УДК 631.582:631.416.1(470.4)

ФОРМИРОВАНИЕ АЗОТНОГО РЕЖИМА В ПАРОВЫХ ПОЛЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Сайфуллина Л.Б., Курдюков Ю.Ф., Шубитидзе Г.В., Воронцова О.А.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», Саратов, e-mail: raiser_saratov@mail.ru

Решение проблемы возобновления доступных для растений форм азота за счет природных ресурсов должно опираться на изучение динамики содержания нитратного азота и нитрификационной способности почвы в разных звеньях севооборотов в зависимости от факторов, определяющих степень реализации агроклиматического потенциала почвы. В статье рассматривается нитрификационная активность почвы в паровых полях севооборотов в зависимости от погодных условий. Минерализация азотистых соединений в условиях засушливых степей Правобережья Саратовской области определяется высокими термическими ресурсами, недостаточной устойчивостью погоды и аномалиями в любое время года. Несмотря на быстрое нарастание температуры воздуха в апреле, прогревание почвы, среды обитания бактерий-нитрификаторов, замедлено. В этот период начинается разложение свежих растительных остатков и азотистых соединений почвы, закладывается потенциальная способность почвы к нитрификации. Так, в 2016 г. при температуре почвы в третьей декаде апреля 13,5 °С нитрификационная способность почвы составляла 12,4 мг/кг почвы, в то время как в 2017 г. при температуре почв в эти же сроки 10,5 °С нитрификационная способность была в два раза ниже– 6,9 мг/кг. Достоверное накопление нитратного азота начинается с прогреванием почвы до оптимальных температур, которое достигается в июне месяце и сопровождается постепенным снижением нитрификационной способности почвы. Реализация агроклиматического потенциала в паровых полях имеет высокую корреляцию с температурными режимами на поверхности и в верхнем слое почвы на протяжении всего вегетационного периода (0,68**–0,85**). Показатели ГТК и количества выпадающих осадков имеют достоверную отрицательную корреляцию с термическими факторами и снижают интенсивность аккумуляции нитратного азота и реализации агроклиматического потенциала.

Ключевые слова: климатические режимы, нитратный азот, нитрификация, севообороты

FORMATION OF NITROGEN REGIME IN THE FALLOW FIELDS OF THE STEPPE ZONE OF THE LOWER VOLGA REGION

Sayfullina L.B., Kurdyukov Yu.F., Shubitidze G.V., Vorontsova O.A.

Federal State Government-Funded Scientific Institution «Agricultural Research Institute of South-East Region», Saratov, e-mail: raiser_saratov@mail.ru

The solution of the problem of resumption of the plant-available forms of nitrogen from natural resources should be based on study of dynamics of the content of nitrate nitrogen and nitrification capacity of the soil in different parts of crop rotation depending on the factors that determine the degree of implementation of agro-climatic potential of the soil. The article discusses the nitrifying activity of soil in fallow fields of crop rotation depending on weather conditions. Mineralization of nitrogen compounds in the arid steppes of the right Volga bank of the Saratov region is determined by high thermal resources, insufficient weather resistance and abnormalities in any time of the year. Despite rapid increase of air temperature in April, warming of soil, which is habitat nitrifying bacteria, is slowed down. This period begins decomposition of nitrogenous compounds and potential ability of the soil to nitrification. So, in 2016, when soil temperature in the third decade of April ran up to 13.5 °C nitrification capacity of the soil was 12.4 mg/kg, meanwhile in 2017, when the temperature of the soil in the same period reached 10.5 °C, nitrification capacity was two times lower– at 6.9 mg/kg. Significant accumulation of nitrate nitrogen starts with the soil warming up to optimal temperature, which is achieved in June and is accompanied by a gradual decrease in nitrification capacity of the soil. Implementation of agro-climatic potential in fallow fields has high correlation with temperature on the surface and in the upper layer of the soil throughout the growing period (0,68**-0,85**). Indicators of SCC and amount of precipitation, having reliable negative correlation with the thermal factors, decrease accumulation of nitrate nitrogen and implementation of agro-climatic potential.

Keywords: climatic modes, nitrate nitrogen, nitrifying, crop rotations

При современном состоянии агроландшафтов одной из основных задач систем земледелия становится возобновление природно-ресурсного потенциала элементов питания растений на фоне их интенсивного использования. Относительная стабильность содержания подвижных форм фосфора и калия в черноземах легкоглинистых и тяжелосуглинистых связана с химическими характеристиками почвообразующих пород. Проблемой восполнения минеральных форм азота является его органогенное происхождение, зависимость от количества и качественного состава возвращаемого растительного материала, структуры органического вещества почвы, агроклиматического потенциала и др. [1].

Агроклиматический потенциал степной зоны Правобережья Саратовской области определяется континентальностью клима-

та: дефицитом атмосферных осадков, низкой относительной влажностью воздуха в летний период, высокими термическими ресурсами. Весенний период сопровождается резким нарастанием температуры воздуха. Переход среднесуточной температуры выше 0 °С отмечается 4–7 апреля, через (+5 °С) – 14–17 апреля, через (+10 °С) – 28–29 апреля. Продолжительность вегетационного периода – 134–158 дней. Гидротермический коэффициент составляет 0,6–0,8 за период с температурой выше (+10 °С), сумма положительных температур – 2600–2800 °С. Осадков за этот период выпадает 238–289 мм. Согласно среднему месячному количеству осадков их максимум приходится на июнь месяц. Наиболее сухим месяцем является август (рис. 1) [2].

Прогревание верхнего слоя почвы выше 0 °С определяет начало разложения и минерализации органического вещества. С повышением температуры процесс усиливается, а при 25–30 °С в аэробных условиях при влажности почвы 60–80 % от полной полевой влагоемкости происходит интенсивная минерализация остатков биоценоза. Согласно многолетним наблюдениям, средние месячные температуры верхнего слоя почвы достигают оптимальных для нитрификации значений к концу июня – началу июля (рис. 1).

В рамках выполнения исследований по программе Академии наук, связанных с разработкой экологически безопасных и экономически эффективных систем земледелия, проводился многолетний мониторинг содержания нитратного азота и нитрификационной способности в разных звеньях севооборотов, отличающихся по продолжительности ротации и составу культур. Наблюдалась повышенная нитрификационная способность почвы под посевами озимой пшеницы в зернопаротравяном севообороте с начала вегетации до фазы цветения и начала формирования зерна. Отмечалась высокая корреляция показателя с урожаем зерна и содержанием в нем азота. Урожай зерна в севообороте с многолетними травами был выше по сравнению с зернопропашными на 22,5 % (соответственно 55 ц/га и 40–45 ц/га), а по содержанию азота в зерне этот вариант значимо превышал двупольный зернопаровой севооборот (соответственно 2,03 % и 1,77 %) [3].

За период вегетации наблюдались различия динамики содержания нитратного азота и нитрификационной способности в разных звеньях севооборотов, что связано с особенностями развития культур и выносом элементов питания. В чистом виде динамику нитрификационной активности в зависимости от агроклиматического потенциала можно наблюдать в паровых полях (черный пар), вводимых в севообороты в степной зоне и обеспечивающих сохранение влаги в почве, накопление элементов питания к посеву озимой пшеницы, снижение засоренности полей и др.

Целью исследований является выяснение особенностей формирования азотного режима и влияния агроклиматического потенциала на сроки накопления нитратного азота и нитрификационную способность почвы в паровых полях (черный пар) севооборотов на черноземах южных малогумусных среднемощных тяжелосуглинистых, вспаханных на глубину 27–30 см.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в паровых полях (черный пар) севооборотов длительного стационарного опыта отдела земледелия, заложенного в 1974–1985 гг. в экспериментальном хозяйстве ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока». Полевые севообороты развернуты в пространстве и во времени. Повторность вариантов в опыте 3-кратная, площадь делянок 360 м^2.

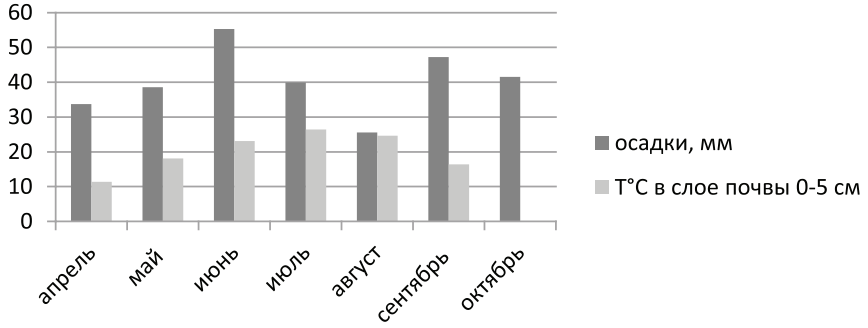

Рис. 1. Средние месячные суммы осадков и температур верхнего слоя почвы (0–5 см), (1995–2017 гг.)

Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый. Агрохимическая характеристика на момент исследования следующая: содержание гумуса – 4,0–4,3 %, валового азота – 0,217–0,240 %, валового фосфора и калия соответственно 0,124–0,135 % и 1,8–2,0 %. Обеспеченность подвижными формами фосфора и калия по Мачигину составляет для P_2O_5 4,7–6,2 мг/100 г почвы, для K_2O 35–50 мг/100 г почвы.

Основная обработка проводилась плугом ПЛН-4-35 на глубину 27–30 см. Для ухода за паром использовали культиваторы КПС-4Г с одновременным боронованием. За весенне-летний период почву культивировали на глубину 10–12, 8–10, 6–8, 6–8, 6–8 см по мере отрастания многолетних сорняков.

Были проанализированы данные, касающиеся накопления нитратного азота и нитрификационной способности почвы за период парования в 2007, 2008, 2010, 2014, 2016 гг.

Динамика нитрификационной активности почв (накопление нитратного азота и изменение нитрификационной способности) в теплый период года рассматривалась в 2016 и 2017 гг.

Почвенные образцы отбирались в пяти точках по каждому варианту в слое почвы 0–30 см с последующим выделением среднего образца, ориентируясь на фазы развития озимой пшеницы (табл. 1) [4].

Содержание нитратного азота и нитрификационная способность почвы после семидневного компостирования определялась ионометрическим методом [5].

Использование метеорологических наблюдений м/с Саратов ЮВ и применение методов корреляционной статистики позволило установить степень влияния погодных условий (ГТК, количество выпадающих осадков, Т °С на поверхности почвы – средней и абсолютной максимальной, а также Т °С в слое почвы 0–5 см) на нитрификационную активность почвы.

Содержание нитратного азота и нитрификационная способность почвы в паровых полях к посеву озимой пшеницы соотносились со средними значениями гидротермических показателей за два периода: май – июнь и июль – август. Для определения корреляции сезонной динамики нитрификационной активности с погодными условиями использовались данные за месяц, предшествующий отбору образцов.

Таблица 1

Сроки отбора почвенных образцов

Сроки отбора образцов (Фазы развития озимой пшеницы)	Середина апреля (начало вегетации)	Первая половина мая (трубкование)	Конец мая – начало июня (конец цветения)	Первая половина июля (восковая спелость)	Конец июля – начало августа (уборка)	Начало сентября (посев озимой пшеницы)
2016	11.04	05.05	30.05	04.07	25.07	05.09
2017	17.04	12.05	07.06	15.07	04.08	10.09

Таблица 2

Матрица корреляционного и вариационного анализов содержания нитратного азота, нитрификационной способности и факторов агроклиматического потенциала (n = 18)

	Срок наблюдения	ГТК	Осадки	Т°С		
				На поверхности почвы		В слое почвы 0–5 см
				средняя	Абс. max	
$N–NO_3$	Май – июнь	–0,66**	–0,72**	0,85**	0,68**	0,86**
	Июль – август	–0,61**	–0,52**	0,59*	0,68**	0,77**
Нитрификационная способность	Май – июнь				0,58*	
	Июль – август	0,56*	0,66**	–0,63**	–0,54*	
Среднее	Май – июнь	0,9	96	23,0	56,0	21
	Июль – август	0,5	39	28,5	59,0	8
V	Май – июнь	45	63	9	5	27
	Июль – август	63	62	9	4	9

Статистическая обработка материалов проводилась по программам Excel и Agros.

Результаты исследования и их обсуждение

За годы изучения влияния погодных условий на формирование азотного режима отмечалась высокая вариабельность ГТК и количества осадков, как в мае – июне, так и в июле – августе. При среднем значении ГТК 0,9 и 0,5, осадков 96 и 39 мм коэффициенты вариации составляли для ГТК 45 и 63; для количества осадков 63 и 62 (табл. 2).

Нормальными условиями отличался весенне-летний период 2008 г. (ГТК = 1,0 за май – июнь и июль – август). В 2010 г. в первой половине лета наблюдалась сильная засуха (ГТК = 0,5), переходящая в очень сильную (ГТК = 0,1) в июле – августе. Слабая засуха в первой половине лета (ГТК = 0,8) и очень сильная (0,3) в июле – августе была характерна для 2014, 2016 гг. Весна 2017 г. характеризовалась избыточным увлажнением (ГТК = 1,7), в то время как во второй половине лета отмечалась сильная засуха (ГТК = 0,5).

Было отмечено, что с повышением ГТК и количества выпавших осадков в оба периода наблюдения содержание нитратного азота к концу парования снижается. Коэффициенты корреляции имеют достоверное отрицательное значение: (–0,66**), (–0,61**) – с ГТК; (–0,72**), (–0,52**) – с количеством осадков.

Интенсивность нитрификации определяется степенью прогревания почвы. За время мониторинга температура в слое почвы 0–5 см за май – июнь изменялась от 18,8 °С (2017 г.) до 23,7 °С (2010 г.) и в среднем составляла 21,0 °С, а в июле – августе колебалась от 23,4 °С (2008 г.) до 31,0 °С (2010 г.) при среднем значении 27,0 °С. Несмотря на низкую вариабельность показателей температуры на поверхности и в верхнем слое почвы (V 4-9), их изменение имеет достоверную положительную корреляцию с содержанием нитратного азота к концу парования (0,85** для периода май – июнь; 0,77** для июля – августа). С повышением абсолютного температурного максимума на поверхности почвы содержание нитратного азота также возрастает (r = 0,68**) Его максимальное содержание (от 31 до 45 мг/кг почвы) (табл. 3) отмечалось в острозасушливом 2010 г., когда средняя температура верхнего слоя почвы в мае – июне составляла 23,7 °С, абсолютный температурный максимум на поверхности почвы достигал 60,3 °С, а в июле – августе – соответственно 31 и 63,0 °С. В условиях воздействия высоких температур на поверхность почвы в июле – августе наблюдается усиление разложения остатков растений, но это происходит, скорее всего, в результате химических процессов. Минимальное содержание нитратного азота к концу парования (11–15 мг/кг почвы) было отмечено в 2017 г. на фоне медленного прогревания почвы в мае – июне (18,8 °С), аномально высокого количества осадков (167 мм за два месяца) и ГТК = 1,7 (рис. 3).

Между ГТК и количеством выпадающих осадков, с одной стороны, и температурой на поверхности и в верхних слоях почвы, с другой, коэффициент корреляции имеет достоверное отрицательное значение: (–0,76**) – (–0,95**). В зависимости от соотношения рассматриваемых факторов происходит формирование азотного режима почвы. Многолетний мониторинг показал достоверное различие содержания нитратного азота и уровня нитрификационной способности почвы к концу ухода за паром в зависимости от года наблюдений. В среднем в севооборотах к моменту посева озимой пшеницы накопление нитратного азота составляло от 17,20 до 36,92 мг/кг почвы при коэффициенте вариации V = 40 и среднем содержании 21,4 мг/кг.

Таблица 3

Содержание нитратного азота и нитрификационная способность почвы к посеву озимой пшеницы (мг/кг почвы)

	Годы наблюдения				
	2007	2008	2010	2014	2016
Нитратный азот					
1*	18,61	17,20	36,92	21,40	21,80
2*	b	a	d	c	c
F – 1992,137* НСР = 0,514					
Нитрификационная способность					
1*	13,03	14,64	9,47	6,83	1,98
2*	d	e	c	b	a
F – 5464,726* НСР = 0,198					

Примечание. 1 – среднее значение по севооборотам; 2 – критерий множественного сравнения частных средних.

Нитрификационная способность почвы так же варьирует в зависимости от погодных условий (V = 61) от 1,98 до 14,64 мг/кг почвы при среднем значении за годы наблюдения 8,2 мг/кг почвы.

Потенциальная способность почвы к нитрификации начинает формироваться в ранневесенний период по мере прогревания почвы с началом разложения азотистых соединений. В связи с этим прослеживается ее положительная корреляция с абсолютным температурным максимумом в первой половине наблюдений (0,58*). Низкая достоверность корреляции объясняется влиянием погодных условий в ходе парования на конечное значение показателя.

Положительная корреляция нитрификационной способности с ГТК и количеством осадков в июле – августе (r = 0,56* и r = 0,66**) и отрицательная со средней температурой на поверхности почвы (r = –0,63**) может объясняться снижением биологической активности в связи с потерей влаги из почвы.

Таким образом, высокая вариабельность погодных условий в период ухода за чистым паром объясняет достоверное различие в накоплении нитратного азота и уровне нитрификационной способности почвы к посеву озимой пшеницы по годам (табл. 2–3).

Накопление нитратного азота и динамика нитрификационной способности являются двумя сторонами нитрификационной активности почвы и имеют достоверную отрицательную корреляцию. За период ухода за паром в 2016 г. коэффициент корреляции между показателями составил (–0,86**).

Сезонная динамика накопления нитратного азота и нитрификационной способности в черных парах рассматривалась в условиях теплого периода 2016 и 2017 гг.

Как отмечалось выше, потенциальная способность почвы к нитрификации закладывается в ранневесенний период и во многом зависит от температуры на поверхности и в верхних слоях почвы. При температуре слоя 0–5 см в третьей декаде апреля 2016 г. 13,5 °С (рис. 2) потенциальная способность почвы к нитрификации составляла 13–14 мг/кг почвы (рис. 3). В мае температура верхнего слоя почвы была близка к среднемноголетним показателям. Ее понижение в середине месяца было компенсировано к концу мая и несколько превышало среднегодовые показатели в июле – августе [6]. В таких условиях тенденция к накоплению нитратного азота в паровых полях севооборотов отмечалась уже к третьему сроку наблюдения (конец мая), а с начала июля наблюдалось достоверное увеличение содержания нитратного азота и снижение нитрификационной способности почвы. Максимальное накопление нитратного азота и минимальный уровень нитрификационной способности были достигнуты к началу сентября, к посеву озимой пшеницы. Содержание нитратного азота в среднем по севооборотам составило 21,8 мг/кг, а нитрификационная способность снизилась до 1,98 мг/кг почвы.

Значительно отличающиеся погодные условия 2017 г. оказали существенное влияние на динамику нитрификационной активности в период ухода за паром [7]. Пониженная по сравнению с 2016 г. температура верхнего слоя почвы в третьей декаде апреля (10,3 по сравнению с 13,5 °С) замедлила разложение свежих органических остатков и формирование потенциальной способности почвы к нитрификации в начале весенних полевых работ (6,92 мг/кг почвы). Максимум нитрификационной способности был достигнут только к середине мая. Медленное прогревание почвы в мае – июне 2017 г. на фоне избыточного увлажнения сдерживало реализацию потенциальной способности к нитрификации, чем объясняется пониженное содержание нитратного азота по сравнению с 2016 г. на протяжении всего периода ухода за паром, а к началу сентября его накопления были ниже на 28 % (15,9 мг/кг почвы).

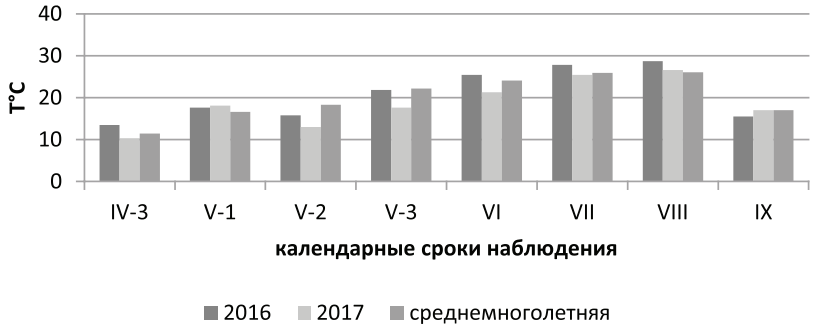

Рис. 2. Прогревание верхнего слоя почвы за период парования

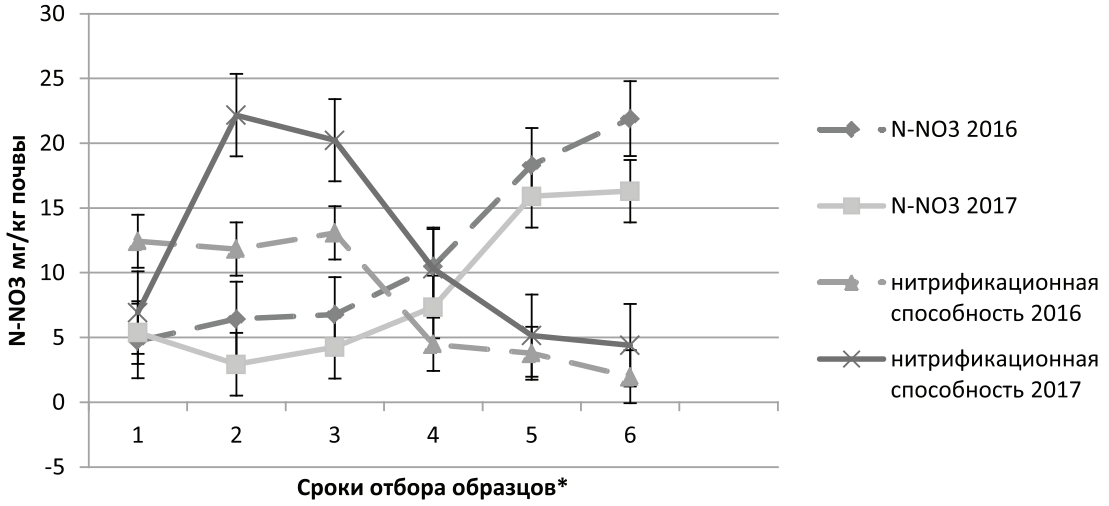

Рис. 3. Динамика нитрификационной активности почвы за период ухода за чистым паром в 2016 и 2017 гг. Примечание. Сроки отбора образцов ориентированы на фазы вегетации озимой пшеницы: 1 – середина апреля, начало вегетации; 2 – первая половина мая, трубкование; 3 – конец мая – начало июня, конец цветения; 4 – первая половина июля, восковая спелость; 5 – конец июля – начало августа, уборка; 6 – начало сентября

Учитывая влияние агроклиматического потенциала на особенности формирования азотного режима в паровых полях, возможно прогнозирование оптимальных сроков, а также уровня накопления нитратного азота в почве, что позволит дать оценку элементам, входящим в технологии ухода за паром, и в целом системам его обработки. Кроме того, определение содержания нитратного азота в почве с учетом установления оптимальных сроков его накопления дает возможность выяснить целесообразность применения поздней подкормки озимых культур и необходимые дозы удобрений.

Выводы

1. Достоверное различие накопления нитратного азота и нитрификационной способности почвы к концу парования в разные годы наблюдения объясняется варьированием ГТК и интенсивности прогревания почвы на протяжении ухода за чистым паром.

2. Накопление нитратного азота к концу парования определяется в основном температурой на поверхности и в верхнем слое почвы и связано с реализацией нитрификационной способности на протяжении всего периода ухода за паром.

3. Повышенные значения ГТК и количество выпадающих осадков, имеющие достоверную отрицательную корреляцию с температурой на поверхности и в верхнем слое почвы, затрудняют реализацию потенциальной способности почвы к нитрификации и накопление нитратного азота.

4. Нитрификационная способность закладывается в ранневесенний период при достижении температуры верхнего слоя почвы 10–17 °С (вторая половина апреля, начало мая) и зависит от абсолютного температурного максимума на поверхности почвы. При дальнейшем повышении температуры с накоплением нитратного азота потенциальная способность к нитрификации снижается вплоть до минимальных показателей к концу лета.

5. Сохранение повышенной нитрификационной способности почвы в мае – июле и пониженное накопление нитратного азота (15,9 мг/кг почвы) к началу сентября 2017 г. связано с высоким значением ГТК мая – июня (1,7), количеством осадков (167 мм), замедленным прогреванием почвы в весенне-летний период. В результате к посеву озимой пшеницы отмечалось его минимальное содержание за период наблюдений (12,63 мг/кг почвы).

Список литературы

1. Роль микроорганизмов в экологической функции почвы / Т.Г. Добровольская и др. // Почвоведение. – 2015. – № 9. – С 1087. DOI: 10.1134/S1064229315090033.

2. Левицкая Н.Г. Климат и урожай Саратовской области. Изменчивость и продуктивность климата Саратовской области на фоне глобального потепления / Н.Г. Левицкая, Г.Ф. Иванова. – Саарбрюкен: Krug Lambert академическое издание, 2014. – 50 с.

3. Влияние севооборотов на природно-ресурсный потенциал минерального азота почвы и формирование урожая

озимой пшеницы / Л.Б. Сайфуллина и др. // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 9. – С. 41.

4. Агрохимические обследования и мониторинг почвенного плодородия: учебное пособие для студентов и аспирантов / А.Н. Есаулко, Ю.И. Гречишкина, А.И. Подколзин и др. – Ставрополь: AGRUS, 2009. – 252 с.

5. ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 7 с.

6. Иванова Г.Ф., Левицкая Н.Г. Метеорологические и синоптические условия аномальной погоды в Саратове за весенний период 2016 года // Сб. ст Второй междунар. науч.-практ. конф. памяти С.Ф. Ковалевской (Москва, 20–20 февраля). – М.: Европейский фонд инновационного развития, 2016. – С. 75.

7. Иванова Г.Ф., Левицкая Н.Г., Цыплухина П.В. Аномальные условия погоды и синоптические процессы весны 2017 года на территории Саратовской области // Инновационные подходы в современной науке: материалы междунар. науч. – практ. конференции. (Саратов, 13 апреля – 17декабря 2017 г.). – М.: ООО Интернаука, 2017. – С. 18–25.

References

1. Dobrovol'skaia T.G., Zviagintsev D.G., Chernov I.Iu., Golovchenko A.V., Zenova G.M., Lysak L.V., Manucharova N.A., Marfenina O.E., Polianskaia L.M., Stepanov A.L., Umarov M.M. The role of microorganisms in the ecological functions of soils [Rol' mikroorganizmov v ekologicheskoi funktsii pochvy]. Pochvovedenie – Eurasian Soil Science, 2015, no. 9, pp. 959–967. DOI: 10.1134/S1064229315090033.

2. Levitskaia N.G., Ivanova G.F. Klimat i urozhai Saratovskoi oblasti. Izmenchivost' i produktivnost' klimata Saratovskoi oblasti na fone global'nogo potepleniia [Climate and harvest of the Saratov area. Changeability and productivity of climate of the Saratov area on a background the global warming]. ISBN: 978-3-659-55281-6. Saarbrucken, Krug Lambert akademicheskoe izdanie, 2014, 50.

3. Saifullina L.B., Kurdiukov Iu.F., Shubitidze G.V., Kulikova V.A. Influence of crop rotations on natural and resource potential of soil mineral nitrogen and harvest development of winter whea [Vliianie sevooborotov na prirodno-resursnyi potentsial mineral'nogo azota pochvy i formirovanie urozhaia ozimoi pshenitsy]. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniia – Advances in current natural sciences, 2017, no. 9, pp. 41–46.

4. Podkolzin O.A., Esaulko A.N., Grechishkina Iu.I., Gorbatko L.S., Radchenko V.I., Lobankova O.Iu., Sigida M.S, Korostylev S.A., Diniakova S.V. Agrokhimicheskie obsledovaniia i monitoring pochvennogo plodorodiiaTip: uchebnoe posobie Iazyk: russkii [The Agrochemical inspections and monitoring of soil fertility]. Stavropol, AGRUS, 2009, 252.

5. GOST 26951-86. Pochvy. Opredelenie nitratov ionometricheskim metodom. M.: Izd-vo standartov, 1986. 7 p.

6. Levitskaia N.G., Ivanova G.F. Meteorologicheskie i sinopticheskie usloviia anomal'noi pogody v Saratove za vesennii period 2016 goda [Meteorological and weather terms of anomalous weather in Saratov for spring period 2016 year]. II Mezhdunarodnye nauchnye chteniia (Pamiati S.F. Kovalevskoi) (g. Moskva, 20–20 fevralia 2016 g.) [Proceedings of Second International scientific readings (memory of S.F. Kovalevskaya) (Moscow, February 20–20, 2016)], Moscow, Evropeiskii fond innovatsionnogo razvitiia, 2016, pp. 75.

7. Ivanova G.F., Levitskaia N.G., Tsyplukhina P.V. Anomal'nye usloviia pogody i sinopticheskie protsessy vesny 2017 goda na territorii Saratovskoi oblasti [Abnormal conditions of weather and synoptic processes of spring of 2017 in the territory of the Saratov region]. Innovatsionnye podkhody v sovremennoi nauke (g. Saratov, 13 aprelia – 17 dekabria 2018 g.) [Proceedings of Innovative approaches in modern science (Saratov, April 13 – December 17, 2018)], Moscow, Internauka, LLC, 2017, pp. 18–25.