



УДК 631.679.4

О.А. Сорокина

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ОЗИМОЙ РЖИ ПРИ РЕГУЛИРОВАНИИ ПИТАНИЯ  
АЗОТНЫМИ ПОДКОРМКАМИ

О.А. Sorokina

YIELD AND QUALITY OF WINTER RYE IN THE REGULATION OF NUTRITIO  
BY NITROGEN TOP DRESSINGS

**Сорокина О.А.** – д-р биол. наук, проф. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.  
E-mail: geos0412@mail.ru

**Sorokina O.A.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.  
E-mail: geos0412@mail.ru

Цель исследования – дать сравнительную оценку влияния подкормок минеральными азотными удобрениями на условия питания, урожайность и качество зерна озимой ржи сортов Енисейка и Атланта. Исследования проводились в ООО «Тигрицкое» Минусинского района Красноярского края. В 2016–2017 гг. были проведены полевые опыты на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом. Схема опыта включала контрольный вариант без внесения удобрений (контроль), варианты с проведением ранневесенней подкормки сульфатом аммония и аммонийной селитрой. Для каждого варианта опыта в производственных посевах озимой ржи были выделены участки размерами 100 м<sup>2</sup> в пятикратной повторности. Установлено повышение содержания общей влаги в почве после подкормок азотными удобрениями за счет экономного расходования влаги удобренными растениями. Зафиксировано увеличение в почве количества нитратного азота, особенно на вариантах с подкормкой аммонийной селитрой. Под влиянием азотных подкормок существенно повышается содержание азота в клеточном соке вегетирующей озимой ржи в фазу выхода в трубку, а также улучшается химический состав растений за

счет увеличения содержания валовых форм элементов питания, увеличивается высота растений. На вариантах с внесением аммонийной селитры в сравнении с сульфатом аммония указанные показатели тканевой, химической и биометрической диагностики существенно выше. Отзывчивость на проведение ранневесенней подкормки азотными удобрениями показали оба сорта. Сильнее реагировала на внесение азотных удобрений озимая рожь Енисейка. Потенциал урожайности озимой ржи сорта Атланта высокий за счет массы 1000 зерен, особенно в благоприятные по погодным условиям годы. Максимальная прибавка урожайности обоих сортов получена при подкормке аммонийной селитрой. На этих же вариантах получена самая качественная мука зерна озимой ржи.

**Ключевые слова:** озимая рожь, питание, подкормка, балл обеспеченности, удобрение, содержание азота, аммонийная селитра, сульфат аммония, урожайность, химический состав, зерно.

The research objective was to give comparative assessment of the influence mineral nitric fertilizers top dressing on nutrition conditions, productivity

and quality of grain of a winter rye of the varieties of Yeniseika and Atlanta. The researches were conducted in JSC 'Tigritskoye' of Minusinsk area of Krasnoyarsk Region. In 2016–2017 field experiments on leached heavy loam chernozem were made. The scheme of the experiment included control option without application of fertilizers (control), the options with carrying out early-spring top dressing by variants with early spring fertilizing with ammonium sulfate and ammonium nitrate. For each option of the experiment in production crops of a winter rye allotments with the sizes of 100 sq.m in fivefold frequency were allocated. The increase of the content of general moisture in the soil after nitric fertilizers top dressing at the expense of economical expenditure of moisture fertilized plants was established. The increase in the soil of amount of nitrate nitrogen, especially on options with top dressing by ammonium nitrate was recorded. Under the influence of nitric top dressings the content of nitrogen in cellular juice of vegetation winter rye in an exit phase in a tube significantly raises, and also chemical composition of plants at the expense of increase in the maintenance of gross forms of nutrition improves, the height of plants increases. In the options with introduction of ammonium nitrate in comparison with ammonium sulfate specified indicators of the tissue, chemical and biometric diagnostics were significantly higher. The responsiveness on carrying out early-spring top dressing by nitric fertilizers was shown by both varieties. More strongly winter rye of Yeniseyka reacted to introduction of nitric fertilizers. The potential of productivity of a winter rye of the variety Atlanta was high at the expense of the mass of 1000 grains, especially in years, favorable for weather conditions. The maximum rise of productivity of both varieties was got at top dressing by ammonium nitrate. On the same options the most qualitative flour of grain of a winter rye was received.

**Keywords:** winter rye, nutrition, top dressing, security score, fertilizer, nitrogen content, ammonium nitrate, ammonium sulfate, yield, chemical composition, grain.

**Введение.** Озимым зерновым культурам принадлежит важная роль в резерве рационального использования агроресурсов за счет их высокой продуктивности, многоцелевого назначения и использования [3, 5]. Вопросы агро-

техники возделывания озимых культур для условий Красноярского края являются достаточно решенными [1, 2, 4]. Проблеме оптимизации питания озимой ржи за счет внесения удобрений уделяется меньше внимания. Первостепенное значение для озимых культур имеет проведение весенних подкормок азотными удобрениями. В последние годы для регулирования азотного питания озимых культур рекомендуется взамен дорогостоящей аммонийной селитры применение более дешевого сульфата аммония. Полевых опытов по сравнению эффективности этих азотных удобрений не проводилось.

**Цель исследования:** дать сравнительную оценку влияния подкормок минеральными азотными удобрениями на условия питания, урожайность и качество зерна озимой ржи сортов Енисейка и Атланта.

**Объекты и методы исследования.** Исследование проводилось в ООО «Тигрицкое» Минусинского района. В 2016–2017 гг. были проведены полевые опыты на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом. Схема опыта включала контрольный вариант без внесения удобрений (контроль), варианты с проведением ранневесенней подкормки сульфатом аммония и аммонийной селитрой. Для каждого варианта опыта в производственных посевах озимой ржи были выделены делянки размерами 100 м<sup>2</sup> в пятикратной повторности. Поля с разными сортами озимой ржи достаточно хорошо изолированы друг от друга, находятся на расстоянии не менее 2–3 км, в идентичных условиях рельефа, почвообразующих пород и почв.

Ранневесеннюю подкормку аммонийной селитрой и сульфатом аммония проводили после перезимовки озимой ржи в средней рекомендованной дозе 30 кг/га. Вносили поправку с учетом балла обеспеченности растений азотом по результатам тканевой диагностики. Озимая рожь относится к культурам интенсивного типа, отличается достаточно мощной корневой системой по сравнению с яровыми зерновыми, поэтому образцы для почвенной диагностики отбирали из пахотного и подпахотного слоев (0–20 и 20–40 см). Отбор почвенных образцов проводили после перезимовки и в фазу выхода в трубку. В них определили содержание влаги термовесовым методом, актуальную и обменную кислотность – ионометрически, нитратный азот (N-NO<sub>3</sub>)

– дисульфифеноловым методом в модификации Шаркова, аммонийный азот (N-NH<sub>4</sub>) – с реактивом Несслера, подвижный фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и обменный калий (K<sub>2</sub>O) – по Чирикову (ГОСТ 26207-91).

В фазу выхода в трубку провели тканевую диагностику на срезах вегетирующих растений для определения балла обеспеченности минеральным азотом (N), а также биометрическую диагностику в 20-кратной повторности. Учили биологическую урожайность озимой ржи и определили элементы структуры урожая (число колосков, число зерен в колосе, масса 1000 зерен) в пятикратной повторности. Химический анализ растительных образцов в фазу выхода в трубку и муки из зерна озимой ржи (содержание общих азота, фосфора, калия – NPK) проводили согласно ГОСТ 13496.4-93, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 30504-97. Результаты учета урожайности зерна и соломы озимой ржи обработали статистически с использованием программы Microsoft Excel.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Озимая рожь после перезимовки в период весеннего отрастания требовательна к влажно-

сти почвы. Содержание почвенной влаги в этот период на всех объектах было оптимальным и составляло 22–25 %. В пахотном слое влажность почвы несколько выше, чем в подпахотном. Раннелетний период в районе исследования, как правило, характеризуется периодической засухой, дефицитом атмосферной и почвенной влаги. В 2016 г. после проведения подкормок азотными удобрениями к фазе выхода в трубку – начала колошения наблюдалось резкое иссушение обоих слоев почвы на всех объектах исследования (табл. 1). Содержание общей влаги в эту фазу вегетации было критическим, близким к влажности завядания (около 6–12 %). Растения озимой ржи перенесли этот дефицит почвенной влаги за счет развитой глубоко идущей корневой системы. На вариантах с азотными подкормками содержание влаги было несколько выше из-за снижения транспирации и более экономного расходования влаги удобренными вегетирующими растениями.

*Таблица 1*

**Содержание влаги в почве (ср. из n = 3) после проведения подкормок**

Сорт	Вариант	Слой, см	Влага, %	
			2016	2017
Атланта	Контроль	0–20	6,1	22,3
		20–40	12,1	19,4
	Сульфат аммония	0–20	12,5	21,5
		20–40	12,2	22,6
	Аммонийная селитра	0–20	11,3	20,0
		20–40	11,4	19,0
Енисейка	Контроль	0–20	10,6	16,5
		20–40	10,5	16,0
	Сульфат аммония	0–20	10,2	20,3
		20–40	10,1	16,2
	Аммонийная селитра	0–20	10,4	17,2
		20–40	11,6	15,2

По величине актуальной и обменной кислотности почвы характеризуются нейтральной или близкой к нейтральной реакцией среды, что является для озимой ржи оптимальным. Реакция

почвы под озимой рожью обоих сортов не изменилась при внесении физиологически кислого сульфата аммония.

В формировании величины урожая, качества продукции озимой ржи большое значение имеет обеспеченность почв нитратным азотом, особенно после перезимовки от фазы кущения до выхода в трубку, когда идет активное отрастание растений и формирование фотосинтетического аппарата. В черноземе выщелоченном опытных полей нитратная форма азота преоб-

ладала над аммонийной. Существенное увеличение содержания нитратного азота в почве, особенно в пахотном слое, характерно при подкормке аммонийной селитрой. При внесении сульфата аммония закономерно увеличивалось содержание аммонийной формы азота, входящей в состав этого удобрения (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание минеральных форм азота (мг/кг почвы) после проведения подкормок**

Сорт	Вариант	Слой, см	Год			
			2016		2017	
			N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>
Атланта	Контроль	0–20	21,2	5,1	12,3	2,4
		20–40	18,9	5,0	10,2	1,9
	Сульфат аммония	0–20	30,0	5,9	21,6	3,0
		20–40	21,6	5,1	9,8	16,3
	Аммонийная селитра	0–20	15,9	6,7	23,4	3,2
		20–40	19,0	6,9	11,5	2,6
Енисейка	Контроль	0–20	21,2	2,6	17,3	8,9
		20–40	19,5	5,7	6,6	2,0
	Сульфат аммония	0–20	22,0	5,7	16,6	2,3
		20–40	22,1	6,1	4,7	2,3
	Аммонийная селитра	0–20	10,9	6,9	21,4	2,2
		20–40	7,5	20,4	7,7	2,1

Обеспеченность почвы минеральными формами азота на неудобренных вариантах колебалась от низкой до средней. На вариантах с подкормкой азотными удобрениями обеспеченность почв азотом существенно повышалась, что обеспечивало здесь оптимальное азотное питание озимой ржи.

Материалы сплошного агрохимического обследования почв хозяйства и результаты наших анализов свидетельствуют о достаточно высокой обеспеченности почвы опыта подвижным фосфором и обменным калием, что способствует формированию хорошей корневой системы и улучшает перезимовку озимой ржи. Чаще всего содержание подвижного фосфора в

слое почвы 0–20 см несколько ниже, чем в слое 20–40 см. Это создает нормальные условия питания озимых культур, которые имеют хорошо развитую корневую систему, использующую питательные вещества более глубоких слоев почвы.

Результаты тканевой диагностики после проведения азотных подкормок в фазу выхода в трубку показывают увеличение балла обеспеченности азотом клеточного сока растений на всех удобренных вариантах опыта (табл. 3). Особенно это характерно при внесении аммонийной селитры, отличающейся очень высокой растворимостью, подвижностью и быстрым усвоением растениями азота из удобрения.

**Балл обеспеченности озимой ржи азотом и высота растений, см,  
после проведения подкормок (ср. из n = 20)**

Сорт	Вариант	Год			
		2016		2017	
		Балл азота	Высота	Балл азота	Высота
Атланта	Контроль	2,7	129,0	2,7	123,0
	Сульфат аммония	3,5	132,6	4,3	123,2
	Аммонийная селитра	4,6	132,6	3,0	133,5
Енисейка	Контроль	3,0	128,3	2,5	118,6
	Сульфат аммония	3,6	129,6	3,0	115,8
	Аммонийная селитра	4,2	135,3	2,8	132,9

В более благоприятном по погодным условиям 2016 г. установлены максимальные различия по баллу обеспеченности азотом растений озимой ржи при сравнении сульфата аммония и аммонийной селитры, усилившей поглощение минерального азота интенсивно развивающимися растениями. На вариантах с применением подкормок азотными удобрениями, особенно аммонийной селитрой, во все годы исследований растения озимой ржи обоих сортов были существенно выше по сравнению с контролем, что следует из таблицы 3. Они имели более зеленую окраску, толще стебли и высокую облиственность.

Определение химического состава растений озимой ржи в фазу выхода в трубку показало существенное увеличение содержания валового азота (N) при проведении азотных подкормок, как под влиянием аммонийной селитры, особенно у сорта Атланта, так и под влиянием сульфата аммония (табл. 4).

После азотной подкормки повысилось содержание валового фосфора (P) и калия (K) в растениях обоих сортов озимой ржи. Повидимому, внесение азотных удобрений усилило физиологическую мобилизацию почвенного фосфора и калия в растения и оптимизировало их питание.

Таблица 4

**Химический состав растений озимой ржи в фазу выхода в трубку**

Сорт	Вариант	Общие, %					
		2016			2017		
		N	P	K	N	P	K
Атланта	Контроль	2,11	0,41	0,39	2,11	0,40	0,35
	Сульфат аммония	2,21	0,42	0,39	2,20	0,43	0,40
	Аммонийная селитра	2,22	0,44	0,40	2,23	0,42	0,38
Енисейка	Контроль	1,55	0,35	0,39	1,55	0,34	0,37
	Сульфат аммония	1,67	0,42	0,44	1,65	0,39	0,41
	Аммонийная селитра	1,65	0,39	0,41	1,67	0,42	0,43

Это очень важно при формировании в посевного состава зерна озимой ржи, в частности следующие фенологические фазы биохимической синтеза белка.

Таблица 5

## Урожайность озимой ржи, ц/га (ср. из n = 3)

Сорт	Вариант	Год			
		2016		2017	
		Зерно	Солома	Зерно	Солома
Атланта	Контроль	37,0	55,5	24,0	40,3
	Сульфат аммония	42,1	63,2	34,2	51,2
	Аммонийная селитра	48,4	72,6	36,8	54,9
Енисейка	Контроль	25,2	37,8	25,1	44,2
	Сульфат аммония	37,7	56,6	32,0	60,4
	Аммонийная селитра	45,1	67,6	31,8	56,9
НСР <sub>05</sub>		7,0	12,0	6,5	12,5

За два года исследований по суммарной величине прибавки урожая зерна и соломы лучшей отзывчивостью на подкормку азотными удобрениями, в сравнении с контролем, характеризовался сорт Енисейка. Он отличался способностью за период вегетации быстро нагнать в росте сорт Атланта и формировать достаточно высокий уровень урожайности, даже без внесения удобрений. При подкормке озимой ржи обоих сортов аммонийной селитрой получена максимальная статистически достоверная прибавка урожайности зерна и соломы (табл. 5). Внесение сульфата аммония также приводило к существенному увеличению урожайности зерна озимой ржи.

У сорта Атланта зерно крупное, выполненное, с высокой массой 1000 зерен. Мелкосемянный сорт озимой ржи Енисейка имеет более щуплое зерно, но за счет числа колосков и количества зерен в колосе способен формиро-

вать достаточно высокую урожайность зерна, особенно при проведении азотных подкормок (табл. 6).

Анализ муки на содержание основных элементов питания показал, что валового азота, следовательно белка, несколько больше в зерне озимой ржи сорта Атланта, особенно в благоприятном 2016 г. (табл. 7). Несколько выше в нем содержание валового фосфора. На улучшение химического состава муки озимой ржи сорта Енисейка азотные подкормки оказали более сильное влияние по сравнению с сортом Атланта, несмотря на практически одинаковое содержание в почве минеральных форм азота. Не установлены различия между сортами и видами азотных удобрений по содержанию калия в зерне, за исключением нескольких вариантов с подкормкой аммонийной селитрой, где было отмечено увеличение калия.

## Элементы структуры урожая озимой ржи при проведении подкормок

Сорт	Вариант	Год					
		2016			2017		
		Число колосков, шт.	Число зерен, шт.	Масса 1000 зерен, г	Число колосков, шт.	Число зерен, шт.	Масса 1000 зерен, г
Атланта	Контроль	20,3	22,8	63,3	18,0	20,8	23,3
	Сульфат аммония	22,7	29,3	63,3	22,0	28,0	30
	Аммонийная селитра	25,4	36,2	56,6	25,0	40,0	50
Енисейка	Контроль	16,3	20,1	23,4	15,5	20,0	20
	Сульфат аммония	23,6	29,5	26,6	23,0	29,0	30
	Аммонийная селитра	23,8	28,6	30	22,5	26,8	40

Таблица 7

## Химический состав муки зерна озимых культур при проведении азотных подкормок

Сорт	Вариант	Общие, %					
		2016			2017		
		N	P	K	N	P	K
Атланта	Контроль	2,11	0,41	0,40	2,06	0,30	0,44
	Сульфат аммония	2,21	0,42	0,39	2,04	0,31	0,44
	Аммонийная селитра	2,22	0,44	0,40	2,05	0,30	0,43
Енисейка	Контроль	1,55	0,35	0,40	1,59	0,31	0,45
	Сульфат аммония	1,67	0,41	0,44	1,62	0,30	0,44
	Аммонийная селитра	1,65	0,39	0,41	1,61	0,32	0,45

На содержание азота в муке озимой ржи обоих сортов практически одинаково повлияло внесение как аммонийной селитры, так и сульфата аммония, содержащего серу, являющуюся важнейшим элементом белкового синтеза.

**Заключение.** Комплекс почвенно-климатических условий зоны, где расположено ООО «Тигрицкое» и проведены полевые опыты, позволяет возделывать озимую рожь Сорта

Енисейка и Атланта. По результатам почвенной диагностики содержание питательных веществ является оптимальным в обоих слоях почвы, что важно для озимой ржи, интенсивной культуры, отличающейся развитой корневой системой и высокой потребностью в питательных веществах.

Проведение подкормок аммонийной селитрой после перезимовки в фазу полного кущения

приводит к существенному повышению балла обеспеченности азотом растений озимых культур к фазе выхода в трубку. По биометрической диагностике установлено увеличение высоты растений обоих сортов озимой ржи при проведении азотной подкормки, особенно аммонийной селитрой. На вариантах с подкормкой азотными удобрениями озимая рожь имела более хороший габитус растений. По результатам химической растительной диагностики в фазу выхода в трубку, как правило, установлено повышение содержания валового азота, фосфора и калия в растениях озимой ржи при подкормке азотными удобрениями.

Статистически достоверная прибавка урожайности зерна и соломы получена при проведении подкормки азотными удобрениями озимой ржи сорта Енисейка. Максимальная прибавка урожайности основной и побочной продукции при подкормке аммонийной селитрой установлена у сорта Атланта, характеризующегося более высоким биологическим потенциалом урожайности. Зафиксировано увеличение содержания азота, фосфора и калия в муке озимой ржи, особенно при внесении аммонийной селитры. Проведение подкормки сульфатом аммония также улучшало химический состав муки. Наиболее эффективным удобрением для ранневесенней подкормки озимой ржи, оптимизирующим не только азотное, но и фосфорно-калийное питание, повышающим уровень урожайности и качество продукции, является аммонийная селитра по сравнению с сульфатом аммония.

## Литература

1. *Акимова О.И.* Эффективность применения агротехнических приемов возделывания озимых зерновых культур в лесостепной и степной зонах Минусинской впадины. – Абакан, 2006. – 210 с.
2. *Ведров Н.Г.* Селекция и семеноводство полевых культур: учеб. пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2005. – 255 с.
3. *Завалин А.А.* Основные итоги деятельности отделения земледелия за 2006-2010 годы // Плодородие. – 2011. – № 2. – С. 2–5.
4. *Лисунова С.И., Лисунов В.В., Трубников Ю.Н.* и др. Озимая рожь в Восточной Сибири. – Красноярск, 2013. – 173 с.
5. *Никулина Т.Н.* Целебная сила ржи // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 6. – С. 5–8.

## Literatura

1. *Akimova O.I.* Jeftektivnost' primenenija agrotehničkih priemov vozdeľvanija ozimyh zernovyh kul'tur v lesostepnoj i stepnoj zonah Minusinskoj vpadiny. – Abakan, 2006. – 210 s.
2. *Vedrov N.G.* Selekcija i semenovodstvo polevyh kul'tur: ucheb. posobie / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t. – Krasnojarsk, 2005. – 255 s.
3. *Zavalin A.A.* Osnovnye itogi dejatel'nosti otdelenija zemledelija za 2006-2010 gody // Plodorodie. – 2011. – № 2. – S. 2–5.
4. *Lisunova S.I., Lisunov V.V., Trubnikov Ju.N.* i dr. Ozimaja rozh' v Vostočnoj Sibiri. – Krasnojarsk, 2013. – 173 s.
5. *Nikulina T.N.* Celebnaja sila rzhi // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2012. – № 6. – S. 5–8.

