

УДК 631.81:631.559:633.11“324”

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

© 2019 г. С. Х. Дзанагов^{1,*}, Т. К. Лазаров¹, Б. С. Калоев¹, З. А. Кубатиева¹, Р. В. Калагова^{2,**}

¹ Горский государственный аграрный университет
362040 Владикавказ, ул. Кирова, 37, Россия

² Северо-Осетинская государственная медицинская академия
362019 Владикавказ, ул. Пушкинская, 40, Россия

*E-mail: ggau@globalalania.ru

**E-mail: dekanatsogma@mail.ru

Поступила в редакцию 05.03.2018 г.

После доработки 31.05.2018 г.

Принята к публикации 12.01.2019 г.

В стационарном полевом опыте с 1972 г. исследовали влияние систематического применения удобрений в полевом плодосменном севообороте на урожайность, качество получаемой продукции, продуктивность севооборота и основные показатели плодородия чернозема выщелоченного лесостепной зоны Республики Северная Осетия-Алания. В 2016 г. выращивали озимую пшеницу нового сорта Гром, в посевах которой изучали эффективность разных систем удобрения при их длительном использовании для выращивания озимой пшеницы. Установлено, что в неудобренном контроле урожайность зерна незначительно превышала урожайность первых 4-х ротаций севооборота, тогда как в удобренных вариантах она значительно ее превосходила. Это произошло за счет повышения плодородия почвы, систематически получавшей удобрения, которые оказали положительное действие на рост растений в высоту, формирование листовой поверхности, накопление сухой биомассы, урожайность и качество зерна озимой пшеницы. Изучали влияние разных комбинаций доз азота, фосфора, калия (NPK), их сочетания с навозом, расчетную дозу NPK. Преимущество имел вариант N2P2K2 (N100P80K80) и расчетная доза N110P90K70, в которых получена урожайность 6.56 и 6.43 т зерна/га соответственно первой группы качества.

Ключевые слова: длительное применение удобрений, производственный процесс, урожайность, качество зерна, озимая пшеница.

DOI: 10.1134/S0002188119020066

ВВЕДЕНИЕ

Внедрение в сельскохозяйственное производство Центрального Предкавказья интенсивных технологий возделывания полевых культур требует разработки зональных систем удобрения в типичных севооборотах, обеспечивающих сохранение и расширенное воспроизводство плодородия почв каждой природной зоны, достижение устойчивого увеличения урожайности, улучшения качества продукции, роста продуктивности севооборота при обязательном сохранении чистоты природной среды [1].

Минеральное питание — один из основных регулируемых факторов, используемых для целенаправленного управления ростом и развитием растений с целью создания высокого урожая хорошего качества. При длительном применении удобрений повышается эффективное плодородие

почвы, растения лучше обеспечиваются подвижными формами питательных веществ. Это гарантирует более интенсивный рост и накопление биомассы растений, а также увеличение урожайности и улучшение качества продукции [1–5].

В зерновом балансе нашей страны ведущее место занимает озимая пшеница. Она требовательна к плодородию почвы и хорошо отзывается на удобрения [6]. Значительные площади она занимает и на территории Северного Кавказа, являясь ведущей культурой в структуре посевных площадей.

В системе агротехнических мероприятий, направленных на повышение производства высококачественного зерна озимой пшеницы, важное место отводится системе удобрения [1–5, 7–19]. В результате многочисленных исследований в нашей стране и за рубежом установлено положительное влияние удобрений на урожайность и качество

зерна озимой пшеницы. Однако эти исследования в основном проводили в краткосрочных полевых опытах без учета влияния сорта, предшественника и почвенно-климатических факторов. При длительном применении удобрений в севообороте можно наблюдать другие закономерности.

Цель работы – изучение эффективности применения разных систем удобрения при их длительном использовании при выращивании озимой пшеницы нового сорта Гром, выявление в севообороте с преобладанием озимой пшеницы оптимальной системы удобрения, обеспечивающей наилучшие показатели роста, формирования листовой поверхности, накопления биомассы растений, урожайности, структуры урожая, химического состава и качества зерна озимой пшеницы на черноземах выщелоченных Республики Северная Осетия – Алания (РСО–Алания).

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили в длительном стационарном полевом опыте (аттестат № 087) на кафедре агрохимии и почвоведения Горского ГАУ с 1972 г. в полевом севообороте, развернутом во времени. Опытный участок расположен в лесостепной зоне РСО–Алания на черноземах выщелоченных, подстилаемых галечником с глубины 80 см. Модельный севооборот включал основные сельскохозяйственные культуры региона: многолетние травы (клевер, люцерну), озимую пшеницу, картофель (кукурузу на силос), кукурузу на зерно, озимую пшеницу. Чередование культур происходило во времени. В 2016 г. в стационарном полевом опыте выращивали озимую пшеницу после предшественника – кукурузы на силос.

Почва относится к среднегумусным. По данным работы [1], содержание гумуса в пахотном слое менялось от 3.5 до 7.5%, но чаще составляло 4.5–6.0%. Как правило, мощные разности данных почв содержат больше гумуса, чем маломощные.

В изученных почвах отметили высокое содержание валовых форм питательных веществ: общего азота – 0.24–0.45, фосфора – 0.2–0.3, калия – 1.6–2.3%. Содержание подвижных форм питательных веществ было равно: легкогидролизуемого азота (по Тюрину–Кононовой) – 4–10, подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) – соответственно 5–14 и 15–16 мг/100 г почвы [20].

В полевом опыте изучали разные дозы и комбинации NPK-удобрений, сравнивали действие минеральных и органических удобрений.

Варианты опыта: контроль – без удобрений, возрастающие дозы NPK (одинарная доза NPK – N50P40K40, которую рекомендуют для данной климатической зоны, двойная и тройная дозы), вариант навоз + NPK (содержание внесенных пи-

тательных веществ было эквивалентным варианту с двойной дозой NPK), расчетный вариант (вносили дозу удобрений, рассчитанную методом элементарного баланса на запланированный урожай 5.5 т зерна/га – N110P90K70).

Исследование проводили в богарных условиях. Площадь делянки – 100 м². Повторность четырехкратная. Расположение вариантов последовательное. В опыте высевали озимую пшеницу сорта Гром. Агротехника соответствовала общепринятой для лесостепной зоны. Удобрения вносили вручную, дробно, т.е. в основное внесение под вспашку – NPK, при посеве – P10 и в подкормку – N30 в виде НАФК, N_{аа}, N_м, K_х, P_{сг}.

Растительные образцы (50–20 растений) отбирали в фазы вегетации, определяли высоту растений путем промеров, площадь листьев – методом высечек, содержание сухого вещества – методом высушивания, количество продуктивных стеблей, длину колоса, количество и массу зерен в колосе, массу 1000 зерен – методом подсчета и взвешивания, натуру зерна – литровой пуркой (средние данные для 20-ти типичных растений).

Урожай учитывали методом пробного снопа из 5-ти метровок, расположенных в 5-ти точках делянки. Эти данные были статистически обработаны методом дисперсионного анализа [21].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что азот, фосфор, калий и микроэлементы могут эффективно и быстро поглощаться листьями растений и либо непосредственно включаться в синтез органических веществ, либо переноситься в другие органы растений и использоваться во внутриклеточном обмене, оказывая положительное влияние на важнейшие физиологические процессы [22].

Наши наблюдения за растениями озимой пшеницы показали, что при внесении удобрений их высота заметно увеличивалась (рис. 1а). Если в контроле она составляла в разные фазы вегетации от 7 до 78 см, то по мере повышения доз NPK высота растений увеличилась на 10–50%, а наибольшей высотой выделялись растения расчетного варианта, превышающие контроль почти на 1/3.

Приемы, ускоряющие развитие ассимиляционной поверхности листьев, имеют важное значение для повышения урожайности. Это касается, в первую очередь, азотного удобрения: от уровня обеспеченности растений азотом в большой степени зависит их рост и формирование листовой поверхности.

Установлено, что между корневой системой, поглощающей минеральные вещества, и фотосинтезирующими листьями существует тесная

связь. В частности, поглощение азота корнями и его усвоение тесно связано с фотосинтезом. Все синтетические превращения азота как в корнях, так и в надземных органах, происходят с использованием энергии углеводов, образованных в процессе фотосинтеза.

В наших исследованиях увеличению площади листьев в значительной степени способствовало применение всех изученных сочетаний удобрений (рис. 1б).

Площадь листовой поверхности растений озимой пшеницы в неудобренном контроле в различные фазы вегетации составила от 18 до 27 тыс. м²/га. Применение изученных доз удобрений существенно повышало этот показатель. С увеличением уровня минерального питания площадь листьев увеличилась в разные фазы на 7–70%. Наибольшую ассимиляционную поверхность имели растения расчетного варианта. В начале вегетации этот показатель в расчетном варианте был на уровне тройной дозы NPK, но в дальнейшем он существенно увеличивался.

Для получения высоких урожаев, кроме площади листьев, большое значение имеет количество сухого вещества, которое является функцией процесса ассимиляции и определяет продукционную способность растений. По мнению исследователей, существует определенная связь между площадью листьев и накоплением сухого вещества в растениях.

Формирование растениями озимой пшеницы биомассы в осенний период вегетации проходило крайне слабо из-за недостатка тепла, а с середины апреля начиналось ее усиленное накопление и продолжалось от фазы выхода в трубку до фазы молочной спелости. В дальнейшем этот процесс замедлялся.

Относительное содержание сухого вещества в растениях при внесении удобрений снижалось, однако за счет формирования большей биомассы сбор его с единицы площади в удобренных вариантах значительно превышал контроль.

Применение удобрений существенно увеличивало накопление сухого вещества в растениях за счет формирования большей биомассы (рис. 1в). При сборе сухого вещества от 1.2 до 7.1 т/га в варианте без удобрений в различные фазы развития повышение доз NPK обеспечило прибавку сухого вещества на 20–50%, при этом наибольшей прибавкой отличался расчетный вариант: в фазе восковой спелости она достигала почти 2 т/га.

Таким образом, по мере увеличения доз удобрений рост растений усиливался, площадь листьев увеличивалась, относительное содержание сухого вещества в растениях уменьшалось, а сбор его с 1 га значительно увеличивался по сравне-

нию с контролем. Наилучшим по этим показателям был расчетный вариант.

Исследователи едины во мнении о том, что повышение уровня удобренности увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур, но, конечно, при рациональном применении удобрений. Чрезмерное увеличение доз, особенно при неблагоприятном соотношении питательных элементов, способствует перенасыщению почвенного раствора, повышению его концентрации, что крайне негативно отражается на развитии растений.

В наших исследованиях удобрения, благодаря положительному действию на рост, формирование листовой поверхности и накопление биомассы, оказали существенное положительное влияние на урожайность озимой пшеницы (табл. 1). При сравнительно невысокой урожайности зерна в контроле – ≈ 3 т/га – одинарная доза NPK повысила ее на 1.1 т/га, или на 1/3 (36.2%). При внесении двойной дозы NPK урожайность зерна составила 6.56 т/га, т.е. больше чем в 2 раза (116%) по сравнению с контролем и более чем наполовину (2.42 т/га, или 58.5%) по сравнению с вариантом с одинарной дозой, в котором была получена наибольшая прибавка урожайности. Дальнейшее увеличение доз удобрений оказалось менее эффективным, что объясняется частичным полеганием растений.

Сопоставляя урожайность при применении эквивалентных доз минеральных и органо-минеральных удобрений (ОМУ), преимущество последних не выявили, урожайность зерна в этих вариантах была почти одинаковой.

Таким образом, внесение удобрений под озимую пшеницу обеспечило прибавку урожайности зерна от 1.1 до 3.5 т/га, т.е. на 36–116%. Наилучшим оказался вариант с двойной дозой NPK – 6.56 т/га, хотя расчетный вариант ему уступал незначительно – 6.43 т/га (разница в пределах наименьшей существенной разницы HCP_{05}).

Сравнивая полученные результаты с аналогичными средними данными для озимой пшеницы в 4-х ротациях севооборота, можно отметить одинаковые закономерности повышения урожайности зерна по мере увеличения в 2 раза одинарной дозы NPK: дальнейшее ее увеличение в 3 раза эффекта не дало по сравнению с двойной дозой – урожайность была даже несколько меньше (в среднем за 4 года) (табл. 1) [1]. Вероятно, увеличение дозы азота в составе NPK >90 кг/га было неэффективным и экономически не оправданным. Это обстоятельство объясняется тем, что в 1970–1980 гг. выращивали озимую пшеницу сорта Безостая-1, которая при внесении высоких доз азота полежала, тогда как большинство совре-

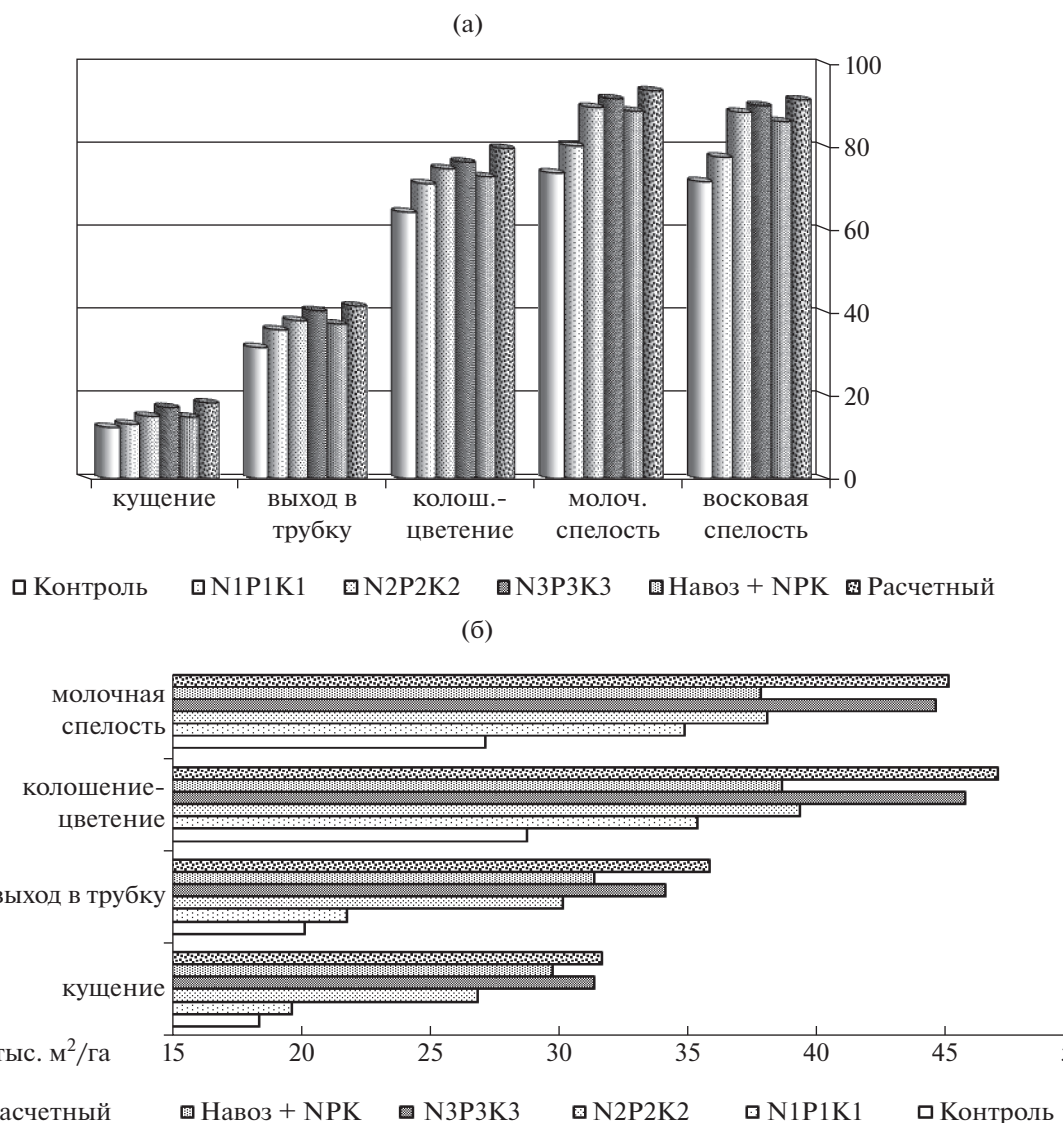


Рис. 1. Динамика роста растений озимой пшеницы в высоту (а), площади листьев, тыс. м²/га (б), накопления сухой биомассы, т/га (в) в зависимости от примененных систем удобрения (2016 г.).

менных сортов пшеницы короткостебельные и могут лучше противостоять полеганию.

Обращает на себя внимание разница в прибавках урожайности зерна: в 2016 г. они были значительно больше, чем в среднем за первых 4 ротации севооборота. Это можно объяснить повышением эффективного плодородия почвы при длительном применении удобрений, которое происходит, несмотря на значительный вынос питательных элементов урожаем основной и побочной продукции.

Повышение урожайности зерна озимой пшеницы в результате применения удобрений находилось в прямой зависимости от улучшения по-

казателей структуры урожая, которое происходило благодаря применению удобрений.

Удобрённые варианты существенно отличались от контроля лучшими показателями структуры урожая (табл. 2). Внесение удобрений под озимую пшеницу способствовало повышению количества продуктивных стеблей на 3.0–7.5%, также увеличивалась длина колоса озимой пшеницы: при одинарной дозе NPK она была больше, чем в контроле, на 1.1 см. По мере увеличения доз удобрений соответственно возрастала и длина колоса. Наилучшими оказались варианты 3NPK – 11.6 см и расчетный – 11.8 см, превосходившие контроль на 2.9 и 3.1 см соответственно.

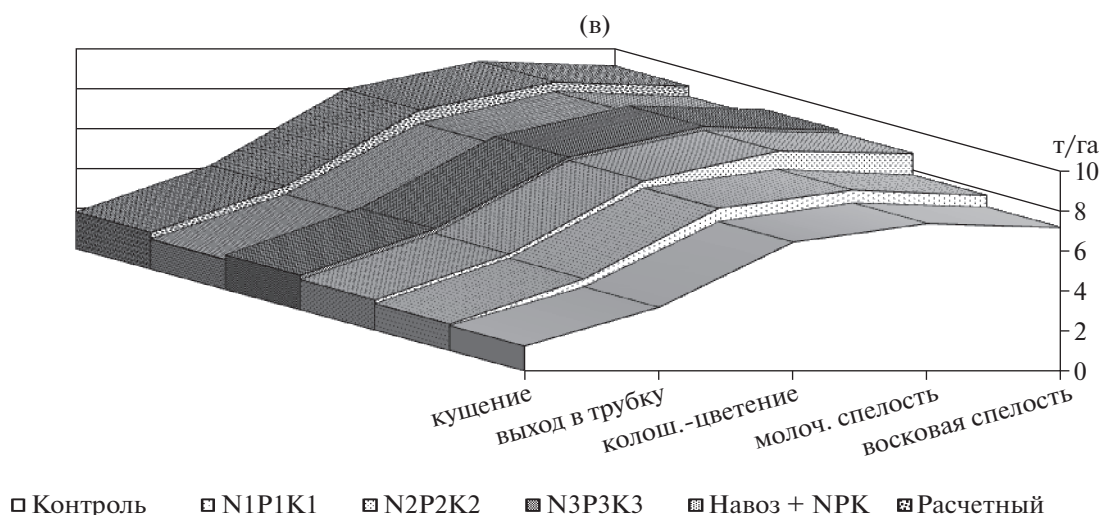


Рис. 1. Окончание.

По показателю озерненности колоса все удобренные варианты имели преимущество перед контролем. Наибольшим содержанием зерен в колосе отличался вариант с двойной дозой удобрений, превысивший контроль на 17%, а наибольшей массой зерен в колосе – вариант навоз + NPK, превысивший контроль более чем в 2 раза.

Применение удобрений в большинстве вариантов способствовало увеличению массы 1000 зерен. В контроле она была небольшой (22.3 г), что,

по нашему мнению, объясняется шуплостью и легковесностью зерна, полученного в условиях полного отсутствия внесения удобрений в течение 45 лет. При внесении одинарной дозы NPK масса 1000 зерен была больше на 4.8 г. Удвоение дозы NPK увеличило ее еще на 11.6 г, что превышало контроль на 16.4 г. Наибольшей массой 1000 зерен выделялись варианты расчетный и навоз + NPK, превысившие контроль соответственно на 17.1 и 17.2 г.

Таблица 1. Влияние систем удобрения на урожайность зерна озимой пшеницы на выщелоченном черноземе

Вариант	Урожайность, т/га		Прибавка			
	2016 г.	среднее за 4 года (1973–1989 гг.)	т/га		%	
			2016 г.	среднее за 4 года (1973–1989 гг.)	2016 г.	среднее за 4 года (1973–1989 гг.)
Контроль	3.04	2.68	—	—	—	—
N1P1K1	4.14	3.80	1.10	1.12	36.2	41.7
N2P1K1	4.71	3.89	1.67	1.21	54.9	45.1
N1P2K1	5.39	4.00	2.35	1.32	77.3	49.3
N2P2K1	6.25	3.96	3.21	1.28	106	47.8
N2P2K2	6.56	4.25	3.52	1.57	116	58.6
N3P2K1	5.61	3.95	2.57	1.27	84.5	47.4
N3P2K2	5.79	4.11	2.75	1.43	90.5	53.4
N2P3K1	5.68	4.05	2.64	1.37	86.8	51.1
N2P3K2	5.82	4.18	2.78	1.50	91.4	56.0
N3P3K1	5.71	4.06	2.67	1.38	87.8	51.5
N3P3K3	6.04	4.20	3.00	1.52	98.7	56.7
Навоз + NPK	6.39	4.02	3.35	1.34	110	50
Расчетный	6.43	4.12	3.39	1.44	112	53.7
<i>HCP</i> ₀₅	0.18	0.13–0.23				

Таблица 2. Влияние систем удобрения на структуру урожая озимой пшеницы (2016 г.)

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Длина колоса, см	Озерненность колоса, шт.	Масса зерен в колосе, г	Масса 1000 зерен, г
Контроль	375	8.7	36.4	0.81	22.3
N1P1K1	386	9.8	39.6	1.07	27.1
N2P2K2	397	11.3	42.7	1.65	38.7
N3P3K3	399	11.6	40.2	1.51	37.7
Навоз + NPK	383	10.9	42.2	1.67	39.5
Расчетный	403	11.8	40.5	1.6	39.4

Таблица 3. Химический состав и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от примененных систем удобрения (2016 г.), % к сухому веществу

Вариант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Протеин	Жир	Клетчатка	Зола
Контроль	2.17	0.74	0.48	12.4	2.04	3.54	2.12
N1P1K1	2.36	0.81	0.52	13.5	1.87	3.5	2.16
N2P1K1	2.48	0.80	0.51	14.1	1.85	3.51	2.14
N1P2K1	2.37	0.88	0.52	13.5	1.96	3.59	2.19
N2P2K1	2.57	0.89	0.53	14.6	1.88	3.60	2.18
N2P2K2	2.52	0.92	0.55	14.4	1.89	3.62	2.21
N3P2K1	2.62	0.84	0.51	14.9	1.86	3.62	2.16
N3P2K2	2.60	0.85	0.53	14.8	1.88	3.53	2.17
N2P3K1	2.52	0.89	0.52	14.4	1.98	3.54	2.18
N2P3K2	2.50	0.91	0.54	14.3	2.01	3.61	2.22
N3P3K1	2.65	0.89	0.52	15.1	1.88	3.57	2.19
N3P3K3	2.70	0.91	0.58	15.4	1.90	3.58	2.24
Навоз + NPK	2.56	0.91	0.56	14.6	2.01	3.63	2.20
Расчетный	2.72	0.92	0.55	15.5	1.92	3.52	2.21

Как показали результаты многочисленных исследований, с помощью удобрений можно не только повысить урожайность, но и качество получаемой продукции [1–9]. Итоги наших исследований также подтвердили это утверждение. Показано, что применение удобрений способствовало увеличению урожайности зерна озимой пшеницы и улучшению его химического состава. Например, при систематическом внесении удобрений в почву в зерне во всех вариантах опыта возросло содержание азота и протеина (табл. 3). При этом отметили положительное влияние возрастающих доз азота (в 2 и 3 раза) в составе NPK. Благодаря этому наибольшее количество азота накоплено в зерне при внесении тройной и расчетной доз NPK (2.70 и 2.72% азота и 15.4 и 15.6% протеина соответственно).

Содержание фосфора и калия в зерне тоже увеличилось в удобренных вариантах по сравнению с контролем, но в меньшей степени, чем азота. Различия между вариантами были незначи-

тельными, особенно для калия, тем не менее, можно проследить тенденцию к большему накоплению этих питательных элементов по мере увеличения их доз в составе NPK.

В биохимическом составе зерна наряду с повышением содержания протеина под действием удобрений отметили снижение количества жира по сравнению с контролем, хотя и в небольшой степени. Несколько иное отмечено для содержания клетчатки: в большинстве вариантов ее содержание превышало контроль, но находилось в пределах ошибки анализа, поэтому определенной закономерности выявить не удалось. По количеству золы все варианты с применением удобрений превосходили контроль. Наибольшую зольность отметили в вариантах с внесением повышенных доз NPK. Согласно полученным данным, можно заключить, что применение удобрений положительно влияло на химический и биохимический состав зерна озимой пшеницы, т.е. способствовало повышению его качества.

Таблица 4. Физические и технологические показатели качества зерна озимой пшеницы в зависимости от примененных систем удобрения (2016 г.)

Вариант	Натура, г/л	Стекловидность, %	Сырая клейковина		
			содержание, %	ИДК, ед.	группа качества
Контроль	770	47	25.4	90	II
N1P1K1	768	51	27.1	88	II
N2P1K1	760	54	27.7	75	I
N1P2K1	762	52	26.3	89	II
N2P2K1	757	55	28.6	79	II
N2P2K2	759	58	29.2	73	I
N3P2K1	750	62	29.4	85	II
N3P2K2	752	60	29.6	81	II
N2P3K1	751	58	27.9	84	II
N2P3K2	757	56	27.8	87	II
N3P3K1	755	59	30.1	71	I
N3P3K3	758	60	31.2	79	II
Навоз + NPK	760	57	28.9	78	II
Расчетный	756	61	30.4	70	I

Внесение удобрений оказало положительное влияние на некоторые физические и технологические свойства зерна (табл. 4). По натурной массе зерна все удобренные варианты незначительно уступали неудобренному контролю, причем с увеличением уровня удобренности этот показатель снижался в большей степени. В удобренных вариантах лучшими были показатели стекловидности и содержания сырой клейковины. Наибольшими они были в вариантах с тройной дозой азота и в расчетном (59–62% – стекловидность и 29.4–31.2% – сырая клейковина), что положительно коррелировало с содержанием протеина.

Таким образом, оптимальным вариантом системы удобрения для озимой пшеницы, характеризующимся лучшими показателями роста, развития растений, продуктивности и ее структуры, химического состава и качества зерна в условиях 2016 г. являлся расчетный вариант N110P90K70.

ВЫВОДЫ

1. По мере увеличения доз удобрений рост растений озимой пшеницы усиливался, площадь листьев становилась больше. Хотя относительное содержание сухого вещества в растениях уменьшилось, его сбор с 1 га значительно повысился по сравнению с контролем за счет большей урожайности. Наилучшим по этим показателям был расчетный вариант удобрения.

2. Внесение удобрений под озимую пшеницу в дозах N50–150P40–120K40–120 обеспечило в условиях 2016 г. прибавку урожая зерна от 1.10 до 3.52 т/га (36.2–116%). Более предпочтительными

оказались варианты 2NPK с дозой N100P80K80 и расчетный N110P90K70.

3. Применение удобрений обеспечило улучшение химического состава зерна, повышение содержания в нем протеина, золы, улучшение показателя стекловидности и содержания сырой клейковины, что свидетельствовало об улучшении его качества. Суммарная оценка полученных показателей указывала на преимущество внесения расчетной дозы N110P90K70, обеспечившей получение 6.43 т зерна/га 1-й группы качества с содержанием протеина 15.5%, стекловидностью 61%, содержанием сырой клейковины 30.4%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дзанагов С.Х. Эффективность удобрений в севообороте и плодородие почв. Владикавказ: Горский ГАУ, 1999. 363 с.
2. Басиев А.Е. Продуктивность звена полевого севооборота и агрохимические свойства выщелоченного чернозема в зависимости от системы удобрения: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Владикавказ, 2005. 24 с.
3. Кануков З.Т. Влияние удобрений на урожайность, качество сельскохозяйственных культур, продуктивность звена севооборота и агрохимические свойства выщелоченного чернозема РСО–Алания: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Владикавказ, 2009. 25 с.
4. Кануков З.Т., Дзанагов С.Х., Басиев А.Е., Лазаров Т.К. Влияние длительного применения удобрений на урожайность и качество озимой пшеницы и клевера лугового на черноземе выщелоченном РСО–Алания // Изв. Горского ГАУ. 2012. Т. 49. Ч. 3. С. 10–14.

5. Лазаров Т.К. Влияние удобрений на продуктивность звена полевого севооборота и агрохимические свойства выщелоченного чернозема лесостепной зоны РСО— лания: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Нальчик, 2001. 23 с.
6. Минеев В.Г. Избранное (В 2-х частях): Агрохимия и качество пшеницы. Экологические проблемы и функции агрохимии. М.: Изд-во МГУ, 2005. 604 с.
7. Романенко Г.А., Тютюнников А.И., Сычев В.Г. Удобрение, значение, эффективность применения. М.: РАСХН, 1998. 374 с.
8. Сычев В.Г. Основные ресурсы урожайности сельскохозяйственных культур и их взаимосвязь. М.: ЦИНАО, 2003. 226 с.
9. Шеуджен А.Х. Агрохимия. Ч. 3. Экспериментальная агрохимия. Краснодар: КубГАУ, 2016. 755 с.
10. Застежко Н.Н., Феденко Л.В., Головинов А.А., Кравченко В.Г. Влияние новых удобрительных средств на урожайность зерна озимой пшеницы // Мат-лы регион. научн.-практ. конф. “Удобрения и урожай”. (Краснодар, 8–10 декабря 2004 г.) / Под ред. Шеуджена А.Х. Майкоп: ГУРИПП “Адыгея”, 2005. С. 160–163.
11. Hlisnikovsky L., Kunzova E. Effect of mineral and organic fertilizers on yield and technological parameters of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) on illimerized luvisol // Polish J. Agron. 2014. № 17. P. 18–24.
12. Bisgan I. Impact of different fertilization system on the content of total, protein and onprotein nitrogen in plants cultivated in crop rotation on typical chernozem // Stiinta Agricola. 2013. № 2. P. 21–24.
13. Costa L., Zucarelli C., Riede C.R. Splitting of nitrogen fertilization on the yield performance of wheat genotypes // Rev. Cienc. Agron. 2013. V. 44. № 2. P. 215–224.
14. Ivanova A., Tsenov N. Effect of year and fertilization on total biomass formation during the vegetation period of common wheat varieties // Растен. науки. 2014. V. 51. № 2–3. P. 121–124.
15. Iwabuchi T., Matsue Y., Matsunaka H. Effects of nitrogen topdressing before and after heading and foliar spraying of urea on dough characteristics of bread wheat Minaminokaori // Japan. J. Crop Sci. 2013. V. 82. P. 135–140.
16. Delibaltova V., Kirchev H., Zheliazkov I., Dyulgerski Y. Investigation on yield and grain quality of bread wheat varieties in Southeast Bulgaria // Bulg. J. Agr. Sci. 2014. V. 20. № 1. P. 96–100.
17. Chwil S. Effects of foliar feeding under different soil fertilization conditions on the yield structure and quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) // Acta Agrobotanica. Soc. Botanicorum Poloniae. Lublin, 2014. V. 67 (4). P. 135–144.
18. Shimasaki Y, Akasaka V., Watanabe Y. Nitrogen content of wheat plants at anthesis affects grain protein content and its increase in response to nitrogen topdressing at anthesis // Japan. J. Crop Sci. 2015. V. 84. № 2. P. 140–149.
19. Racz I., Kadar R., Moldovan V., Has I. Performance and stability of grain yield and yield components in some winter wheat varieties // Romanian Agr. Res. /Agr. Res. Develop. Inst. Fundulea. 2015. № 32. P. 11–18
20. Езеев А.А., Дзанагов С.Х. Агрохимическая характеристика чернозема выщелоченного Силтанукской возвышенности // Изв. Горского ГАУ. 2011. Т. 48. Ч. 1. С. 32–34.
21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
22. Митрохина О.А., Проценко Е.П., Сапрыкина Т.В., Проценко А.А. Эффективность применения микроудобрений на черноземах типичных под озимую пшеницу // Достиж. науки и техники АПК. 2009. № 2. С. 47–49.

Effect of Long-Term Fertilization on Growth Indicator, Yield and Quality of Winter Wheat Grain

S. Kh. Dzanagov^{a, #}, T. K. Lazarov^a, B. S. Kaloev^a, Z. A. Kubatieva^a, and R. V. Kalagova^{b, ##}

^a Gorsky State Agrarian University
ul. Kirova 37, Vladikavkaz 362040, Russia

^b North Ossetian State Medical Academy
ul. Pushkinskaya 40, Vladikavkaz 362019, Russia

[#] E-mail: ggau@globalalania.ru

^{##} E-mail: dekanatsogma@mail.ru

In the stationary field experiment the effect of systematic fertilization in field crop rotation on yield, product quality, crop rotation productivity and the main fertility indicators of leached chernozem of the Republic of North Ossetia–Alania was investigated since 1972. In 2016 the new variety of winter wheat Grom was grown. The effectiveness of various fertilizer systems under long-term application was studied. It was established that in control treatment without fertilization the grain yield slightly exceeded the yield of the first 4 crop rotations, whereas in the fertilized treatments it significantly exceeded it. This was due to soil fertility improvement under systematic fertilization. Fertilizers had a positive effect on crop height, leaf area formation, dry biomass accumulation, yield and grain quality of winter wheat. The effect of different combinations of nitrogen, phosphorus, potassium (NPK) rates, with and without manure and recommended NPK rate were studied. The treatments with application of N2P2K2 (N100P80K80) and the recommended rate N110P90K70 were superior ones, with first quality wheat grain yield 6.56 and 6.43 tons per hectare, respectively.

Key words: long-term fertilization, growth indicator, yield, grain quality, winter wheat.