

УДК 631.559:631.8

*ЧУХИНА Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, декан факультета агрономии и лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина. Автор 92 научных публикаций*

## **ВЛИЯНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ДОЗЫ И РАСЧЕТНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР В СЕВОБОРОТЕ**

В статье обсуждаются результаты исследований по влиянию на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Вологодской области различных доз удобрений на урожайность основной и побочной продукции, кормовую ценность культур севооборота. Показано, что расчетные системы удобрений повышали урожайность викоовсяной смеси на 4,58–5,83 т/га, озимой ржи на 1,02–1,50 т/га, картофеля – на 7,02–8,98 т/га, ячменя – на 0,55–0,77 т/га; при этом сбор сырого белка возрастал в 1,6–1,8 раза.

**Ключевые слова:** удобрения, урожайность, севооборот, сырой протеин.

В Государственной программе «Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Вологодской области на 2013–2020 годы» экономически значимыми направлениями развития сельского хозяйства региона являются развитие мясного и молочного скотоводства, являющиеся традиционными для области. В период с 2000 по 2011 годы производство молока во всех категориях хозяйств области сократилось на 48,3 тыс. т., производство мяса с 84,6 до 75 тыс. т., при этом говядины стали получать меньше на 37 % [11].

Рост производства продукции животноводства возможен только при наличии достаточного количества полноценных кормов собственного производства, поэтому повышение продуктив-

ности сельскохозяйственных культур – важная задача, стоящая перед наукой и производством области.

На рост урожайности и повышение качества сельскохозяйственных культур влияет комплекс факторов, действующих на растение в период вегетации. К числу этих факторов относятся влагообеспеченность, тепловой режим, наличие в почве питательных веществ в доступной для растений форме и многие другие. Из их числа наиболее легко регулируется обеспечение растений питательными веществами с помощью внесения минеральных и органических удобрений, дозы которых должны соответствовать потребностям растения, обеспечивать увеличение урожайности и продуктивности культуры.

На сегодняшний день определение оптимальных норм удобрений проводится на основе экспериментальных, нормативных, балансовых, а также экономико-математических методов. Известны также методы элементарного баланса расчета доз удобрений на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур, на планируемую прибавку урожайности и др. [12, 17].

Ю.П. Жуковым был предложен научно-методический подход к расчету доз вносимых удобрений, выраженному через балансовые коэффициенты, для определения степени соответствия продуктивности культур при существующей технологии их возделывания плодородию почв, а также для агроэкологического анализа состояния и перспектив применения удобрений [14].

Применение дифференцированных балансовых коэффициентов позволит разработать системы удобрений, обеспечивающие получение плановых урожаев с одновременным регулированием показателей эффективного плодородия почв, соблюдением требований охраны окружающей среды.

Целью наших исследований является изучение влияния минимальной дозы, минеральных и органо-минеральной систем удобрений на продуктивность культур, возделываемых в системе кормового севооборота.

**Методика и условия проведения исследований.** Исследования проводились в 2010–2012 годы 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. Средняя температура зимой равна минус 11–14 °С, летом плюс 18–20 °С. Период с положительными температурами составляет 195–210 дней, вегетационный период от 110 дней на северо-востоке до 130 дней на

юге. Область расположена в зоне избыточного увлажнения. Средняя годовая сумма осадков составляет 480–500 мм на востоке области и 560–600 мм – на западе. Хвойные (в основном еловые) леса покрывают около 75 % территории. Почвы суглинистые, преобладают подзолистые и дерново-подзолистые, реже встречаются дерново-карбонатные почвы. По данным агрохимических обследований на 01.01.2006 57,7 % пахотных угодий области имеют кислую среду и нуждаются в известковании, 74,7 % почв области имеют низкую и среднюю обеспеченность обменным калием (средний показатель  $K_2O$  равен 99 мг/кг). Содержание фосфора в среднем по области соответствует 4 группе обеспеченности (средний показатель  $P_2O_5$  равен 129 мг/кг). Средний показатель содержания гумуса в почвах области равен 2,66 % по данным 2005 года.

Погодные условия в годы исследований были нетипичными для Вологодской области и значительно отличались от среднемноголетних значений. Наблюдалась значительная нехватка влаги во все годы исследований 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 непродолжительностью их вегетационного периода. Более растянутый период вегетации картофеля и озимой ржи позволил этим культурам сформировать более высокий урожай.

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 сель-

скохозяйственных культур проводятся в четырехпольном севообороте. Чередование культур в данном севообороте таково: вико-овсяная смесь на зеленую массу (вика – сорт Льговская, овес – сорт Боррус), озимая рожь (сорт Волхова), картофель (сорт Елизавета), ячмень (сорт Выбор).

Схема опыта в годы исследований представляет собой:

– вариант без удобрений – контроль,  
– вариант с применением минимальных доз удобрений культур (припосевного и припосадочного),

– 3, 4 два варианта исследуемых минеральных систем удобрения, различающихся дозой азота,

– вариант органо-минеральной системы, эквивалентной по дозе удобрений третьему 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:  $K_b = (B/D) * 100\%$ , где В – вынос питательного элемента культурой, Д – доза применяемого удобрения [14]. Балансовые коэффициенты по фосфору и калию на 3, 4 и 5 вариантах соответствуют 100 % (нулевой баланс) и 150 % – отрицательный баланс. Балансовые коэффициенты по азоту на 3 и 5 варианте – 120 % (отрицательный баланс), на 4 варианте – 80 % (положительный баланс). Нулевой баланс по фосфору планируется исходя из того, что в почве опытного участка, так же как в почвах Вологодской области повышенное или высокое, и его следует поддерживать на таком уровне.

Повторность опыта четырехкратная, размещение делянок усложненно-систематическое. Площадь одной делянки составляет 140 м<sup>2</sup>, размер делянки 14 м х 10 м.

Под зяблевую вспашку вносили фосфорные и калийные удобрения в виде двойного суперфосфата и калийной соли, а также 40 т/га торфонавозного 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-фосфорное-калийное удобрение, под картофель – нитроаммофос (на 2 варианте только при посеве). Посадка картофеля на гребнях картофелепосадочной СН-4Б-1, зерновые культуры сеяли СЗУ-3,6. Агротехника – общепринятая по Вологодской области. Уборка урожая проводилась на викоовсяной смеси самоходной косилкой Е – 282, на зерновых культурах – комбайном «Сампо», на картофеле – картофелекопалкой с последующим ручным подбором клубней.

Учет урожайности всех культур проводили сплошным методом.

Урожай приведены к стандартной влажности: зерно – 14 %, солома – 16 %, викоовсяная смесь на зеленую массу – 75 %, клубни и ботва картофеля – 80 %.

Перед уборкой зерновых проводился отбор пробного снопа. Образцы викоовсяной смеси отбирались в соответствии с ГОСТ 27262-87. Образцы картофеля составлялись из 10 кустов на каждой делянке. Отбор образцов происходил за день до уборки культуры. В образцах проводилось определение: содержания азота и сырого протеина – по ГОСТ 13496.4-93; содержание сырого жира – по ГОСТ 13496.15-97; сырой клетчатки – по ГОСТ 13496.2-91; золы – по ГОСТ 26226-95; безазотистых экстрактивных веществ – ГОСТ 23153-78; содержание обменной энергии (ОЭ) в зерне ячменя согласно ГОСТ 53900-2010; в зерне озимой ржи – по ГОСТ 51038-97; в зеленой массе викоовсяной смеси по ГОСТ 27978-88; в клубнях картофеля в соответствии с ГОСТ 28736-90 [1–10].

Содержание кормовых единиц (КЕ) рассчитывалось по формуле:  $KE = 0,0081 * OЭ^2$  (кг/кг), где ОЭ КРС – количество обменной энергии, мДж/кг сухого вещества.

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

## БИОЛОГИЯ

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 [13], а также с использованием Методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [16].

В *табл. 1* приведены средние значения урожайности викоовсяной смеси за годы исследований.

расчетных систем удобрения (3–5 вар.) дали существенную прибавку урожайности зеленой массы на 1,7–3,5 т/га в 2010–2011 засушливых годах и на 3,4–5,2 т/га в более влажном 2012 году по сравнению с минимальной дозой удобрения (2 вар.). По сравнению с контролем прибавка урожайности зеленой массы викоовсяной смеси при применении расчетных доз удобрений была еще более существенной и варьировала от 3–3,4 т/га в 2010 году до 7,2–9,0 т/га в 2012 году. Причем, минеральная и органоминеральная системы удобрения культуры (3 и

Таблица 1

УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ВИКООВСЯНОЙ СМЕСИ В 2010–2012 годах, т/га

№ п/п	Вариант	Годы			Средняя	Прибавка к контролю	
		2010	2011	2012		т/га	%
1	Без удобрений	6,99	14,30	16,36	12,55	–	–
2	N12P16K16	8,18	16,14	20,23	14,85	2,3	18
3	N75P35K85	9,94	17,84	23,60	17,13	4,58	37
4	N110P35K85	10,11	19,64	25,39	18,38	5,83	46
5	Последствие 40 т/га торфонавозного компоста+N50P20K65	10,42	18,10	24,60	17,71	5,16	41
НСР <sub>05</sub>		1,10	1,44	2,25			

Урожайность зеленой массы викоовсяной смеси сильно зависела от погодных условий года исследования. Так, наименьшая урожайность отмечена в 2010 году. Очевидно, это связано с низкой влагообеспеченностью растений в период вегетации. Недостаток влаги в период активного роста викоовсяной смеси наблюдался и в 2011 году, поэтому продуктивность культуры в 2011 году была несколько меньше, чем в 2012 году. Применение даже минимальной дозы (N12P16K16) обеспечило существенную прибавку урожайности в 1,18–3,87 т/га в годы исследований. В среднем применение удобрений в дозе N12P16K16 повышало урожайность культуры более чем на 18 %.

Дальнейшее повышение дозы применяемых удобрений закономерно увеличивало урожайность культуры. Варианты с применением

5 вар.) в 2010 и 2012 годах различались существенно. Максимальная урожайность зеленой массы викоовсяной смеси была получена в 2012 году на варианте с максимальной дозой азота (4 вар.). В среднем за 3 года применение расчетных систем удобрений (3–5 варианты) повышало урожайность зеленой массы викоовсяной смеси на 37–46 %.

Средние значения урожайности зерна озимой ржи по годам исследований отражены в *табл. 2*.

Погодные условия, сложившиеся в 2010–2012 годах, оказывали значительное влияние на урожайность озимой ржи. В 2010 году высокие температуры и недостаток влаги в период цветения – налива зерна озимой ржи отрицательно повлияли на урожайность культуры, и плановая урожайность не была получена. Усло-

Таблица 2

УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ОЗИМОЙ РЖИ В 2010–2012 годах, т/га

№ п/п	Вариант	Годы			Средняя	Прибавка к контролю	
		2010	2011	2012		«+», т/га	%
1	Без удобрений	1,69	2,37	3,17	2,41	–	–
2	N12P16K16	1,90	3,12	3,58	2,86	0,45	19
3	N90P40K65	2,88	3,58	3,84	3,43	1,02	42
4	N130P40K65	3,35	3,89	4,50	3,91	1,5	62
5	Последействие 40 т/га торфонавозного компоста+N80P35K65	2,85	3,86	4,19	3,63	1,22	51
НСР <sub>05</sub>		0,33	0,39	0,23			

вия 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 озимой ржи в 2011 и 2012 годах.

Применение расчетных систем удобрения существенно (на 0,95–1,46 т/га в 2010 г.) повышало урожайность зерна озимой ржи по сравнению с минимальной дозой удобрения и с вариантом без применения удобрений. В 2010 году применение расчетных систем удобрения с последействием торфонавозного компоста и без него (3, 5 вар.) не различались по влиянию

на урожайность зерна озимой ржи. Максимальная урожайность озимой ржи – 3,35 т/га в 2010 году, 3,89 т/га в 2011 году и 4,50 т/га в 2012 году была получена при применении системы удобрения, рассчитанной на положительный баланс по азоту (4 вар.).

В среднем за 3 года исследований получение плановой урожайности обеспечило применение органоминеральной системы удобрений и системы с максимальной дозой азотных удобрений (5 и 4 вар.).

Применение удобрений также влияло и на урожайность клубней картофеля (табл. 3).

Критическим для развития растений картофеля является период бутонизации – начала цветения. Резкая нехватка влаги в этот период

Таблица 3

УРОЖАЙНОСТЬ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В 2010 – 2012 годах, т/га

№ п/п	Вариант	Годы			Средняя	Прибавка к контролю	
		2010	2011	2012		«+», т/га	%
1	Без удобрений	9,04	12,83	14,74	12,20	–	–
2	N20P20	10,20	13,32	18,36	13,96	1,76	14
3	N125P50K150	14,01	19,34	24,30	19,22	7,02	58
4	N190P50K150	14,59	19,58	27,55	20,57	8,37	69
5	40 т/га торфонавозного компоста+N70P15K30	15,73	19,69	28,11	21,18	8,98	74
НСР <sub>05</sub>		1,89	1,47	3,50			

## БИОЛОГИЯ

в 2010 году привела к тому, что урожайность клубней картофеля была очень низкой и составила на контрольном варианте всего 9 т/га. Некоторое повышение урожайности клубней в 2011 году и еще большее повышение ее в 2012 году хорошо соотносятся с количеством выпавших осадков в июле-августе в эти годы, т. е. в период клубнеобразования – один из основных этапов органогенеза картофеля.

Также в опыте изучалось влияние удобрений на продуктивность одной из основных кормовых культур области – ярового ячменя.

Урожайность зерна ячменя зависит, в основном, от погодных условий, доз удобрений [19]. Так же как и урожайность других культур севооборота, урожайность зерна ячменя варьировала по годам (табл. 4).

Таблица 4

УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ В 2010–2012 годах, т/га

№ п/п	Вариант	Годы			Средняя	Прибавка к контролю	
		2010	2011	2012		«+», т/га	%
1	Без удобрений	0,93	1,85	1,76	1,52	–	–
2	N12P16K16	1,08	2,06	2,53	1,89	0,37	24,3
3	N80P40K60	1,26	2,20	2,76	2,07	0,55	36,2
4	N120P40K60	1,27	2,26	3,24	2,26	0,74	48,7
5	Последствие 40 т/га торфонавозного компоста+N30P10K20	1,35	2,47	3,05	2,29	0,77	50,7
НСР <sub>05</sub>		0,13	0,16	0,29			

Урожайность картофеля также зависит от фона питания. Повышение доз вносимых удобрений вызывает закономерное увеличение урожая [16, 18].

Так, применение припосадочного удобрения в дозе N20P20 вызывало повышение урожайности клубней на 1,16 т/га в 2010 году, 0,49 т/га в 2011 году и на 3,62 т/га в 2012 году по сравнению с контролем. В среднем, увеличение урожайности от применения минимальной дозы удобрений составило 14 %.

Применение расчетных систем удобрений влекло за собой существенное повышение урожайности культуры. В среднем за 3 года исследований урожайность клубней картофеля при применении удобрений возросла на 58–74 %. Наименьшая урожайность была получена на варианте без внесения удобрений в 2010 году, наибольшая – при применении органоминеральной системы удобрений в 2012 году.

Наименьшая урожайность отмечалась в засушливом 2010 году. Урожайность зерна ячменя в 2012 году была выше на 2–5 вариантах, а на первом (контроль без удобрений) уступала урожайности, полученной в 2011 году. Применение удобрений повышало урожайность зерна ячменя во все 3 года исследований. Применение минимальной дозы существенно повышало урожайность культуры в годы исследований. Применение расчетных систем существенно повышало урожайность зерна ячменя во все годы исследований и в среднем за 3 года. Максимальная урожайность зерна ячменя – 1,35 т/га в 2010 году, 2,47 т/га в 2011 году была получена при последствии торфонавозного компоста на фоне минеральных удобрений. Более высокая урожайность зерна ячменя при применении органоминеральной системы удобрений в засушливых условиях 2010 и 2011 года объясняется тем, что органические удобрения повышают водоудерживающую способность почвы, ее вла-

гоемкость и, тем самым, способствуют увеличению запасов продуктивной влаги в почве.

В 2012 году максимальная урожайность зерна ячменя была получена при применении системы удобрений с максимальной дозой азота, что объясняется благоприятным влиянием азотных удобрений на рост и развитие сельскохозяйственных культур.

В годы исследований и в среднем за 3 года плановый уровень урожайности не был получен, что связано с нехваткой влаги в критические периоды развития растений ячменя.

В целом, в среднем за 3 года исследований расчетные системы удобрений повышали уро-

жайность викоовсяной смеси на 4,58–5,83 т/га, озимой ржи на 1,02–1,50 т/га, картофеля – на 7,02–8,98 т/га, ячменя – на 0,55–0,77 т/га.

Урожайность всех культур севооборота в 2011 году была значительно выше, чем в 2010 году. Плановый уровень урожайности в среднем за 3 года был достигнут только на озимой ржи при применении расчетных систем удобрения.

Урожайность побочной, как и урожайность основной продукции зависела от погодных условий в годы исследований (табл. 5).

Малое количество осадков и высокая температура воздуха в 2010 году не только не по-

Таблица 5

**УРОЖАЙНОСТЬ ПОБОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ЯЧМЕНЯ, ОЗИМОЙ РЖИ, КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В ГОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, т/га**

№ п/п	Вариант	Годы			Средняя	Прибавка к контролю	
		2010	2011	2012		«+», т/га	%
<i>Урожайность соломы озимой ржи</i>							
1	Без удобрений	2,62	3,32	4,37	3,44	–	–
2	N12P16K16	3,00	4,30	5,08	4,13	0,69	20
3	N90P40K65	4,67	5,19	5,54	5,13	1,69	49
4	N130P40K65	5,53	5,76	6,66	5,98	2,54	74
5	Последствие 40 т/га торфонавозного компоста+N80P35K65	4,79	5,64	6,20	5,54	2,10	61
<i>Урожайность ботвы картофеля</i>							
1	Без удобрений	3,24	4,09	5,90	4,41	–	–
2	N20P20	3,36	4,27	6,98	4,87	0,46	10
3	N125P50K150	4,34	5,79	8,75	6,29	1,88	43
4	N190P50K150	4,52	5,88	9,37	6,59	2,18	49
5	40 т/га торфонавозного компоста+N70P15K30	4,86	6,06	9,84	6,92	2,51	57
<i>Урожайность соломы ячменя</i>							
1	Без удобрений	1,24	2,04	1,94	1,74	–	–
2	N12P16K16	1,30	2,27	2,53	2,03	0,29	17
3	N80P40K60	1,39	2,20	2,76	2,12	0,38	22
4	N120P40K60	1,40	2,26	3,24	2,30	0,56	32
5	Последствие 40 т/га торфонавозного компоста+N30P10K20	1,48	2,47	3,05	2,33	0,59	34

## СБОР ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ, КОРМОВЫХ ЕДИНИЦ И СЫРОГО ПРОТЕИНА С УРОЖАЯМИ КУЛЬТУР СЕВОБОРОТА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В СРЕДНЕМ ЗА 3 ГОДА ИССЛЕДОВАНИЙ

№ п/п	Вариант	Сбор			Прибавка к контролю		
		ОЭ, ГДж/га	КЕ, т/га	СП, кг/га	ОЭ, ГДж/га	КЕ, т/га	СП, кг/га
1	Без удобрений	27,2	2,7	259,1	–	–	–
2	Минимальная доза удобрений	32,0	3,2	310,0	4,8	0,5	50,9
3	Минеральная система удобрений с Кб по N = 120 %	38,9	3,9	406,1	11,7	1,2	147,0
4	Минеральная система удобрений с Кб по N = 80 %	42,4	4,2	467,3	15,2	1,5	208,2
5	Органоминеральная система удобрений	41,7	4,2	440,4	14,5	1,5	181,3

зволила культурам севооборота сформировать плановую урожайность, но и вызвала общее угнетение развития растений. Урожайность побочной продукции в 2010 году была наименьшей и составила 2,62 т/га соломы озимой ржи, 1,24 т/га соломы ячменя и 3,24 т/га ботвы картофеля на варианте без применения удобрений. Урожайность соломы и ботвы была выше в более благоприятных условиях 2011 и 2012 годов.

Внесение удобрений, как в минимальной, так и в расчетных дозах, повышало урожайность побочной продукции. Это повышение на озимой ржи составило 20–74 %, на картофеле колебалось от 10 до 57 % и на яровом ячмене варьировало от 17 до 34 % по сравнению с контролем. Причем, применение минимальной системы удобрений увеличивало урожайность побочной продукции культур севооборота не более, чем на 20 % в среднем за 3 года исследований.

Наибольшая урожайность соломы зерновых культур севооборота и ботвы картофеля отмечалась при применении органоминеральной системы удобрений на картофеле и ячмене и при применении минеральной системы с максимальной дозой азота на озимой ржи.

В целом, за 3 года исследований урожайность побочной продукции культур севооборота возрастала при более благоприятно складывающихся погодно-климатических условиях

в период вегетации, а также при применении удобрений.

В среднем за 3 года исследований культурами четырехпольного севооборота в контрольном варианте обеспечен сбор 27,2 ГДж/га обменной энергии, 2,7 т/га кормовых единиц и 259,1 кг/га сырого белка (табл. 6).

Применение припосевного и припосадочного удобрений в минимальной дозе повысило сбор этих показателей на 18–20 %.

Применение расчетных систем удобрений позволило значительно увеличить сбор обменной энергии и кормовых единиц в 1,4–1,6 раза с 1 га площади, при этом сбор сырого белка возрастал в 1,6–1,8 раза.

### Выводы:

1. На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в среднем за 3 года исследований, 2 из которых отличались нетипичной сухой и жаркой погодой в период вегетации растений, расчетные системы удобрений повышали урожайность викоовсяной смеси на 4,58–5,83 т/га, озимой ржи на 1,02–1,50 т/га, картофеля – на 7,02–8,98 т/га, ячменя – на 0,55–0,77 т/га.

2. В среднем за 3 года исследований культурами четырехпольного севооборота в контрольном варианте обеспечен сбор 27,2 ГДж/га обменной энергии, 2,7 т/га кормовых единиц и 259,1 кг/га сырого белка.

## Список литературы

1. ГОСТ 23153-78. Кормопроизводство. Термины и определения.
2. ГОСТ 272620-087. Корма растительного происхождения. Методы отбора проб.
3. ГОСТ 27978-88. Корма зеленые. Технические условия.
4. ГОСТ 28736-90. Корнеплоды кормовые. Технические условия.
5. ГОСТ 13496.2-91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки.
6. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.
7. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы.
8. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира.
9. ГОСТ 51038-97. Корма растительные и комбикорма. Метод определения содержания обменной энергии с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области.
10. ГОСТ Р 53900-2010. Ячмень кормовой. Технические условия.
11. Государственная программа «Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Вологодской области на 2013–2020 годы» Режим доступа: URL: <http://www.vologda-agro.ru/gprogramms>.
12. Державин Л.М., Литвак Ш.И. Методы расчета доз удобрений. М., 1985.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985.
14. Жуков Ю.П. Система удобрений в хозяйствах Нечерноземья. М., 1982.
15. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М., 1983.
16. Молякко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П. Сорт и удобрения определяют качество продуктов переработки // Картофель и овощи. № 7. 2008. С. 6–7.
17. Ненайденко Г.Н., Трифонова М.Ф. Рациональное применение удобрений при интенсивных технологиях зерновых в Нечерноземье. Л., 1991.
18. Чухина О.В., Куликова Е.И., Жуков Ю.П. Продуктивность ячменя при применении различных доз удобрений в условиях Вологодской области // Плодородие. № 4. 2012. С. 25–28.
19. Шнаар Д., Иванюк В., Шуманн П. Картофель. Минск, 1999.

## References

1. *GOST 23153-78. Kormoproizvodstvo. Terminy i opredeleniya* [State Standard 23153-78. Fodder Production. Terms and Definitions].
2. *GOST 272620-087. Korma rastitel'nogo proiskhozhdeniya. Metody otbora prob* [State Standard 272620-087. Vegetable Feeds. Sampling Methods].
3. *GOST 27978-88. Korma zelenye. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard 27978-88. Green Fodder. Specification].
4. *GOST 28736-90. Korneplody kormovye. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard 28736-90. Fodder Root Crops. Specification].
5. *GOST 13496.2-91. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metod opredeleniya syroy kletchatki* [State Standard 13496.2-91. Fodder, Mixed Fodder and Mixed Fodder Raw Material. Method for Determination of Raw Cellular Tissue].
6. *GOST 13496.4-93. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya soderzhaniya azota i syrogo proteina* [State Standard 13496.4-93. Fodder, Mixed Fodder and Animal Feed Raw Stuff. Methods of Nitrogen and Crude Protein Determination].
7. *GOST 26226-95. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya syroy zoly* [State Standard 26226-95. Fodder, Mixed Fodder and Mixed Fodder Raw Material. Methods for Determination of Raw Ash].
8. *GOST 13496.15-97. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya soderzhaniya syrogo zhira* [State Standard 13496.15-97. Forages, Compound Feeds, Raw Material for Compound Feeds. Methods for Determining the Raw Fat Content].

9. GOST 51038-97. *Korma rastitel'nye i kombikorma. Metod opredeleniya sodержaniya obmennoy energii s primeneniem spektroskopii v blizhney infrakrasnoy oblasti* [State Standard 51038-97. Fodder and Mixed Fodder. Spectroscopia in Near Infra-Red Region Method for Determination of Metabolizable Energy].
10. GOST R 53900-2010. *Yachmen'kormovoy. Tekhnicheskie usloviya* [Russian State Standard 53900-2010. Feeding Barley. Specifications].
11. State Program "Development of Agricultural Sector and Consumer Market of the Vologda Region for 2013–2020". Available at: <http://www.vologda-agro.ru/gprogramms> (in Russian).
12. Derzhavin L.M., Litvak Sh.I. *Metody rascheta doz udobreniy* [Methods for Fertilizer Quantity Calculation]. Moscow, 1985. 79 p.
13. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Field Experiment Methods]. Moscow, 1985. 351 p.
14. Zhukov Yu.P. *Sistema udobreniy v khozyaystvakh Nechernozem'ya* [Fertilizing System on the Farms of Non-Chernozem Area]. Moscow, 1982. 216 p.
15. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami* [Guidelines for Field Experiments with Fodder Crops]. Moscow, 1983.
16. Molyavko A.A., Marukhlenko A.V., Borisova N.P. Sort i udobreniya opredelyayut kachestvo produktov pererabotki [Cultivars and Fertilizers Estimate Quality of Potato Producing Industry]. *Kartofel' i ovoshchi*, 2008, no. 7, pp. 6–7.
17. Nenaydenko G.N., Trifonova M.F. *Ratsional'noe primeneniye udobreniy pri intensivnykh tekhnologiyakh zernovykh v Nechernozem'e* [Rational Use of Fertilizers at Intensive Grain Technologies in Non-Chernozem Area]. Leningrad, 1991. 224 p.
18. Chukhina O.V., Kulikova E.I., Zhukov Yu.P. Produktivnost' yachmenya pri primeneni razlichnykh doz udobreniy v usloviyakh Vologodskoy oblasti [Barley Yield at Different Fertilizer Rates in the Vologda Region]. *Plodorodie*, 2012, no. 4, pp. 25–28.
19. Shpaar D., Ivanyuk V., Shumann P., Postnikov A., et al. *Kartofel'* [Potato]. Minsk, 1999.

**Chukhina Olga Vasilyevna**

Faculty of Agronomy and Forest Management,  
Vologda State Dairy Farming Academy by N.V. Vereshchagin (Vologda, Russia)

### INFLUENCE OF THE MINIMUM FERTILIZER DOSE AND FERTILIZER CALCULATION SYSTEMS ON YIELDS IN CROP ROTATION

The article presents the results of the research conducted on the sod-podzolic medium loamy soil of the Vologda Region. It reveals the effect of various doses of fertilizers on yields of major products and by-products, as well as on the feeding value of the crops in crop rotation. Fertilizer calculation systems increased yields of oat and *Vicia* mixture by 4.58–5.83 t/ha, winter rye by 1.02–1.50 t/ha, potatoes by 7.02–8.98 t/ha, and barley by 0.55–0.77 t/ha; crude protein collection increased by a factor of 1.6–1.8.

**Keywords:** fertilizers, productivity, crop rotation, crude protein.

Контактная информация:

Чухина Ольга Васильевна

Адрес: 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2

e-mail: [sekragro@molochnoe.ru](mailto:sekragro@molochnoe.ru)

Рецензент – Ганичева В.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства факультета агрономии и лесного хозяйства Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина