

УДК 631.559:631.8

ЧУХИНА Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, декан факультета агрономии и лесного хозяйства Вологодской государственной молочно-хозяйственной академии имени Н.В. Верещагина. Автор 96 научных публикаций

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЗИМОЙ РЖИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЕЕ В СЕВООБОРОТЕ

В статье показано, что в среднем за 4 года исследований на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Вологодской области расчетные системы удобрений существенно повышают урожайность озимой ржи сорта Волхова: зерна на 41–61 %, соломы – на 45–70 %. Получение планового уровня урожайности в 3,5 т/га обеспечили органоминеральная система удобрений и система с максимальной дозой азотных удобрений, т. е. применение на культуре двух подкормок азотными удобрениями. Внесение удобрений при посеве из расчета 1ц/га в физическом весе в два года из четырех обеспечило существенную прибавку урожайности зерна озимой ржи. При применении расчетных доз удобрений увеличивается содержание «сырого» протеина на 11–18 %. Наибольшее содержание «сырого» протеина в зерне озимой ржи было достигнуто при использовании максимальной дозы азотного удобрения (N130P40K65), разница с контролем без удобрений составляет 1,94 %. Применение двух подкормок озимой ржи азотными удобрениями N130P40K65 (N38+12+40+40P40K65) существенно, в 1,9 раза, увеличило сбор «сырого» протеина с урожаем зерна озимой ржи по сравнению с контролем. Натуральный вес зерна соответствует базисным кондициям независимо от вносимых доз удобрений, составляет в среднем по опыту 695 г/л, число падения в среднем за годы исследований соответствует 2-му классу, в среднем по опыту составляет 195 с. Озимая рожь относится ко 2-му классу и характеризуется как продовольственная, хорошая по качеству для использования в хлебопечении.

Ключевые слова: *протеин озимой ржи, число падения озимой ржи, натура озимой ржи.*

В Вологодской области агроклиматические условия благоприятны для роста и развития озимой ржи. Культура возделывалась с незапамятных времен, причем на большой сельскохо-

зяйственной площади и преимущественно для хлебопекарных целей. В настоящее время площади посева составляют лишь 2 тыс. га, выращенная рожь используется для приготовления

кормов (зеленая масса, зернофураж, зерносе-наж). При этом ржаную муку для хлебопечения область вынуждена завозить.

Важнейшим средством повышения урожайности сельскохозяйственных культур является применение удобрений. В то же время наиболее высокая их эффективность достигается там, где они вносятся в соответствии с биологическими требованиями растений и с учетом агрохимических показателей плодородия почв. Наиболее эффективно применение удобрений в определенной системе при существующем чередовании культур в севообороте (агроценозе), т. к. только в этом случае максимально полно учитывается не только действие, но и последствие как органических, так и минеральных форм. Удобрения влияют на количество и качество растениеводческой продукции, биологические, физико-химические и многие другие почвенно-агрохимические показатели плодородия почв. Только научно обоснованная система удобрения в каждом севообороте может обеспечить получение плановых уровней урожая возделываемых культур хорошего качества с соблюдением требований охраны окружающей среды [1, 2, 3].

Производство высококачественного зерна озимой ржи является основной целью государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы¹. Программа направлена на обеспечение продовольственной независимости России в параметрах, заданных Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года № 120.

Производство собственного зерна, пригодного для хлебопечения, позволит улучшить ситуацию с закупкой ржаной муки, поддержать

сельскохозяйственных производителей региона, увеличить количество рабочих мест.

Цель нашего исследования – выявить оптимальную дозу удобрений для получения зерна озимой ржи высокой урожайности для хлебопекарных целей в севообороте в условиях Вологодской области. У рассматриваемого сорта «волхова», районированного в условиях Вологодской области, показатель числа падения в отдельные годы составляет 200–280 с, это значение является оптимальным для выпечки хлеба высокого качества [2].

Методика и условия проведения исследований. Исследования проводились в 2010–2013 годах в длительном полевом опыте, заложенном в 1990 году на учебно-опытном поле Вологодской государственной молочнохозяйственной академии. Опыт включен в реестр Государственной сети опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами (аттестат длительного опыта № 164).

Вологодская область относится к подзоне южной тайги, климат умеренно-континентальный. Период с положительными температурами составляет 195–210 дней, вегетационный период – до 130 дней на юге. Область расположена в зоне избыточного увлажнения. Средняя годовая сумма осадков – 560–600 мм.

Погодные условия в годы исследований были нетипичными для Вологодской области и сильно отличались от среднемноголетних значений. Наблюдалась значительная нехватка влаги в 2010–2012 годах и жаркая погода летом 2010 и 2011 годов, что обусловило неполучение плановой урожайности культур севооборота. Особенно пострадали викоовсяная смесь и яровой ячмень, что связано с коротким периодом их вегетации. Более растянутый период вегетации картофеля и озимой ржи позволил получить более высокий урожай с этих культур.

¹ Государственной программе «Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Вологодской области на 2013–2020 годы» (с изменениями и дополнениями): Постановление правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717. URL: <http://base.garant.ru/70210644/> (дата обращения: 13.10.2014)

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая со средним уровнем окультуренности. Перед закладкой опыта в 1990 году пахотный слой почвы опытного участка характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса равнялось 3,28 %, содержание подвижного фосфора – 266 мг/кг почвы, обменного калия – 114 кг/кг. В 2010 году на контроле содержание гумуса – 2,56 %, содержание подвижного фосфора уменьшилось до 132 мг/кг почвы, обменного калия – до 55 мг/кг.

Исследования по изучению влияния различных доз удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур проводятся в четырехпольном севообороте. Чередование культур в данном случае таково: викоовсяная смесь на зеленую массу (вика – сорт «Львовская-22», овес – сорт «Боррус»), озимая рожь (сорт «Волхова»), картофель (сорт «Елизавета»), ячмень (сорт «Выбор»).

Схема опыта в годы исследований:

1-й вариант без удобрений – контроль,

2-й вариант – с применением минимальных доз удобрений культур (припосевного и припосадочного),

3-й, 4-й – варианты исследуемых минеральных систем удобрения, различающихся дозой азота,

5-й вариант – органо-минеральная система, эквивалентная по дозе удобрений 3-му варианту минеральной системы удобрений.

Системы удобрения рассчитаны по методике Ю.П. Жукова для получения плановых урожайностей: озимой ржи – 3,5, картофеля – 25, ячменя – 3,5, викоовсяной смеси – 25 т/га.

Применен метод расчета с помощью балансовых коэффициентов (Кб) по формуле: $K_b = (B/D) \times 100 \%$, где B – вынос питательного элемента культурой, D – доза применяемого удобрения [1]. Балансовые коэффициенты по фосфору и калию на 3-м, 4-м и 5-м вариантах соответствуют 100 % (нулевой баланс) и 150 % (отрицательный баланс). Балансовые коэффициенты по азоту на 3-м и 5-м варианте – 120 % (отрицательный ба-

ланс), на 4-м варианте – 80 % (положительный баланс).

Повторность опыта четырехкратная, размещение делянок усложненно-систематическое. Площадь одной делянки составляет 140 м², размер делянки – 14 × 10 м.

Под зяблевую вспашку вносили фосфорные и калийные удобрения в виде двойного суперфосфата и калийной соли, а также 40 т/га торфо-навозного компоста. Весной проводили предпосевную культивацию, под которую вносили азотные удобрения в виде аммиачной селитры. При посеве вносили под озимую рожь, викоовсяную смесь и ячмень сложное азотно-фосфорно-калийное удобрение, под картофель – нитроаммофос (на 2-м варианте только при посадке). На 3-м, 5-м вариантах применяли одну весеннюю подкормку азотными удобрениями растений озимой ржи, а на 4-м варианте – 2 подкормки, вторая – в фазу колошения.

Агротехника – общепринятая по Вологодской области.

Учет урожайности всех культур проводили сплошным методом.

Урожай приведены к стандартной влажности: зерно – 14 %, солома – 16 %.

Перед уборкой зерновых проводился отбор пробного снопа. Отбор образцов происходил за день до уборки культуры. В образцах проводилось определение содержания азота и сырого протеина по ГОСТ 13496.4-93 [4].

Натуру определяли с помощью литровой пурки, число падения – с помощью специального прибора ПЧП-3 в соответствии с ГОСТ 30498-97 (ИСО 3093-82) [5].

Стандарт на рожь заготавливаемую предусматривает деление на две группы. Первая группа – зерно, соответствующее базисным кондициям, вторая группа – зерно, соответствующее ограничительным кондициям.

В соответствии с базисными кондициями в Вологодской области влажность зерна должна быть не более 14,5 %, натура – 680 г/л, сорной и зерновой примесей не должно быть более 1 %. Зараженность вредителями не допускается. По ограничительным кондициям допу-

БИОЛОГИЯ

скается более высокая влажность зерна ржи – 19 %, содержание сорной примеси – до 5 %, зерновой – до 15 % и зараженность клещом.

Рожь, заготавливаемую в областях, подразделяют по числу падения на 4 класса: 1-й класс – более 200 с, 2-й – 200–141 с, 3-й – 140–80 с, 4-й – менее 80 с.

Также рожь подразделяют на две группы качества без учета числа падения:

1. Рожь 1-го, 2-го и 3-го классов, или группы А, предназначена для переработки в муку;

2. Рожь 4-го класса, или группы Б, – для кормовых целей и для переработки в комбикорма.

Требования к качеству заготавливаемого и поставляемого к переработке зерна ржи жесткие. Ограничительная норма для поставляемого зерна предусматривает наличие зерновой смеси сорной примеси не более 2 %, а для заготавливаемого – 5 %. Поставляемое зерно может содержать испорченных зерен не более 1 %, куколя – 0,5 %, минеральной примеси – 0,3 %, вредных примесей – 0,2 % (спорыньи – 0,05 %, горчака ползучего и вяза разноцветного – 0,1 %). А наличие таких примесей, как гелиотроп, триходесма седая, софора лисохвостная, термопсис ланцетный (мышатник) не допускается.

В почвенных образцах определяли: рН солевой вытяжки – потенциметрически, подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову,

гидролитическую кислотность – по Каппену, сумму поглощенных оснований по Каппену – Гильковицу, гумус – по Тюрину.

Математическая обработка материалов исследований проведена методом однофакторного дисперсионного анализа при помощи программы «Excel» и по Б.А. Доспехову [6].

Результаты и обсуждение. Средние значения урожайности зерна озимой ржи по годам исследований отражены в *табл. 1*.

Погодные условия 2010–2012 годов оказывали значительное влияние на урожайность озимой ржи. В 2010, 2013 годах высокие температуры и недостаток влаги в период цветения – налива зерна отрицательно повлияли на урожайность культуры, она была меньше плановой. Условия увлажнения в 2011 и 2012 годах сложились более благоприятно для произрастания озимой ржи, и урожайность культуры превысила плановую.

Применение удобрений увеличивало урожайность культуры. Минимальная система удобрений существенно повышала урожайность зерна в 2011 и 2012 годах.

Применение расчетных систем удобрения существенно (на 0,95 – 1,46 т/га в 2010 году) повышало урожайность зерна по сравнению с минимальной дозой удобрения и с вариантом без применения удобрений. В 2010 году применение расчетных систем удобрения с после-

Таблица 1

УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ, т/га

Вариант	Годы				Средняя	Прибавка к контролю	
	2010	2011	2012	2013		т/га	%
1-й, без удобрений	1,69	2,37	3,17	2,16	2,35	–	–
2-й, N12P16K16	1,90	3,12	3,58	2,53	2,78	0,43	18
3-й, N90P40K65	2,88	3,58	3,84	2,96	3,32	0,96	41
4-й, N130P40K65	3,35	3,89	4,50	3,44	3,80	1,44	61
5-й, последствие 40 т/га торфонавозного компоста+N80P35K65	2,85	3,86	4,19	3,12	3,50	1,16	49
НСР ₀₅	0,33	0,39	0,23	0,50	–	–	–

действием торфонавозного компоста и без него (3-й, 5-й варианты) не различались по влиянию на урожайность зерна озимой ржи. В двух годах исследований из четырех две подкормки озимой ржи обеспечили существенную прибавку урожайности зерна по сравнению с одной (4-й вариант по сравнению с 3-м и 5-м вариантами). Максимальная урожайность озимой ржи – 3,35 т/га в 2010 году, 3,89 т/га в 2011-м, 4,50 т/га в 2012-м и 3,44 т/га в 2013-м – была получена при применении системы удобрения, рассчитанной на положительный баланс по азоту (4-й вариант).

В среднем за 4 года исследований получение плановой урожайности обеспечило применение органоминеральной системы удобрений и системы с максимальной дозой азотных удобрений (5-й и 4-й варианты соответственно).

Урожайность побочной продукции, как и основной, зависела от погодных условий в годы исследований (табл. 2).

Внесение удобрений, как в минимальной, так и в расчетных дозах, повышало урожайность побочной продукции. Это повышение на озимой ржи составило 18–70 % по сравнению с контролем. Наибольшая урожайность соломы отмечалась при применении минеральной системы с максимальной дозой азота на озимой ржи.

В целом за 4 года исследований урожайность побочной продукции озимой ржи возрастала при более благоприятно складывающихся погодных-климатических условиях в период вегетации, а также при применении удобрений.

В среднем в 2010–2013 годах применение удобрений в четырехпольном севообороте повышало содержание «сырого» белка в зерне озимой ржи на 0,19–1,94 %, или на 2–18 отн. % (табл. 3).

Внесение удобрений при посеве незначительно повысило содержание «сырого» протеина в зерне озимой ржи по сравнению с контролем. Эквивалентные дозы удобрений минеральной и органоминеральной систем

Таблица 2

УРОЖАЙНОСТЬ СОЛОМЫ ОЗИМОЙ РЖИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ, т/га

Вариант	Годы				Средняя	Прибавка к контролю	
	2010	2011	2012	2013		т/га	%
1-й, без удобрений	2,6	3,3	4,4	2,8	3,3	–	–
2-й, 2N12P16K16	3,0	4,3	5,1	3,3	3,9	0,6	18
3-й, N90P40K65	4,7	5,2	5,5	4,0	4,8	1,5	45
4-й, N130P40K65	5,5	5,8	6,7	4,6	5,6	2,3	70
5-й, последствие 40 т/га торфонавозного компоста + N80P35K65	4,8	5,6	6,2	4,1	5,2	1,9	58

В 2010 году на контроле она была наименьшей и составила 2,6 т/га соломы озимой ржи. В 2013-м расчетные дозы удобрений повлияли на урожайность соломы меньше, чем в другие годы исследований. В более благоприятных условиях 2011 и 2012 годов урожайность соломы была выше.

влияли на содержание «сырого» протеина в зерне озимой ржи одинаково.

Наибольшее содержание «сырого» протеина в зерне озимой ржи оказалось на варианте с максимальной дозой азотного удобрения (N130P40K65), что выше данных контроля без удобрений на 1,94 %.

**СРЕДНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ, СБОР «СЫРОГО» ПРОТЕИНА С УРОЖАЕМ ОЗИМОЙ РЖИ
В ЧЕТЫРЕХПОЛЬНОМ СЕВООБОРОТЕ В 2010–2013 годах**

Вариант	Содержание «сырого» протеина, %	Прибавка к контролю		Сбор «сырого» протеина с урожаем, кг/га	Прибавка к контролю	
		%	отн. %		кг/га	%
1-й, контроль (без удобрений)	10,55	–	–	246	–	–
2-й, N ₁₂ P ₁₆ K ₁₆	10,74	0,19	2	296	50	20
3-й, N ₉₀ P ₄₀ K ₆₅	11,74	1,19	11	390	144	58
4-й, N ₁₃₀ P ₄₀ K ₆₅	12,49	1,94	18	477	231	94
5-й, N ₈₀ P ₃₅ K ₆₅ + 4-й год действия 40 т/га торфонавозного компоста	11,92	1,37	13	418	172	70

В 2010–2013 годах сбор «сырого» протеина с урожаем зерна озимой ржи возрастал с увеличением изучаемых доз удобрений (табл. 3).

Применение двух подкормок озимой ржи существенно увеличило сбор «сырого» протеина с урожаем зерна озимой ржи N38+12+40+40P40K65 (4-й вариант). Максимальная доза азотного удобрения N130P40K65 значительно (в 1,9 раза) повысила сбор «сырого» протеина с урожаем по сравнению с контролем (без удобрений) (4-й вариант в сравнении с 1-м вариантом).

Натура зерна озимой ржи менялась незначительно в зависимости от доз удобрений. Наблюдалась лишь тенденция ее увеличения

(табл. 4). Погодные условия в годы исследований также мало влияли на натуральный вес зерна, в пределах 5–6 %. Натуральный вес зерна при применении удобрений соответствовал базисным кондициям, на всех вариантах исследований – выше 680 г/л.

Число падения варьировалось незначительно в зависимости от изучаемых доз удобрений и соответствовало в годы исследований 1–2-му классу. В среднем за 4 года исследований число падения зерна озимой ржи соответствовало 2-му классу (табл. 4).

По полученным данным исследований выявлено, что озимая рожь «Волхова» относится ко 2-му классу и характеризуется как продо-

НАТУРА И ЧИСЛО ПАДЕНИЯ ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ В ЧЕТЫРЕХПОЛЬНОМ СЕВООБОРОТЕ

Вариант	Натура зерна озимой ржи, г/л	Число падения по годам исследований, с				
		2010	2011	2012	2013	среднее
1-й, контроль (без удобрений)	694	275	202	142	168	197
2-й, N ₁₂ P ₁₆ K ₁₆	699	228	204	160	175	192
3-й, N ₉₀ P ₄₀ K ₆₅	691	224	208	156	162	188
4-й, N ₁₃₀ P ₄₀ K ₆₅	698	287	204	140	152	196
5-й, N ₈₀ P ₃₅ K ₆₅ + 4-й год действия 40 т/га торфонавозного компоста	692	276	226	149	158	202

вольственная, хорошая по хлебопекарному качеству.

Выводы:

1. На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в среднем за 4 года исследований, 2 из которых отличались нетипичной сухой и жаркой погодой в период вегетации

растений, расчетные системы удобрений повышали урожайность озимой ржи на 0,96 – 1,44 т/га.

2. В условиях Вологодской области озимая рожь «Волхова» относится ко 2-му классу и характеризуется как продовольственная, хорошая по хлебопекарному качеству.

Список литературы

1. Жуков Ю.П. Система удобрений в хозяйствах Нечерноземья. М., 1982. 216 с.
2. Жуков Ю.П., Чухина О.В., Куликова Е.И. и др. Эффективность применения удобрений под озимую рожь в условиях Вологодской области // Плодородие. 2011. № 6. С. 7–9.
3. Ненайденко Г.Н., Трифонова М.Ф. Рациональное применение удобрений при интенсивных технологиях зерновых в Нечерноземье. Л., 1991. 224 с.
4. ГОСТ 13496.4–93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Введ. 1995.01.01. М., 1993.
5. ГОСТ 30498–97 (ИСО 3093–82). Зерновые культуры. Определение числа падения. Введ. 1998.07.01. М., 1997.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.

References

1. Zhukov Yu.P. *Sistema udobrenij v hozjajstvah Nechernozem'ja* [Fertilizer System at the Farms of Nonblack Soil Zone]. Moscow, 1982. 216 p.
2. Zhukov Yu.P., Chukhina O.V., Kulikova E.I. et al. *Jeffektivnost' primenenija udobrenij pod ozimuju rozh' v uslovijah Vologodskoj oblasti* [Efficiency of Fertilizer Application for Winter Ruttishness in a Climate of the Vologda Region]. *Plodородие*, 2011, no. 6, pp. 7–9.
3. Nenaidenko G.N., Trifonova M.F. *Racional'noe primenenie udobrenij pri intensivnyh tehnologijah zernovyh v Nechernozem'e* [Rational Use of Fertilizers at Crops Intensive Technologies at the Nonblack Soil Zone]. L., 1991. 224 p.
4. *GOST 13496.4–93. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredelenija sodержanija azota i syrogo proteina* [Feeding Stuff, Combined Feed, Feed Milling Roughage. Methods of Nitrogen and Crude Protein Determination]. Moscow, 1993.
5. *GOST 30498–97 (ISO 3093–82). Zernovye kul'tury. Opredelenie chisla padenija* [Crops. Determination of the Falling-Number]. Moscow, 1997.
6. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of the Field Experiment]. Moscow, 1985. 351 p.

Chukhina Olga Vasilyevna

The Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy
(Vologda, Russia)

INFLUENCE OF VARIOUS DOSES OF FERTILIZERS ON QUALITY INDICATORS OF THE WINTER RUTTISHNESS AT ITS CULTIVATION IN THE CROP ROTATION

The paper reports that on the average for 4 years of research of the soddy podzolic and clay-loam soil of the Vologda region the settlement fertilizer systems significantly increase the productivity of a winter ruttishness of a Volkhov breed: grains of 41 – 61 %, straw – of 45 – 70 %. The planned level

of yield in volume of 3,5 t/ha was provided by organo-mineral fertilizer system and the system with the maximum dose of nitrogenous fertilizers, i.e. by the application of two kinds of nitrogen fertilizing. Application of fertilizers at crops at the rate of 1dt/ha in physical weight two years from four provided an essential increase of productivity of grain of winter ruttishness. The treatment of the settlement doses of fertilizers increases the content of a "crude" protein of 11 – 18 %. The highest content of a "crude" protein in grain of a winter ruttishness appeared at the maximum dose of nitric fertilizer (N130P40K65) that exceeded the control pattern without fertilizers for 1,94 %. The treatment of two extra nutritions of the winter ruttishness by nitrogen fertilizers N130P40K65 (N38+12+40+40P40K65) has increased the collection of a "crude" protein with a grain yield of a winter ruttishness in comparison with the control pattern (without fertilizers) by 1,9 times. The natural weight of grain corresponds to the basic standards irrespective of the introduced doses of fertilizers, and averages 695 g/l, the falling number corresponds to the 2nd class and averages 195 s. The winter ruttishness belongs to the 2nd class, and it is characterized as food, good on baking quality.

Keywords: *protein of a winter ruttishness, falling number of a winter ruttishness, nature of a winter Ruttishness.*

Контактная информация:

адрес: 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2;

e-mail: Dekanagro@molochnoe.ru

Рецензент – *Капустин Н.И.*, доктор сельскохозяйственных наук, и. о. профессора кафедры земледелия и агрохимии Вологодской молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина