

вегетации. При этом важно отметить высокую технологичность агрохимиката: после опрыскивания пятикратно разбавленным раствором ОФК на растениях отсутствовали следы ожогов. Это особенно важно при выращивании культур на бедных почвах, в годы с большим количеством осадков или в условиях орошения.

Физиологически нейтральное удобрение хорошо растворяется в воде. Удобрение не содержит вредных примесей и полностью соответствует требованиям экологической безопасности. Целесообразно рациональное сочетание припосевного твердых и в подкормку жидких фосфорных удобрений.

#### Литература

1. Иванов А.Л., Сычев В.Г., Державин Л.М., Карпунин А.И. Комплекс технологических агрохимических и биологических воздействий на фосфатный режим почв и продуктивность земледелия // Плодородие, 2009. - №1. - С. 4-7.
2. Сергеев К. А. ЖКУ :особенности использования в сельхозпроизводстве//Ресурсосберегающее земледелие, 2013, №1. – С. 40-44.
3. Nutrient Source Specifics. 2010. IPNI. [www.ipni.net/specifics-en](http://www.ipni.net/specifics-en)
4. Torres-Dorante L.O., Claassen N., Steingrobe B. et al. 2005. J. Plant Nutr. Soil Sci., 168: 352-358.
5. Engelstad O.P. and Allen S.E. 1971. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 35: 1002-1004.
6. Holloway R.E., Bertrand I., Frischke A.J. et al. 2001. Plant and Soil, 236: 209-219.
7. Holloway R., Frischke B., Frischke A. 2006. Fluid J., Spring 2006: 1-2.
8. Fluid Fertilisers: A South Australian Manual. 2008. Holloway B., McLaughlin M., McBeath T., Kelly J. (eds). The University of Adelaide, GRDC, SARDI, CSIRO, Australia. 111 p.

9. Montalvo D., Degryse F., McLaughlin M.J. 2014a. Soil Sci. Soc. Am. J., 78: 214-224.
10. Pierzynski J., Hettiarachchi G. 2016. Fluid J., Winter 2016: 4-9.
11. Montalvo D., Degryse F., McLaughlin M.J. 2015. Soil Sci. Soc. Am. J., 79: 577-584.
12. Khatiwada R., Hettiarachchi G.M., Mengel D.B., Fei M. 2012. Soil Sci. Soc. Am. J., 76: 2006-2018.
13. Smith D.R., Harmel R.D., Williams M. et al. 2016. Agricultural and Environmental Letters, 1: 1-4.
14. Буйлова В.П. Баланс питательных веществ при систематическом внесении разных форм сложных удобрений в севообороте. В кн.: Состав и свойства почв северо-востока Европейской части СССР и воспроизводство их плодородия в связи с обработкой и применением удобрений. Пермь. 1985. - С. 54-60.
15. Карклиныш А.А. 1985. Эффективность запасного внесения жидкого полифосфата аммония и твердых фосфорно-калийных минеральных удобрений. Тр. Латв. с.-х. акад., т. 233. С. 17-21.
16. Махматмуратов А.У. 2012. Наука и современность, 17: 164-168.
17. Зокиров Х.Х., Нормуратов О.У., Жураев Э.Б. и др. 2015. Влияние полифосфатов на рост, развитие вегетативных и генеративных органов хлопчатника. В кн.: Наука сегодня: теоретические и практические аспекты. Междунар. научн.-практ. конф. Научный центр «Олимп». Москва. С. 207-214.
18. Norton R., Christie R., Howie P., Walker C. 2008. Research Summary – Altering the rate of P supply to crops – field evaluations. GRDC Nutrient Management Initiative project report. [anz.ipni.net/article/ANZ-3054](http://anz.ipni.net/article/ANZ-3054).
19. Engelstad O.P., Terman G.L. 1980. Agronomic effectiveness of phosphate fertilizers. In: Khasawneh F.E., Sample E.C., Kamprath E.J. (eds). The role of phosphorus in agriculture. ASA, Madison, USA. P. 311-322.
20. Hedley M., McLaughlin M. 2005. Reactions of phosphate fertilizers and by-products in soils. In: Phosphorus: Agriculture and the Environment. Agronomy Monograph, 46: 181-252.

#### EFFICIENCY OF LIQUID PHOSPHORUS FERTILIZERS

V.G. Sychev, E.N. Akanov, N.I. Akanova

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434 Moscow, Russia

*The results of the growing experience with spring wheat of the orthophosphoric acid (OFC) efficiency as phosphorous fertilizer are presented. It has been shown that the use of OFC in doses of 60-100 liters/ha in the main input into the soil and 15-30 liters/ha when spraying OFC as side-dressing had significant advantages over solid forms of phosphorus fertilizers.*

*Keywords: soil fertility, phosphorus, liquid fertilizers, productivity.*

УДК 631.582:631.452:633.559

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗНОЙ НАСЫЩЕННОСТИ ЛЬНЯНОГО СЕВООБОРОТА УДОБРЕНИЯМИ

Н.Н. Кузьменко, к.с.-х.н., ФГБНУ Федеральный научный центр лубяных культур,  
г. Тверь, Россия, E-mail: [kuzmenko.nataliya2010@mail.ru](mailto:kuzmenko.nataliya2010@mail.ru)

**Работа выполнена по Госзаданию №075-00853-19-00 при финансовой поддержке Минобрнауки**

*Изучено влияние разной насыщенности 8-польного льняного севооборота органическими и минеральными удобрениями на изменение плодородия дерново-подзолистого почвенного профиля и продуктивность. Приведена их эффективность в условиях Центрального Нечерноземья. Внесение на 1 га севооборотной площади 5 т навоза + N<sub>26</sub>P<sub>46</sub>K<sub>62</sub> дало самую высокую окупаемость удобрений прибавкой урожая (7,9 кг/кг) и окупаемость дополнительных затрат стоимостью прибавки урожая (1,1 руб/руб.), но не обеспечило сохранение запасов гумуса. Положительный баланс NPK +90 кг/га, гумуса +0,30 т/га, среднегодовую продуктивность 3,57 т з.е/га обеспечило внесение 10 т/га навоза + N<sub>19</sub>P<sub>50</sub>K<sub>81</sub> = 280 кг д.в/га. Наибольшую продуктивность севооборота 3,97 т з.е/га при снижении качества продукции, положительный баланс NPK +151 кг/га и гумуса +0,30 т/га получили при внесении 12 т/га навоза + N<sub>27,5</sub>P<sub>72,5</sub>K<sub>100</sub> = 360 кг д.в/га. При насыщенности севооборота 280-370 кг д.в/га затраты на удобрения не окупались стоимостью прибавки урожая.*

*Ключевые слова: льняной севооборот, насыщенность удобрениями, баланс NPK, гумус, продуктивность, эффективность.*

DOI: 10.25680/S19948603.2020.113.02

В современных экономических условиях, когда уровень интенсификации земледелия значительно снизился, важное значение приобретает сохранение плодородия

почв. В настоящее время, при резком превышении выноса питательных веществ из почвы над их поступлением, отрицательный баланс по азоту составляет 31,3

кг/га, по фосфору – 8,7, по калию – 40,7 кг/га. Для регионов с интенсивным сельскохозяйственным производством превышение выноса значительно больше [1, 2]. Для создания благоприятного баланса азота и гумуса в Нечерноземной зоне России на дерново-подзолистых почвах необходимо внесение не менее 10-15 т/га навоза и азотных удобрений в количестве не менее 90 % выноса урожаем. Расход азота и калия должен компенсироваться на 100 %. Для повышения фосфатного и калийного режима почв интенсивность баланса фосфора должна составлять 200-300 %, калия – не менее 130-170 %. Ряд исследователей рекомендует дифференцированно подходить к расчету баланса питательных веществ с учетом достигнутого уровня содержания их в почве. На почвах с содержанием фосфора выше среднего его баланс может быть уравновешенным, а с низким и средним содержанием – с превышением над выносом. Аналогично рекомендуется поступать по отношению к калию [1, 3, 4].

К числу важнейших мероприятий по сохранению плодородия почв относится разработка научно обоснованных систем применения удобрений. Основными требованиями их являются повышение окупаемости удобрений прибавками урожая, снижение затрат на применение и эффективное использование достигнутого потенциала почвенного плодородия. Исследования по сравнительной оценке систем удобрения с разной насыщенностью актуальны и в настоящее время. Научных исследований в этом направлении в льняных севооборотах, проведенных в последние годы, практически нет.

Цель исследований – установить наиболее эффективные системы удобрения, обеспечивающие высокую продуктивность льняного севооборота и сохранение плодородия дерново-подзолистой почвы.

**Методы.** Исследования выполнены в стационарном полевом опыте, заложенном в 1948 г., по изучению систем применения удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в Тверской области. Опыт проводится в севообороте со следующим чередованием культур: 1 – пар чистый; 2 – озимая рожь с подсевом многолетних трав (клевер луговой и тимopheевка); 3 – многолетние травы 1-го г. п.; 4 – многолетние травы 2-го г. п.; 5 – лен-долгунец; 6 – картофель; 7 – ячмень; 8 – овес. Севооборот развернут во времени. Расположение вариантов рендомизированное, в 3-кратной повторности. Общая площадь делянки – 90 м<sup>2</sup>, учетная – 50 м<sup>2</sup>.

Для обсуждения результатов предложены варианты опыта с разной насыщенностью севооборота органическими и минеральными удобрениями, изучаемые в 8-й ротации (2004-2011 гг.): 1 – навоз, 5 т/га + N<sub>26</sub>P<sub>46</sub>K<sub>62</sub> = 200 кг д.в./га; 2 – навоз, 10 т/га + N<sub>19</sub>P<sub>50</sub>K<sub>81</sub> = 280 кг д.в./га; 3 – навоз, 12 т/га + N<sub>27,5</sub>P<sub>72,5</sub>K<sub>100</sub> = 360 кг д.в./га; 4 – навоз, 20 т/га + N<sub>17,5</sub>P<sub>24</sub>K<sub>59</sub> = 370 кг д.в./га. Использовали подстилочный навоз (Н) крупного рогатого скота, который был внесен в равных дозах: в пару в 2004 г. и под картофель в 2009 г. Минеральные удобрения (NPK) были распределены под все культуры севооборота в соответствии с потребностями. Использовали аммиачную селитру, калий хлористый и суперфосфат состава N<sub>6</sub>P<sub>26</sub>.

Возделывание культур проводили согласно рекомендованной для данной зоны технологии. Выращивание и уборку осуществляли с использованием серийных ма-

шин и оборудования. Исследования проводили по методическим указаниям, рекомендованным для длительных опытов. Анализы почвы и растений осуществляли по общепринятым методикам [4, 5]. Экономическую эффективность определяли по методике, предложенной В.Г. Минеевым, Б. Дебрецени, Т. Мазуром [6].

**Результаты и их обсуждение.** В результате влияния систем удобрения, изучаемых в опыте ранее, агрохимические показатели в конце 7-й ротации (2003 г.) различались. Почва характеризовалась средне- и слабокислой реакцией почвенной среды и низким содержанием гумуса. Содержание подвижного фосфора было высоким и очень высоким. Содержание калия в двух вариантах – низкое, в двух других – повышенное и высокое. За ротацию севооборота произошло подкисление почвы на 0,1-0,5 ед. pH. Изменилось содержание элементов питания в почве. Чем выше было изначально содержание фосфора и калия в почве, тем на меньшую величину произошел сдвиг в сторону их увеличения. В среднем содержание фосфора в почве увеличилось на 60,5 мг/кг, а калия – на 58,3 мг/кг. Почва по степени обеспеченности к концу ротации характеризовалась во всех вариантах очень высоким содержанием фосфора, повышенным и высоким – калия (табл. 1).

**1. Влияние разной насыщенности севооборота удобрениями на показатели плодородия почвы**

Вариант опыта	Год отбора образцов	pH <sub>KCl</sub>	Содержание по Кирсанову, мг/кг		Содержание гумуса по Тюрину, %	Баланс гумуса, ± т/га в год
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
1. Н <sub>5</sub> +N <sub>26</sub> P <sub>46</sub> K <sub>62</sub> = 200 кг д.в./га	2003	4,6	152	62	1,41	-0,11
	2011	4,5	253	161	1,38	
2. Н <sub>10</sub> +N <sub>19</sub> P <sub>50</sub> K <sub>81</sub> = 280 кг д.в./га	2003	4,5	200	80	1,55	+0,30
	2011	4,4	272	166	1,63	
3. Н <sub>12</sub> +N <sub>27,5</sub> P <sub>72,5</sub> K <sub>100</sub> = 360 кг д.в./га	2003	5,0	284	153	1,30	+0,30
	2011	4,5	303	173	1,38	
4. Н <sub>20</sub> +N <sub>17,5</sub> P <sub>24</sub> K <sub>59</sub> = 370 кг д.в./га	2003	5,5	229	194	1,43	+0,08
	2011	5,4	278	222	1,45	

Для сохранения плодородия почв часть отчуждаемых с урожаем питательных веществ обязательно должна быть возвращена в почву с удобрениями. Величина баланса за ротацию севооборота показывает перспективу регулирования плодородия почвы и вызывает необходимость разработки систем удобрения, обеспечивающих сохранение уровня плодородия почвы. При расчете хозяйственного баланса питательных веществ в почве в приходной части учитывали их поступление с удобрениями, в расходной – вынос с урожаем основной и побочной продукцией.

Насыщенность севооборота в размере 200 кг д.в./га привела к дефициту азота, положительному балансу фосфора и практически бездефицитному балансу калия и не обеспечила сохранение исходных запасов гумуса, дефицит которого составил -0,11 т/га в год. При насыщенности удобрениями 280 кг д.в./га получили положительный баланс всех элементов: азота, фосфора и калия, а также ежегодный прирост запасов гумуса +0,30 т/га. При насыщенности 360 кг д.в./га для почвы с очень высоким содержанием фосфора интенсивность баланса была излишней при благоприятном балансе азота и калия. Самая высокая насыщенность севооборота удобрениями – 370 кг д.в./га привела к увеличению интенсивности азота и калия при меньшем приросте запасов гумуса (табл. 1, 2).

Оптимальной насыщенностью севооборота удобрениями для льна-долгунца в 8-й ротации, при которой урожайность льноволокна составила 1,95 т/га, было 200 кг д.в./га. Более высокая насыщенность севооборота удобрениями не обеспечила достоверного роста урожайности. Для остальных культур севооборота оптимальной была более высокая насыщенность удобрениями. Близкую урожайность озимой ржи (2,38-2,53

т/га) получили при насыщенности севооборота 280-370 кг д.в./га. Для ячменя, овса, многолетних трав и картофеля оптимальным было применение в севообороте 360 кг д.в./га (навоз, 12 т/га + N<sub>27,5</sub>P<sub>72,5</sub>K<sub>100</sub>). В этом же варианте получили и наибольшую среднегодовую продуктивность севооборота - 3,97 т з.е./га. Более высокая насыщенность привела к достоверному снижению продуктивности (табл. 3).

## 2. Хозяйственный баланс элементов питания в почве в 8-й ротации

Вариант опыта	Баланс, ± кг/га в год			Интенсивность баланса, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
H <sub>5</sub> +N <sub>26</sub> P <sub>46</sub> K <sub>62</sub> = 200 кг д.в./га	-12	+33	-2	81	224	97
H <sub>10</sub> +N <sub>19</sub> P <sub>50</sub> K <sub>81</sub> = 280 кг д.в./га	+5	+48	+37	108	282	136
H <sub>12</sub> +N <sub>27,5</sub> P <sub>72,5</sub> K <sub>100</sub> = 360 кг д.в./га	+23	+72	+56	133	329	147
H <sub>20</sub> +N <sub>17,5</sub> P <sub>24</sub> K <sub>59</sub> = 370 кг д.в./га	+52	+46	+70	179	268	165

## 3. Влияние разной насыщенности севооборота удобрениями на урожайность культур (т/га) и продуктивность севооборота

Вариант опыта	Озимая рожь (зерно)	Мн. травы 1-го г. п. (сено)	Мн. травы 2-го г. п. (сено)	Лен-долгунец (волокно)	Картофель (клубни)	Ячмень (зерно)	Овес (зерно)	Продуктивность, т з.е/га
1	2,08	9,72	4,66	1,95	15,04	2,85	3,37	3,77
2	2,53	9,70	5,72	1,61	13,40	2,85	3,00	3,57
3	2,38	10,49	6,13	1,75	18,57	3,22	3,45	3,97
4	2,48	10,02	4,44	1,59	13,82	2,96	3,35	3,66
HCP <sub>05</sub>	F>F <sub>т</sub>	2,18	1,29	0,15	4,00	0,78	0,35	0,26

С увеличением насыщенности севооборота удобрениями отмечали снижение качества продукции. Так в сене многолетних трав содержание калия повысилось с 1,87% в варианте с насыщенностью 200 кг д.в./га до 2,79 и 2,87% в вариантах с насыщенностью, соответственно, 360 и 370 кг д.в./га. В зерне озимой ржи снизилось содержание аскорбиновой кислоты с 9,31 мг% в варианте с насыщенностью 280 кг д.в./га до 3,46 и 5,14 мг% в вариантах с насыщенностью 360 и 370 кг д.в./га, в сене многолетних трав с 4,56 до 2,81 мг% соответственно. У льна-долгунца выход волокна в варианте с насыщенностью 200 кг д.в./га составил 35,4 %, при насыщенности 360 и 370 кг д.в./га он снизился до 30,7 и 30,5 % соответственно.

Наряду с тем, что высокая насыщенность севооборота удобрениями обеспечивает повышение почвенных запасов питательных веществ и органического вещества и может обеспечить воспроизводство плодородия дерново-подзолистой почвы, величина прибавок урожая от возрастающих доз и окупаемость единицы удобрения дополнительной продукцией постепенно снижаются. При существующих ценах на материально-технические средства и продукцию растениеводства применение высоких доз удобрений в севообороте экономически не оправдано. Самая высокая окупаемость удобрений прибавкой урожая, а также окупаемость дополнительных затрат получены при насыщенности пашни в дозе 200 кг д.в./га (табл. 4).

## 4. Эффективность разной насыщенности севооборота удобрениями

Вариант опыта	Прибавка продуктивности, ц з.е/га в год	Окупаемость 1 кг NPK, кг з.е.	Окупаемость дополнительных затрат, руб/руб.
H <sub>5</sub> +N <sub>26</sub> P <sub>46</sub> K <sub>62</sub> = 200 кг д.в./га	15,8	7,9	1,1
H <sub>10</sub> +N <sub>19</sub> P <sub>50</sub> K <sub>81</sub> = 280 кг д.в./га	13,8	4,9	0,78
H <sub>12</sub> +N <sub>27,5</sub> P <sub>72,5</sub> K <sub>100</sub> = 360 кг д.в./га	17,9	4,8	0,87
H <sub>20</sub> +N <sub>17,5</sub> P <sub>24</sub> K <sub>59</sub> = 370 кг д.в./га	14,7	4,0	0,72

**Заключение.** Внесение в льняном севообороте на 1 га севооборотной площади 5 т навоза + N<sub>26</sub>P<sub>46</sub>K<sub>62</sub> = 200 кг д.в. обеспечило среднегодовую продуктивность севооборота 3,77 т з.е/га, самую высокую окупаемость NPK – 7,9 кг/кг з.е. и окупаемость дополнительных затрат стоимостью прибавки урожая в размере 1,1 руб/руб., но не способствовало в полной мере выносу питательных веществ из почвы и сохранению запасов органического вещества дерново-подзолистой легко-суглинистой почвы.

При насыщенности 8-польного льняного севооборота удобрениями из расчета 10 т/га навоза + N<sub>19</sub>P<sub>50</sub>K<sub>81</sub> = 280 кг д. в/га севооборотной площади получили меньшую среднегодовую продуктивность и окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая в размере 3,57 т з.е/га и 4,9 кг з.е. соответственно. Баланс NPK и гумуса был положительным: + 90 кг/га и + 0,30 т/га в год. Однако затра-

ты на применение удобрений не окупались стоимостью прибавки урожая.

Самую высокую продуктивность севооборота -3,97 т з.е/га, баланс NPK в почве в размере +151 кг/га и среднегодовой прирост запасов гумуса +0,30 т/га обеспечило внесение 12 т/га навоза + N<sub>27,5</sub>P<sub>72,5</sub>K<sub>100</sub> = 360 кг д.в./га. При этом снизилось качество полученной продукции, окупаемость удобрений и экономическая эффективность.

### Литература

1. Сычев В.Г. Географическая сеть с удобрениями – научное наследие академика Д.Н. Прянишникова // Фундаментальные исследования по созданию новых средств химизации и наследие академика Д.Н. Прянишникова: Тезисы докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию юбилею академика Д.Н. Прянишникова. – М.: ВНИИА, 2015. – С. 5 – 11.
2. Сычев В.Г., Шафран С.А. О балансе питательных веществ в земледелии России // Плодородие. – 2017. – №1. – С. 1-4.

3. Конова А.М., Гаврилова А.Ю. Баланс питательных веществ в условиях различного насыщения севооборота удобрениями // Динамика показателей плодородия почв и комплекс мер по их регулированию при длительном применении систем удобрения в разных почвенно-климатических зонах: Материалы Международной научной конференции / Под ред. акад. РАН В.Г. Сычева. – М.: ВНИИА, 2018. – С. 169-174.

4. Сычев В. Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. – М.: РАН, 2019. – 325 с.

5. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. – М., Ч. 1. 1986. – 146 с.

6. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: Росинформагротех, 2003. – 240 с.

7. Минеев В.Г., Дебрецки Б., Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. – М.: Колос, 1993. – 413 с.

## EFFICIENCY ESTIMATION OF DIFFERENT FLAX CROP ROTATIONS SATURATION WITH FERTILIZERS

N.N. Kuzmenko

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Komsomolskiy pr, 17/56, 170041 Tver, Russia,  
e-mail: kuzmenko.nataliya2010@mail.ru

*The effect of varying saturations of 8-flax crop rotation with organic and mineral fertilizers on changes in fertility indicators of sod-podzolic soil and productivity was studied. Their effectiveness in the conditions of the Central Non-Black Earth Region is given. The application of 5 tons of manure per 1 ha of crop rotation area +  $N_{26}P_{46}K_{62}$  ensured the highest payback of fertilizers with a yield increase (7.9 kg/kg) and the recoupment of additional costs by the cost of a crop (1.1 rub./rub.), but not ensured the preservation of humus reserves. The positive balance of NPK +90 kg/ha, humus +0.30 t/ha, the average annual productivity of 3.57 t g.u./ha were ensured by the application of 10 tons of manure +  $N_{19}P_{50}K_{81}$  = 280 kg a.i./ha. The highest crop rotation productivity of 3.97 t g.n./ha with a decrease in product quality, a positive balance of NPK +151 kg/ha and humus +0.30 t/ha was achieved with 12 tons of manure +  $N_{27.5}P_{72.5}K_{100}$  = 360 kg a.i./ha. With saturation of crop rotation of 280-370 kg a.i./ha, the cost of fertilizers did not pay off by the cost of increasing the crop.*

**Keywords:** flax crop rotation, saturation with fertilizers, NPK balance, humus, productivity, efficiency.

## ИЗМЕНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗЕРНА ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

М.А. Алёшин, к.с.-х.н., Л.А. Михайлова, д.с.-х.н.,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ им. Д.Н. Прянишникова  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [Matvei0704@mail.ru](mailto:Matvei0704@mail.ru)

*Представлены результаты полевого опыта по установлению влияния доз азотных и фосфорно-калийных удобрений на продуктивность одновидовых и смешанных агроценозов яровой пшеницы и посевного гороха. Исследования проведены на среднекультуренной дерново-подзолистой почве. Показано, что зерновая продуктивность смешанных пшенично-гороховых агроценозов изменялась в зависимости от их состава, доз азотных и фосфорно-калийных удобрений. Более высокая урожайность зерна (22,7 ц/га) получена в смешанном агроценозе (пшеница, 75% + горох, 25%) при внесении минеральных удобрений в дозах  $N_{60} + P_{60}K_{60}$ . Зафиксировано увеличение количества зернового фуражного гороха на 7,1 и 1,6 ц/га (относительно одновидового посева пшеницы) при включении в состав агроценозов посевного гороха в долевом эквиваленте, равном 25 и 50% соответственно. В смешанных агроценозах, зерно яровой пшеницы соответствовало I классу, согласно ГОСТ Р 54078-2010, только по количеству сырого протеина (более 140 г/кг).*

**Ключевые слова:** смешанные посевы, урожайность и биохимический состав зерна, минеральные удобрения, биоэнергетическая оценка.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.113.03

На нужды животноводства и птицеводства в России в настоящее время расходуют до 30 млн т зерна. Из общего количества доля фуражных культур составляет около 16 млн т (в том числе: ячмень 8-10 млн т, овес 3,5-4, кукуруза 2,6-2,8 млн т), остальные объемы фуражного зерна восполняются за счет пшеницы. Следует отметить, что для Пермского края подобная картина выражена ещё более остро [1].

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Пермского края, за последние пять лет на долю яровых зерновых и зернобобовых культур приходилось в среднем 35,6-39,6% общей площади посевов. Особую обеспокоенность вызывает резкое сокращение посевных площадей под зернобобовыми

культурами – с 11,9 тыс. га в 2013 г. до 6,4 тыс. га в 2017 г. В структуре посевных площадей зерновых культур наиболее весомую часть (41,0-42,3%) занимает яровая пшеница, но её посевы также сокращаются, в то время как урожайность остается достаточно низкой (10,7-14,9 ц/га).

Одна из основных причин низкой урожайности – недостаточное применение минеральных и, прежде всего азотных, удобрений, которым принадлежит ведущая роль в увеличении урожаев на плохо обеспеченных азотом дерново-подзолистых почвах [2].

В сложившейся ситуации возникает недостаток белкового сырья, за счет которого происходит значительный перерасход зерна, используемого на корм скоту и