

Как отмечалось, горчица белая имеет плотный стеблелестой, хорошо подавляет сорную растительность и отлично разрыхляет почву. В связи с этим в опытах применяли ресурсосберегающую систему подготовки почвы и технологию возделывания озимой пшеницы, суть которой сводилась к следующему:

- предпосевная подготовка почвы состояла из дискования на глубину 8-10 см и выравнивания почвы тяжелыми зубowymi боронами в 2 следа;
- озимую пшеницу высевали в первой декаде сентября с внесением нитроаммофоски с содержанием NPK по 16 кг д.в/га и с последующим прикатыванием поперек посева;
- весной проводили стартовую подкормку аммиачной селитрой из расчета 34,2 кг д.в/га;
- отсутствие болезней и незначительная засоренность исключили применение химических средств защиты растений в период вегетации;
- по вышеуказанным причинам уборку урожая проводили прямым комбайнированием.

В результате озимая пшеница выдержала суровые условия перезимовки (в 2019 г. 50 % посевов озимой пшеницы в Республике Татарстан не прошли перезимовку) и обеспечила получение зерна от 2,68 до 3,47 т/га. При этом прибавки урожайности зерна по фону минерального питания предшественника составили от 13,4 до 29,5 %.

Для сравнения отметим, что в Республике Татарстан в последние 3 года урожайность озимой пшеницы составляет 2,5-3,0 т/га, но для получения такой урожайности затрачивается в 1,5 раза больше дорогостоящих минеральных удобрений.

Следует особо подчеркнуть огромное влияние горчицы белой, возделываемой на расчетных фонах минерального питания, на накопление клейковины, содержание которой вплотную приближается ко второму классу.

Выводы. Интродукция горчицы белой в сельскохозяйственное производство Республики Татарстан и применение минеральных удобрений на планируемую урожайность 2,0-2,5 т/га не только расширяет ассортимент полезных для здоровья населения растительных масел, но и является ресурсосберегающим приемом увеличения объемов производства зерна озимой пшеницы, соответствующего по качеству мировым стандартам.

Литература

1. Аубекеров Т.А. Горчица / Т.А. Аубекеров. – Алма-Ата, 1980. – 95 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Коновалов Н.Г. Селекция и семеноводство горчицы сарептской. История научных исследований во ВНИИМК за 90 лет / Н.Г. Коновалов. – Кубань, 2003. – С. 73-81.
4. Лукомец В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов. – Краснодар, 2010. – 327 с.
5. Моисейченко В.Ф. Основы научных исследований в агрономии / В.Ф. Моисейченко, М.Ф. Трифонова, А.Х. Заверюха, В.Е. Ещенко. – М.: Колос, 1996. – 336 с.
6. Николаев В. С. Основы земледелия и растениеводства / В.С. Николаев. – М., 2000. – С. 342-345.
7. Nizamov R.M. Modern biological products and growth stimulators in the technology of cultivation of sunflower for oilseeds etc. / R.M. Nizamov, F.N. Safiollin, M.M. Khismatullin // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. – 2019. – Т. 10. – № 1. С. 341.
8. Сафиоллин Ф.Н. Рапс в лесостепи Поволжья. – Казань, 2008. – 406 с.

INFLUENCE OF NUTRITION BACKGROUNDS OF WHITE MUSTARD ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF LEACHED CHERNOZEMS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN AND THE YIELD OF SUBSEQUENT CROPS IN FIELD ROTATION

A. A. Akhmetzyanov, post-graduate student, A. Z. Karimov, candidate of science, F. N. Safiollin, doctor of science, Professor, S. R. Suleymanov, candidate of science, associate Professor
Kazan state agrarian University, 420015
65 Karl Marx street, Kazan, E-mail: faik1948@mail.ru

The most affordable, environmentally safe, energy-efficient and cost-effective way to solve the problem of a deficit-free balance of humus, improve the structural composition and reduce the density of soil compaction, increase the productivity of arable land is the cultivation of white mustard as part of field crop rotations, which simultaneously serves as a phytosanitary crop.

However, as the results of our research show, in order to fully realize the above-mentioned positive properties of white mustard, it is necessary to create favorable conditions for its growth and development, including optimization of mineral nutrition backgrounds.

Keywords: white mustard, calculated NPK norms, crop-root residues, bioactivity, soil structure, yield and its quality.

УДК 631.582:631.8

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕВООБОРОТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ, СОЛОМЫ И ПРОМЕЖУТОЧНОГО СИДЕРАТА

М.Р. Ахметзянов, доцент кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, кандидат сельскохозяйственных наук,

И.П. Таланов, профессор кафедры агрохимия и почвоведение, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»
420015, РТ, г. Казань, ул. К. Маркса, д.65. E-mail: talanoiv.ivan@yandex.ru

Представлены результаты исследований по изучению внесения расчетных доз минеральных удобрений, соломы и промежуточного сидерата в зернопаровом и зернотравяном севооборотах на серой лесной почве Республики Татарстан. Максимальное увеличение содержания гумуса (на 0,14 %) произошло в зернотравяном севообороте на фоне внесения пожнивного сидерата и соломы. Наибольшая засоренность посевов отмечена в зернопаровом сево-

обороте на фоне внесения расчетных доз минеральных удобрений – 36 шт/м² с воздушно-сухой массой 35,2 г/м², в зернотравяном севообороте численность сорных растений не увеличивалась по сравнению с показателями в начале ротации севооборота. Высокая урожайность культур в зерновых единицах (средняя за ротацию севооборота 36,9 ц/га) получена на фоне внесения пожнивного сидерата и соломы в зернотравяном севообороте по сравнению с 31,7 ц/га на фоне внесения NPK. Экономически эффективным возделывание культур как в зернопаровом, так и в зернотравяном севооборотах оказалось на фоне внесения пожнивного сидерата и соломы, уровень рентабельности составил, соответственно, 148,0 и 146,2%, максимальный коэффициент энергетической эффективности – 2,3 и 1,55.

Ключевые слова: севооборот, засоренность, гумус, урожайность, эффективность.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.114.11

Получение экологически безопасной продукции в севооборотах возможно при применении биологических средств воспроизводства плодородия почвы. В сочетании с минеральными удобрениями внесение соломы и пожнивного сидерата оказывает положительное влияние на биологическую активность почвы, способствует накоплению органического вещества, повышает коэффициент использования минеральных удобрений, улучшает физические, химические и биологические показатели плодородия почвы [1-3].

За период вегетации сидераты накапливают от 3,8 до 7,0 т/га воздушно-сухой массы, с которой в почву поступает 344–520 кг/га питательных элементов, улучшающих эффективное плодородие почвы. Выращивание сидератов и их запашка, не требующие больших затрат, предотвращают устранение причин потери эффективного плодородия и наступления почвоутомления, отмечено поступление энергии для выращивания последующих культур в севообороте [4-6].

Оптимальной по экономической эффективности на темно-серых оподзоленных почвах северной Лесостепи Полесья Житомирской области является органоминерально-сидеральная альтернативная система удобрения, которая сочетает внесение соломы (2 т/га), сидератов (6 т/га), навоза (20 т/га) и минеральных удобрений (N₄₅P_{22,5}K_{22,5}). При этой системе удобрения производительность культур и эффективность их выращивания приобретают максимальное значение. Интенсивная органоминеральная система удобрения обеспечивает высокую рентабельность [7, 8].

Цель исследований – провести сравнительный анализ продуктивности севооборотов в зависимости от внесения минеральных удобрений, соломы и промежуточного сидерата. Для достижения поставленной цели нами проведено обоснование эффективности внесения расчетных доз минеральных удобрений на запланированные урожаи сельскохозяйственных культур, соломы и пожнивного сидерата в зернопаровом и зернотравяном севооборотах в условиях серой лесной почвы Республики Татарстан.

Перед закладкой опыта основные показатели пахотного слоя почвы составляли: содержание гумуса 3,59%, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову), соответственно, 162 и 193 мг/кг почвы, рН_{сол.} 5,6.

Методика. Экспериментальная работа проведена в 1994-2002 гг. Полевой опыт был заложен в двух закладках, в 4-кратной повторности с рендомизированным размещением вариантов. Учетная площадь делянок 70 (7х10) м². В зернопаровом севообороте изучали следующие культуры: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – однолетние травы – озимая рожь – горох – яровая пшеница – овес, в зернотравяном севообороте: чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница – много-

летние травы 3-летнего использования – яровая пшеница – овес.

Схема опыта. Фактор А – внесение расчетных доз минеральных удобрений на запланированные урожаи: озимой ржи на 4,0 т/га (N₉₉ P₁₁₄ K₈₂), яровой пшеницы на 3,0 т/га (N₆₅ P₆₉ K₃₄), многолетние травы 3-летнего использования (N₃₀ P₃₀ K₃₀ – в период ранневесенней подкормки), яровой пшеницы на 3,0 т/га (N₅₃ P₅₈ K₂₇), овса на 3,0 т/га (N₈₅ P₉₅ K₅₄)

Фактор В – фоны питания: 1 – NPK (расчетно); 2 – солома + сидераты.

Агротехника вариантов: заделка измельченной соломы после уборки озимой ржи – 4-5 т/га, яровой пшеницы – 3-4, овса – 3-4 т/га на 8-10 см БДТ-3 с добавлением компенсирующей дозы азота (10 кг д.в. на 1 т соломы). Посев сидератов – после уборки озимой ржи двукратное дискование БДТ-3 вдоль и поперек. Прикапывание (до и после посева ярового рапса) катками ЗККШ-6. Посев ярового рапса на зеленое удобрение (сорт Ханна сеялкой СЗТ-3,6 на глубину 1-2 см, норма высева семян 18 кг/га). Во второй половине октября зеленую массу заделывали (35-40 ц/га) тяжелыми дисковыми боронами БДТ-3 на 8-10 см.

Результаты и их обсуждение. В зернопаровом севообороте с внесением расчетных доз минеральных удобрений наблюдалось снижение содержания гумуса в почве к концу ротации севооборота на 0,07 % (табл. 1). Внесение пожнивного сидерата и соломы под зерновые культуры привело к незначительному (на 0,01%) увеличению гумуса. Аналогичные изменения в содержании гумуса произошли в зернотравяном севообороте с внесением расчетных доз минеральных удобрений. Наиболее существенное увеличение содержания гумуса (на 0,14 %) в этом севообороте отмечено на фоне внесения пожнивного сидерата и соломы.

1. Содержание гумуса, % (1994-2002 гг.)

Севооборот	Фон питания	Начало ротации	Конец ротации	Изменение от исходного, ±
Зернопаровой	NPK (расчетно)	3,59	3,52	-0,07
	Солома + сидерат	3,59	3,60	+0,01
Зернотравяной	NPK (расчетно)	3,59	3,60	+0,01
	Солома + сидерат	3,59	3,73	+0,14

Следовательно, совместное внесение пожнивного сидерата и соломы, особенно с включением многолетних трав в севообороте, приводило к увеличению содержания гумуса.

Многочисленными исследованиями доказано, что засоренность посевов затеняет культуры в агроценозах,

поглощает продуктивную воду и элементы питания, ухудшает работу по уходу за сельскохозяйственными культурами. Все это приводит к непроизводительным затратам, снижает производительность труда, урожайность и качество урожая, повышает себестоимость продукции.

В наших исследованиях перед началом и в конце ротации севооборота был проведен подсчет сорняков и определена их воздушно-сухая масса. Из полученных данных следует, что засоренность посевов в начале ротации севооборотов была практически одинаковой (15,2 и 15,0 шт/м²) с воздушно-сухой массой сорняков (16,7 и 16,3 г/м²) на фоне с внесением как расчетных доз минеральных удобрений, так и пожнивного сидерата и соломы (табл. 2).

2. Засоренность посевов в севооборотах

Севооборот	Фон питания	Начало ротации		Конец ротации	
		шт/м ²	г/м ²	шт/м ²	г/м ²
Зернопаровой	НРК (расчетно)	15,2	16,7	36	35,2
	Солома + сидерат	15,0	16,3	38	36,0
Зернотравяной	НРК (расчетно)	15,2	16,7	16	14,7
	Солома + сидерат	15,0	16,3	18	16,2

К концу ротации севооборотов максимальное количество сорняков отмечено в зернопаровом севообороте: на фоне внесения расчетных доз минеральных удобрений оно составило 36 шт/м² с воздушно-сухой массой 35,2 г/м², на фоне внесения пожнивного сидерата и соломы, соответственно, 38 шт/м² и 36 г/м². В зернотравяном севообороте численность сорных растений (16 и 18 шт/м²) и воздушно-сухая масса сорняков (14,7 и 16,2 г/м²) практически не изменились по отношению к показателям в начале ротации севооборота.

Причиной снижения засоренности посевов в этом севообороте можно считать размещение многолетних трав.

Следовательно, существенное снижение засоренности посевов в севообороте происходит, когда возделывают культуры другой ботанической классификации, в частности, многолетние травы.

Валовый сбор урожая за ротации севооборотов показал, что на фонах с внесением расчетных доз минеральных удобрений в зернопаровом севообороте получено 164,4 ц/га, а в зернотравяном севообороте – 158,3 ц/га, или меньше на 6,1 ц/га з.е. Тогда как на фонах с внесением пожнивного сидерата и соломы зерновых культур урожайность культур была практически одинаковой и составила, соответственно, 184,7 и 184,3 ц/га з.е. (табл. 3).

3. Продуктивность культур в севооборотах, ц/га з.е.

Севооборот	Фон питания	Всего за ротацию севооборота	Средняя	Прибавка к контролю
Зернопаровой	НРК (расчетно)	164,4	23,5	–
	Солома + сидерат	184,7	26,4	2,9
Зернотравяной	НРК (расчетно)	158,3	31,7	-
	Солома + сидерат	184,3	36,9	5,2

Средняя урожайность существенно различалась как по видам севооборота, так и по фонам питания. Если урожайность культур в среднем за ротацию зернопарового севооборота на фоне внесения расчетных доз НРК составила 23,5 ц/га, то на фоне внесения пожнивного сидерата и соломы она повысилась до 26,4 ц/га (прибавка 2,9 ц/га). Средняя урожайность культур в зернотравяном севообороте существенно увеличилась и на фоне внесения НРК составила 31,7 ц/га, а на фоне внесения пожнивного сидерата и соломы она возросла до 36,9 ц/га (прибавка 5,2 ц/га).

Следовательно, при возделывании культур в зернопаровом севообороте с внесением пожнивного сидерата и соломы повышается продуктивность культур до 36,9 ц/га з.е. по сравнению с 26,4 ц/га з.е. в зернопаровом севообороте.

Для объективной оценки экономической эффективности возделывания культур в севооборотах и на фонах питания нами ежегодно по технологической карте проводились подсчеты производственных затрат на возделывание, рассчитывались себестоимость, чистый доход и уровень рентабельности каждой культуры севооборота. Все эти данные приведены в таблице 4.

4. Экономическая эффективность возделывания культур в севооборотах

Севооборот	Фон питания	Урожайность, ц/га	Стоимость валовой продукции	Производственные затраты	Чистый доход	Себестоимость продукции, руб/ц	Уровень рентабельности, %
			руб/га				
Зернопаровой	НРК (расчетно)	23,5	23486,0	11833,0	11653	503,8	98,5
	Солома + сидерат	26,4	26386,0	10639,0	15746	403,2	148,0
Зернотравяной	НРК (расчетно)	29,3	29271,4	16120,0	13151,4	550,7	81,6
	Солома + сидерат	34,5	34528,6	14024,4	20504,2	406,2	146,2

Возделывание культур в зернопаровом севообороте было экономически эффективно на фоне внесения пожнивного сидерата и соломы, где производственные затраты были на 1194 руб/га ниже, чем на фоне с внесением расчетных доз НРК. При этом на фоне внесения пожнивного сидерата и соломы чистый доход был выше, чем на минеральном фоне на 4093 руб/га, а уровень рентабельности составил 148,0% по сравнению с 98,5% на минеральном фоне. В зернотравяном севообороте экономические показатели по фонам питания были практически одинаковы, за исключением более высокой стоимости валовой продукции (на 5785,4 и 8142,6

руб/га) и чистого дохода (на 1498,4 и 4758,2 руб/га) по сравнению с зернопаровым севооборотом.

Расчеты показали, что возделывание культур экономически эффективно на фонах внесения пожнивного сидерата и соломы как в зернопаровом, так и в зернотравяном севооборотах, уровень рентабельности составил, соответственно, 148,0 и 146,2%.

В более длительных опытах можно определить энергетическую эффективность возделывания культур, которая позволяет сравнить урожайность, полученную при различных факторах производства. Максимальное количество энергии с урожаем за ротацию получено в зернопаровом севообороте с внесением пожнивного

сидерата и соломы (33555 МДж/га), а меньше всего (21926,7 МДж/га) – в зернотравяном севообороте с внесением расчетных доз минеральных удобрений (табл. 5).

5. Энергетическая эффективность возделывания культур в севообороте

Севооборот	Фон питания	Показатель	Всего за ротацию	В среднем за ротацию
Зернопаровой	NPK (расчетно)	Получено энергии с урожаем, МДж/га	211588	30227
		Затрачено энергии, МДж/га	113331	16190
		Коэффициент энергетической эффективности	1,87	1,87
	Солома + сидерат	Получено энергии с урожаем, МДж/га	234885	33555
		Затрачено энергии, МДж/га	101172	14453
		Коэффициент энергетической эффективности	2,3	2,3
Зернотравяной	NPK (расчетно)	Получено энергии с урожаем, МДж/га	153482,0	21926,7
		Затрачено энергии, МДж/га	98769,0	14109,9
		Коэффициент энергетической эффективности	1,55	1,55
	Солома + сидерат	Получено энергии с урожаем, МДж/га	185884,0	26554,9
		Затрачено энергии, МДж/га	88566,5	12652,4
		Коэффициент энергетической эффективности	2,10	2,10

Максимальный коэффициент энергетической эффективности (2,3) отмечен при возделывании культур в зернопаровом севообороте с внесением пожнивного сидерата и соломы, минимальный (1,55) – в зернотравяном севообороте с внесением расчетных доз минеральных удобрений.

Таким образом, возделывание культур в севооборотах экономически и энергетически эффективно на фонах с внесением пожнивного сидерата и соломы.

Закключение. Проведя анализ оценки эффективности возделывания культур в севооборотах с внесением расчетных доз минеральных удобрений и с внесением пожнивного сидерата и соломы можно сделать следующие выводы:

- возделывание зерновых культур с заделкой пожнивного сидерата и соломы с включением многолетних трав в севооборотах существенно улучшает структурно-агрегатный состав почвы, увеличивает содержание гумуса в почве;
- внесение пожнивного сидерата и соломы повышает продуктивность культур в зернотравяном севообороте до 36,9 ц/га з.е. по сравнению с 26,4 ц/га з.е. в зернопаровом севообороте;
- экономически и энергетически эффективно возделывание культур на фонах внесения пожнивного сидерата и соломы как в зернопаровом, так и в зернотравяном севооборотах.

Литература

1. Лошаков В.Г. Зеленое удобрение как фактор биологизации земледелия и повышения плодородия почвы / В.Г. Лошаков // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2016. – №2(2). – С. 65-81.
2. Сычев В.Г. Воспроизводство плодородия почвы при зерновой специализации земледелия в Центральном районе Нечерноземной зоны / В.Г. Сычев, В.Г. Лошаков, Г.Е. Мерзлая, В.А. Романенков. – М.: ВНИИА, 2012. – 48 с.
3. Ряховская Н.И. Влияние сидерата и органоминеральных удобрений на плодородие почвы и урожайность культур севооборота в условиях Камчатского края / Н.И. Ряховская, Н.М. Шалагина, В.В. Гайнатулина, Н.Ю. Аргунеева // Плодородие. – 2015. – № 5. – С. 48–50.
4. Сатаров Г.А. Эффективное плодородие почв и применение зеленых удобрений для его улучшения / Г.А. Сатаров // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2014. – №1. – С.151-157.
5. Кормилицын В.Ф. Развивать сидерацию в Поволжье / В. Ф. Кормилицын // Земледелие. – 1999. – № 1. – С. 28–31.
6. Михайлина В.И. Современные направления использования зеленых удобрений в земледелии / В.И. Михайлина // Достижения с.-х. науки и практики. – 1984. – № 6. – С. 31–38.
7. Кук Джеймс Р. От урожайности – к рентабельности / Кук Джеймс Р. // Зерно. – 2007. – № 6. – С. 13-18.
8. Матвийчук Б.В. Экономическая оценка систем удобрения в звене севооборота Северной лесостепи / Б.В. Матвийчук, А.П. Рябчук // Наука и Мир. – 2014. – Т. 1. – № 5 (9). – С. 156-159.

COMPARATIVE ANALYSIS OF PRODUCTIVITY OF CROP CIRCUITS DEPENDING ON THE INTRODUCTION OF MINERAL FERTILIZERS, STRAW AND INTERMEDIATE SIDERATE

*Akhmetzyanov M.R., candidate of agricultural sciences, associate professor
Talanov I.P., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
FSBEI "Kazan state agrarian University", 65 K. Marx street, Kazan, 420015, RT.
E-mail: talanov.ivan@yandex.ru*

The article presents the results of studies on the introduction of calculated doses of mineral fertilizers, straw and intermediate green manure in grain-steam and grain-grass rotation on gray forest soil of the Republic of Tatarstan. The maximum increase in humus content (by 0.14%) occurred in the grain-grass crop rotation against the background of the introduction of crop green manure and straw. The maximum weediness of crops was noted in a grain-steam crop rotation against the background of the calculated doses of mineral fertilizers, it amounted to 36 pcs./m² with an air-dry mass of 35.2 g / m², in the grain-grass crop rotation the number of weed plants did not increase from the indicators at the beginning of rotation of the crop rotation. High crop yields in grain units (average crop rotation 36.9 kg / ha) were obtained against the introduction of crop green manure and straw in a grain-grass crop rotation, against 31.7 kg / ha against the background of NRK. Cultivation of crops in both steam and grain and crop rotation turned out to be cost-effective against the background of the introduction of crop green manure and straw, the profitability level was 148.0 and 146.2%, where the maximum energy efficiency coefficient of 2.3 and 1.55, respectively, was obtained.

Key words: crop rotation, weediness, humus, productivity, efficiency.