

---

## **ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ПЕДОТРОФНОЙ МИКРОФЛОРЫ ПАХОТНОГО ЧЕРНОЗЁМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО**

---

**Оксана Николаевна Дёмина  
Дмитрий Иванович Еремин**

Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Микрофлора почвы – главное звено в разложении растительных остатков и минерализации гумуса с высвобождением минеральных веществ. Степень плодородия почвы в значительной мере зависит от интенсивности данных процессов. При внесении минеральных удобрений не только улучшается питательный режим, но и меняются условия существования почвенных микроорганизмов. Целью исследований было изучение изменения структуры педотрофной микрофлоры при внесении возрастающих доз минеральных удобрений. Исследования проводили в стационарном многолетнем опыте кафедры почвоведения и агрохимии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, расположенного в северной лесостепи Зауралья. Численность эколого-трофических групп микроорганизмов определяли методом посева на питательные среды. Установлено, что общая численность микроорганизмов на контроле и при внесении минеральных удобрений, обеспечивающих получение зерна яровой пшеницы до 3,0 т/га, отличалась незначительно, варьируя в пределах 76,3–82,6 млн колониеобразующих единиц (КОЕ) на 1 г почвы. Исключением стала педотрофная микрофлора, численность которой в фазе цветения яровой пшеницы значительно превышала показатель контрольного варианта. Минеральные удобрения на планируемые урожайности 5,0 и 6,0 т/га зерна оказали существенное влияние на численность микрофлоры почвы, которая варьировала в пределах 88,5–98,0 млн КОЕ/1 г почвы, что отличалось от контроля на 14–22%. К середине лета на максимально удобренных вариантах также отмечались благоприятные условия для минерализации органического вещества почвы. Это подтверждается коэффициентом педотрофности, который составил 2,4–3,2 ед. в данный период. К уборке трансформация гумуса снижалась, коэффициент педотрофности составил 2,7–1,6 ед. Расчёт показателей мицелиальных форм показал, что на всех вариантах в течение вегетации яровой пшеницы соотношение грибы/актиномицеты было меньше единицы, что указывает на слабую степень вовлечения гумуса в микробиологический процесс.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** биологическая активность, минеральные удобрения, микомицеты, актиномицеты, педотрофы, коэффициент педотрофности, мицелиальные формы.

## **EFFECT OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS ON THE CHANGE IN THE NUMBER OF PEDOTROPHIC MICROFLORA OF LEACHED ARABLE CHERNOZEM**

**Oksana N. Demina  
Dmitriy I. Eremin**

Northern Trans-Ural State Agricultural University

Soil microflora is the main link in the decomposition of plant residues and the mineralization of humus with the release of minerals. The degree of soil fertility largely depends on the intensity of these processes. When applying mineral fertilizers, not only the nutritional regime improves, but also the conditions for the existence of soil microorganisms change. The aim of the research was to study changes in the structure of pedotrophic microflora when applying increasing doses of mineral fertilizers. The research was carried out in the stationary long-term experiment of the Department of Soil Science and Agrochemistry of Northern Trans-Ural State Agricultural University, located in the Trans-Ural northern forest-steppe. The number of ecological & trophic groups of microorganisms was determined by seeding on nutrient media. It was found that the total number of microorganisms under control and when applying mineral fertilizers ensuring the production of spring wheat grain up to 3.0 t/ha, differed slightly, varying in the range of 76.3–82.6 million colony-forming units (CFU) per 1 g of soil. The exception was pedotrophic microflora, the number of which in the flowering phase of spring wheat significantly exceeded the indicator of the control variant. Mineral fertilizers on the planned yields of 5.0 and 6.0 t/ha of grain had a significant impact on the number of soil microflora. Their number varied in the range of 88.5–98.0 million CFU/1 g of soil, which

differed from the control by 14–22%. By mid-summer, favorable conditions for the mineralization of the organic matter of the soil were also observed on the most fertilized variants. This is confirmed by the coefficient of pedotrophy (2.4–3.2 units in this period). By harvesting, the humus transformation decreased, the pedotrophy coefficient was 2.7–1.6 units. The calculation of the indicators of mycelial forms showed that in all variants during the growing season of spring wheat, the ratio of fungi/actinomycetes was less than one, which indicates a weak degree of involvement of humus in the microbiological process.

KEYWORDS: biological activity, mineral fertilizers, mycomycetes, actinomycetes, pedotrophs, pedotrophy coefficient, mycelial forms.

### **В**ведение

Сельскохозяйственное производство в России динамично развивается, постоянно внедряются новые технологии, сорта сельскохозяйственных культур, породы животных, адаптированные к конкретным почвенно-климатическим условиям [4, 11, 15, 20], в том числе и в Западной Сибири, где, как известно, достаточно суровые погодные условия. В настоящее время довольно подробно изучены антропогенные факторы, повышающие продуктивность сельскохозяйственных угодий в Сибири, но их роль в формировании биологических свойств местных почв мало изучена.

Плодородие почвы напрямую зависит от процессов жизнедеятельности растений и микроорганизмов при определённых условиях окружающей среды. Учитывая то, что активность почвенной биоты и получение качественного высокого урожая возделываемых культур неразрывно связаны, возникает необходимость изучения этой зависимости для сохранения и повышения почвенного плодородия. В этом случае не стоит забывать об антропогенной нагрузке на почву, её существенном влиянии на развитие почвенной микрофлоры. Особенно это касается минеральных удобрений, которые оказывают очень сильное воздействие на питательный режим пахотных почв [3, 5].

Педотрофные микроорганизмы, микомицеты и актиномицеты, которые активно участвуют в разложении органических остатков, синтезе и минерализации гумуса, имеют большое значение для сохранения почвенного плодородия [18]. Грибы, кроме этого, выделяют физиологически активные вещества, которые могут стимулировать или угнетать жизненные процессы растений. В отдельных случаях, при активном росте грибной микрофлоры, в почве накапливаются токсины. Здесь следует отметить важное свойство актиномицетов образовывать антибиотики, которые губительно воздействуют на возбудителей разных болезней. Этот факт очень важен в вопросе поддержания биологического равновесия почвы [16].

Минеральные удобрения в условиях активной интенсификации сельского хозяйства могут в значительной степени изменять структуру грибной микрофлоры и актиномицетов, поэтому знания о численности микомицетов, актиномицетов и целлюлозоразлагающих бактерий являются необходимыми при оценке влияния антропогенной нагрузки на пахотные выщелоченные чернозёмы зауральской лесостепи. Учитывая, что для условий Западной Сибири данный вопрос мало изучен, необходимость таких знаний приобретает особую актуальность. Таким образом, целью проведённых исследований стало изучение изменения эколого-трофических групп микроорганизмов при разном уровне минерального питания в условиях лесостепи Северного Зауралья.

### **Материалы и методы**

Исследования по влиянию минеральных удобрений на микрофлору пахотного чернозёма лесостепной зоны Зауралья проводили на опытном поле Государственного аграрного университета Северного Зауралья (расположено на юге Тюменской области, вблизи д. Утёшево). Схема опыта предусматривала внесение минеральных удобрений в дозах  $N_{80}P_{10}$ ,  $N_{200}P_{60}$  и  $N_{250}P_{120}$  кг д. в. на гектар, что соответствовало уровню минерального питания, необходимого для формирования планируемой урожайности яровой пшеницы соответственно 3,0, 5,0 и 6,0 т/га зерна. За контроль был взят вариант без внесения минеральных удобрений.

Объект исследований – чернозём выщелоченный маломощный тяжелосуглинистый. По морфогенетическим признакам, физико-химическим и водно-физическим свойствам почва полевого стационара типична для лесостепной зоны Зауралья [6, 12].

Опыты проводили в полевом севообороте со следующим чередованием культур: однолетние травы, яровая пшеница, овёс. Изучение состава и численности почвенной микрофлоры вели под яровой пшеницей в трёхкратной повторности.

Дозы минеральных удобрений рассчитывали методом элементарного баланса с учётом содержания питательных веществ в почве и текущей нитрификации – 80 кг/га. Использовали аммиачную селитру и аммофос.

Образцы почвы на микробиологический анализ отбирали из пахотного горизонта 0–30 см в течение вегетации в основные фазы развития яровой пшеницы (посев, цветение, восковая спелость).

Анализ и учёт почвенной микрофлоры (в том числе численность экологотрофических групп микроорганизмов) проводили в лаборатории экологии почв Агробиотехнологического центра ГАУ Северного Зауралья. Количественный состав целлюлозоразлагающих бактерий определяли на среде Гетчинсона, микомицетов – на среде Чапека, актиномицетов – на крахмало-аммиачном агаре (КАА). Поверхностный посев на питательные среды проводили по воздушно-сухой почве, а затем помещали в термостат на 7 суток при температуре 25–30°C. Через неделю после посева подсчитывали число выросших на средах колоний.

Для выявления влияния минеральных удобрений на структуру микробного сообщества дополнительно был рассчитан коэффициент педотрофности как отношение количества микроорганизмов, которые растут на агаризованном субстрате, и количества микрофлоры, развивающейся на «богатой» питательной среде,  $K_{\text{пед}} = [\text{ПА}]/[\text{МПА}]$ . Для мицелиальных форм было рассчитано соотношение численности грибов и актиномицетов  $([\text{Гр}]/[\text{Акт}]) \cdot 10^{-2}$  [1].

### Результаты и их обсуждение

Целлюлоза является одним из главных компонентов растительных остатков, а целлюлозоразлагающие микроорганизмы (педотрофы) играют огромную роль в почвообразовательном процессе. С их помощью идёт разложение стойких азотистых и безазотистых органических соединений, в том числе входящих в состав почвенного перегноя, или гумуса [2, 17].

Перед посевом численность педотрофных микроорганизмов на контроле и на минимальном агрофоне (NP на 3,0 т/га зерна) отличалась незначительно и варьировала в пределах 8,7–8,8 млн колониеобразующих единиц (КОЕ) на 1 г почвы. При ежегодном внесении минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га зерна их численность в весенний период была на 12% выше контроля и достигала 9,9 млн КОЕ/1 г почвы. При максимальном уровне минерального питания численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в весенний период была ещё выше, достигая 12,0 млн КОЕ/1 г почвы, что в 1,5 раза больше значений контроля. Это указывает на качественное изменение состава микрофлоры чернозёмных почв при систематическом внесении высоких доз минеральных удобрений.

В период цветения на контроле отмечено снижение их численности до 5,0 млн КОЕ/1 г почвы. По всем вариантам с внесением минеральных удобрений отмечен рост численности данной группы микроорганизмов. При минимальных дозах минеральных удобрений их количество было выше почти в 2 раза и составило 9,8 млн КОЕ/1 г почвы. Высокие дозы минеральных удобрений оказали максимальное воздействие на развитие микроорганизмов, разлагающих целлюлозу, их численность возросла до 13,6–15,1 млн КОЕ/1 г почвы, что выше контроля на 63–67%.

Перед уборкой на контроле и на минимальном агрофоне по отношению к предыдущей фазе численность педотрофов снизилась и варьировала в пределах 4,2–4,8 КОЕ/1 г почвы. При внесении возрастающих доз минеральных удобрений на планируемые урожайности 5,0 и 6,0 т/га зерна их количество в почве было максимальным, достигая 16,6–17,3 КОЕ/1 г почвы. Таким образом, было установлено, что достоверное увеличение численности педотрофов происходит при внесении возрастающих доз минеральных удобрений – коэффициент корреляции больше 0,9 единицы.

Грибы (микомицеты), как и бактерии, принимают активное участие в почвообразовательных процессах, в том числе в разложении органических остатков, синтезе и минерализации гумуса [9]. Грибная микрофлора в наших исследованиях оказалась самой многочисленной. В весенний период её численность по вариантам варьировала в пределах 13,4–14,0 млн КОЕ/1 г почвы. В фазе цветения количество грибной микрофлоры увеличилось в связи с появлением новых растительных остатков в виде корневой массы. На контроле и на варианте с невысоким уровнем минерального питания (NP на 3,0 т/га зерна) их численность была на одном уровне – 20,0 млн КОЕ/1 г почвы. На максимально удобренных вариантах прослеживалось развитие этой группы микроорганизмов до 22,0 млн КОЕ/1 г почвы, что на 10% выше значений контроля.

К уборке прослеживается обратное явление – микомицеты активно развивались на контроле и на минимальном агрофоне. Внесение минеральных удобрений на планируемые урожайности 5,0 и 6,0 т/га зерна резко угнетало грибную микрофлору, о чем свидетельствовало снижение их численности соответственно до 10 и 14,0 млн КОЕ/1 г почвы. По сравнению с контролем количество микомицетов было на 64,3 и 50% меньше. Это может быть связано с быстрой переработкой свободных гуминовых кислот (фракция ГК1) почвенной микрофлорой при стимулировании её высокими дозами минеральных удобрений [7, 10, 19].

Большое распространение в почвах имеют актиномицеты, которые представляют собой переходную форму между бактериями и грибами. Они участвуют в разложении гумусовых веществ, наиболее обогащённых азотом.

Численность актиномицетов в наших исследованиях заметно меньше, чем других групп микроорганизмов, что может быть связано с истощением почвы и созданием благоприятных условий для развития патогенной микрофлоры [8, 13]. На контроле в весенний период насчитывалось лишь 0,5 млн КОЕ актиномицетов. Внесение минеральных удобрений, даже в минимальной дозе, стимулировало рост численности данной группы микроорганизмов. При внесении удобрений на планируемую урожайность зерна 3,0 т/га их количество увеличилось уже на 17% относительно контроля. На варианте с NP на 5,0 т/га зерна разница с контролем составила 28,6%. На максимальном агрофоне (6,0 т/га зерна) их численность достигла 1,2 млн КОЕ/1 г почвы в этот период, превышая контроль более чем в 2 раза.

В фазе цветения на контроле и на варианте с NP на 3,0 т/га зерна насчитывалось 0,3–0,4 млн КОЕ актиномицетов. Снижение численности данной группы микроорганизмов, по нашему мнению, связано с дефицитом почвенного азота в этот период. На варианте с NP на 5,0 т/га их численность резко увеличилась до 1,8 млн КОЕ/1 г почвы и была на 83% выше значений контроля. При дальнейшем повышении уровня минерального питания происходило увеличение численности актиномицетов до 2,8 млн КОЕ/1 г почвы, что превысило показатель контрольного варианта на 89%. Данный факт указывает на непосредственное влияние возрастающих доз минеральных удобрений на динамику развития актиномицетов.

Перед уборкой численность актиномицетов на контроле была максимальной и составила 1,3 млн КОЕ/1 г почвы. Внесение минеральных удобрений даже в малых дозах способствовало снижению их численности на 23% относительно контроля. Высокие дозы

удобрений повлияли на резкое снижение количества представителей этой группы микроорганизмов. Так, на максимальном агрофоне их численность снизилась до 0,3 млн КОЕ/1 г почвы, разница с контролем составила 76,5%.

Таблица 1. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на численность отдельных эколого-трофических групп микроорганизмов, млн КОЕ/1 г почвы

Варианты	Аммонификаторы (МПА)			Педотрофы (ПА)			Микомицеты (Чапек)			Актиномицеты (КАА)		
	Посев	Цветение	Уборка	Посев	Цветение	Уборка	Посев	Цветение	Уборка	Посев	Цветение	Уборка
Контроль	6,1	5,2	3,5	8,7	5,0	4,1	13,4	20,0	28,0	0,5	0,3	1,3
НПК на 3,0 т/га зерна	6,7	7,3	3,7	8,8	9,8	4,8	14,0	20,0	33,0	0,6	0,4	1,0
НПК на 5,0 т/га зерна	7,7	5,6	6,1	9,9	13,6	16,7	14,0	21,0	10,0	0,7	1,8	0,8
НПК га 6,0 т/га зерна	9,5	4,7	10,7	12,3	15,1	17,3	13,0	22,0	14,0	1,2	2,8	0,3

Для характеристики степени освоения органической части почвы микрофлорой был рассчитан коэффициент педотрофности. Низкие его значения ( $< 1$ ) свидетельствуют о слабой степени вовлечения почвенного гумуса и его трансформации. Высокие индексы педотрофности ( $> 1$ ) указывают на усиление усвоения микроорганизмами питательных веществ из запасов гумуса [14].

Результаты исследований показали, что весной на всех вариантах с внесением минеральных удобрений коэффициент педотрофности был одинаковым и составил 1,3 ед., на контроле его значение составило 1,4 ед. (рис. 1). В фазе цветения коэффициент по вариантам сильно варьировал. На контроле и на варианте с NP на 3,0 т/га зерна разница составила уже более 20% относительно контроля. Высокие дозы удобрений способствовали развитию целлюлозоразлагающей микрофлоры и увеличили коэффициент педотрофности до 2,4–3,2 ед., что, в свою очередь, свидетельствует о развитии благоприятных условий для интенсивной минерализации почвенного органического вещества.

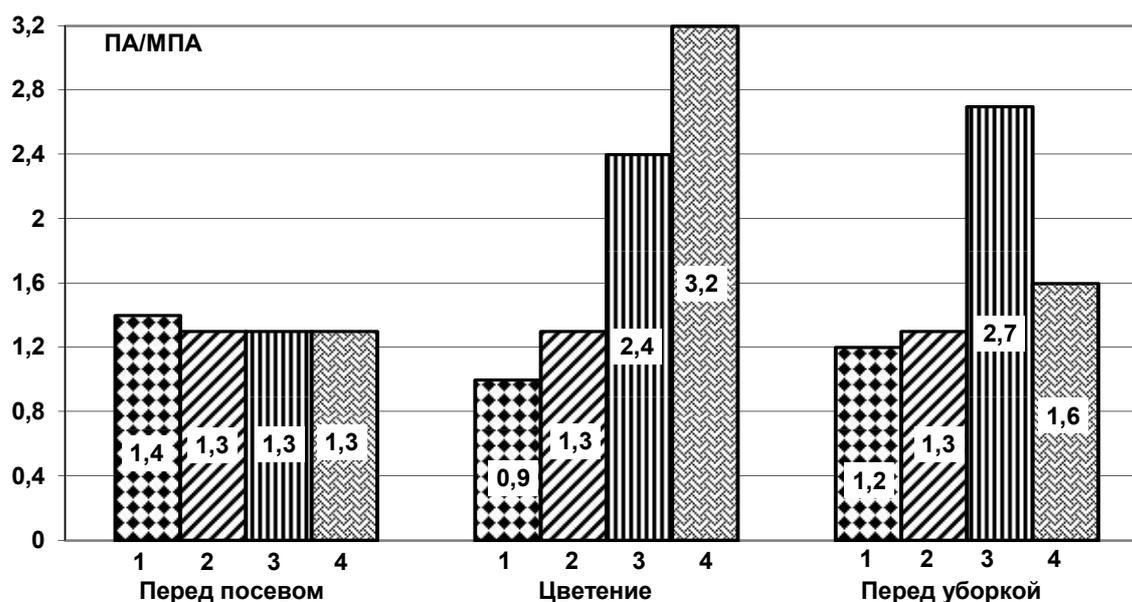


Рис. 1. Динамика коэффициента педотрофности при внесении минеральных удобрений, ед.: 1 – контроль, без удобрений; 2 – NP на 3,0 т/га зерна; 3 – NP на 5,0 т/га зерна, 4 – NP на 6,0 т/га зерна

К моменту уборки значение коэффициента педотрофности на контроле и на минимальном агрофоне варьировало в пределах 1,2–1,3 ед. и почти не отличалось от предыдущих фаз развития. При внесении минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га коэффициент педотрофности составил 2,7 ед. Это может способствовать усилению освоения микроорганизмами питательных веществ из запасов гумуса. Однако при дальнейшем увеличении уровня минерального питания отмечено снижение активности данной группы микроорганизмов и их численности. Коэффициент педотрофности составил 1,6 ед., что говорит о снижении трансформации гумуса.

Расчёт показателей мицелиальных форм показал, что на всех вариантах в течение вегетации яровой пшеницы соотношение грибы/актиномицеты меньше единицы. Перед посевом на контроле их соотношение варьировало в пределах 0,3–0,1 ед. (рис. 2).

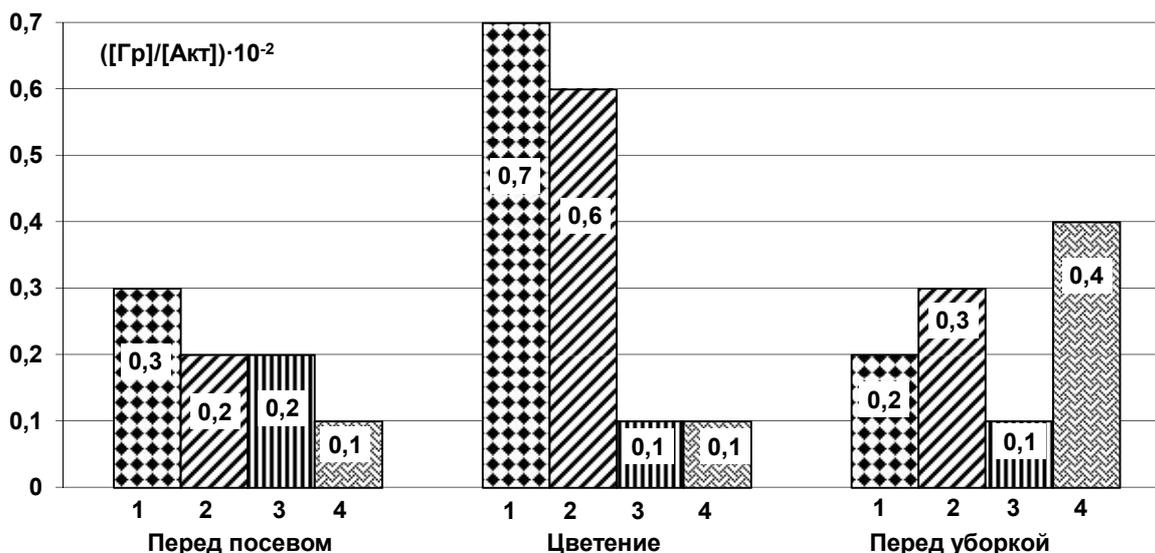


Рис. 2. Влияние минеральных удобрений на соотношение мицелиальных форм микроорганизмов, ед.: 1 – контроль, без удобрений; 2 – NP на 3,0 т/га зерна; 3 – NP на 5,0 т/га зерна; 4 – NP на 6,0 т/га зерна

В фазе цветения на контроле и на минимальном агрофоне активно развивалась грибная микрофлора, тогда как численность актиномицетов снижалась. Поэтому соотношение грибы/актиномицеты было максимальным в этот период и составило 0,7–0,6 ед. В группу почвенных грибов входит ещё и патогенная микрофлора, поэтому данные показатели свидетельствуют о создании благоприятных условий в почве для накопления инфекционного фона. При внесении максимальных доз азотно-фосфорных удобрений существенно возросла численность актиномицетов, поэтому на этих вариантах соотношение грибы/актиномицеты составило 0,1 ед. При развитии актиномицетов в почве заметно снижается инфекционный фон, так как актиномицеты являются антагонистами патогенной микрофлоры.

К уборке на контроле и на минимально удобренном варианте численность грибной микрофлоры значительно выросла, поэтому соотношение грибы/актиномицеты увеличилось до 0,2–0,3 ед. При внесении минеральных удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га зерна соотношение грибы/актиномицеты вновь снизилось до 0,1 ед., чему способствовало резкое снижение численности грибной микрофлоры. На варианте с максимальным уровнем минерального питания отмечено небольшое увеличение численности микомицетов и, наоборот, резкое снижение численности актиномицетов. Соотношение грибы/актиномицеты при этом составило 0,4 ед. Увеличение данного соотношения в сторону грибной микрофлоры может способствовать накоплению микотоксинов в почве.

### Выводы

Внесение азотно-фосфорных минеральных удобрений на планируемую урожайность 3,0 т/га зерна способствовало увеличению на 20% целлюлозоразлагающих почвенных микроорганизмов. Максимальное воздействие на развитие педотрофной микрофлоры оказало внесение минеральных удобрений на планируемую урожайности 5,0 и 6,0 т/га. Численность педотрофных микроорганизмов на этих вариантах в 2,5–3,0 раза превышала контроль. Увеличение данной группы микроорганизмов способствовало созданию условий для интенсивной минерализации гумусовых веществ, что подтверждается коэффициентом педотрофности, который составил 2,4–3,2 ед.

Грибная микрофлора в весенний период по вариантам варьировала в пределах 13,0–14,0 млн КОЕ/1 г почвы. В фазе цветения их численность увеличилась до 20,0–22,0 млн КОЕ/1 г почвы. Перед уборкой на контроле и на варианте с NP на 3,0 т/га зерна их численность была максимальной, составив 28,0–33,0 млн КОЕ/1 г почвы. Внесение высоких доз минеральных удобрений способствовало снижению их количества до 11,0–14,0 млн КОЕ/1 г почвы, что было ниже контроля на 64,3–50,0%.

Численность актиномицетов была самой низкой по фазам вегетации яровой пшеницы и не превышала 2,8 млн КОЕ/1 г почвы. Перед посевом и в фазе цветения внесение высоких доз минеральных удобрений способствовало росту численности актиномицетов. При их увеличении в почве создаются условия для снижения инфекционного фона, что подтверждается соотношением грибы/актиномицеты – 0,1 ед. К уборке их численность снизилась до 0,3 млн КОЕ/1 г почвы. Это повлияло на соотношение грибы/актиномицеты, которое в этот период составило 0,4 ед., что, в свою очередь, могло способствовать активному развитию патогенной микрофлоры и накоплению микотоксинов. Еще большее проявление этого процесса отмечалось в период цветения яровой пшеницы на контроле и на варианте с невысоким уровнем минерального питания. Соотношение грибы/актиномицеты составило 0,7–0,6 ед.

---

### Библиографический список

1. Андreyк Е.И. Почвенные микроорганизмы и интенсивное земледелие : монография / Е.И. Андreyк, Г.А. Иутинская, А.Н. Дульгеров. – Киев : Наукова думка, 1988. – 215 с.
2. Белюченко И.С. Микроорганизмы почв и их роль в функционировании аграрных ландшафтов / И.С. Белюченко // Наука, технологии и инновации в современном мире. – 2016. – № 1(3). – С. 18–25.
3. Влияние многолетнего внесения удобрений на почвенно-поглощающий комплекс и микробное сообщество выщелоченного чернозема / И.Д. Свистова, К.Е. Стекольников, А.П. Щербаков, Н.В. Малыгина // Агрохимия. – 2004. – № 6. – С. 16–23.
4. Еремина Д.В. Математическая модель минерального питания яровой пшеницы по результатам многолетних исследований государственного аграрного университета Северного Зауралья / Д.В. Еремина // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 1 (124). – С. 14–19.
5. Еремин Д.И. Влияние уровня минерального питания на численность аммонифицирующих бактерий пахотного чернозема лесостепной зоны Зауралья / Д.И. Еремин, О.Н. Дёмина // Аграрная наука и образование Тюменской области: связь времен : матер. международной науч.-практ. конф., посвященной 140-летию Тюменского реального училища, 60-летию Тюменского государственного сельскохозяйственного института (Россия, г. Тюмень, 06–07 июня 2019 г.). – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. – С. 269–277.

6. Еремин Д.И. Агрогенная трансформация чернозема выщелоченного Северного Зауралья : дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.13 / Д.И. Еремин. – Тюмень, 2012. – 479 с.
7. Еремин Д.И. Изменение качественного состава гумуса чернозема выщелоченного под действием возрастающих доз минеральных удобрений / Д.И. Еремин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 6 (229). – С. 20–26.
8. Еремин Д.И. Агроэкологическая характеристика микромицетов, обитающих в почве / Д.И. Еремин, О.Н. Попова // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2016. – № 1 (32). – С. 12–18.
9. Звягинцев Д.Г. Биология почв : учебник / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Изд-во Московского гос. ун-та, 2005. – 445 с.
10. Изменение содержания и строения гуминовых кислот чернозема выщелоченного под влиянием удобрений и дефекаата / Е.С. Гасанова, А.Н. Кожокина, Н.Г. Мязин и др. // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 12, № 4 (63). – С. 113–122.
11. Кокошин С.Н. Ранжирование факторов, влияющих на урожайность зерновых культур / С.Н. Кокошин, Б.О. Киргинцев // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2014. – № 3 (26). – С. 93–96.
12. Кураченко Н.Л. Пространственное варьирование структурно-агрегатного состава черноземов и серых лесных почв Красноярской лесостепи в предельно однородных условиях почвообразования / Н.Л. Кураченко, С.В. Хижняк // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 1 (63). – С. 35–40.
13. Майсямова Д.Р. Биологический режим чернозема обыкновенного в процессе сельскохозяйственного использования / Д.Р. Майсямова, Н.В. Абрамов // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 5 (47). – С. 35–37.
14. Методы биодиагностики наземных экосистем : монография / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, Ю.В. Акименко, Е.В. Даденко ; отв. ред. д-р геогр. наук, проф. К.Ш. Казеев. – Ростов-на-Дону : Изд-во Южного федерального ун-та, 2016. – 356 с.
15. Остапенко А.В. Создание базы данных сортов рода *Avena* L. на основе изменчивости компонентного состава проламинов / А.В. Остапенко, Г.В. Тоболова // Агропродовольственная политика России. – 2015. – № 4 (40). – С. 44–46.
16. Перфильев Н.В. Системы основной обработки и формирование ассоциаций микроорганизмов в темно-серой лесной почве / Н.В. Перфильев, О.А. Вьюшина, Д.Р. Майсямова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 10. – С. 16–18.
17. Попова О.Н. Влияние минеральных удобрений на целлюлозоразлагающую способность чернозема выщелоченного / О.Н. Попова // Научные достижения и открытия современной молодежи: актуальные вопросы и инновации : сборник статей победителей международной науч.-практ. конф. (Россия, г. Пенза, 17 февраля 2017 г.) ; под общ. ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. – С. 35–39.
18. Свистова И.Д. Токсины микромицетов чернозема: спектр антибиотического действия и роль в формировании микробного сообщества / И.Д. Свистова, А.П. Щербakov, Л.О. Фролова // Почвоведение. – 2004. – № 10. – С. 1220–1227.
19. Семенов В.М. Почвенное органическое вещество : монография / В.М. Семенов, Б.М. Когут. – Москва : ГЕОС, 2015. – 233 с.
20. Шулупова О.В. Качество зерна сортов ячменя в условиях Северного Зауралья / О.В. Шулупова, Р.И. Белкина // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – № 10 (133). – С. 9–14.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Дёмина Оксана Николаевна – аспирант кафедры почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Россия, г. Тюмень, e-mail: oksa.victorious@mail.ru.

Еремин Дмитрий Иванович – доктор биологических наук, профессор кафедры почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Россия, г. Тюмень, e-mail: soil-tyumen@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 20.11.2020

Дата принятия к печати 27.12.2020

### AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Oksana N. Demina, Postgraduate Student, the Dept. of Soil Science and Agrochemistry, Northern Trans-Ural State Agricultural University, Russia, Tyumen, e-mail: oksa.victorious@mail.ru.

Dmitriy I. Eremin, Doctor of Biological Sciences, Professor, the Dept. of Soil Science and Agrochemistry, Northern Trans-Ural State Agricultural University, Russia, Tyumen, e-mail: soil-tyumen@yandex.ru.

Received November 20, 2020

Accepted after revision December 27, 2020