підвищенні продуктивності рослин. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 9. С. 21–23.
13. Гуральчук Ж. З. Дія арбускулярних мікориз на надходження елементів живлення і стійкість рослин до несприятливих чинників довкілля. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2011. Т. 12. С. 7–26. doi: 10.35868/1997-3004.12.7-26
14. Гуральчук Ж. З., Дель Валь К., Барає Х. М., Аскон-Агилар К. Вплив інокуляції арбускулярними мікоризними грибами на стійкість рослин люцерни до дії важких металів та арсену. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2007. Т. 5. С. 7–14. doi: 10.35868/1997-3004.5.7-14