

DOI 10.33952/2542-0720-2020-4-24-161-170

УДК 631.874:633.11:631.452

Приходько А. В., Караева Н. В., Зубоченко А. А.

СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. Сидерация – прием обогащения почвы органическим веществом, повышения её биологической активности, улучшения агрохимических и агрофизических свойств. Цель исследований – определить влияние способов использования зеленой массы озимой тритикале (*Triticale aestivum*forme) сорта Аллегро в качестве удобрения на показатели плодородия почвы перед посевом озимой пшеницы в условиях степного Крыма. Исследования проводили в 2015–2018 гг. на черноземе южном карбонатном слабогумусном. Изучали три способа сидерации: дискование в фазе выход в трубку; дискование и запахивание в фазе начало колошения. Контроль – использование биомассы тритикале на корм (дискование стерни). Установлено, что наиболее благоприятные условия для получения всходов озимой пшеницы создаются после сидерации тритикале озимой в фазе выход в трубку. При этой фазе использования растения во время вегетации экономнее расходуют влагу и элементы питания, активнее происходит минерализация органического вещества после сидерации. Этот способ обеспечил содержание нитратного азота в корнеобитаемом слое почвы перед посевом озимой пшеницы 2,01 мг/100 г, превысив показатели относительно других способов использования до 40 %. Сидерация тритикале в фазе начало колошения увеличивает поступление в почву органического вещества в 2,5–2,6 раза относительно фазы выход в трубку и в 3,9–4,0 раза – использования на корм. Эффект от этого агротехнического приема в полной мере проявится в последующие годы пользования после завершения минерализации органического вещества. Использование зеленой массы на корм обеспечило наименьшее поступление в почву органического вещества – 2,11 т/га, снизило перед посевом озимой пшеницы содержание в слое почвы 0–30 см нитратного азота до 1,37, доступного растениям фосфора – до 2,12 мг/100 г почвы, увеличило производственные затраты на заделку в почву 1 т органического вещества в 5,3–5,6 раз относительно сидерации зеленой массы.

Ключевые слова: тритикале озимая (*Triticale aestivum*forme), почва, сидерат, плодородие, органическое вещество, азот.

Введение

Современные мировые тенденции развития земледелия направлены на решение проблем повышения плодородия почвы, предотвращения деградации земель, снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду, производство экологически чистой продукции. Все более широкое применение находят агротехнические приемы, ориентированные на минимизацию или полный отказ от обработки почвы, расширение в севооборотах посевов многолетних трав и зернобобовых культур, использование в качестве удобрений сидератов, соломы и послеуборочных растительных остатков [1–5].

Повышение уровня плодородия земель, оптимизация водного, воздушного и теплового режимов почвы, улучшение условий питания растений и активизация биохимических и физиологических процессов в значительной степени определяется содержанием в почве органического вещества – гумуса. После резкого снижения поголовья животных в большинстве регионов России основным источником

образования в почве гумуса стали остатки растений, а одним из наиболее эффективных приемов поддержания плодородия почвы может служить сидерация – выращивание растений, способных быстро формировать зеленую массу для заделки в почву в качестве источника органического вещества и азота для культурных растений и почвенных микроорганизмов. По данным многочисленных исследований, в различных почвенно-климатических условиях применение сидератов способствует повышению биологической активности почвы, обогащению её органическим веществом и элементами питания, улучшению агрофизических свойств и структуры почвы [6–9].

В регионах с засушливым климатом, к которым относится и степной Крым, использование растений в качестве зеленого удобрения имеет свои особенности, обусловленные высоким температурным режимом и дефицитом атмосферных осадков. В таких условиях продуктивность сидеральных культур нестабильна, а процесс разложения растительных остатков протекает медленно [10]. Очень важно, чтобы после использования сидератов почва не только обогащалась органическим веществом, но и сохранила доступные растениям элементы питания и продуктивную влагу в количестве необходимом для получения всходов и вегетации озимых культур. Эффективность сидеральных паров в засушливых регионах зависит от видового состава сидератов, сроков и способов их использования, агрометеорологических условий [11–13]. В условиях степного Крыма способы использования сидеральных культур ранее не изучали.

Цель исследований – установление влияния различных способов использования сидеральной культуры озимой тритикале на показатели плодородия почвы перед посевом озимой пшеницы в условиях степного Крыма.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2015–2018 гг. в стационарном опыте на черноземе южном карбонатном слабогумусном, с мощностью гумусового горизонта не более 40 см. Средневзвешенное содержание в пахотном слое почвы: гумуса – 2,35 % (ГОСТ 26213-91), подвижных форм фосфора – 4,4, калия – 39,1 мг/100 г почвы (ГОСТ 26205-91). Средневзвешенный показатель рН – 7,6 (ГОСТ 26423-85). Место проведения исследований – Красногвардейский район Республики Крым характеризуется полусухим климатом, со значительными колебаниями термического режима, при среднегодовой температуре воздуха 10,2 °С и сумме атмосферных осадков 428 мм. В период проведения исследований погодные условия по годам отличались как по количеству, так и по характеру распределения осадков (рисунок 1).

Наиболее благоприятные условия увлажнения для формирования полноценных всходов и развития растений озимых культур в начальный период вегетации сложились осенью 2015 г., когда в октябре–декабре выпало 89 мм осадков. В 2016 г. атмосферные осадки составили 691 мм, превысив среднемноголетние показатели на 61 %. Наибольшее их количество отмечено в мае (76 мм), июне (210 мм) и сентябре (85 мм). Условия 2017 г. были экстремально засушливыми – 288 мм (67 % от нормы). В 2018 г. выпало 553 мм (129 % от среднемноголетних показателей), из них – 137 мм в июле и 89 мм – в сентябре. Среднегодовая температура воздуха ежегодно превышала многолетние показатели: в 2016 г. – 11,8 °С, в 2017 – 12,7 °С и в 2018 – 12,5 °С.

В исследованиях использовали зональную технологию выращивания озимых зерновых культур. Посев проводили в третьей декаде октября с нормой высева 3,5 млн шт. всхожих семян на гектар. Размещение вариантов – систематическое со смещением, повторность – трехкратная. Площадь делянок – 720 м².

Объект исследований: различные способы использования биомассы растений озимой тритикале (*Triticale aestivumforme*) сорта Аллегро. Классическое использование сидератов предусматривает запахивание надземной массы в период максимального накопления в растениях легкодоступных органических соединений, быстро минерализующихся в результате жизнедеятельности почвенных микроорганизмов [14]. Для злаковых культур такой фазой развития является начало колошения. Однако в исследованиях Цандура Н. А., Друзьяка В. В. и Бурькиной С. И. [13], проведенных в условиях засушливого климата степи Украины, обоснована целесообразность не запахивать надземную массу сидеральной культуры, а измельчать и перемешивать с верхним слоем почвы дисковыми орудиями. При данном способе сидерации на поверхности поля образуется мульча сидеральной культуры, защищающая пашню от дефляции и потерь влаги, что обеспечивает получение дружных всходов озимой пшеницы, как и по черному пару.

В условиях предгорной зоны Крыма (ООО «Антей», Симферопольский район) положительный результат получен при сидерации озимой ржи в раннюю фазу развития – выход в трубку. За период применения таких сидератов в агропредприятии повысился уровень плодородия почвы, увеличилась урожайность зерновых и зернобобовых культур более чем в два раза, хозяйство отказалось от применения минеральных удобрений [15].

В наших исследованиях в первом варианте опыта заделку растений в почву проводили дисковыми боронами в два следа на глубину 5–6 см при высоте растений 50–60 см в фазе развития выход в трубку. В остальных – биомассу тритикале использовали при достижении фазы начало колошения. Во втором варианте зеленую массу скашивали и вывозили из поля для использования на корм, а стерню с корневыми остатками заделывали в почву дисковыми боронами на глубину 5–6 см. В 3 и 4 вариантах зеленую массу измельчали, равномерно разбрасывали на опытных делянках кормоуборочным комбайном «Рось-2» в агрегате с трактором «МТЗ-82» и заделывали в почву тяжелой дисковой бороной: в варианте 3 – в два следа на глубину 10–15 см, в варианте 4 – в один след с последующим запахиванием на глубину 16–20 см. До посева озимой пшеницы во всех вариантах провели дискование на глубину 5–6 см и обработки паровым культиватором: две на 6–8 и две – на 5–6 см.

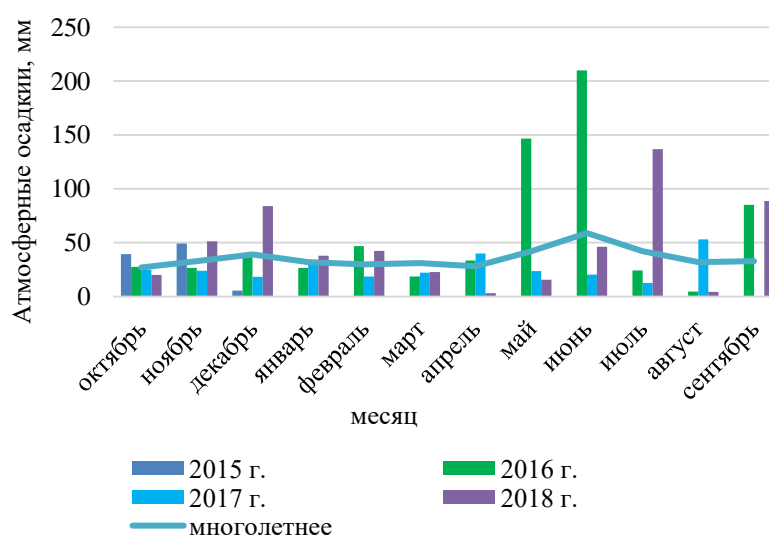


Рисунок 1 – Распределение атмосферных осадков во время проведения исследований

Наблюдения и учеты проводили согласно методике полевого опыта Доспехова Б. А. [16]. Содержание органического вещества в сухом веществе биомассы тритикале перед её заделкой определяли по ГОСТ 26226-95. Содержание в почве перед посевом озимой пшеницы нитратного азота определяли ионометрическим методом (ГОСТ 26951-86), подвижных соединений фосфора и калия – методом Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91), плотность почвы – методом Качинского [17]. Результаты исследований обрабатывали методом дисперсионного анализа с помощью Excel.

Результаты и их обсуждение

Растения тритикале использовали в качестве органического удобрения при достижении двух фаз развития: выход в трубку при высоте растений 50–60 см и начало колошения. В 2016 г. при благоприятном режиме увлажнения в осенне-зимний период растения достигли первой из них 15 апреля, а промежуток до начала второй составил 21 день. За межфазный период масса сухого вещества одного растения тритикале увеличилась с 2,8 до 9,6 г. В 2017 и 2018 гг. растения достигли первой фазы соответственно четвертого и третьего марта, а межфазный период был на 8–10 дней короче относительно первого года исследований. В 2017 г. отмечено увеличение средней массы сухого вещества одного растения за межфазный период от 2,5 до 4,7 г, а в 2018 – от 1,5 до 2,0 г.

За период от первой до второй фазы использования тритикале в качестве удобрения растения тритикале активно поглощали влагу, снижая ее запасы почве. В 2017 г. в метровом слое они сократились от 66,4 до 37,0 мм, в 2018 г. – с 18,5 до 10,1 мм. И только в 2016 г. после выпадения в межфазный период осадков влагозапасы увеличились на 27,5 мм.

Изменился за межфазный период и химический состав растений тритикале. В частности отмечали тенденцию увеличения в сухом веществе массовой доли органических веществ. В среднем за годы исследований к наступлению колошения его содержание относительно фазы выход в трубку возросло с 90,6 до 91,8 %.

При использовании травостоя тритикале высотой 50–60 см урожайность зеленой массы в 2016 и 2017 гг. была на одном уровне – 16,7 и 16,0 т/га, почти в два раза превысив показатель аномально засушливого 2018 г. (таблица 1). Однако травостой последнего года исследований обеспечил более высокий сбор сухого вещества – 3,18 т/га, превысив показатели предыдущих лет на 10,7 и 4,7 %.

Таблица 1 – Урожайность биомассы в агроценозах тритикале при различных способах использования в качестве органического удобрения, т/га

Вариант	Зеленая масса				Сухое вещество			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
1	16,7	16,0	8,8	13,8	2,84	3,03	3,18	3,02
2	44,3	26,7	10,3	27,1	10,85	5,68	3,94	6,82
3	42,8	25,8	10,5	26,4	10,48	5,49	4,01	6,66
4	41,9	27,6	11,6	27,0	10,27	5,87	4,41	6,85
НСР ₀₅	9,39	0,96	1,35		2,39	0,09	0,72	

Продолжительный период вегетации при благоприятных условиях увлажнения 2016 г. способствовал формированию высокопродуктивного фитоценоза тритикале в фазе начало колошения – 41,9–44,3 т/га зеленой массы, при сборе сухого вещества – 10,27–10,85 т/га. В 2017 г. урожайность зеленой массы составила 25,8–27,6 т/га (сбор сухого вещества 5,49–5,87 т/га), а в экстремально засушливом 2018 г. – 10,3–11,6 т/га, что 2,4–2,6 раза меньше предыдущего года. Однако по сбору сухого вещества (3,94–4,41 т/га) биоценоз тритикале последнего года исследований снизил продуктивность

относительно предшествующего года только в 1,3–1,4 раза. В среднем при первом сроке использования растений тритикале урожайность зеленой массы составила 13,8 т/га, что в 1,9–2,0 раза ниже относительно фазы начало колошения, а выход сухого вещества – 3,02 т/га, что показывает снижение – в 2,2–2,3 раза.

Расчеты поступления в почву органического вещества растений тритикале при изучаемых способах использования биомассы свидетельствуют о том, что наименьшее их количество поступало в почву при использовании растений в более раннюю фазу развития (выход в трубку) – 3,34 т/га и при использовании зеленой массы в фазе начало колошения на корм, когда заделывали в почву только остатки стерни и корневую систему растений – 2,11 т/га. Эти показатели в 2,5–2,6 и 3,9–4,0 раза меньше, чем при сидерации всей вегетативной массы растений, сформированной во вторую фазу использования – 8,25–8,52 т/га.

В условиях, когда влагообеспеченность растений является основным лимитирующим фактором получения урожая, кроме количества, поступившего в почву органического вещества, не менее весомым показателем плодородия является наличие продуктивной влаги. Оптимальным количеством доступной влаги перед посевом озимых культур считается ее содержание около 20 мм в пахотном слое почвы. В степной зоне Крыма запасы продуктивной влаги перед посевом озимых культур в этом слое определяются осадками предпосевного периода и составляют в среднем 14,6 мм [18]. В наших исследованиях (таблица 2), в условиях 2016 и 2018 гг., когда в сентябре выпало соответственно 85 и 89 мм осадков, запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы были удовлетворительными (соответственно 13,8–20,5 и 13,3–15,5 мм), а в 2017 г. – минимальными (4,2–5,1 мм).

Таблица 2 – Запасы продуктивной влаги в почве перед посевом пшеницы озимой

Вариант	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	0–20 см	0–100 см	0–20 см	0–100 см	0–20 см	0–100 см
1	18,9	99,4	5,1	41,5	14,4	41,9
2	20,5	100,1	4,4	36,5	13,3	55,8
3	17,9	90,6	4,2	25,2	15,5	78,8
4	13,8	80,1	4,2	26,1	13,7	64,4
НСР ₀₅	3,5	11,7	1,4	2,0	1,3	18,6

Запасы влаги в метровом слое, кроме атмосферных осадков, в значительной степени зависят еще от предшественников, глубины и способов обработки почвы [16]. На протяжении двух первых лет исследований более высокие запасы влаги в этом горизонте сохранилась при заделке биомассы тритикале на глубину 5–6 см: в 2016 г. – 99,4–100,1, в 2017 – 36,5–41,5 мм, превысив соответственно на 8,8–20,0 и 10,4–16,3 мм влагозапасы относительно более глубоких заделок. В 2018 г. (при минимальном содержании влаги перед заделкой в почву биомассы тритикале – 10,0–18,5 мм), интенсивные осадки июля и сентября лучше аккумулировались в почве при обработке на 10–15 и 16–20 см. Перед посевом озимой пшеницы они составили: после запахивания – 64,4 мм, а после заделки биомассы дисковой бороной – 78,8 мм, превысив влагозапасы на 23,0–36,9 мм относительно заделки на 5–6 см.

Плотность почвы в верхнем слое (0–10 см) перед посевом озимой пшеницы изменялась в пределах 1,02–1,08 г/см³ (таблица 3), то есть она была оптимальной для получения всходов и развития растений на начальных этапах при всех изучаемых нами способах использования тритикале.

Более глубокие корнеобитаемые слои характеризовались повышенной плотностью. При заделке биомассы тритикале на 5–6 см плотность слоя почвы 10–20 см увеличилась до 1,41–1,44 г/см³, что на 0,03–0,14 г/см³ больше относительно

показателей после заделки биомассы сидератов на 10–15 и 16–20 см. Более глубокая заделка способствовала переуплотнению слоя почвы 20–30 см – до 1,52 г/см³ после запахивания на 16–20 см и 1,56 г/см³ – после заделки дисковыми боронами на 10–15 см, что на 0,04–0,10 г/см³ выше относительно заделки на 5–6 см.

Таблица 3 – Плотность и химический состав почвы перед посевом пшеницы озимой (среднее за 2016–2018 гг.)

Вариант	Показатель	Единица измерения	Слой почвы, см			
			0–10	10–20	20–30	0–30
1	плотность почвы	г/см ³	1,05	1,44	1,46	1,32
	N-NO ₃	мг/100 г почвы	3,08	1,83	1,12	2,01
	P ₂ O ₅	мг/100 г почвы	2,31	2,08	3,54	2,65
	K ₂ O	мг/100 г почвы	37,6	25,6	17,8	27,0
2	плотность почвы	г/см ³	1,02	1,41	1,48	1,30
	N-NO ₃	мг/100 г почвы	1,82	1,29	1,02	1,37
	P ₂ O ₅	мг/100 г почвы	2,66	2,11	1,60	2,12
	K ₂ O	мг/100 г почвы	37,2	27,0	22,9	29,0
3	плотность почвы	г/см ³	1,08	1,38	1,56	1,34
	N-NO ₃	мг/100 г почвы	1,31	1,15	1,16	1,21
	P ₂ O ₅	мг/100 г почвы	3,12	2,53	2,44	2,70
	K ₂ O	мг/100 г почвы	36,3	29,2	23,7	29,7
4	плотность почвы	г/см ³	1,05	1,30	1,52	1,29
	N-NO ₃	мг/100 г почвы	1,97	1,69	1,11	1,59
	P ₂ O ₅	мг/100 г почвы	2,87	3,20	2,10	2,72
	K ₂ O	мг/100 г почвы	37,6	30,0	19,2	28,9

Минерализация органического вещества сидеральных культур осуществляется на протяжении 1,5–2,0 лет. Более высокая активность протекания этого процесса наблюдается при достаточном увлажнении и оптимальных для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов температурах. На скорость этого процесса влияет и химический состав биомассы сидератов [14]. В наших исследованиях минерализация органического вещества интенсивнее проходила после сидерации в фазе выход в трубку, когда были более благоприятные гидротермические условия, а органические соединения биомассы тритикале при данной, более ранней, фазе развития находились в доступной для микроорганизмов форме. Это отразилось на химическом составе почвы перед посевом пшеницы.

Более высокое содержание доступного растениям нитратного азота отмечали в слое почвы 0–10 см при всех изучаемых способах использования тритикале – 1,31–3,08 мг/100 г почвы. Это обусловлено лучшей аэрацией и более активным прохождением процессов минерализации органического вещества в верхнем слое почвы. С увеличением глубины данный показатель снижается: в слое почвы 10–20 см – до 1,15–1,83, 20–30 см – до 1,02–1,16 мг/100 г почвы.

В корнеобитаемом слое (0–30 см) более высокое содержание азота обеспечила мелкая заделка растений тритикале в ранней фазе развития выход в трубку – 2,01 мг/100 г почвы. При запашке измельченных растений на 16–20 см этот показатель снизился до 1,59, а самое низкое содержание азота – 1,21–1,37 мг/100 г почвы отмечено при использовании тритикале на корм и заделке на 10–15 см измельченной биомассы в фазе начало колошения растений

Содержание доступных форм фосфора в слое почвы 0–30 см в большинстве вариантов изменялось от 2,65 до 2,72 мг/100 г почвы и только при использовании зеленой массы тритикале на корм его количество снизилось до 2,12 мг/100 г почвы. Содержание калия в этом слое во всех вариантах опыта было на уровне 27,0–

29,7 мг/100 г почвы, что является достаточным для нормального роста и развития растений.

Производственные затраты, связанные с различными способами использования зеленой массы тритикале в качестве органического удобрения, существенно различаются (таблица 4).

Таблица 4 – Производственные затраты при различных способах использования растений тритикале озимой в качестве удобрения (среднее за 2016–2018 гг.)

Вариант опыта	Статья затрат, р./га					Затраты на внесение 1 т органического вещества, р.
	оплата труда	стоимость ГСМ*	стоимость семян	производственные расходы	общие затраты	
1	777	2615	2210	560	6162	1845
2	1897	4685	2210	879	9672	4583
3	972	2968	2210	615	6765	820
4	1068	3474	2210	675	7427	871

Примечание. * Горюче-смазочные материалы.

Наименьшие затраты на выращивание и заделку биомассы в почву отмечаются при использовании растений тритикале в более раннюю фазу вегетации – выход в трубку – 6163 р./га. При достижении фазы максимального накопления питательных веществ – начало колошения, производственные затраты увеличиваются в связи с необходимостью выполнения дополнительных работ по скашиванию зеленой массы и ее использованием: при заделке дисковыми боронами на 10–15 см – 6765 р./га (превышение на 603 р.), при запахивании на 16–20 см – до 7427 р./га (на 1265 р.), а при использовании на зеленый корм, когда всю зеленую массу вывозят на территорию фермы для кормления животных – до 9672 р./га (превышение 3509 р.). Этот вариант характеризуется и наивысшими затратами на заделку в почву 1 т органического вещества – 4583 р./т, что в 5,3–5,6 больше, чем при использовании зеленой массы в этой же фазе развития в качестве сидератов. Минимальные затраты на тонну внесенного в почву органического вещества – при скашивании и заделке дисковыми боронами на 10–15 см в фазе начало колошения – 820 р.

Выводы

В степном Крыму более благоприятные условия для получения всходов озимой пшеницы создаются после сидерации тритикале озимой в фазе выход в трубку. При данной фазе использования растения во время вегетации экономнее расходуют влагу и элементы питания, активнее происходит минерализация органического вещества в почве после сидерации. Этот способ использования обеспечил наивысшее содержание в корнеобитаемом слое нитратного азота перед посевом озимой пшеницы – 2,01 мг/100 г почвы, превысив показатели относительно фазы начало колошения до 40 %.

Сидерация тритикале во второй фазе использования увеличивает поступление в почву органического вещества в 2,5–2,6 раза относительно фазы выход в трубку и в 3,9–4,0 раза – использования на корм. Эффект от этого агротехнического приема в полной мере проявится после завершения минерализации органического вещества.

Использование зеленой массы на корм является наименее приемлемым способом для сохранения плодородия почвы, поскольку обеспечивает наименьшее поступление в почву органического вещества – 2,11 т/га, снижает содержание нитратного азота до 1,37 и доступного фосфора – до 2,12 мг/100 г почвы перед посевом озимой пшеницы, увеличивает производственные затраты на заделку в почву 1 т органического вещества в 5,3–5,6 раз относительно сидерации зеленой массы.

Литература

1. Файзуллин И. И., Набиуллин Р. З., Ахметзянов М. Р. Биологизация земледелия – основа высокопродуктивного хозяйства // Вестник Казанского ГАУ. 2011. № 1 (19). С. 153–156.
2. Baibekov R. F., Esaulko A. N., Lobankova O. Yu., Golosnoy E. V., Ozheredova A. Yu. Biologization of fertilizer systems: a step towards organic farming // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9. Iss. 4. P. 1694–1701.
3. Terzic D., Popovic V.M., Malic N., Ikanovic J., Rajicic V. Popovic S., Loncar M., Loncarevic V. Effects of long-term fertilization on yield of siderates and organic matter content of soil in the process of recultivation // Journal of Animal and Plant Sciences. 2019. Vol. 29. Iss. 3. P. 790–795.
4. Thomas C., Acquah G. E., Whitmore A. P., McGrath S. P., Haefele S. M. The effect of different organic fertilizers on yield and soil and crop nutrient concentrations // Agronomy-Basel. 2019. Vol. 9. Iss. 12. Article number: 776. DOI: 10.3390/agronomy9120776.
5. Чекмарев П. А., Лукин С. В. Система удобрений в условиях биологизации земледелия // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 12. С. 10–12.
6. Cerbari V., Cojocaru O. Evaluation of quality amendments in ordinary chernozem after incorporation in the soil a harvest of intermediate culture the vetch as a green mass // Scientific papers. UASVM of Bucharest. Series “Agronomy”. 2019. Vol. 62. Iss. 1. P. 13–18.
7. Xue N. W., Yang Z. P., Gao Z. Q., Zhang C. L., Xue J. F., Liu X. L., Sun M., Du T. Q. Effects of green manures during fallow on moisture and nutrients of soil and winter wheat yield on the Loess Plateau of China // Emirates Journal of Food and Agriculture. 2017. Vol. 29. Iss. 12. P. 978–987 DOI: 10.9755/ejfa.2017.v29.i12.1568.
8. Киреев А. К., Жусупбеков Е. К., Тыныбаев Н. К. Сидераты – малозатратный прием повышения плодородия почвы и урожайности культур на богарных землях юго-востока Казахстана // Агронабформ. 2018. № 8 (164). С. 60–62.
9. Новиков А. И., Лопачев Н. А., Панова А. Н. Роль сидератов в воспроизводстве почв Верхневолжья. // Вестник ОрелГАУ. 2011. № 4 (31). С. 10–11.
10. Chuckran P. F., Reibold R., Throop H. L., Reed S. C. Multiple mechanisms determine the effect of warming on plant litter decomposition in a dryland // Soil Biology & Biochemistry. 2020. Vol. 145. Article number: 107799. DOI: 10.1016/j.soilbio.2020.107799.
11. Паштецкий В. С., Приходько А. В. Использование сидератов для воспроизводства плодородия почв в условиях степного Крыма // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2019. № 5 (79). С. 44–46.
12. Турусов В. И., Гармашов В. М., Абанина О. А., Михина Т. И. Сидеральный пар как прием повышения плодородия почвы и продуктивности озимой пшеницы // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. Вып. 3. № 45. Ч. 3 С. 125–126. DOI: 10.18454/IRJ.2016.45.170.
13. Цандур Н. А., Друзьяк В. В., Бурыкина С. И. Сидеральные пары Степи Украины // Почвоведение и агрохимия. 2011. № 1 (46). С. 37–46.
14. Морковкин Г. Г., Дёмина И. В. Интенсивность минерализации сидератов и изменение содержания гумуса в черноземах выщелоченных умеренно засушливой и колочной степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2009. № 1 (51). С. 12–16.
15. Приходько А. В., Сусский А. Н., Муравейник Л. С. Влияние способов использования тритикале озимой в качестве сидеральной культуры на физико-химические показатели почвы // Сборник статей II Международной научно-практической интернет-конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». с. Соленое Займище: ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия», 2017. С. 963–967.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
17. Качинский Н. А. Физика почвы. Часть 1. М.: Высшая школа, 1965. 257 с.
18. Паштецкий В. С., Радченко Л. А., Женченко К. Г. Зернопропашные севообороты для условий Крыма // Таврический вестник аграрной науки. № 4 (12). 2017. С. 90–97.

References

1. Faizullin I. I., Nabiullin R. Z., Akhmetzyanov M. R. Agriculture biologization – the basis of highly productive agriculture // Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2011. No. 1 (19). P. 153–156.
2. Baibekov R. F., Esaulko A. N., Lobankova O. Yu., Golosnoy E. V., Ozheredova A. Yu. Biologization of fertilizer systems: a step towards organic farming // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9. Iss. 4. P. 1694–1701.
3. Terzic D., Popovic V.M., Malic N., Ikanovic J., Rajicic V. Popovic S., Loncar M., Loncarevic V. Effects of long-term fertilization on yield of siderates and organic matter content of soil in the process of recultivation // Journal of Animal and Plant Sciences. 2019. Vol. 29. Iss. 3. P. 790–795.

4. Thomas C., Acquah G. E., Whitmore A. P., McGrath S. P., Haeefe S. M. The effect of different organic fertilizers on yield and soil and crop nutrient concentrations // *Agronomy-Basel*. 2019. Vol. 9. Iss. 12. Article number: 776. DOI: 10.3390/agronomy9120776.
5. Chekmarev P. A., Lukin S. V. Fertilizer system under condition of agriculture biologization // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2012. No.12. P. 10–12.
6. Cerbari V., Cojocaru O. Evaluation of quality amendments in ordinary chernozem after incorporation in the soil a harvest of intermediate culture the vetch as a green mass // *Scientific papers. UASVM of Bucharest. Series "Agronomy"*. 2019. Vol. 62. Iss. 1. P. 13–18.
7. Xue N. W., Yang Z. P., Gao Z. Q., Zhang C. L., Xue J. F., Liu X. L., Sun M., Du T. Q. Effects of green manures during fallow on moisture and nutrients of soil and winter wheat yield on the Loess Plateau of China // *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2017. Vol. 29. Iss. 12. P. 978–987 DOI: 10.9755/ejfa.2017.v29.i12.1568.
8. Kireev A. K., Zhushupbekov E. K., Tynybaev N. K. Green manure as a low-cost method of increasing soil fertility and crop yields on rainfed lands of southeast Kazakhstan // *Agrosnabforum*. 2018. No. 8 (164). P. 60–62.
9. Novikov A. I., Lopachev N. A., Panova A. N. The role of green manure in the reproduction of soils in the Upper Volga region // *Vestnik OrelGAU*. 2011. No. 4 (31). P. 10–11.
10. Chuckran P. F., Reibold R., Throop H. L., Reed S. C. Multiple mechanisms determine the effect of warming on plant litter decomposition in a dryland // *Soil Biology & Biochemistry*. 2020. Vol. 145. Article number: 107799. DOI: 10.1016/j.soilbio.2020.107799.
11. Pashtetskiy V. S., Prikhodko A. V. The use of green manure crops to recover soil fertility under the conditions of Crimean steppes // *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2019. No. 5 (79). P. 44–46.
12. Turusov V. I., Garmashov V. M., Abanina O. A., Mihina T. I. Pairs of green manure as a method of improving soil fertility and productivity of winter wheat // *International Research Journal*. 2016. Iss. 3. No. 3 (45) Part. 3. P. 125–126. DOI: 10.18454/IRJ.2016.45.170.
13. Tsandur N. A., Druzyak V. V., Burykina S. I. Green steam in the steppe of the Ukraine // *Pochvovedeniye i agrokhimiya*. 2011. No. 1(46). P. 37–46.
14. Morkovkin G. G., Dyomina I. V. Intensity of mineralization of green manure and change in the humus content in leached chernozems of moderately arid steppe and that of with kolkis at the Altai Territory // *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2009. No. 1 (51). P. 12–16.
15. Prikhodko A. V., Susskiy A. N., Muraveinik L. S. Ways to use winter triticale as a green manure; influence of these methods on the physicochemical parameters of the soil // *Collection of articles of the II International Scientific and Practical Internet Conference "Modern ecological state of the natural environment and scientific-practical aspects of rational nature management"*. Village Solenoye Zaymishche: FSBSI "Caspian Research Institute of Arid Agriculture" (PNIAZ), 2017. P. 963–967.
16. Dospikhov B. A. *Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results)*. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
17. Kachinsky N. A. *Soil Physics. Part.1*. Moscow: Vysshaya shkola, 1965. 257 p.
18. Pashtetskiy V. S., Radchenko L. A., Zhenchenko K. G. Grain cultivated and fallow row-crop rotations for the conditions of the Crimea // *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2017. No. 4(12). P. 90–97.

UDC 631.874:633.11:631.452

Prikhodko A. V., Karaeva N. V., Zubochenko A. A.

WAYS TO USE GREEN MASS OF WINTER TRITICALE AS FERTILIZER IN THE STEPPE CRIMEA

Summary. *The method of incorporating green leafy matter directly into the soil is called Green Manuring. Green Manuring helps improve soil quality in the following ways: increase organic content of soil, increase biological activity in the soil, improve agrochemical and agrophysical properties of the soil. The purpose of our research was to identify the influence of different ways of using green mass of winter triticale variety 'Allegro' on the soil fertility indicators before the sowing winter wheat under conditions of the steppe Crimea. Field experiments were carried out in 2015–2018. Soil – chernozem southern calcareous low humic. In the course of the research, we studied three ways of green manure management: disking at the phase of stem elongation, disking and ploughing at the phase of early heading, use of triticale biomass for forage (triticale stubble disking) – control variant. Specifically, the studies revealed that the most favorable conditions for obtaining seedlings of winter wheat were after the incorporation of plant biomass at the phase of stem elongation. In this case, plants consume moisture and nutrients more economically, organic matter mineralization*

occurs more actively. This method provided 2.01 mg/100 g of nitrate nitrogen in the root layer of the soil before sowing winter wheat exceeding the indicators by up to 40 % compared to other options of triticale biomass incorporation. Manuring Triticale aestivumforme at the phase of early heading increases the input of soil organic matter by 2.5–2.6 times compared to the stem elongation phase; by 3.9–4.0 times in case of use triticale biomass for forage. The full benefits of this technique will be seen in the subsequent years when the process of the organic matter mineralization will be completed. Option “use of triticale biomass for forage” ensured the least input of soil organic matter – 2.11 t/ha. Moreover, the content of nitrate nitrogen in the 0–30 cm soil layer decreased to 1.37, available forms of phosphorus – to 2.12 mg/100 g of soil. Besides, the production costs for incorporating 1 ton of organic matter into the soil increased by 5.3–5.6 times compared to green mass manuring.

Keywords: *winter triticale (Triticale aestivumforme), soil, green manure, fertility, organic matter, nitrogen.*

Приходько Александр Валентинович, старший научный сотрудник лаборатории земледелия, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: prihodko_a@niishk.ru.

Караева Наталья Викторовна, младший научный сотрудник лаборатории земледелия, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: karaeva_n@niishk.ru.

Зубоченко Алла Анатольевна, старший научный сотрудник лаборатории агрохимических исследований, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: zubochenko_a@niishk.ru.

Prihodko Aleksandr Valentinovich, senior researcher of the Laboratory of agriculture, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: prihodko_a@niishk.ru.

Karaeva Natalya Viktorovna, junior researcher of the Laboratory of agriculture, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: karaeva_n@niishk.ru.

Zubochenko Alla Anatolyevna, senior researcher of the Laboratory of agrochemical research, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: zubochenko_a@niishk.ru.

Дата поступления в редакцию – 21.09.2020.

Дата принятия к печати – 15.10.2020