

мости природных фосфатов и, соответственно, о доступности их для питания растений (табл.).

Растворимость фосфатов в зависимости от вариантов опыта							
Вариант опыта	Количество растворителя, мл 0,1 н. HCl						Сумма извлеченных фосфатов
	0	2	4	6	9	12	
0 -20 см							
0	<u>0.29</u> 3	<u>0.51</u> 6	<u>0.96</u> 11	<u>1.60</u> 18	<u>2.68</u> 29	<u>3.00</u> 33	<u>9.04</u> 100
Навоз, 40 т/га	<u>0.38</u> 3	<u>0.59</u> 5	<u>1.33</u> 11	<u>1.92</u> 16	<u>3.30</u> 27	<u>4.46</u> 37	<u>11.98</u> 100
Навоз, 60 т/га	<u>0.49</u> 4	<u>0.48</u> 4	<u>1.05</u> 8	<u>2.46</u> 19	<u>3.80</u> 30	<u>4.46</u> 35	<u>12.74</u> 100
(NPK) ₆₀ -фон	<u>1.56</u> 7	<u>1.32</u> 6	<u>2.26</u> 10	<u>4.54</u> 19	<u>6.68</u> 29	<u>7.02</u> 30	<u>23.38</u> 100
Фон +навоз, 40 т/га	<u>2.10</u> 7	<u>1.56</u> 6	<u>3.30</u> 12	<u>4.82</u> 17	<u>7.04</u> 26	<u>9.00</u> 32	<u>27.82</u> 100
Фон + навоз, 60 т/га	<u>4.10</u> 9	<u>4.80</u> 10	<u>6.64</u> 14	<u>8.36</u> 18	<u>11.12</u> 24	<u>11.24</u> 24	<u>46.26</u> 100
20 – 40 см							
0	<u>0.42</u> 3	<u>0.52</u> 4	<u>1.48</u> 12	<u>1.78</u> 15	<u>3.04</u> 25	<u>4.92</u> 41	<u>12.16</u> 100
Навоз, 40 т/га	<u>0.52</u> 4	<u>0.64</u> 4	<u>1.46</u> 10	<u>2.30</u> 16	<u>4.22</u> 29	<u>5.32</u> 37	<u>14.46</u> 100
Навоз, 60 т/га	<u>0.80</u> 6	<u>0.52</u> 4	<u>1.24</u> 9	<u>2.00</u> 15	<u>4.00</u> 29	<u>5.16</u> 37	<u>13.72</u> 100
(NPK) ₆₀ -фон	<u>1.10</u> 5	<u>1.11</u> 5	<u>2.00</u> 10	<u>3.68</u> 18	<u>6.22</u> 30	<u>6.80</u> 32	<u>20.91</u> 100
Фон +навоз, 40 т/га	<u>1.60</u> 7	<u>1.54</u> 6	<u>2.62</u> 11	<u>4.16</u> 18	<u>6.56</u> 28	<u>6.95</u> 30	<u>23.43</u> 100
Фон + навоз, 60 т/га	<u>1.84</u> 7	<u>1.82</u> 7	<u>3.36</u> 12	<u>5.10</u> 19	<u>6.70</u> 25	<u>7.92</u> 30	<u>26.74</u> 100

Примечание. Над чертой – мг/100 г, под чертой – % к сумме извлеченных фосфатов.

Систематическое внесение органических и минеральных удобрений значительно улучшило переход фосфатов в раствор. Сумма извлеченных фосфатов увеличилась на 412 % по сравнению с контрольным вариантом в слое почвы 0–20 см. В слое почвы 20–40 см от-

мечен менее интенсивный переход фосфатов в раствор – в зависимости от вариантов опыта на 54 %.

Закключение. Систематическое внесение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀, в сочетании с органическими в пятой ротации севооборота способствовало существенному повышению содержания подвижного фосфора в верхнем слое почвы.

Концентрация фосфора в почвенном растворе (степень подвижности фосфатов) исследуемой почвы высокая, применение удобрений привело к дальнейшему повышению содержания легкоподвижного фосфора. Выявлена тесная связь степени подвижности фосфатов с подвижным фосфором.

Под влиянием систематического применения органических и минеральных удобрений увеличивается растворимость (подвижность) фосфатов почвы. В варианте с совместным внесением органических и минеральных удобрений сумма извлеченных фосфатов в слое почвы 0–20 см повысилась на 412 % по отношению к контрольному варианту.

Литература

1. Яковлева Л.В. Экологические аспекты известкования дерново-подзолистых почв Северо-Запада России: Автореф. дис. ...докт. с.-х. наук. – СПб-Пушкин, 2009. – 45 с. 2. Адрианов С.Н. Формирование фосфатного режима дерново-подзолистых почв в разных системах удобрения. – М.: ВНИИА, 2004. – 296 с. 3. Савич В.И. Комплексная оценка состояния фосфатов почв /Савич В.И., Байбеков Р.Ф., Америкунин Х.А., Платонов И.Г., Садуакасов Н.М. // Известия ТСХА. – 2004. – Т 1. – С. 3-15. 4. Карпинский Н.П., Замятина В.Б. Фосфатный уровень почвы// Почвоведение. – 1958. – № 11. – С. 27–39. 5. Карпинский Н.П. Подвижные фосфаты почвы, их доступность растениям и действие удобрений // Н.П. Карпинский, Н.М. Глазунова // Основные условия эффективного применения удобрений. – М.: Колос, 1983. – С. 191-206. 6. Сычев В.Г. Приемы оптимизации фосфатного режима почв в агротехнологиях / Сычев В.Г., Кирпичников Н.А. – М.: ВНИИА, 2009. – 176 с. 7. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В.Соколова.- М.: Наука, 1975. – 656 с. 8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 352 с.

EFFECT OF THE LONG-TERM APPLICATION OF MINERAL AND ORGANIC FERTILIZERS ON MOBILE PHOSPHORUS FORMS IN SODDY-PODZOLIC SOILS OF WESTERN URALS

E.M. Mitrofanova,

Perm Agricultural Institute, ul. Kul'tury 12, Lobanovo, Perm oblast, 614532 Russia, E-mail: pniish@rambler.ru

The results of studying the effect of organic and mineral fertilizers on the content of mobile phosphorus forms and the degree of mobility and solubility of phosphates in soddy-podzolic soil in the fifth cycle of crop rotation are presented. It was found that the periodic application of organic fertilizers (40 and 60 t/ha per crop rotation cycle) did not improve the conditions of soil phosphate. The use of arable land without fertilization is reduced, and the systematic application of mineral fertilizers in N₆₀P₆₀K₆₀ doses in combination with organics, contributed to a significant increase of available phosphorus in the soil. The concentration of phosphorus in the soil solution (degree of phosphate mobility) is high (0.50–0.53 mg/L), the use of fertilizers has led to further increase in the content of easily movable phosphorus. The solubility (mobility) of soil phosphates and their availability to plants has increased under the influence of the systematic application of organic and mineral fertilizers.

Keywords: soddy-podzolic soil, fertilizers, mobile phosphorus, the degree of phosphate mobility, phosphate solubility.

УДК 631.811: 631.559: 631.582: 631.41

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ И ГЕРБИЦИДОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА

О.В. Чухина, к.с.-х.н., А.И. Демидова, Е.И. Куликова, Н.В. Токарева, Вологодская ГМХА

Показано, что в условиях Вологодской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве применение различных доз удобрений существенно повышало урожайность зеленой массы викоовсяной смеси, зерна озимой ржи, клубней картофеля и зерна ячменя в сево-

обороте, как при применении гербицидов, так и без обработки ими. Дозы удобрений, рассчитанные балансовым методом под плановую урожайность с помощью балансовых коэффициентов использования питательного вещества из удобрений и почвы, увеличили по

сравнению с контролем вынос азота, фосфора, калия как культурами, так и сорной растительностью. При повышении доз удобрений вынос элементов питания культурами и сорной растительностью увеличивался. Применение гербицида не оказало существенного влияния на вынос азота, фосфора и калия культурой, но значительно снизило вынос этих элементов сорной растительностью на разных фонах удобрений, соответственно, в 5,1-3,2, 5,0-3,2, 6,0-2,6 раза.

Ключевые слова: викоовсяная смесь, озимая рожь, картофель, ячмень, урожайность, продуктивность, севооборот, доза удобрений, гербициды, сорные растения, вынос элементов питания.

Удобрения обеспечивают высокий прирост урожайности сельскохозяйственных культур, особенно в годы с благоприятными погодными условиями, когда в критические периоды роста и развития растений выпадает достаточное количество осадков и наблюдается оптимальный температурный режим. В Вологодской области, по многолетним данным, выпадает достаточное количество осадков при умеренных среднесуточных температурах воздуха ($ГТК > 1,0$). Это благоприятно для роста и развития как культурной, так и сорной растительности.

Многими авторами установлено, что даже при хорошем развитии культурных растений сорняки поглощают значительное количество питательных веществ из почвы и удобрений. Иногда без комплексной химизации большая часть элементов питания удобрений расходуется (до 50%) на развитие сорной растительности. По результатам других исследователей данный показатель может составлять 30% и менее. Поэтому внесение удобрений без дополнительных приемов борьбы с сорняками не обеспечивает рациональный расход питательных веществ.

Известны различные методы определения доз вносимых удобрений. Данному вопросу посвящали исследования такие учёные, как Державин Л.М., Литвак Ш.И., Михайлов Н.Н., 1978; Ненайденко Г.Н., Трифонова М.Ф., 1991; Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И., 2002; Муравин Э.А., 2003, Минеев В.Г., 2004 и др.

Метод расчета доз удобрений с помощью балансовых коэффициентов, предложенный Ю.П. Жуковым, дает возможность изучить на фоне средств химической защиты культурных растений не только продуктивность культур, вынос растениеводческой продукцией элементов питания, но и регулировать уровень плодородия почвы, предотвращая загрязнение окружающей среды. Кроме того, он позволяет довести дозу внесения удобрений под различные сельскохозяйственные культуры до оптимального значения [2].

Цель исследований – изучить влияние различных доз удобрений и гербицидов на урожайность и качество культур севооборота и вынос элементов питания сорной растительностью.

Методика. Исследования проводили в 4-польном севообороте, развернутом в пространстве и во времени (опытное поле Вологодской ГМХА). В данном севообороте культуры чередовались следующим образом: 1 – викоовсяная смесь на зеленую массу (вика – сорт Льговская 22, овес – сорт Боррус); 2 – озимая рожь (сорт Волхова); 3 – картофель (сорт Елизавета); 4 – ячмень (сорт Выбор).

Опыт включён в реестр Государственной сети опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая со средним уровнем окультуренности. В 1990 г. пахотный слой почвы опытного участка имел следующие агрохимические характеристики: содержание подвижного калия – 114 мг/кг, подвижного фосфора – 266 мг/кг почвы, гумуса – 3,28 %.

К концу 5-й ротации в контрольном варианте (без удобрений) содержание подвижного калия уменьшилось до 55 мг/кг, подвижного фосфора – до 132 мг/кг, а гумуса – до 2,56 %.

Схема опыта в годы исследований следующая:

1-й вариант – без удобрений, 2-й вариант – применение припосевного и припосадочного удобрений культур, 3-, 4-й – варианты исследуемых систем удобрения, различающихся дозой азота, 5-й вариант органоминеральной системы, эквивалентной по дозе удобрений третьему варианту минеральной системы удобрения.

Дозы удобрений рассчитаны для получения плановой урожайности (т/га): озимой ржи – 3,5, картофеля – 25, ячменя – 3,5, викоовсяной смеси – 25.

В исследовании был применен метод расчета с помощью балансовых коэффициентов (K_b) по формуле: $K_b = (B/D) \cdot 100\%$, где B – вынос питательного элемента культурой, D – доза применяемого удобрения [2]. Балансовые коэффициенты по фосфору и калию в третьем – пятом вариантах соответствуют 100% (нулевой баланс) и 150% (отрицательный баланс). Балансовые коэффициенты по азоту в третьем и пятом вариантах – 120% (отрицательный баланс), в четвертом варианте – 80 % (положительный баланс). Нулевой баланс по фосфору планируют исходя из того, что и в почве опытного участка, и в почвах Вологодской области повышенное или высокое его содержание, которое следует поддерживать на таком уровне.

Применяемая методика расчета доз удобрений с помощью дифференцированных балансовых коэффициентов обеспечивает получение планового уровня урожайности культур севооборота; позволяет влиять на качественные показатели выращенной продукции; способствует регулированию уровня плодородия почвы через изменение содержания питательных элементов в ней; минимизирует влияние неблагоприятных погодноклиматических условий в период вегетации культуры; позволяет рассчитать оптимальные дозы удобрений при ограниченной обеспеченности сельскохозяйственных предприятий удобрениями, а также максимально допустимые дозы удобрений с учетом уровня плодородия почвы [3-6].

Повторность опыта четырехкратная, размещение делянок усложненно-систематическое. Площадь одной делянки 140 м² (10 м x 14 м). В опыте изучали два фактора: А – виды и дозы удобрений и В – гербициды (да и нет). Для изучения эффективности расчетных доз удобрений в сочетании с принятыми в практике гербицидами, последними обрабатывали половину делянки. На викоовсяной смеси применяли гербицид Гербитокс с нормой расхода 0,7 л/га, на озимой ржи – 1 л/га; на картофеле – Лазурит 1,0 кг/га; на ячмене – Секатор Турбо, МД – 0,07 л/га. Содержание элементов питания в растительных и почвенных образцах устанавливали общепринятыми методами [7].

Под зяблевую вспашку вносили фосфорно-калийные удобрения в виде двойного суперфосфата и калийной соли и 40 т/га торфонавозного компоста под картофель. Весной при проведении предпосевной культивации применяли азотные удобрения в виде аммиачной селитры. При посеве вносили под озимую рожь, викоовсяную смесь и ячмень сложное азотно-фосфорно-калийное удобрение, под картофель – нитроаммофос (в вар. 2 только при посеве). Посадку картофеля проводили на гребнях картофелесажалкой СН-4Б-1, зерновые культуры сеяли рядовым способом сеялкой СЗУ-3,6.

Уборку урожая зеленой массы викоовсяной смеси осуществляли самоходной косилкой Е-282, озимой ржи и ячменя ярового – комбайном «Сампо», картофеля – картофелекопалкой с последующим ручным подбором клубней.

Обработку данных – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [1].

Погодные условия в период исследований были малохарактерны для Вологодской области. Наблюдались нехватка влаги во все годы исследований и жаркая погода летом 2010 и 2011 гг., что обусловило неполучение плановой урожайности культур севооборота. Особенно низкой была урожайность викоовсяной смеси и ярового ячменя, что связано с непродолжительностью их вегетационного периода. Более растянутый период вегетации картофеля и озимой ржи позволил этим культурам сформировать более высокий урожай.

Результаты и их обсуждение. Известно, что при недостатке влаги снижается доступность элементов питания растениям. В 2010 и в 2011 г. была получена низкая урожайность в связи с плохой влагообеспеченностью растений. Достаточно высокое количество осадков в период активного роста культур наблюдалось в 2012 г., что обеспечило наибольшую урожайность.

При повышении доз минеральных удобрений достоверно увеличивалась урожайность зеленой массы викоовсяной смеси. Так, минимальная доза удобрений (вар. 2) в годы проведения исследований обеспечивала существенную прибавку урожайности (1,19-3,89 т/га), что в среднем за 3 года составило 18% (табл. 1).

1. Урожайность культур севооборота и викоовсяной смеси при применении удобрений и гербицидов (в среднем за 2010–2012 гг.), т/га

№ п/п	Вариант опыта	Викоовсяная смесь (зелёная масса)		Озимая рожь (зерно)		Картофель (клубни)		Ячмень (зерно)	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	Без удобрений (контроль)	12,55	12,26	2,41	2,38	12,20	13,93	1,52	1,50
2	N ₁₄ P ₁₇ K ₁₂	14,86	14,48	2,87	2,98	13,96	15,89	1,89	1,82
3	N ₉₃ P ₄₁ K ₉₀	17,13	16,94	3,43	3,50	19,22	21,18	2,07	2,13
4	N ₁₃₈ P ₄₁ K ₉₀	18,38	17,62	3,91	3,96	20,57	23,17	2,26	2,24
5	N ₅₈ P ₂₀ K ₄₅ + 40 т/га т.-н. компоста под картофель	17,71	17,19	3,63	3,74	21,18	23,45	2,29	2,28
НСР ₀₅ : А		1,09		0,26		1,69		0,14	
В		0,64		0,18		1,04		–	
АВ		0,44		0,12		–		–	

Примечание. 1 – без обработки гербицидом, 2 – с обработкой гербицидом; факторы: А – удобрения, В – гербициды, АВ – взаимодействие удобрений и гербицидов (здесь и далее).

В среднем за три года применение удобрений в дозах, полученных с помощью балансовых коэффициен-

тов, повышало урожайность зеленой массы викоовсяной смеси на 36-46 %.

Минимальные дозы удобрений ежегодно обеспечивали прибавку урожайности зерна озимой ржи, которая в среднем за три года составила 19 %. Применение расчетных доз удобрений (вар. 3-5) без обработки гербицидом в среднем за три года исследований значительно (на 1,02-1,5 т/га) повышало урожайность зерна озимой ржи по сравнению с минимальной дозой удобрения. При этом эквивалентные по элементам питания варианты 3 и 5 различались незначительно.

Комплексное применение гербицида и удобрений значительно повышало урожайность клубней картофеля. Так, минимальная доза удобрений обеспечила прибавку 32%, а расчетные системы удобрения – 74-92 % к абсолютному контролю.

Минимальная система удобрения (вар. 2) в среднем за три года дала незначительное повышение урожайности зерна ячменя (на 0,37 т/га). Наиболее существенно урожайность зерна ячменя ярового повышается ежегодно при использовании расчетных доз удобрений (вар. 3-5).

При применении удобрений и гербицида существенную прибавку урожайности зерна – 40-50 % к абсолютному контролю в среднем за три года так же обеспечили 3-5-й варианты опыта.

Следовательно, в среднем за три года проведения исследований дозы удобрений, рассчитанные с помощью балансовых коэффициентов (вар. 3-5), повышали урожайность культур севооборота: викоовсяной смеси на 4,6-5,8 т/га, озимой ржи на 1,0-1,5, картофеля – на 7,0-9,0 и незначительно ячменя – на 0,6-0,8 т/га.

В среднем за три года проведения исследований продуктивность культур четырехпольного севооборота без применения удобрений была на следующем уровне: сбор обменной энергии – 27,2 ГДж/га, кормовых единиц – 2,7 т/га, сырого протеина – 259,2 кг/га (рис. 1).

Вариант №2 опыта обеспечил прибавку к контролю сбора обменной энергии на 18,0 %, кормовых единиц на 18,5 и сырого протеина на 20 %; 3-5-й варианты способствовали существенному увеличению продуктивности культур севооборота, соответственно на 43-60 %, 44-56 и 57-86 %; обработка гербицидами дала прибавку этих показателей к абсолютному контролю 22-60 %, 22-59 и 26-86 %, соответственно.

При применении удобрений повышается сбор обменной энергии сорной растительностью на 3-24 %, кормовых единиц на 2-17 и сырого протеина на 7-42 % (рис. 2).

При обработке гербицидами значительно снизилась продуктивность сорняков: сбор обменной энергии на 58-73 %, кормовых единиц на 60-72, сырого протеина на 60-77 %.

В целом, применение удобрений повышает сбор обменной энергии, кормовых единиц и сырого протеина с урожаем культур севооборота и сорной растительностью. При обработке гербицидами уменьшается сбор обменной энергии, кормовых единиц и сырого протеина сорной растительностью и повышается продуктивность культур.

Применение удобрений в годы исследований увеличивало продуктивность культур севооборота, обработка гербицидами также повышала этот показатель.

Видовой состав сорной растительности в посевах культур севооборота представлен 14 видами, из них преобладают малолетние яровые: марь белая, торица обыкновенная, редька дикая. Из малолетних зимующих в посевах культур присутствуют: ромашка непахучая, пастушья сумка; эфемеры: звездчатка средняя; многолетние стержнекорневые: одуванчик лекарственный; многолетние с мочковатой корневой системой: подорожник большой; многолетние корнеотпрысковые: осот полевой, бодяг полевой, вьюнок полевой; многолетние корневищные: пырей ползучий, мята полевая, мать-и-мачеха.

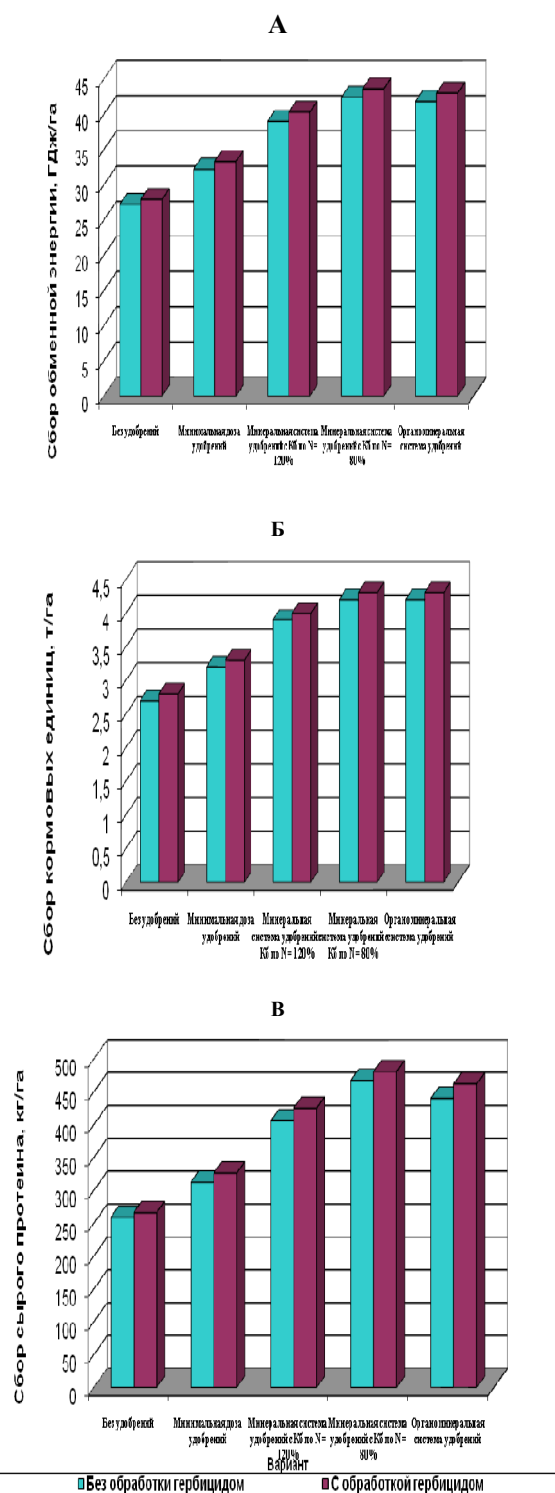


Рис. 1. Сбор обменной энергии (А), кормовых единиц (Б), сырого протеина (В) культурами севооборота (в среднем за 3 года)

При повышении доз вносимых удобрений увеличилось количество сорняков в севообороте. Обработка гербицидами значительно сократила численность сорной растительности. При обработке гербицидом в среднем за три года исследований количество сорняков снизилось на 67 %.

Аналогично применение удобрений повлияло и на массу сорной растительности. Наибольшая масса сорняков отмечена в вариантах 4 и 5. Обработка гербицидами значительно снизила массу сорняков. Так в среднем за три года проведения исследований масса сорняков уменьшилась на 66 % (рис. 3).

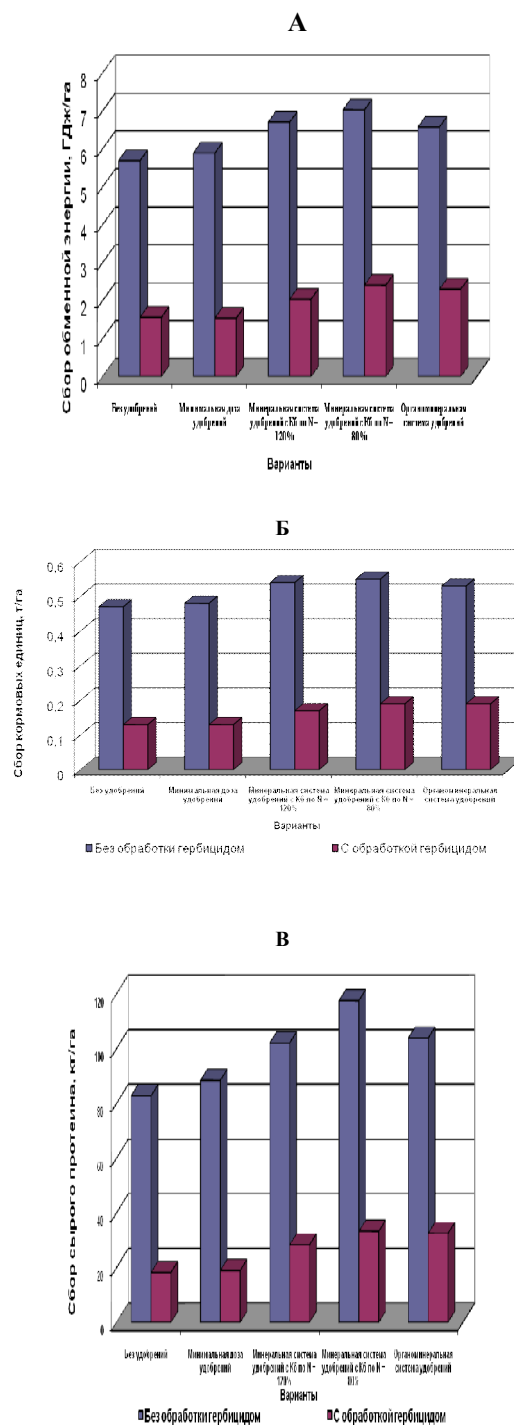


Рис. 2. Сбор обменной энергии (А), кормовых единиц (Б) и сырого протеина (В) сорной растительностью севооборота (в среднем за 3 года)

Хозяйственный вынос применения азота, фосфора и калия определяется содержанием элементов питания в урожае, отчуждаемом с поля. Он включает вынос питательных веществ основной и побочной продукцией сельскохозяйственных культур, используется для расчета доз удобрений и баланса элементов питания в почве. С учетом полученных данных по урожайности культур и содержания в них элементов питания рассчитали хозяйственный вынос использования азота, фосфора и калия из удобрений и почвы.

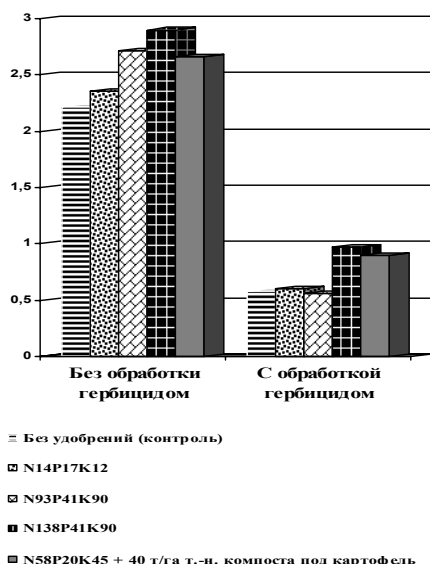


Рис. 3. Масса сорняков в посевах культур севооборота (в среднем за 3 года)

Хозяйственный вынос элементов питания урожаем викоовсяной смеси и сорняками приведен в таблице 2.

2. Вынос азота, фосфора и калия урожаем викоовсяной смеси и сорняками (в среднем за 2010-2012 гг.), кг/га

Фактор В (обработка гербицидом)	Фактор А (дозы удобрений)				
	Без удобрений	N ₁₂ P ₁₆ K ₁₆	N ₇₅ P ₃₅ K ₈₅	N ₁₁₀ P ₃₅ K ₈₅	Послед- ствие 40 т/га т.- н. компоста + N ₅₀ P ₂₀ K ₆₅
<i>Азот</i>					
Без обра- ботки	55,6/14,7	68,4/16,0	83,5/17,1	94,4/17,3	86,9/18,0
С обработ- кой	55,1/5,2	67,9/5,3	85,7/6,3	91,9/6,5	88,0/6,2
<i>Фосфор</i>					
Без обра- ботки	20,0/4,9	24,0/5,4	28,7/5,9	33,2/5,2	31,0/4,5
С обработ- кой	20,1/1,7	24,1/1,6	29,1/1,9	31,6/1,8	30,0/1,4
<i>Калий</i>					
Без обра- ботки	61,1/18,4	76,1/21,1	103,6/21,9	113,7/23,0	108,7/22,0
С обработ- кой	59,9/6,7	76,0/7,2	100,1/8,3	106,1/8,8	104,2/7,8

Примечание. В числителе – вынос элементов питания культурой, в знаменателе – сорняками (здесь и далее в табл. 3-5).

Полученные данные свидетельствуют о том, что при повышении доз вносимых удобрений увеличивается вынос элементов питания, как культурой, так и сорной растительностью. Применение минимальной дозы удобрений (N₁₂P₁₆K₁₆) повышает вынос азота культурой на 23 %, фосфора на 20, калия на 25 %. При внесении расчетных доз удобрений значительно увеличивается

вынос элементов питания викоовсяной смесью. Так вынос азота повысился на 23-70 %, фосфора на 20-66, калия на 25-53 %. Максимальный вынос элементов питания из почвы и удобрений культурами наблюдался в варианте с максимальной дозой азота. Химическая прополка незаметно изменяла вынос элементов питания викоовсяной смеси. Однако гербицид существенно снизил вынос азота, фосфора и калия сорной растительностью, соответственно, в 3,0-2,7 раз, 3,4-2,9 и 2,9-2,6 раза.

Вынос элементов питания урожаем озимой ржи и сорной растительностью представлен в таблице 3.

3. Вынос азота, фосфора и калия урожаем озимой ржи и сорняками (в среднем за 2010-2012 гг.), кг/га

Фактор В (обработка гербицидом)	Фактор А (дозы удобрений)				
	Без удобрений	N ₁₂ P ₁₆ K ₁₆	N ₉₀ P ₄₀ K ₆₅	N ₁₃₀ P ₄₀ K ₆₅	Послед- ствие 40 т/га т.-н. к. + N ₈₀ P ₃₅ K ₆₅
<i>Азот</i>					
Без обра- ботки	50,6/6,2	66,1/6,5	90,2/7,1	111,5/8,5	98,6/7,1
С обработ- кой	54,8/1,4	69,6/1,8	93,0/2,0	114,3/2,2	102,1/1,9
<i>Фосфор</i>					
Без обра- ботки	23,9/1,6	29,0/1,8	35,4/1,9	41,6/2,5	39,4/2,0
С обработ- кой	24,2/0,4	31,5/0,5	37,9/0,5	43,5/0,6	41,1/0,5
<i>Калий</i>					
Без обра- ботки	50,9/9,8	62,6/9,9	88,3/12,0	104,9/12,7	96,3/12,0
С обработ- кой	54,4/2,5	65,8/2,7	90,4/5,6	104,9/3,7	98,7/3,6

В среднем за годы проведения исследований удобрения повышают вынос элементов питания урожаем озимой ржи, обработка гербицидом существенного влияния не оказала. Отмечена тенденция к повышению выноса азота, фосфора и калия сорной растительностью при применении удобрений. Химическая прополка значительно снизила вынос элементов питания сорняками: азота в 4,4-3,6 раза, фосфора в 4,2-3,6, калия в 3,9-2,1 раза.

Влияние применения удобрений и гербицида на вынос элементов питания урожаем картофеля и сорняками показано в таблице 4.

4. Вынос азота, фосфора и калия урожаем картофеля и сорняками (в среднем за 2010-2012 гг.), кг/га

Фактор В (обработка гербицидом)	Фактор А (дозы удобрений)				
	Без удобрений	N ₂₀ P ₂₀	N ₁₂₅ P ₅₀ K ₁₅₀	N ₁₉₀ P ₅₀ K ₁₅₀	Послед- ствие 40 т/га т.-н. компоста + N ₇₀ P ₁₅ K ₃₀
<i>Азот</i>					
Без обра- ботки	76,9/27,0	83,7/27,0	131,1/35,5	146,9/41,1	148,3/35,9
С обработ- кой	88,9/5,6	100,4/5,5	142,3/9,3	164,4/10,2	164,8/9,4
<i>Фосфор</i>					
Без обра- ботки	25,8/7,0	30,4/7,8	43,4/10,1	47,0/10,3	49,3/9,6
С обработ- кой	30,2/1,7	34,1/1,8	47,7/2,4	52,3/2,9	53,9/2,2
<i>Калий</i>					
Без обра- ботки	112,7/36,2	143,2/39,4	192,1/51,8	211,7/47,2	202,1/49,0
С обработ- кой	125,9/4,1	147,8/4,8	207,0/9,8	234,0/14,2	235,0/8,4

Вынос элементов питания урожаем картофеля значительно повышался по отношению к варианту без удобрений: азота на 9,0-93 %, фосфора на 18-91, калия на 27-88 %. Совместное применение удобрений и гербицидов существенно повышало вынос этих элементов, соответственно, на 31-114 %, 32-109, 31-109 %. С повышением доз удобрений увеличивался вынос элементов питания сорной растительностью, гербицид существенно снизил вынос азота в 4,9-3,8, фосфора в 4,4-3,5, калия в 8,8-3,3 раза.

Вынос элементов питания урожаем ячменя и сорной растительностью приведен таблицей 5.

5. Вынос азота, фосфора и калия урожаем ячменя и сорняков (в среднем за 2010-2012 гг.), кг

Фактор В (обработка гербицидом)	Фактор А (дозы удобрений)				
	Без удобрений	N ₁₂ P ₁₆ K ₁₆	N ₈₀ P ₄₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₄₀ K ₆₀	Последствие 40 т/га т.-н. компоста + N ₃₀ P ₁₀ K ₂₀
<i>Азот</i>					
Без обработки	44,3/12,1	55,9/14,0	63,7/13,8	70,6/16,5	71,8/15,1
С обработкой	44,1/1,5	55,4/1,7	66,3/2,8	70,5/3,2	69,8/5,6
<i>Фосфор</i>					
Без обработки	16,2/2,2	18,1/2,4	21,4/2,5	27,4/2,5	32,0/2,7
С обработкой	16,0/0,3	19,6/0,3	22,6/0,5	24,2/0,5	24,6/1,0
<i>Калий</i>					
Без обработки	37,5/18,7	48,5/20,7	54,0/24,6	59,6/23,7	60,6/24,0
С обработкой	36,8/2,2	47,8/2,5	54,8/5,0	60,0/4,6	57,3/9,2

Удобрения и гербициды аналогично повлияли на вынос азота, фосфора и калия урожаем ячменя и сорной растительностью. При повышении доз удобрений вынос элементов питания увеличивался. Применение гербицида не оказало существенного влияния на вынос азота, фосфора и калия культурой, но значительно снизило вынос этих элементов сорной растительностью на разных фонах удобрений, соответственно, в 8,2-2,7 раз, 8,0-2,7, 8,5-2,6 раз.

Следовательно, применение удобрений повышало вынос элементов питания культурами севооборота и сорной растительностью. Обработка гербицидами обеспечивала снижение выноса азота, фосфора и калия сорной растительностью и повышение выноса этих элементов культурами.

Литература

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Жуков, Ю.П. Система удобрения в хозяйствах Нечерноземья / Ю.П. Жуков – М.: Московский рабочий, 1983. – 144 с.
3. Жуков, Ю.П. Влияние различных доз удобрений на урожайность культур севооборота и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы // Ю.П. Жуков, О.В. Чухина, Н.В. Токарева, Е.И. Куликова // Плодородие. – 2015. – №2(83). – С.14-20.
4. Чухина, О.В. Влияние удобрений и микропрепаратов на урожайность и вынос элементов питания культурами звена полевого севооборота / О.В. Чухина, В.В. Суров // Плодородие. – 2014. – №3(78). – С.18-22.
5. Чухина, О.В. Плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур в севообороте при применении различных доз удобрений // О.В. Чухина, Ю.П. Жуков // Агрохимия. – 2013. – № 11. – С. 10-18.
6. Чухина, О.В. Продуктивность культур в севообороте при применении различных доз удобрений // О.В. Чухина, Ю.П. Жуков // АГРО XXI. – 2014. – № 1-3. – С. 39-41.
7. Ягодин, Б.А. и др. Практикум по агрохимии // Под ред. Ягодина Б.А. – М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.

EFFECT OF DIFFERENT APPLICATION RATES OF FERTILIZERS AND HERBICIDES ON THE PRODUCTIVITY OF CROP ROTATION

O.V. Chukhina, A.I. Demidova, E.I. Kulikova, N.V. Tokareva

Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy, ul. Shmidt 2, Molochnoe, Vologda oblast, 160555 Russia

The application of different fertilizer rates to loamy soddy-podzolic soils in the Vologda region has significantly increased the yields of vetch-oat green mass, winter rye grain, potato tubers, and barley grain in the crop rotation both with and without the application of herbicides. The rates of fertilizers calculated by the balance method for the planned yield using the balance coefficients of nutrient utilization from fertilizers and soil have increased the removal of nitrogen, phosphorus, and potassium by crops and weeds compared to the control. The removal of nutrients by crops and weeds increased with increasing rates of fertilizers. The application of herbicide had no significant effect on the removal of nitrogen, phosphorus, and potassium by crop, but significantly decreased the removal of these nutrients by weeds in 5.1–3.2, 5.0–3.2, and 6.0–2.6 times, respectively, on different fertilization backgrounds.

Keywords: vetch-oat mixture, winter rye, potato, barley, yield, productivity, crop rotation, fertilizer rate, herbicides, weed plants, removal of nutrients.

УДК 631.811:633.511

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ФОТОСИНТЕЗ, РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ И ТРАНСПИРАЦИЮ ХЛОПЧАТНИКА

А.М. Гусейнов, А.Т. Газиев, Н.В. Гусейнов, Х.Г. Халилов, О.З. Омаров, Азербайджанский ГАУ

Выявлены закономерности изменения продуктивного фотосинтеза, коэффициента использования солнечной радиации и транспирации хлопчатника под влиянием органоминеральных удобрений в Гянджа-Газахской зоне Азербайджанской Республики.

Ключевые слова: фотосинтез, радиационный режим, транспирация, удобрения, урожайность, хлопчатник.

В настоящее время в мире хлопок дорожает, что привлекает внимание к этой культуре хлопкосеющих