

УДК 631.82:631.46:633.11«324»

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-95-97>

Краткий обзор/Brief review

Менькина Е.А.*ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», 356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, 49 iac@fnac.center***Ключевые слова:** чернозем обыкновенный, последствие минеральных удобрений, микроорганизмы, трансформирующие соединения азота, коэффициент минерализации**Для цитирования:** Менькина Е.А. Влияние последствия разных доз минеральных удобрений на численность эколого-трофических групп микроорганизмов. *Аграрная наука*. 2021; 346 (3): 95–97.<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-95-97>**Конфликт интересов отсутствует****Elena A. Menkina***North Caucasus Federal Agrarian Research Centre 356241, Stavropol Territory, Mikhailovsk, Nikonova str., 49, iac@fnac.center***Key words:** common chernozem, aftereffect of mineral fertilizers, microorganisms, transforming nitrogen compounds, mineralization coefficient**For citation:** Menkina E.A. Effect of the effects of different doses of mineral fertilizers on the number of ecological-trophic groups of microorganism. *Agrarian Science*. 2021; 346 (3): 95–97. (In Russ.)<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-95-97>**There is no conflict of interests**

Влияние последствия разных доз минеральных удобрений на численность эколого-трофических групп микроорганизмов

РЕЗЮМЕ

Приведены результаты исследований по влиянию последствия минеральных удобрений на численность эколого-трофических групп микроорганизмов и урожайность озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Почва опытного участка — чернозем обыкновенный мощный малогумусный тяжелосуглинистый, предшественник — чистый пар. Минеральные удобрения вносили в различных дозах в течение 30 лет, с 2006 года изучается последствие удобрений. Общая численность микроорганизмов в последствие только азотных или фосфорных удобрений была невысокой (5,53–8,0 млн КОЕ). Численность микроорганизмов, трансформирующих органические формы азота, в последствии только азотного или фосфорного питания колебалась от 2,62 до 4,16 млн КОЕ/г АСП, а использующих, минеральные формы азота от 2,91 до 4,32 млн КОЕ. Полная доза удобрений значительно увеличивала количество микроорганизмов, трансформирующих соединения азота, в почве в среднем по опыту на 15,5 млн КОЕ. Максимальная общая численность микроорганизмов была получена в последствии высоких доз азота на фоне $P_{120}K_{120}$ и фосфора совместно с $N_{120}K_{120}$ — 28,58 млн КОЕ и 30,21 млн КОЕ соответственно. Коэффициент минерализации на исследуемых почвах больше единицы. При одностороннем внесении питательных элементов в почву снижается интенсивность микробиологических процессов, КМТОВ — 3,94–8,64.

Effect of the effects of different doses of mineral fertilizers on the number of ecological-trophic groups of microorganisms

ABSTRACT

The results of studies on the effect of mineral fertilizers on the number of ecological and trophic groups of microorganisms and the yield of winter wheat in the zone of unstable moisture in the Stavropol Territory are presented. The soil of the experimental site is ordinary chernozem, a powerful low-humus heavy-loam, the precursor is pure steam. Mineral fertilizers have been applied in various doses for 30 years, and the aftereffect of fertilizers has been studied since 2006. The total number of microorganisms in the aftereffect of nitrogen or phosphorus fertilizers alone was low (5.53–8.0 mln column-forming units). The number of microorganisms that transform organic forms of nitrogen in the aftereffect of nitrogen or phosphorus nutrition alone ranged from 2.62 to 4.16 mln column-forming units, and using mineral forms of nitrogen from 2.91 to 4.32 mln column-forming units. The full dose of fertilizers significantly increased the number of microorganisms that transform nitrogen compounds in the soil by an average of 15.5 mln column-forming units. The maximum total number of microorganisms was obtained in the aftereffect of high doses of nitrogen against the background of $P_{120}K_{120}$ and phosphorus together with $N_{120}K_{120}$ — 28.58 mln column-forming units and 30.21 mln column-forming units, respectively. The coefficient of mineralization in the studied soils is greater than one. With the unilateral introduction of nutrients in the soil, the intensity of microbiological processes decreases, coefficient of microbiological transformation of organic matter — 3.94–8.64

Поступила: 22 февраля
После доработки: 15 марта
Принята к публикации: 18 марта

Received: 22 February
Revised: 15 March
Accepted: 18 March

Введение

Растения, почвенные животные и микроорганизмы формируют плодородие почвы [1, 2]. Все важные процессы, происходящие в почве, такие как формирование почвенной структуры, образование гумуса и т. д. происходят под влиянием микроорганизмов, которые разрушают все природные, а также ряд неприродных органических соединений [3]. Как индикатор экологического состояния почв, микробиота чутко реагирует на все изменения, которые в ней происходят [4]. Она чувствительна к минеральным удобрениям, при их внесении содержание микробной биомассы возрастает, а при высоких дозах удобрений происходит снижение численности аммонификаторов [5, 6]. Обработка почвы, внесение удобрений, создание благоприятного водного режима почвы и т. п. способствуют увеличению количества почвенных микроорганизмов и повышению их активности [7, 8, 9]. Активно функционирующий микробный ценоз является важным показателем плодородия почвы. Одним из значительных факторов антропогенного воздействия на нее является применение удобрений. Поэтому изучение почвенной микрофлоры, в последствии минеральных удобрений, может достаточно объективно показать направленность почвенных процессов.

Цель исследований — изучить влияние последствий минеральных удобрений на активность эколого-трофических групп микроорганизмов, трансформирующих соединения азота.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края на черноземе обыкновенном мощном малогумусном тяжелосуглинистом. Почвенные образцы отбирали осенью в октябре месяце перед посевом озимой пшеницы по пару в слое почвы 0–20 см в двукратной полевой повторности, после 12 лет последствия минеральных удобрений (табл. 1).

Для определения численности микроорганизмов, трансформирующих соединения азота, применяли метод подсчета колоний на плотных питательных средах по общепринятым методикам, в трехкратной лабораторной повторности [10]. Коэффициент минерализации органических веществ ($K_{\text{мин}}$) в почве определяли по соотношению численности микроорганизмов, трансформирующих минеральные формы азота к микроорганизмам, усваивающие органические формы азота [11]; коэффициент микробиологической трансформации органического вещества ($K_{\text{МТОВ}}$) рассчитывали по соотношению количества микроорганизмов, выросших на питательных средах по формуле: $(\text{МПА} + \text{КАА}) \times (\text{МПА} / \text{КАА})$ [12]. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [13].

Таблица 1. Схема внесения удобрений в опыте

Table 1. Scheme of fertilization in the experiment

Вид удобрений	Фон	Вариант			
Азотные	Естественный	N_0	N_{30}	N_{90}	N_{150}
	$P_{120}K_{120}$	N_0	N_{30}	N_{90}	N_{150}
Фосфорные	Естественный	P_0	P_{30}	P_{90}	P_{150}
	$N_{120}K_{120}$	P_0	P_{30}	P_{90}	P_{150}

Таблица 1. Влияние удобрений на численность микроорганизмов перед посевом озимой пшеницы по пару в слое почвы 0–20 см, млн КОЕ/г АСП (в среднем за 2017, 2019 гг.)

Table 1. Effect of fertilizers on the number of microorganisms before sowing winter wheat by steam in the soil layer 0–20 cm, million CFU / g absolutely dry soil (average for 2017, 2019)

Удобрения в период прямого действия			Микроорганизмы, трансформирующие соединения азота			К _{мин.}	К _{мтов}
вид	фон	доза, кг/га д.в.	органические	минеральные	общая численность		
Азотные	Естественный	0	2,14	2,35	4,49	1,10	4,08
		N ₃₀	2,62	2,91	5,53	1,11	4,97
		N ₉₀	3,12	3,56	6,68	1,14	5,85
		N ₁₅₀	3,13	4,32	7,45	1,38	5,40
	P ₁₂₀ K ₁₂₀	0	2,98	3,08	6,07	1,03	5,86
		N ₃₀	5,35	6,81	12,16	1,27	9,55
		N ₉₀	9,73	11,14	20,87	1,15	18,23
		N ₁₅₀	13,78	14,80	28,58	1,07	26,62
Фосфорные	Естественный	0	2,11	2,43	4,54	1,15	3,94
		P ₃₀	2,35	3,44	5,79	1,46	3,95
		P ₉₀	2,87	3,62	6,48	1,26	5,14
		P ₁₅₀	4,16	3,87	8,04	0,93	8,64
	N ₁₂₀ K ₁₂₀	0	2,48	2,69	5,16	1,08	4,76
		P ₃₀	6,73	7,22	13,95	1,07	12,99
		P ₉₀	10,45	10,51	20,96	1,01	20,85
		P ₁₅₀	14,24	15,97	30,21	1,12	26,94
НСР ₀₅ для факторов			1,40	1,40	2,49		
НСР ₀₅ по фактору вид удобрения			F _ф < F _{табл}				
НСР05 по фактору фон удобрений			0,86				
НСР05 по фактору доза удобрений			1,22				

В годы проведения исследований метеосостояние сильно варьировало, особенно по количеству и равномерности выпадения осадков по месяцам, сумма которых изменялась в разные месяцы от 8 до 174 мм в 2017 году и от 5 до 106 мм в 2019 году. В 2017 году за сентябрь и октябрь выпало 107 мм осадков, что на 27 мм меньше, чем в 2019 году. Выпавшие осадки в осенний период благоприятно сказались на численности микроорганизмов.

Результаты исследований

Влияние последствие вносимых удобрений изменяет общую численность и соотношение различных групп микроорганизмов в структуре микробного сообщества. Общая численность микроорганизмов, участвующих в превращениях азота в почве, зависела от дозы, внесенных ранее удобрений, и соотношения питательных элементов (таблица 2).

Общая численность микроорганизмов незначительно выше при последствии фосфорного удобрения в среднем за 2 года исследований на 0,4 млн КОЕ. Виды удобрений в период последствие не оказывают влияния на количество микроорганизмов в почве ($F_{\phi} < F_{\text{табл}}$).

Последствие одного азотного или фосфорного удобрения в малых дозах существенно не сказывалось на численности почвенной микрофлоры. Значимое увеличение колоний было получено при внесении N_{90} и N_{150} . При увеличении дозы азотного и фосфорного удобрения до 150 кг/га д.в. численность микроорганизмов возрастала на 2,96 млн КОЕ в последствии азотных удобрений и на 3,50 млн КОЕ в последствии фосфорного питания.

В зависимости от вносимых доз минеральных удобрений изменяется и количество микроорганизмов, трансформирующих азот. Если с внесением одного вида удобрения численность микроорганизмов возрастала

незначительно, то последствие азотных и фосфорных удобрений на фоне $P_{120}K_{120}$ или $N_{120}K_{120}$ количество колонеобразующих единиц существенно увеличивалось независимо от дозы основного элемента. При максимальной дозе азотного удобрения N_{150} на фоне $P_{120}K_{120}$ общая численность микроорганизмов возрастала по сравнению с последствием только фона $P_{120}K_{120}$ на 22,51 млн и составила 28,58 млн КОЕ. На фосфорном питании при внесении P_{30} на фоне $N_{120}K_{120}$ количество микроорганизмов, трансформирующих соединения азота, было выше по сравнению с внесением только фона на 8,16 млн КОЕ, а при внесении P_{150} на фоне их было больше уже на 22,18 млн КОЕ, это увеличение достоверно ($HCP_{05} = 0,86$).

Биохимические процессы разложения органического вещества мы определяли коэффициентом минерализации. На всех исследуемых почвах $K_{\text{мин}}$ имеет значение более единицы, что соответствует средней интенсивности мобилизационных процессов. Разложение органического вещества протекает быстрее, чем его восстановление. Самые низкие значения $K_{\text{мин}}$ в последствии P_{150} . В большинстве других вариантов опыта отмечена более высокая активность микробного сообщества, трансформирующего минеральные формы азота ($K_{\text{мин}} = 1,01-1,46$). С максимальной скоростью процессы преобразования растительных остатков в паровом поле протекали в последствии самых высоких доз полного минерального удобрения — $P_{30-150}N_{120}K_{120}$.

Коэффициент микробиологической трансформации органического вещества показал, что при одностороннем внесении питательных элементов в почве снижается интенсивность микробиологических процессов, $K_{\text{МТОВ}} = 3,94-8,64$, а наиболее высокая трансформация органического вещества отмечена в последствии полного минерального удобрения, $K_{\text{МТОВ}} = 12,99-26,94$.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Куприченко М.Т., Антонова Т.Н. Ферменты в почвах Предкавказья. Ставрополь: Агрус. 2010. 192 с. [Kuprichenkov M.T., Antonova T.N. Enzymes in the soils of Ciscaucasia. Stavropol: Agrus, 2010. 192 p. (In Russ.).]
2. Даденко Е.В., Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню. Почвоведение. 2014;6: 24-733. [Dadenko E.V., Myasnikova M.A., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Valkov V.F. Biological activity of ordinary chernozem with long-term use for arable land. Soil science. 2014; 6: 24-733 (In Russ.)] DOI 10.7868/S0032180X14060021.
3. Добровольская Т.Г., Звягинцев Д.Г., Чернов И.Ю., Головченко А.В., Зенова Г.М., Лысак Л.В., Манучарова Н.А., Марфенина О.Е., Полянская Л.М., Степанов А.Л., Умаров М.М. Роль микроорганизмов в экологических функциях почв. Почвоведение. 2015; 9: 1087-1096. [Dobrovolskaya T.G., D.G. Zvyagintsev, Chernov I.Yu., Golovchenko A.V., Zenova G.M., Lysak L.V., Manucharova N.A., Marfenina O.E., Polyanskaya L.M., Stepanov A.L., Umarov M.M. Soil science. 2015; 9: 1087-1096 (In Russ.).]
4. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1987. 256 с. [Zvyagintsev D.G. Soil and microorganisms. M.: Publishing House of Mosk. Un-ta, 1987. 256 p. (In Russ.).]
5. Зинченко М.К. Мониторинг численности бактериальной микрофлоры в агроэкосистемах серой лесной почвы. Достижения науки и техники АПК. 2019; 12: 10-14. [Zinchenko M.K. Monitoring the number of bacterial microflora in gray forest soil agroecosystems. Achievements of science and technology AIC. 2019; 12: 10-14 (In Russ.)] DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11202.
6. Менькина Е.А. Микробиологическая активность чернозема обыкновенного разного сельскохозяйственного назначения. Известия Оренбургского ГАУ. 2017;4 (66): 203-206. [Menkina E.A. Microbiological activity of the chernozem of ordinary various agricultural purposes. News of the Orenburg SAU. 2017; 4 (66): 203-206. (In Russ.).]
7. Менькина Е.А., Кузыченко Ю.А. Эффективность возделывания озимой пшеницы по различным стерновым фонам в

агроландшафте зоны Центрального Предкавказья. Аграрный вестник Урала. 2019; 9 (188): 6-12. [Menkina E.A., Kuzychenko Yu.A. Efficiency of winter wheat cultivation on various stubble backgrounds in the agroland landscape of the Central Caucasus region. Agrarian herald of the Urals. 2019; 9 (188): 6-12 (In Russ.)] DOI: 10.32417/article_5daf422c94fce9.03311363.

8. Полянская Л.М., Лукин С.М., Звягинцев Д.Г. Изменение состава микробной биомассы в почве при окультуривании. Почвоведение. 1997; 2: 206-212. [Polyanskaya L.M., Lukin S.M., D.G. Zvyagintsev. Change in the composition of microbial biomass in the soil during cultivation. Soil science. 1997 ;2: 206-212 (In Russ.).]

9. Менькина Е.А., Воропаева А.А., Изменение численности эколого-трофических групп микроорганизмов в разных технологиях возделывания озимой пшеницы. Аграрная наука. 2020; 10: 73-76. [Menkina E.A., Voropaeva A.A., Change in the number of ecological and trophic groups of microorganisms in different technologies for cultivating winter wheat. Agrarian science. 2020; 10: 73-76 (In Russ.)] DOI: 10.32634/0869-8155-2020-342-10-73-76.

10. Звягинцев Д.Г. ред. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1991. 304 с. [Zvyagintsev D.G. ed. Methods of soil microbiology and biochemistry. M.: Publishing House of Mosk. Un-ta, 1991. 304 p. (In Russ.).]

11. Енкина О.В., Коробский Н.Ф. Микробиологические аспекты сохранения плодородия черноземов Кубани. Краснодар. 1999. 150 с. [Enkina O.V., Korobsky N.F. Microbiological aspects of preserving the fertility of the chernozems of the Kuban. Krasnodar. 1999. 150 p. (In Russ.).]

12. Муха В.Д., Картамышев Н.Н., Кочетов И.С. Муха Д.В. Агропочвоведение. М: Колос. 1994. 528 с. [Mukha V.D., Kartamyshev N.N., Kochetov I.S. Mukha D.V. Agrology. M: Kolos. 1994. 528 p. (In Russ.).]

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985. 351 с. [Dosphehov B.A. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). M.: Agropromizdat. 1985. 351 p. (In Russ.).]