

N.V. Chernysheva<sup>1</sup>, A.Ya. Barchukova<sup>1</sup>, Ya.K. Tosunov<sup>2</sup>, V.A. Ladatko<sup>2</sup><sup>1</sup>Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Kalinina ul. 13, 350044 Krasnodar, Russia;<sup>2</sup>Federal Scientific Rice Centre, 350921 Belozerniy 3, Russia

Under the conditions of a field experiment on the meadow-chernozem soil of the experimental irrigated plot of the All-Russian Scientific and Research Institute of Rice, the biological effectiveness of the Aminokim organic fertilizer of the Amifort brand on rice was revealed and the optimal rate was established (1.5 l/ha, the consumption of the working solution – 100 l/ha). Carrying out foliar feeding of plants with the test drug twice (1st in the tillering phase, 2nd in the booting phase) at the optimal rate activated growth and form-forming processes, which made it possible to form the maximum yield (8.62 t/ha, control – 7.23 t/ha,  $LSD_{0.5} = 0.37$  t/ha) of high-quality grain (grain unit – 540.0 g/l, control – 517.2 g/l,  $LSD_{0.5} = 22.2$  g/l; weight of 1000 grains – 28.7 g, on the control – 26.7 g,  $LSD_{0.5} = 1.2$  g; filminess – 16.6 and 21.3%, vitreousness – 92.1 and 86.5%, respectively).

Key words: rice, agrochemical Aminokim, Amifort brand, foliar feeding, optimal dose, stimulation, growth, yield structure, yield, grain quality.

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА НИТРИФИКАЦИЮ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В ЛЕСОСТЕПИ ЗАУРАЛЬЯ

О.Н. Дёмина, Д.И. Еремин, д.б.н., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

625003 г. Тюмень, ул. Республики, 7

[oksi.victorious@mail.ru](mailto:oksi.victorious@mail.ru)

Представлены результаты исследований нитрификационной способности почв в зависимости от разного уровня минерального питания в посевах зерновых культур. Установлено, что в варианте без внесения удобрений (контроль) в среднем за весь период вегетации яровой пшеницы нитрификация почвы была невысокой – 12,5-10,0 мг/кг почвы. Следует отметить, что численность бактерий-нитрификаторов в весенний период была максимальной и составила 8 млн КОЕ/г почвы. На минимальном агрофоне (NPK на 3 т/га зерна) достоверных отличий от контроля не выявлено, нитрификационная активность почвы равна 10,0-14,0 мг/кг почвы. Численность олигонитрофилов в мае была так же максимальной и от контроля не отличалась. В варианте с внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность 5 т/га зерна разница с контролем достигала 40%. Нитрификация почвы в этом варианте в слое 20-40 см была максимальной во всех вариантах и составила 20,7 мг/кг почвы. Содержание нитрифицирующих бактерий было высоким (8 млн КОЕ/г почвы) только в период цветения яровой пшеницы. Несмотря на то, что высокий агрофон оказывает благоприятное действие на общую численность олигонитрофилов, развитие нитрификационной способности почвы снижается. Так в варианте с внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность зерна 6 т/га она составила всего 15,3-15,5 мг/кг.

Ключевые слова: потенциальное плодородие, нитрифицирующие бактерии, нитрификация, денитрификация, олигонитрофилы, аэробная микрофлора, минеральные удобрения.

DOI: 10.25680/S19948603.2021.118.05

Нитрификационная способность – одна из главных составляющих биологической активности почв. Она подвержена изменениям и зависит как от природных, так и от антропогенных факторов. Процесс нитрификации – важное звено круговорота азота в почве. Он проходит за счет окисления органического азота в азотную кислоту и состоит из трех основных фаз. В первой фазе под влиянием микроорганизмов образуется аммиак ( $NH_3$ ), во второй фазе аммиак окисляется нитрозными грибами *Nitrosomonas* в азотистую кислоту ( $HNO_2$ ), и наконец, в третьей фазе азотистая кислота окисляется *Nitrobacter* в азотную кислоту ( $HNO_3$ ). Нитрификация протекает только в аэробных условиях при незначительном дефиците влаги. При недостатке кислорода она затухает и начинается обратный процесс, при котором нитраты восстанавливаются до молекулярного азота с промежуточным образованием различных оксидов или аммиака. С точки зрения почвообразования денитрификация является нежелательным процессом, поскольку почва неминуемо теряет один из важных химических элементов.

При нитрификации образуются нитраты и нитриты, активно поглощаемые растениями. Еще на заре возник-

новения земледелия, в конце каменного века, люди интуитивно научились регулировать процесс нитрификации путем механической обработки почвы, при которой пахотный слой обогащается кислородом. В настоящее время такой способ регулирования аэробной микрофлоры не утратил своей актуальности, особенно в регионах с низкой активностью почвенной биоты [7].

Почвы Западной Сибири имеют свои региональные особенности, обусловленные суровым климатом и почвообразующими породами. Эффективное плодородие напрямую связано с деятельностью микрофлоры и накоплением питательных веществ. В Западной Сибири, вследствие продолжительной и суровой зимы, почвы довольно глубоко промерзают [2] и крайне медленно оттаивают в летний период. Исследования [6] показали, что глубина промерзания сибирских черноземов в отдельные годы может достигать 2,5 м и процесс их оттаивания продолжается до мая, а иногда и в июне. Это приводит к нарушению температурного режима и аэрации верхних слоев почв, поскольку талые воды не могут быстро уйти в глубь почвы, препятствуя проникновению воздуха. Как показали исследования ряда уче-

ных [3, 8, 9], нитрифицирующие бактерии не развиваются, если почва не прогрелась выше 10 °C и ее влажность более 80-90%.

Эффективное земледелие в Сибири возможно только при использовании научно обоснованного подхода, учитывающего почвенно-климатические особенности региона, и выведении сортов сельскохозяйственных культур местной селекции [15, 16]. На основе полученных знаний агрономическая наука создала уникальную адаптивно-ландшафтную систему земледелия, которая позволяет регулировать активность микрофлоры сибирских почв путем сочетания механических обработок и внесения минеральных удобрений [12, 18].

Минеральная система удобрения, наиболее распространенная в настоящее время, не только обеспечивает питательными веществами сельскохозяйственные культуры, но и непосредственно влияет на нитрификацию и денитрификацию пахотных почв. Роль минеральных удобрений в регулировании нитрификационных процессов неоднозначна. Анализ литературных источников показал, что удобрения оказывают как положительный, так и отрицательный эффект [4, 14].

Цель исследований – изучить влияние возрастающих доз минеральных удобрений на нитрификационную способность пахотного чернозема лесостепной зоны Зауралья.

**Методика.** Исследования по изучению влияния минеральных удобрений на нитрификационную способность почвы проводили в 2018-2020 гг. на опытном поле кафедры почвоведения и агрохимии ГАУ Северного Зауралья, которое расположено в северной лесостепи Зауралья. Климат зоны континентальный, характеризуется продолжительной зимой и коротким умеренно – теплым летом. Годовое количество осадков 374 мм, из них 232 мм выпадает за вегетационный период. Продолжительность периода с температурой выше 0 °C составляет 194 сут., выше 10 °C – 114-123 сут.

Стационарный опыт по изучению минеральных удобрений заложен в 1995 г. и продолжается до сего времени. На стационаре размещен трехпольный севооборот со следующим чередованием культур: 1 – однолетние травы; 2 – яровая пшеница; 3 – овес. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный тяжелосуглинистый пылевато-илватый. Содержание гумуса в пахотном слое (0–30 см) варьирует от 7,65 до 9,05 %. В подпахотном слое оно резко уменьшается до 4,41%. Запасы гумуса в метровом слое – 440 т/га. Содержание общего азота в пахотном слое варьирует незначительно – 0,43-0,44%. На глубине 30-50 см оно уменьшается до 0,18-0,21%. Обеспеченность доступным для растений азотом перед посевом зерновых культур в годы исследований была очень низкой, что является региональной особенностью черноземных почв Западной Сибири. Содержание подвижного фосфора соответствовало среднему уровню обеспеченности – 70-88 мг/кг. Калийное состояние чернозема на стационаре характеризовалось высокой обеспеченностью – содержание подвижных форм данного элемента питания в годы исследований варьировало от 150 до 172 мг/кг почвы. Обменная кислотность пахотного слоя в годы исследований существенно не изменялась, составляя 5,4-5,6 ед. при степени насыщенности основаниями более 90% от емкости катионного обмена.

В опыте использовали аммиачную селитру и аммофос, содержание азота и фосфора равно 12 и 52 % соот-

ветственно. Дозы минеральных удобрений вносили на планируемую урожайность зерна 3,0 т/га (N<sub>40</sub>P<sub>75</sub>); 5,0 (N<sub>150</sub>P<sub>200</sub>); 6,0 т/га (N<sub>185</sub>P<sub>160</sub>). Микрофлору и нитрифицирующую способность пахотного чернозема изучали в 2018-2020 гг. под посевами яровой пшеницы в трехкратной повторности. Учет нитрифицирующих микроорганизмов проводили согласно общепринятым методикам [10, 13]. Нитрификационную активность определяли по Кравкову [11].

Статистическая обработка результатов проведена с помощью программы Microsoft Excel и по методике Б.А. Доспехова.

**Результаты и их обсуждение.** В изучаемых вариантах почва изначально различалась по содержанию нитратного азота. На контроле, где минеральные удобрения не вносили с момента закладки стационара (1995 г.), содержание нитратов перед посевом (май) варьировало в слое 0-40 см от 3,8 до 5,6 мг/кг, что соответствовало очень низкой обеспеченности зерновых культур азотом. В варианте, где удобрения вносили из расчета на планируемую урожайность зерна 3,0 т/га, содержание нитратов не имело достоверных отличий от контроля. Систематическое внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность зерна зерновых культур 5,0 и 6,0 т/га в севообороте привело к повышению исходного содержания нитратного азота. В варианте с максимальными дозами удобрений (NP на 6,0 т/га зерна) содержание N-NO<sub>3</sub> варьировало от 5,3 до 7,3 мг/кг почвы, что на 30 и 39% соответственно выше контроля.

Нитрификационная способность почвы обычно характеризует потенциальное плодородие, поскольку ее определение проводится в оптимальных для развития микроорганизмов условиях. Исследования показали, что, несмотря на достоверные различия в исходном содержании N-NO<sub>3</sub>, нитрификация почвы в мае не различалась по вариантам.

В период кушения яровой пшеницы, который приходится на первую половину июня, содержание нитратов по вариантам и слоям существенно различается. Причиной этого являются внесение разных доз удобрений и неодинаковая скорость их поглощения растениями. На контроле содержание нитратов в слоях 0-20 и 20-40 см в период кушения составляло, соответственно, 7,5 и 5,0 мг/кг, что достоверно выше (НСР<sub>05</sub>=0,5 и 0,7 мг/кг) значений перед посевом. Дополнительное количество азота нитратов было накоплено за счет его высвобождения из почвенного органического вещества [5]. В удобрённых вариантах содержание нитратов в июне было существенно выше и достигало 52,6 мг/кг в слое 0-20 см и 31,7 мг/кг в слое 20-40 см. Столь резкое увеличение обусловлено тем, что растворяющиеся удобрения мигрируют в глубину почвы.

Установлено, что в период всходы-кушение минеральные удобрения оказывают сильнейшее влияние на почвенную микрофлору. Внесение NP на планируемую урожайность зерна 3,0 т/га положительно повлияло на нитрификационную способность, которая составила в слое 0-20 см 16,4 мг/кг почвы. Глубже (20-40 см) достоверных изменений не обнаружено. Наиболее сильный положительный эффект от минеральных удобрений был в варианте с планируемой урожайностью 5,0 т/га, где в слоях почвы 0-20 и 20-40 см за счет нитрификации образовалось 25,0 и 14,4 мг/кг азота соответственно. Не исключено, что столь резкое повышение нитри-

фикационной активности почвы могло оказаться результатом постепенного высвобождения азота из удобрений. Однако при сравнительном анализе данных по вариантам было установлено негативное влияние высоких доз минеральных удобрений на нитрификационную способность верхнего слоя (0-20 см) пахотного чернозема, которая в июне достигла 16,4 мг/кг. В слое 20-40 см нитрификация была выше, чем в других вариантах – 17,6 мг/кг.

Июль характеризуется оптимальными для развития почвенной биоты и растительности условиями. Исходное содержание нитратов в этом месяце на контроле составило 5,0 мг/кг в слое 0-20 см и 3,3 мг/кг в слое 20-40 см. Отмечено достоверное снижение содержания  $N-NO_3$  относительно значений июня, что обусловлено активным потреблением минерального азота растениями агрофитоценоза. В вариантах с внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность содержание нитратного азота в слое 0-20 см составило 7,9-18,5 мг/кг почвы. Активное потребление азота происходит и в слое 20-40 см, о чем свидетельствует уменьшение его количества в сравнении с июнем. Рост почвенной микрофлоры в летний период благоприятно сказался на нитрификационной активности почвы, которая на контроле для слоя 0-20 см составила 16,3 мг/кг почвы, для слоя 20-40 см – 14,0 мг/кг почвы. Вносимые весной минеральные удобрения в дозе, рассчитанной на получение 3,0 т/га зерна пшеницы, оказали достоверное влияние на нитрификационную способность только в слое 0-20 см. В период компостирования образовалось 18,6 мг/кг нитратного азота, что на 14% выше чем на контроле. В слое 20-40 см нитрификация не отличалась от естественного агрофона.

Использование удобрений для получения урожайности пшеницы 5,0 т/га оказывало стимулирующий эффект и в июле. Нитрификационная способность пахотного и подпахотного слоев составляла, соответственно, 27,7 и 17,9 мг/кг почвы. Ингибирование нитрификации пахотного чернозема в варианте с максимальной насыщенностью удобрениями продолжалось и в июле.

В августе потребность зерновых культур в азоте не уменьшается. Активное поглощение нитратов – необходимое условие формирования урожая и его качества. Роль нитрификации в этот период крайне важна, по-

скольку растения поглощают питательные вещества из почвы и удобрений в первой половине вегетации, а созревание проходит обычно при явном дефиците азота [17]. В августе исходное содержание нитратов в слоях 0-20 и 20-40 см находилось на уровне 5,3 и 2,7 мг/кг почвы. В варианте, где вносили удобрения на планируемую урожайность 3,0 т/га зерна, созревание яровой пшеницы проходило при очень низкой обеспеченности почвы азотом – 2,8-4,4 мг/кг почвы, что соответствовало контролю. В вариантах с внесением  $NP$  на урожайность зерна 5,0 и 6,0 т/га исходное содержание азота составило, соответственно, в слое 0-20 см – 10,1 и 9,6 мг/кг, в слое 20-40 см – 5,3 и 6,9 мг/кг почвы, что почти в 2 раза выше чем на контроле.

Анализ нитрификационной способности в августе показал, что на контроле в слое 0-40 см она составляет 7,7-8,6 мг/кг почвы. В варианте, где удобрения вносили на планируемую урожайность 3,0 т/га, данный показатель был достоверно выше – 10,7-10,9 мг/кг почвы при  $HCP_{05} = 1,2$  мг/кг почвы. Максимальное влияние удобрений на нитрификационную активность чернозема в августе отмечено при внесении удобрений на планируемую урожайность 5,0 т/га. Ее значение было 2 раза выше контроля. Внесение удобрений на урожайность зерна яровой пшеницы 6,0 т/га, по сравнению с другими вариантами угнетало почвенную биоту, но в отношении контроля был отмечен явный стимулирующий эффект в период созревания.

Расчет усредненных данных показал, что нитрификация пахотного чернозема выщелоченного лесостепной зоны Зауралья составляет для слоя 0-20 см – 12,5 мг/кг, а для слоя 20-40 см – 10,0 мг/кг почвы, что соответствует среднему уровню. Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность зерна яровой пшеницы 3,0 т/га увеличивает нитрификационную активность пахотного чернозема на 10% относительно контроля. Максимальное влияние оказывают минеральные удобрения в дозе, рассчитанной на получение 5,0 т/га зерна – нитрификационная способность чернозема в слое 0-20 см возрастает с 12,5 до 20,7 мг/кг почвы, что соответствует повышенному уровню. В слое 20-40 см также отмечается влияние удобрений на нитрификационную активность (табл.).

**Нитрификационная способность чернозема выщелоченного при внесении минеральных удобрений на планируемую урожайность зерна яровой пшеницы, мг/кг**

Варианты	Слой, см	Исходное содержание $N-NO_3$ , мг/кг почвы				Нитрификационная способность, мг/кг				
		май	июнь	июль	август	май	июнь	июль	август	Среднее
Контроль, б/у	0-20	5,6	7,5	5,0	5,3	10,4	14,7	16,3	8,6	12,5
	20-40	3,8	5,0	3,3	2,7	8,3	10,1	14,0	7,7	10,0
$NP$ на 3,0 т/га	0-20	5,5	20,9	7,9	4,4	10,2	16,4	18,6	10,7	14,0
	20-40	4,1	11,4	4,4	2,8	8,9	10,2	14,0	10,9	11,0
$NP$ на 5,0 т/га	0-20	6,3	44,3	14,3	10,1	10,7	25,0	27,7	19,4	20,7
	20-40	4,7	26,4	9,8	5,3	9,9	14,6	17,9	12,0	13,6
$NP$ на 6,0 т/га	0-20	7,3	52,6	18,5	9,6	10,5	16,7	18,1	15,8	15,3
	20-40	5,3	31,7	14,5	6,9	8,2	17,6	19,5	16,7	15,5
$HCP_{05}$	0-20	Исходное содержание нитратов – 0,5 мг/кг; нитрификационная способность – 1,2 мг/кг								
	20-40	Исходное содержание нитратов – 0,7 мг/кг; нитрификационная способность – 1,3 мг/кг								

Максимальный агрофон ( $NP$  на 6,0 т/га зерна) угнетал микрофлору. Нитрификационная способность в этом варианте в слое 0-20 см составила 15,3 мг/кг почвы, что соответствовало нижней границе повышенного уровня. Следует отметить, что миграция удобрений в глубь почвы стимулировала активность микрофлоры в слое 20-40 см – нитрификационная активность увеличивалась. В

весенний период в слое 0-40 см пахотного чернозема выщелоченного численность нитрификаторов варьировала от 5,0 до 8,0 млн КОЕ/г почвы. Поскольку исследования велись на фиксированных делянках, где изучали разные уровни питания, создаваемые внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность на протяжении 25 лет, становится очевидно, что высокие

дозы удобрений ингибируют развитие микрофлоры. На контроле численность нитрификаторов перед посевом составляла 8,0 млн КОЕ/г почвы. Создание уровня минерального питания, необходимого на получение урожайности зерна 3,0 т/га не влияло на данную группу микро-

организмов. Систематическое внесение удобрений (NPK на 5,0 и 6,0 т/га зерна) вызывало стрессовое состояние нитрифицирующей микрофлоры, что отразилось на численности нитрификаторов, которая в весенний период была на 23-38% ниже чем на контроле.

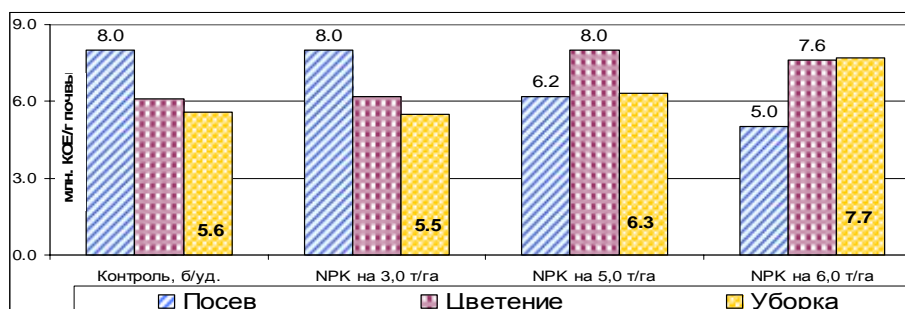


Рис. Динамика нитрификаторов в слое 0-40 см пахотного чернозема выщелоченного, млн КОЕ/г почвы

В середине июля, когда проходило цветение яровой пшеницы, численность нитрификаторов на контроле и в варианте с внесением NPK на планируемую урожайность зерна 3,0 т/га уменьшилась до 6,2 млн КОЕ/г почвы, что обусловлено дефицитом легкогидролизуемого органического вещества. В вариантах с высоким уровнем минерального питания, ситуация была противоположной. Отмечен скачок численности нитрификаторов в слое 0-40 см до 8,0 млн КОЕ/г почвы, что более чем на 30% выше чем на контроле. Данный факт объясняется наличием в почве свежих растительных остатков в виде соломы, в которой повышенное содержание азота [1].

Перед уборкой зерновых культур активность нитрифицирующей микрофлоры на естественном агрофоне (контроль) уменьшилась до 5,6 млн КОЕ/г почвы. Вариант с внесением удобрений на планируемую урожайность зерна яровой пшеницы 3,0 т/га не отличался от контроля. Численность олигонитрофилов в варианте с внесением NPK на урожайность зерна 5,0 т/га к уборке яровой пшеницы снизилась с 8,0 до 6,3 млн КОЕ, но в отношении контроля оставалась на достаточно высоком уровне. На максимальном агрофоне, где удобрения вносили из расчета на планируемую урожайность зерна 6,0 т/га, количество нитрифицирующих микроорганизмов было максимальным и достигало 7,7 млн КОЕ/г почвы (рис.). Необходимо отметить, что снижения данного показателя относительно цветения не было.

Таким образом, установлено, что систематическое внесение высоких доз минеральных удобрений ( $N_{150}P_{60}$  и более) приводит к резкому скачку численности нитрифицирующей микрофлоры пахотного чернозема выщелоченного, что ускоряет процессы минерализации растительных остатков и легкогидролизуемого органического вещества в течение вегетационного периода. Это негативно сказывается на развитии изучаемой группы микрофлоры в осенне-весенний период и объясняет минимальное содержание олигонитрофилов перед посевом зерновых культур.

**Заключение.** 1. Нитрификационная способность пахотных черноземов лесостепи Зауралья составляет в среднем 10,0-12,5 мг/кг почвы, что соответствует средней степени активности. В первой половине лета она может достигать 10,1-16,3 мг/кг почвы, снижаясь до 7,7-8,6 мг/кг почвы в августе.

2. Систематическое (многолетнее) внесение высоких доз минеральных удобрений, обеспечивающее получе-

ние урожайности зерна 5,0 т/га и выше, приводит к уменьшению численности нитрификаторов на 23 % относительно контроля в весенний период.

3. Создание агрофона, обеспечивающего получение урожайности зерна 3,0 т/га, не оказывает достоверного влияния на численность олигонитрофилов и на нитрификационную способность пахотного чернозема на протяжении всего вегетационного периода.

4. Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность зерна яровой пшеницы 5,0 т/га приводит к стимулированию активности олигонитрофилов, численность которых в июле возрастает до 8,0 млн КОЕ/г почвы, что на 25% выше чем на контроле.

5. Максимальный агрофон (NPK на 6,0 т/га зерна) оказывает негативное влияние на развитие олигонитрофилов и отрицательно сказывается на нитрификационной способности пахотного чернозема, которая в среднем составляет 15 мг/кг почвы.

#### Литература

- Ахтямова А.А. Изменение химического состава запаханной соломы под действием агрохимикатов /А.А. Ахтямова // Вестник Курганской ГСХА. – 2017. – №4. – С. 17-20.
- Eremin D. I. (2018). Soils swelling as a regional feature of Western Siberia. MATEC Web of Conferences. 170. – 02017 (2018).
- Еремин Д.И., Попова О.Н. Бактериальная микрофлора и её роль в почвообразовательном процессе (аналитический обзор) / Д.И. Еремин, О.Н. Попова // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2016. – № 2 (33). – С. 12-20.
- Еремин Д.И. Минеральные удобрения и плодородие Сибирского чернозема. Результаты многолетних исследований / Д.И. Еремин // Вестник Курганской ГСХА. – 2017. – № 4 (24). – С. 36-40.
- Еремина Д.В. Оптимизационная модель гумусообразования пахотных черноземов за счет использования соломы зерновых культур / Д.В. Еремина, Н.В. Фисунов, А.А. Ахтямова // Агропродовольственная политика России. – 2017. – №6 (66). – С. 15-19.
- Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области /Л.Н. Каретин. – Новосибирск, 1990. – 286 с.
- Клевенская И.Л. Микрофлора почв Западной Сибири / И.Л. Клевенская, Н.Н. Наплекова, Н.И. Гантимурова. – Новосибирск: Наука. – Сиб. отд-ние, 1970. – 223 с.
- Клевенская И.Л. Олигонитрофильные микроорганизмы почв Западной Сибири / И.Л. Клевенская. – Новосибирск: Наука, 1974. – 220 с.
- Кочкина А.В. Процессы аммонификации и нитрификации в почве / А.В. Кочкина // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2016. – № 4. – С. 9-14.
- Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
- Методические указания по определению нитрификационной способности почв. – М.: ЦИНАО, 1984. – 16 с.
- Миллер С.С. Продуктивность культур зернового севооборота по основной и послепосевной обработкам почвы в ООО «Возрождение»



Заводоуковского района Тюменской области / С.С. Миллер, В.В. Рзаева // Аграрный научный журнал. – 2015. – №9. – С. 24-26.

13. Основные микробиологические и биохимические методы исследования почвы. – Л.: ВНИИСХМ, 1987. – 46 с.

14. Свистов И.Д. Влияние многолетнего внесения удобрений на почвенный поглощающий комплекс и микробное сообщество выщелоченного чернозема / И.Д. Свистов, К.Е. Стекольников, А.П. Щербаков, Н.В. Малахова // Агрохимия. – 2004. – № 6. – С. 16-23.

15. Тоболова Г.В. Определение компонентного состава глиаина у сортов сильной пшеницы в Тюменской области / Г.В. Тоболова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 4 (184). – С. 34-37.

16. Fomina M. N. New generation varieties of spring oats selected for areas with the climate as in Ural, Siberia and the Far East of Russia / M.N. Fomina, G. V. Tobolova, A. V. Lyubimova // International scientific and practical conference "AgroSMART – Smart solutions for agriculture" (AgroSMART 2018), Tyumen: Atlantis Press. – 2018. – P. 201-205.

17. Шахова О.А. Особенности минерального питания яровой пшеницы в условиях внедрения ресурсосберегающих технологий в лесостепной зоне Северного Зауралья / О.А. Шахова, Д.И. Еремин // Вестник Красноярского ГАУ. – 2007. – № 1. – С. 149-152.

18. Sherstobitov S.V. The results of the differential mineral fertilization in the automatic mode according to the task map / S.V. Sherstobitov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 537.

## THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE NITRIFICATION OF CHERNOZEM LEACHED IN THE FOREST-STEPPE OF THE TRANS-URALS

O.N. Demina, D.I. Yeregin

State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, Respubliki ul. 7, 625003 Tyumen, Russia, e-mail: oks.victorious@mail.ru

*This paper presents the results of research on the nitrification capacity of soils depending on different levels of mineral nutrition of grain crops. It was found that in the variant without fertilization (control), on average, for the entire growing season of spring wheat, soil nitrification was low 12.5-10.0 mg/kg of soil. However, it should be noted that the number of nitrifying bacteria in the spring period was maximum and amounted to 8 million KOE per 1 g of soil. At the minimum agricultural background (NPK for 3 t of grain per ha), there were no significant difference from the control, the nitrification activity of the soil was about 14.0-10.0 mg/kg of soil. The number of oligonitrophilic in May was also at maximum and didn't differ from this for the control. In the variant with application of mineral fertilizers for the planned yield of 5 t/ha of grain, the difference with the control reached 40%. Soil nitrification in this variant in a layer of 20-40 cm was the highest for all variants and amounted to 20.7 mg/kg of soil. The content of nitrifying bacteria was at a high level (8 million KOE per 1 g of soil) only during the flowering period of spring wheat. Despite the fact that a high agrophone has a favorable effect on the total number of oligonitrophils, the development of the nitrification capacity of the soil is reduced. Thus, it was only 15.3-15.5 mg/kg in the case of mineral fertilizers application for the planned yield of 6 t/ha of grain.*

*Key words: potential fertility, nitrifying bacteria, nitrification, denitrification, oligonitrophils, aerobic microflora, mineral fertilizers.*

УДК 631.89:633.16

## ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА

**Е.В. Ремесло, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,  
295053, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150;  
тел./факс: (0652) 560-007, e-mail: [isg.krym@gmail.com](mailto:isg.krym@gmail.com)**

*Приведены данные по влиянию органоминеральных удобрений для обработки семян и в качестве листовых подкормок на формирование урожайности озимого ячменя в условиях степного Крыма. Листовые подкормки оказали антистрессовое воздействие на растения озимого ячменя после внесения гербицидов. Применение комплексов органоминеральных удобрений привело к увеличению урожайности озимого ячменя на 0,23-0,42 т/га (5,18 – 11,31%) по сравнению с контролем. Наиболее эффективной была схема, включающая обработку семян и три листовые подкормки, которая в различных погодных условиях обеспечила прибавку урожайности в среднем 0,42 т/га (11,31 %).*

*Ключевые слова: ячмень озимый, урожайность, листовая подкормка, органоминеральные удобрения, стресс.*

DOI: 10.25680/S19948603.2021.118.06

В современном сельскохозяйственном производстве значительная роль в совершенствовании технологий возделывания сельскохозяйственных культур отводится применению регуляторов роста, органоминеральных удобрений, различных по химической природе и механизму действия. Этот прием позволяет оказывать направленное влияние на отдельные этапы онтогенеза с целью мобилизации генетических возможностей культурных растений, способствует активизации и серьезной корректировке процесса развития растительного организма в условиях стресса различной природы, в том числе засухи, внесения гербицидов. В итоге он повышает продуктивность и качество урожая сельскохозяйственных культур [1, 6, 7]. К сожалению, эта проблема мало изучена и требует пристального внимания исследователей.

Российскими и зарубежными учеными экспериментально установлено, что применение листовых подкормок органоминеральными удобрениями положительно влияет на важнейшие показатели жизнедеятельности растений зерновых культур, формирование урожайности, качественные параметры зерна, увеличение хлорофиллового фотосинтетического потенциала посевов озимого ячменя [3,4]. В последние годы государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, пополнился новыми препаратами, представляющими собой целый комплекс различных соединений, содержащих макро- и микроэлементы, аминокислоты, полисахариды и другие биологически активные вещества. Механизм их действия на растительный организм в литературе освещен недостаточно. Поэтому необходимы исследования продукци-