

DOI 10.33952/2542-0720-2020-3-23-131-141

УДК 633.11:631.874

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОЙ НА ЗЕЛЕНое УДОБРЕНИЕ В РАЗЛИЧНЫЕ ФАЗЫ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

ФГБУН «Научно исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. Совершенствование агроприёмов, направленных на сохранение плодородия почвы и влагосбережение необходимы для повышения эффективности полеводства в степной зоне. Цель исследований – определить влияние способов использования биомассы сидератов на показатели плодородия почвы перед посевом парозанимающей культуры. Эксперименты проводили в 2015–2018 гг. в степной зоне Крыма. Объект исследований – растения озимой тритикале (*Triticale aestivumforme*), используемые на зеленое удобрение, в фазы вегетации – выход в трубку и начало колошения. Содержание органического вещества в биомассе определяли перед заделкой сидератов по ГОСТ 26226-95, агрохимические свойства почвы – через шесть месяцев перед посевом пшеницы. Установлено, что при использовании тритикале в фазе выход в трубку в почву поступает 3,34 т/га органического вещества. К началу колошения его количество в экстремально засушливые годы увеличивалось до 5,65, а при оптимальном увлажнении – до 12,19 т/га. За межфазный период выход в трубку – начало колошения отмечено разуплотнение почвы в слоях: 0–10 и 10–20 см на 0,11–0,12 г/см³; 20–30 см – на 0,4 г/см³. В типичные годы перед посевом парозанимающей культуры запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы после использования сидератов в фазе выход в трубку были на 8,8–16,3 мм выше относительно фазы начало колошения. При наличии в летний период интенсивных осадков, влага в почве лучше аккумулировалась после заделки в фазе начало колошения (превышение 36,9 мм). Более высокое содержание нитратного азота (ГОСТ 26951-86) в корнеобитаемом слое почвы отмечено после использования растений тритикале в фазе выход в трубку – 2,01 мг/100 г почвы (на 40 % выше относительно фазы начало колошения). На содержание в почве доступных форм фосфора и калия (ГОСТ 26205-91) фазы использования тритикале влияния не оказали.

Ключевые слова: тритикале озимая (*Triticale aestivumforme*), плодородие, сидерат, урожайность, азот, органическое вещество.

Введение

В условиях рискованного земледелия, когда основным лимитирующим фактором является влагообеспеченность, продуктивность растений и качество урожая сельскохозяйственных культур определяется запасами продуктивной влаги и уровнем плодородия почв [1–2]. В засушливые годы гарантированное получение урожая основной зерновой культуры – пшеницы могут обеспечить только пары при условии проведения агротехнических мероприятий, направленных на воспроизводство плодородия земель [3]. Никакие другие факторы (способы обработки почвы, сорта, средства защиты растений) без применения удобрений не могут обеспечить повышение плодородия почв и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур [4]. Особенно важную роль в удовлетворении потребности растений в элементах питания, влаги, воздухе играет содержание в почве гумуса – органического вещества, являющегося продуктом жизнедеятельности микроорганизмов и образующегося в результате разложения растительных и животных остатков [5–7].

В последние годы в Российской Федерации складывается отрицательный баланс гумуса в почвах [7]. Одна из причин такой тенденции – снижение объемов внесения традиционных видов органических удобрений (особенно навоза) из-за резкого падения поголовья животных. В связи с этим возникает необходимость поиска новых источников органических веществ в земледелии и разработки наиболее эффективных способов их применения [8, 9].

Одним из перспективных видов таких удобрений может стать сидерация – запахивание в почву зелёной массы растений. Применение зеленых удобрений способствует улучшению агрофизических, биологических свойств почвы и её структуры, обогащению почвы органическим веществом и элементами питания, защите растений от болезней и вредителей и подавлению роста сорняков [10–14].

Использование зеленых удобрений имеет многовековой опыт [15]. В последние годы в связи с обострением проблем экологии и загрязнения окружающей среды, все больше внимания уделяется вопросам биологизации земледелия и сидераты находят широкое применение в различных регионах земного шара.

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о перспективности сидерации в паровом поле севооборота [16–21]. Эффективность этого агроприема зависит от почвенно-климатических условий, вида сидеральной культуры и способа её заделки в почву [22]. При использовании сидеральных культур в засушливых условиях следует особое внимание уделить вопросам максимального сохранения почвенной влаги. Снизить потери продуктивной влаги можно подбором сидеральных культур, более ранним сроком использования сидератов, уменьшением глубины обработки почвы и оставлением на поверхности поля растительных остатков, защищающих почву от дефляции и снижающих потери влаги в результате физического испарения.

Цель исследований – определить влияние способов использования биомассы сидератов на показатели плодородия почвы перед посевом парозанимающей культуры.

Задача исследований – оценить влияние фазы использования растений тритикале озимой в качестве зеленого удобрения при минимальной глубине заделки биомассы на показатели плодородия почвы перед посевом озимых зерновых культур: поступление в почву органического вещества, разуплотнение корнеобитаемого слоя почвы, запас продуктивной влаги и химический состав почвы.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 2015–2018 гг. в стационарном трехпольном севообороте с чередованием культур: пар сидеральный – пшеница озимая – ячмень озимый в степном Крыму. Объект исследований – посевы озимой тритикале (*Triticale aestivumforme*) сорта кормового назначения Аллегро, характеризующегося интенсивным ростом и формированием большой вегетативной массы. В исследованиях использовали общепринятую зональную для степной части Крыма агротехнику выращивания озимых зерновых культур с нормой высева тритикале – 3,5 млн всхожих семян/га. Размещение вариантов опыта – систематическое со смещением, повторность – трехкратная. Площадь делянки – 720 м².

Почва опытного участка – чернозем южный карбонатный слабогумусный на лессовидных глинах. Мощность гумусового горизонта не превышает 40 см. Содержание в пахотном слое гумуса (по Тюрину) – 2,35 %, подвижных соединений фосфора – 4,4 мг/100 г почвы и калия – 39,1 мг/100 г почвы (по Мачигину), средневзвешенный показатель рН – 7,6. Данные почвы обладают высокими водоудерживающими качествами, они способны накапливать до 300–350 мм влаги,

но при этом запасы продуктивной влаги, доступной для растений, не превышают 160–180 мм [23].

Климат степного Крыма – полусухой, характеризуется большими годовыми и суточными колебаниями температур. Среднегодовая температура воздуха составляет около 10 °С. Среднегодовое количество осадков равно 428 мм.

Погодные условия в годы проведения исследований значительно различались по наличию атмосферных осадков. В 2016 г. они составили 691 мм (161 % от среднегодовых показателей), максимальное количество выпало в мае (в период формирования вегетативной массы тритикале) – 76 мм, а также в июне – 210 мм и сентябре – 85 мм. В 2018 г. атмосферные осадки составили 553 мм (129 % нормы), 137 мм – в июле и 89 мм – в сентябре. 2017 г. был экстремально засушливым – выпало всего 288 мм осадков (67 % от среднегодовых показателей). В 2018 г. атмосферные осадки составили 553 мм (129 % нормы) – 137 мм в июле и 89 мм – в сентябре. В период проведения исследований среднесуточная температура воздуха составила в 2016 г. – 11,8; в 2017 г. – 12,7 и в 2018 г. – 12,5 °С.

Программа исследований по изучению эффективности различных способов использования тритикале в качестве органического удобрения предусматривает использование зеленой массы растений тритикале озимой при двух фазах развития: выход в трубку (высота растений – 50–60 см) и начало колошения. Чтобы достигнуть максимального сохранения почвенной влаги, согласно общепринятой технологии, предусматривалась минимальная глубина заделки биомассы растений. В первой фазе использования, когда продуктивность биомассы растений была относительно невысокая, заделку проводили дисковыми боронами в два следа на глубину 5–6 см. При достижении второй фазы, когда урожайность зеленой массы достигала максимальных значений, ее сначала измельчали кормоуборочным комбайном «Рось-2» в агрегате с трактором «МТЗ-82», а затем заделывали в почву тяжелой дисковой бороной. При этом глубина заделки увеличивалась до 10–15 см. В период от заделки растений в почву до посева озимой пшеницы, выращиваемой в севообороте после сидерального пара, проводили еще одно дискование на глубину 5–6 см и четыре сплошные культивации: две на глубину 6–8 и две – на 5–6 см.

Учёты, наблюдения и анализы проводили общепринятыми методами в соответствии с методическими указаниями Б. А. Доспехова [24]. При достижении растениями фазы использования определяли в сухом веществе биомассы тритикале содержание органического вещества (ГОСТ 26226-95), общего азота по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4-93), общего фосфора (ГОСТ 26717-85) и общего калия (ГОСТ 26718-85). Через шесть месяцев после сидерации, перед посевом озимой пшеницы определяли содержание в почве нитратного азота (ионометрическим методом, ГОСТ 26951-86), подвижных соединений фосфора и калия (по методу Мачигина в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26205-91). В 2017 и 2018 гг. перед заделкой сидерата определяли плотность почвы методом Качинского [25].

Статистический анализ опытных данных проводили методом однофакторного дисперсионного анализа с помощью Excel.

Результаты и их обсуждение

В севообороте сидеральные культуры высевают после озимого ячменя, активно использующего влагу и иссушающего почву. Поэтому запасы почвенной влаги перед посевом тритикале озимой на зеленое удобрение зависели от погодных условий. За период проведения исследований, оптимальный режим увлажнения, необходимый для получения полноценных всходов, роста и развития растений тритикале в начальный период вегетации сложился только осенью 2015 г., когда запасы продуктивной влаги в пахотном слое (0–20 см) составляли 15,7 мм, а в метровом горизонте – 86,3 мм. Осенью 2016 и 2017 гг. величины этих показателей составили соответственно только 2,4 и 2,2 мм в пахотном слое и 22,4 и 22,9 мм – в

метровом, что имело отрицательное влияние на своевременное получение всходов и развитие тритикале в осенний период.

Весной 2016 г. хорошо развитые с осени растения тритикале уже к 15 апреля достигли первой фазы использования – выход в трубку при высоте растений 50–60 см, тогда как в 2017 и 2018 гг. эта фаза развития наступила только третьего–четвертого мая (таблица 1).

Таблица 1 – Календарные сроки наступления фаз развития тритикале в весенний период за годы исследований

Год	Дата наступления фазы			Продолжительность периода между фазами использования, дней
	возобновление весенней вегетации	выход в трубку	начало колошения	
2016	14.02	15.04	06.05	21
2017	26.02	04.05	17.05	13
2018	08.03	03.05	14.05	11

За относительно незначительный период времени от первой до второй фазы использования происходило интенсивное увеличение биометрических показателей растений тритикале. В среднем за годы исследований высота растений увеличилась в 1,9 раза, а масса сухого вещества – в 2,6 раза, в том числе стеблей – в 2,5, листьев – в 1,6 и корней – в 3,3 раза (таблица 2). При этом, если за указанный межфазный период удельный вес сухого вещества стеблей не изменился (52 %), то к достижению фазы начало колошения отмечали относительное снижение массы листьев от 31 до 22 % и увеличение удельной массы корней от 17 до 26 %.

Таблица 2 – Характеристика растений тритикале озимой в фазы использования в качестве сидерата (среднее за 2016–2018 гг.)

Показатель		Выход в трубку	Начало колошения
Биометрический	высота, см	52,3	98,7
	масса, г	11,6	31,8
	масса сухого вещества, г	2,3	5,4
Удельный вес в сухом веществе, %	стебли	52	52
	листья	31	22
	корни	17	26
Химический состав сухого вещества, %	органическое вещество	90,60	91,80
	общий азот	1,81	1,17
	P ₂ O ₅	0,70	0,64
	K ₂ O	2,97	2,61

По мере относительного снижения доли листьев в структуре растений тритикале к достижению фазы начало колошения, прослеживали тенденцию к увеличению в сухом веществе массовой доли органических веществ (в среднем за годы исследований за межфазный период использования прибавка составила 1,2 %) и уменьшение содержания общего азота, фосфора и калия на 0,64; 0,06 и 0,36 % соответственно.

Продуктивность агроценоза сидеральной культуры определяли погодные условия и ее показатели резко различались по годам исследований. При использовании травостоя тритикале в более ранней фазе (выход в трубку) средняя урожайность зеленой массы за годы исследований составила 13,8 т/га, а сбор сухого вещества – 3,02 т/га. Самая низкая урожайность зеленой массы – 8,8 т/га отмечена в экстремально засушливом 2018 г. В 2016 и 2017 гг. сбор зеленой массы составил соответственно 16,7 и 16,0 т/га, а сухого вещества – 2,84 и 3,03 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели продуктивности биомассы и поступление в почву органического вещества при различных фазах использования растений тритикале на зеленое удобрение, т/га

Показатель	Фаза использования	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
		Урожайность зеленой массы	выход в трубку	16,7	
	начало колошения	42,8	25,8	10,5	24,6
	НСР ₀₅	9,39	0,96	1,35	
Сбор сухого вещества	выход в трубку	2,84	3,03	3,18	3,02
	начало колошения	10,48	5,49	4,01	6,66
	НСР ₀₅	2,39	0,09	0,72	
Содержание органического вещества в биомассе	выход в трубку	3,55	3,03	3,45	3,34
	начало колошения	12,19	6,92	5,65	8,25

Более длительная вегетация растений в период между первой и второй фазами использования при благоприятных условиях увлажнения 2016 г. способствовала интенсивному их росту и формированию высокопродуктивного стеблестоя – 42,8 т/га зеленой массы при выходе сухого вещества 10,48 т/га. В 2017 г. при менее продолжительном межфазном периоде урожайность зеленой массы к началу колошения составила 25,8 т/га при сборе сухого вещества 5,49 т/га, а самая низкая продуктивность зеленой массы (10,5 т/га) и сухого вещества (4,01 т/га) зафиксирована в экстремально засушливом 2018 г.

При заделке биомассы тритикале в фазе выход в трубку поступление в почву органических веществ по годам исследований изменялось незначительно – от 3,03 до 3,55 т/га, и в среднем составило 3,34 т/га. В фазе начало колошения (период максимального накопления питательных веществ) наибольшее количество органики (12,19 т/га), сформировалось в условиях оптимального по увлажнению 2016 г., минимальное (5,65 т/га) – в экстремально засушливом 2018 г., а средний показатель за период исследований составил 8,25 т/га.

Интенсивный рост растений в межфазный период выход в трубку–начало колошения оказал влияние на показатели физических и химических свойств почвы. Активное развитие корневой системы способствовало разуплотнению верхних горизонтов почвы (таблица 4).

Таблица 4 – Динамика плотности корнеобитаемых слоев почвы при достижении фаз использования тритикале на зеленое удобрение (среднее за 2017–2018 гг.)

Слой почвы, см	Плотность почвы по фазам, г/см ³		Разуплотнение почвы за межфазный период	
	выход в трубку	начало колошения	г/см ³	%
0–10	1,06	0,94	0,12	10,9
10–20	1,48	1,37	0,11	7,5
20–30	1,46	1,41	0,04	3,1

В среднем за годы исследований за относительно непродолжительный межфазный период отмечено снижение плотности в слоях почвы 0–10 и 10–20 см на 0,11–0,12 г/см³ или 7,5–10,9 %. В более глубоком слое почвы (20–30 см) плотность снизилась только на 3,1 %. Это свидетельствует о том, что корневая система тритикале располагается преимущественно в горизонтах почвы 0–20 см, и только незначительная ее часть проникает в более глубокие слои.

Период вегетации от фазы выход в трубку до начала колошения сопровождался активным использованием растениями тритикале влаги (таблица 5).

В 2017 г. в фитоценозах тритикале при достижении фазы начало колошения отмечено снижение влагозапасов в метровом слое почвы по отношению к фазе выход в трубку на 29,4 мм, в 2018 г. – на 10,1 мм. И только в условиях 2016 г., когда

в межфазный период выпали интенсивные осадки – 60,8 мм, запасы продуктивной влаги к достижению фазы начало колошения увеличились на 27,5 мм.

Таблица 5 – Влагообеспеченность метрового слоя почвы при использовании тритикале озимой в качестве сидерата в разные фазы, мм

Показатель	Фаза использования	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Запасы влаги при посеве тритикале	–	86,3	22,4	22,9
Запасы влаги перед использованием тритикале	выход в трубку	64,3	66,4	18,5
	начало колошения	91,8	37,0	10,0
Осадки в период между фазами использования сидерата	–	60,8	17,0	15,6
Осадки за период от использования тритикале до посева пшеницы	выход в трубку	545	135	312
	начало колошения	516	123	296
Запасы влаги перед посевом пшеницы	выход в трубку	99,4	41,5	41,9
	начало колошения	90,6	25,2	78,8

На протяжении первых двух лет исследований, перед посевом озимой пшеницы, выращиваемой в севообороте после сидерального пара, запасы продуктивной влаги лучше сохранились при заделке биомассы тритикале на глубину 5–6 см в фазе начало колошения. В 2016 г. они на 8,8 мм, а в 2017 г. – на 16,3 мм превысили показатели, полученные при использовании тритикале в фазе начало колошения и заделке на 10–15 см. В 2018 г., когда после сидерации содержание влаги в почве было минимальным, интенсивно выпавшие июльские и сентябрьские осадки лучше аккумулировались в почве при более глубокой заделке биомассы. Превышение составило 36,9 мм.

Скорость разложения органического вещества в почве определяется химическим составом органических соединений растительных остатков, соотношением в них азота к углероду, гидротермическими условиями и биологической активностью почвы [26]. Минерализация органического вещества сидеральных культур осуществляется за полтора–два года [27]. На протяжении этого периода содержащиеся в них элементы питания высвобождаются и включаются в биохимический круговорот. У культур с относительно низким содержанием азота, к которым относятся и злаковые травы, разложение органических веществ протекает значительно медленнее. Участвующие в минерализации таких остатков микроорганизмы, испытывая недостаток в легкоусвояемом азоте, частично используют его из почвы, снижая запасы нитратного азота.

В наших исследованиях, перед посевом озимой пшеницы более высокое содержание (2,01 мг/100 г почвы) нитратного азота в корнеобитаемом слое почвы (0–30 см) отмечено при использовании тритикале на зеленое удобрение в более раннюю фазу развития – выход в трубку (таблица 6), когда растения имели меньшую вегетативную массу, повышенное содержание листьев и более высокое количество азота в сухом веществе.

После заделки измельченных растений в фазе начало колошения содержание общего азота в почве снизилось до 1,21 мг/100 г или на 40 %. Более высокое содержание этого элемента отмечено в слое почвы 0–10 см. С увеличением глубины данный показатель снижается: при использовании растений тритикале в фазе выход в трубку – от 3,08 до 1,83 мг/100 г почвы в слое почвы 10–20 см и до 1,12 – в слое 20–30 см, а при использовании в фазе начало колошения – от 1,31 до 1,15 и 1,16 мг/100 г почвы соответственно.

Таблица 6 – Химический состав почвы перед посевом пшеницы озимой в зависимости от фазы использования тритикале в качестве сидератов (среднее за 2016–2018 гг.)

Фаза использования	Слой почвы, см	Содержание, мг/100 г почвы		
		N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Выход в трубку	0–10	3,08	2,31	37,6
	10–20	1,83	2,08	25,6
	20–30	1,12	3,54	17,8
	0–30	2,01	2,65	27,0
Начало колошения	0–10	1,31	3,12	36,3
	10–20	1,15	2,53	29,2
	20–30	1,16	2,44	23,7
	0–30	1,21	2,70	29,7

Содержание доступных форм фосфора в слое почвы 0–30 см изменялось в пределах 2,65–2,70 мг/100 г почвы, а калия – находилось на уровне 27,0–29,7 мг/100 г почвы. С увеличением глубины слоев почвы отмечали тенденцию к снижению содержания калия.

Выводы

Проведённые исследования свидетельствуют, что использование растений тритикале в качестве органических удобрений способствует повышению плодородия и улучшению агрофизических и агрохимических свойств почвы. Установлено, что в условиях степного Крыма, где главный лимитирующий фактор получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур – влагообеспеченность растений, более эффективной является сидерация в фазе выход в трубку. После заделки тритикале в этой фазе вегетации, перед посевом парозанимаемой культуры, создаются более благоприятные условия для получения всходов и развития озимых культур в осенний период: на 8,8–16,3 мм увеличиваются запасы продуктивной влаги в метровом слое относительно заделки растений тритикале в фазе начало колошения; повышается содержание в корнеобитаемом слое почвы нитратного азота на 40 % в результате более интенсивного прохождения процессов минерализации органического вещества.

Использование тритикале в более поздней фазе – начало колошения способствует увеличению поступления в почву органического вещества до 8,25 т/га и разуплотнению почвы в корнеобитаемых слоях относительно первой фазы использования, но эти процессы сопровождаются снижением содержания в почве доступных растениям влаги и азота.

В условиях степной зоны Крыма при сидерации следует отдавать предпочтение не одновидовым посевам тритикале, а ее травосмесям с бобовыми культурами (озимая вика, зимующий горох), обладающими высоким содержанием азота и белковых веществ.

Литература

1. Гулянов Ю. А., Досов Д. Ж., Умарова С. А. Эффективность использования биоклиматических ресурсов при выращивании озимой пшеницы в Оренбуржье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 2 (26). С. 48–50.
2. Хрипунов А. И., Морозов Н. А., Галушко Н. А., Община Е. Н. Влагообеспеченность и урожайность озимой пшеницы в разных зонах Ставропольского края // Известия Горского ГАУ. 2018. № 4. С. 21–26.
3. Паштецкий В. С., Радченко Л. А., Женченко К. Г. Продуктивность пшеницы озимой в зависимости от предшественников в условиях Крыма // Земледелие. 2016. № 5. С. 20–22.
4. Сычев В. Г., Шафран С. А., Виноградова С. Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // Агрехимия. 2020. № 6. С. 3–13. DOI: 10.31857/S0002188120060125.

5. Perdigao A., Pereira J., Moreira N., Trindade H., Coutinho J. Carbon and nitrogen mineralisation from green manures as alternative nitrogen sources in Mediterranean farming // Archives of Agronomy and Soil Science. 2017. Vol. 63. Iss. 11. P. 1546–1555. DOI: 10.1080/03650340.2017.1294754.
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. Мерзлая Г. Е. Органическое вещество почвы и длительное применение удобрений // Плодородие почв России: состояние и возможности // Сборник статей (к 100-летию со дня рождения Т. Н. Кулаковской). М: ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2019. С. 72–78.
8. Castro-Rincon E., Mojica-Rodriguez J. E., Corulla-Fornaguera J. E., Lascano-Aguilar C. E. Green legume fertilizers: integration in agricultural and livestock systems in the tropics // Agronomia Mesoamericana. 2018. Vol. 29. Iss. 3. P. 711–729. DOI: 10.15517/MA.V29I3.31612.
9. Приходько А. В., Сусский А. Н., Моляр С. А. Альтернативные источники улучшения плодородия почвы в условиях Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 2. С. 24–35.
10. Leah C. The influence of green manure on the quality state and production capacity of the chernozem cambic from central Moldova // Scientific Papers. Series “A-Agronomy”. 2017. Vol. 60. P. 107–112.
11. 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.
12. Халманов Н. Т., Элмуродова М. А. Влияние сидерации на плодородие сероземов, рост, развитие и урожайность хлопчатника Зерафшанской долины // Плодородие. 2019. № 2 (107) С. 33–37. DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.11.
13. Baddeley J. A., Pristeri A., Bergkvist G., Monti M., Reckling M., Schlafke N., Papa V.A., Watson C. Legume-based green manure crops // In: Legumes in Cropping Systems. CAB International, 2017. P. 125–138. DOI: 10.1079/9781780644981.0125.
14. Васильев А. А. Влияние сидератов на фитосанитарное состояние агроэкосистем картофеля // Пермский аграрный вестник. 2014. № 3 (7). С. 3–10.
15. Борисова Е. Е. Применение сидератов в мире // Вестник НГИЭИ. 2015. № 6 (49). С. 24–33.
16. 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.
17. Ахметзянов М. Р., Таланов И. П., Сафина Л. И. Продуктивность озимой пшеницы при использовании различных паров на серых лесных почвах в условиях республики Татарстан // Плодородие. 2020. № 1. С. 40–43. DOI: 10.25680/S19948603.2020.112.12.
18. Солодун В. И., Цвынтарная Л. А. Сравнительная оценка зернопаровых севооборотов с чистыми и сидеральными парами в Лесостепной зоне Иркутской области // Вестник КрасГАУ. 2016. № 5 (116). С. 176–180.
19. Киреев А. К., Жусупбеков Е. К., Тыныбаев Н. К. Сидераты – малозатратный прием повышения плодородия почвы и урожайности культур на богарных землях юго-востока Казахстана // Агронабфорум. 2018. № 8 (164). С. 60–62.
20. Цандур Н. А., Друзьяк В. В., Бурыкина С. И. Сидеральные пары Степи Украины // Почвоведение и агрохимия. 2011. № 1(46). С. 37–46.
21. 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.
22. 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.
23. Половицкий И. Я., Гусев П. Г. Почвы Крыма и пути повышения их плодородия. М.: Колос, 2004. 460 с.
24. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
25. Качинский Н. А. Физика почвы. Ч. 1. М.: Высшая школа, 1965. 257 с.
26. Лазарев А. П., Майсямова Д. Р. Скорость разложения послеуборочных остатков полевых культур в черноземах за осенне-весенний и годовой периоды // Почвоведение. 2006. № 6. С. 751–757.
27. 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.

References

1. Gulyanov Yu. A., Dosov D. Z., Umarova S. A. Efficiency of using bioclimatic resources in winter wheat cultivation in Orenburg region // *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2010. No. 2 (26). P. 48–50.
2. Khripunov A. I., Morozov N. A., Galushko N. A., Obschiya E. N. Moisture supply and yield of winter wheat in different zones of Stavropol territory // *Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2018. No. 4. P. 21–26.
3. Pashetskii V. S., Radchenko L. A., Zhenchenko K. G. Productivity of winter wheat depending on preceding crops under condition of the Crimea // *Zemledelie*. 2016. No. 5. P. 20–22.
4. Sychev V. G., Shafran S. A., Vinogradova S. B. Soil fertility in Russia and ways of its regulation // *Agricultural Chemistry*. 2020. No. 6. P. 3–13. DOI: 10.31857/S0002188120060125.
5. Perdigo A., Pereira J., Moreira N., Trindade H., Coutinho J. Carbon and nitrogen mineralisation from green manures as alternative nitrogen sources in Mediterranean farming // *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2017. Vol. 63. Iss. 11. P. 1546–1555. DOI: 10.1080/03650340.2017.1294754.
6. Cerbari V., Cojocar 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. Merzlaya G. E. Soil organic matter and long-term fertilization // *Soil fertility in Russia: condition and possibilities (dedicated to the 100th anniversary of T. N. Kulakovskaya)*. Moscow: Pryanishnikov All-Russia Research Institute for Agrochemistry, 2019. P. 72–78.
8. Castro-Rincon E., Mojica-Rodriguez J. E., Corulla-Fornaguera J. E., Lascano-Aguilar C. E. Green legume fertilizers: integration in agricultural and livestock systems in the tropics // *Agronomia Mesoamericana*. 2018. Vol. 29. Iss. 3. P. 711–729. DOI: 10.15517/MA.V29I3.31612.
9. Prikhodko A. V., Sysskiy A. N., Molyar S. A. Alternative sources of soil fertility improvement under the conditions of the Crimea // *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2016. No. 2. P. 24–35.
10. Leah C. The influence of green manure on the quality state and production capacity of the chernozem cambic from central Moldova // *Scientific Papers. Series "A-Agronomy"*. 2017. Vol. 60. P. 107–112.
11. 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.
12. Halmanov N. T., Elmurodova M. A. Influence of sideration on the fertility of seasons and on growth, development and yield of cotton of the Zerafshan valley // *Plodorodie*. 2019. No. 2 (107) P. 33–37. DOI: 10.25680/S19948603.2019.107.11.
13. Baddeley J. A., Pristeri A., Bergkvist G., Monti M., Reckling M., Schlafke N., Papa V. A., Watson C. Legume-based green manure crops // *In: Legumes in Cropping Systems*. CABI International, 2017. P. 125–138. DOI: 10.1079/9781780644981.0125.
14. Vasiliev A. A. Influence of green manure on the phytosanitary condition of potato agroecosystems // *Permskii Agrarnyi Vestnik*. 2014. No. 3 (7). P. 3–10.
15. Borisova E. E. The use of green manures in the world // *Bulletin NGIEI*. 2015. No. 6(49). P. 24–33.
16. 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.
17. Ahmetzyanov M. R., Talanov I. P., Safina L. I. Productivity of winter wheat using various fallows on gray forest soils under the conditions of the republic of Tatarstan // *Plodorodie*. 2020. No. 1. P. 40–43. DOI: 10.25680/S19948603.2020.112.12.
18. Solodun V. I., Tsvintarnaya L. A. Comparative evaluation of corn bare fallow crop rotation with clean and green manure bare fallow forest-steppe zone Irkutsk region // *The Bulletin of KrasGAU*. 2016. No. 5 (116). P. 176–180.
19. 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.
20. Tzandur N. A., Druziak V. V., Burykina S. I. Green steam in the steppe of the Ukraine // *Soil Science and Agrochemistry*. 2011. No. 1(46). P. 37–46.
21. Pashetskii 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.
22. 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 (45). Part. 3. P. 125–126. DOI: 10.18454/IRJ.2016.45.170.

23. Polovitsky I. Ya., Gusev P. G. Soils of the Crimea and increasing their fertility. Moscow: Kolos, 2004. 460 p.
24. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
25. Kachinsky N. A. Soil Physics. Part.1. Moscow: Vysshaya shkola, 1965. 257 p.
26. Lazarev A. P., Maisyamova D. R. The decomposition of after harvest residues in chernozems during the autumn-spring period and in the annual cycle // Pochvovedenie. 2006. No. 6. P. 751–757.
27. 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.

UDC 633.11:631.874

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

WINTER TRITICALE USED AS GREEN MANURE AT DIFFERENT PHASES OF THE VEGETATIVE CYCLE

Summary. *Improvement of soil management practices aimed at conserving soil fertility and soil moisture availability is necessary to increase agricultural productivity in the steppe zones. The purpose of our research was to identify the influence of various practices of green manure biomass incorporation on the soil fertility indicators before the sowing fallow-grown crop. Field experiments were carried out in 2015-2018 in the steppe zone of the Crimea. Winter triticale (*Triticale aestivumforme*) served as an object of our research. This crop was used as green manure at different phases of the vegetative cycle, namely stem elongation and early heading. According to GOST 26226-95, before green manure biomass incorporation, we determined the content of organic matter; 6 months later, just before winter wheat sowing, we estimated the agrochemical properties of the soil. Triticale used at the phase of stem elongation ensured 3.34 t/ha of organic matter (OM) after the total incorporation of plant biomass. In the phase of early heading, the content of organic matter increased from 5.65 t/ha in extremely dry years to 12.19 t/ha when the moisture regime was optimal. Over the interphase period – stem elongation–early heading – triticale root system broke the compacted soil layers: 0–10 and 10–20 cm – by 0.11–0.12 g/cm³; 20–30 cm – by 0.4 g/cm³. In typical years, before sowing the fallow-grown crop, the reserves of productive moisture in one-meter soil layer after incorporation plant biomass in the stem elongation phase were 8.8–16.3 mm higher than that of at the phase of ear emergence. In summer, under conditions of intense rainfall, moisture in soil accumulated better when plant biomass was incorporated at the phase of early heading (excess – 36.9 mm). Higher content of nitrate nitrogen (GOST 26951-86) in the root layer of the soil was noted after triticale incorporation at a phase of stem elongation – 2.01 mg/100g of soil, which is 40% higher than that of at a phase of early heading. The phases of triticale incorporation did not affect the content of available forms of phosphorus and potassium (GOST 26205-91) in the soil.*

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

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.

Prikhodko 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 – 01.07.2020.

Дата принятия к печати – 01.08.2020.