УДК 631.874:633.111.1
EDN TXIUJR

Приходько А. В., Черкашина А. В.

ВЛИЯНИЕ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. *Основным источником поступления в почву органического вещества в естественных условиях являются остатки растений. В различных почвенно-климатических условиях накоплен значительный опыт выращивания растений, биомасса которых заделывается в почву и используется в качестве зеленого удобрения (сидератов). Целью исследований было установить влияние видового состава сидеральных культур на процессы формирования урожая и показатели качества зерна пшеницы озимой. Исследования проведены в 2017–2020 гг. в ФГБУН «НИИСХ Крыма». Размещение вариантов опыта систематическое, повторность трёхкратная. Площадь делянок – 720 м^2. В качестве сидератов использовали следующие фитоценозы: многолетних трав – донника желтого, клевера лугового, эспарцета песчаного; озимых культур – ржи озимой, тритикале озимой, вики паннонской и смеси выше перечисленных озимых культур; ранней яровой культуры фацелии пижмолистной. Почва – чернозем южный слабогумусированный. Установлено, что перед посевом пшеницы озимой наибольшее количество нитратного азота (1,9–2,3 мг/100 г почвы) содержалось после сидерации бобовых культур: донника, эспарцета и клевера, подвижных фосфора (3,3 мг/100 г почвы) и калия (32,7 мг/100 г почвы) – после фацелии. В среднем за три года исследований максимальная урожайность зерна озимой пшеницы – 3,84 т/га, получена после использования в качестве зеленого удобрения смеси озимых культур, а наименьшая – после тритикале (3,11 т/га). Вегетационный сезон 2018/19 гг. характеризовался благоприятным гидротермическим режимом, средняя по опыту урожайность зерна была максимальной и составила 4,27 т/га. Наибольшее количество продуктивных стеблей (530–545 шт./м^2) и зерен с колоса (49,3–53,6 шт.) пшеница озимая формировала в вариантах с сидерацией фацелии, вики, эспарцета и донника. Использование в качестве сидератов бобовых культур – многолетних трав донника и эспарцета позволило получить более высокое содержание в зерне протеина – 14,2–14,5 % и клейковины – 28,7–29,6 %.*

Ключевые слова: *пшеница озимая Triticum aestivum L., сидераты, плодородие, урожайность, зерно, белок, клейковина.*

Для цитирования: *Приходько А. В., Черкашина А. В. Влияние сидеральных культур на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 2(30). С. 111–120. EDN: TXIUJR.*

For citation: *Prikhodko A. V., Cherkashyna A. V. Influence of green manure crops on winter wheat grain productivity and quality // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 2(30). P. 111–120. EDN: TXIUJR.*

Введение

Современные мировые тенденции развития земледелия направлены на решение проблем повышения плодородия почвы, снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду, производство экологически чистой продукции [1–3]. Все более широкое применение в агротехнологиях находят приемы биологизации земледелия [4, 5].

Важнейшим фактором стабилизации плодородия почв и повышения эффективности возделывания сельскохозяйственных культур является применение органических удобрений в системе севооборотов [6].

Основным источником поступления в почву органического вещества в естественных условиях являются остатки растений. В мировом земледелии накоплен значительный опыт выращивания растений-фитомелиорантов, биомасса которых заделывается в почву и используется в качестве зеленого удобрения (сидератов) [7].

Сидерация способствует повышению биологической активности почвы, обогащает её органическим веществом и элементами питания [8], улучшает агрофизические, агрохимические свойства, структурность почвы [9–11], позволяет создавать более благоприятные условия для реализации генетического потенциала продуктивности современных сортов сельскохозяйственных культур [12].

Вместе с увеличением на 34–49 % урожайности озимой пшеницы при использовании в качестве сидерата вики [7], происходит улучшение качества зерна. В наших опытах по влиянию сидератов мы наблюдали тенденцию повышения содержания клейковины в зерне пшеницы озимой до 26,2–27,6 % (в контроле 24,2 %) [13]. По влиянию сидератов на содержание белка в литературе есть различные сведения. Так, P. R. Miller с соавторами [14] показал, что после использования в качестве сидеральных удобрений гороха посевного и гороха зимующего улучшалось качество зерна, кроме содержания белка в зерне, которое было недостаточным для соответствия стандартам органической мукомольной промышленности. M. Z. Alam с соавторами [15] сообщает о повышении урожайности зерна и содержания белка в зерне пшеницы после бобовых культур. По данным J. E. Olesen с соавторами, это увеличение произошло в большей степени за счет азота сидеральной культуры (клевер), чем при внесении навоза, вероятно, из-за разного времени поступления азота [16].

Однако в регионах с засушливым климатом, к которым относится и степной Крым, использование растений в качестве зеленого удобрения имеет свои особенности. Они обусловлены высоким температурным режимом и дефицитом атмосферных осадков. Продуктивность биомассы сидеральных культур при этом характеризуется нестабильностью, а процесс минерализации растительных остатков замедляется [17–18].

Эффективность применения сидератов при возделывании сельскохозяйственных культур во многом обусловливается агрометеорологическими условиями и видовым составом культур, используемых в качестве зеленого удобрения [19].

Цель исследований – установить влияние видового состава сидеральных культур на процессы формирования урожая и показатели качества зерна пшеницы озимой.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2017–2020 гг. в отделении полевых культур ФГБУН «НИИСХ Крыма», расположенном в степной части Крыма согласно методики Б.А. Доспехова [20]. Почва опытного участка– черноземы южные слабогумусированные, развитые на четвертичных желто-бурых лессовидных легких глинах [21]. Мощность гумусового слоя составляет 57–70 см, в том числе горизонт А – 24–36 см. На пашне содержание гумуса (по методу Тюрина) составляет 2,4–2,7 %. В пахотном слое содержание элементов питания составляет 52 мг/кг легкогидролизуемого азота, 10–25 мг/кг подвижного фосфора и 420 мг/кг обменного калия (по методу Мачигина). Вскипание от соляной кислоты наблюдается от

глубины 32–49 см. Сумма поглощенных щелочей – 28,5–38,3 мг-экв. на 100 г почвы [22].

Размещение вариантов систематическое, в трёхкратной повторности. Площадь делянок – 720 м^2. Пшеницу озимую (*Triticum aestivum* L.) сорта Багира высевали по сидеральному пару. В качестве сидератов использовали следующие фитоценозы: многолетних трав – донника желтого (*Melilotus officinalis* Mill.), сорт Донче, клевера лугового (*Trifolium pratense* L.), сорт Наследник, эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria* (Kit. ex Willd.) DC.), сорт Крымский; озимых культур – ржи озимой (*Secale cereale* L.), сорт Марусенька, тритикале озимой (*Triticale aestivumforme*), сорт Аллегро, вики озимой (*Vicia pannonica*), сорт Паннонская и смеси выше перечисленных озимых культур; ранней яровой культуры фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Bent.), сорт Услада. Применяли общепринятую в степной части Крыма агротехнику выращивания [23]. Посев осуществляли во второй–третьей декадах октября нормой высева 4,5 млн всхожих семян на 1 гектар.

Наблюдения и учёты проводили согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [24]. Содержание в почве нитратного азота определяли перед посевом озимой пшеницы ионометрическим методом (ГОСТ 26951-86), подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91).Дисперсионный анализ однофакторного опыта проводили по Б. А. Доспехову [21].

Сидеральные культурыиспользовали в качестве зеленого удобренияв период максимального накопления питательных веществ в биомассе, что соответствовало длякультурсемейства злаковых (рожь, тритикале) фазе «начало колошения», для культур других семейств – «бутонизация – начало цветения». Заделкуих биомассы в почву (после скашивания и измельчения) осуществляли тяжелой дисковой бороной БДТ-6 на глубину 10–15 см. До посева озимой пшеницыобработка почвы заключалась в выравнивании почвыдискованием на 5–6 см, двух культиваций на 6–8 и двух на 5–6 см.

Климат степного Крыма континентальный, характеризуется резкими переходами от низких температур к высоким. Зима умеренно мягкая, с незначительным снежным покровом или полным его отсутствием. Лето – жаркое, засушливое. Среднегодовая температура воздуха – 10,2 °С, среднемноголетнее количество осадков – 428 мм, гидротермический коэффициент – 0,5–0,7. Распределение осадков неравномерное. Ежегодно отмечаются неблагоприятные погодные явления в виде суховеев, воздушных и почвенных засух [25, 26].

Среднесуточная температура за вегетационный период пшеницы озимой во все годы исследований превысила среднемноголетнюю норму [26] на 2,5 °С в 2017/18, на 1,3 °С 2018/19 и на 2,2 °С в 2019/20 сельскохозяйственных годах (рисунок 1).

Среднемноголетняя норма осадков за вегетационный период пшеницы озимой (ноябрь-июнь) в степной зоне Крыма составляет 290 мм [25]. В 2018–2019 гг. выпало на 96,8 мм (33,3 %) больше осадков, гидротермические условия были наиболее благоприятными (рисунок 2).

Условия вегетации растений в 2017/18 и 2019/20 гг. характеризовались дефицитом осадков, их количество составило 72,5 и 83,8 % от нормы.

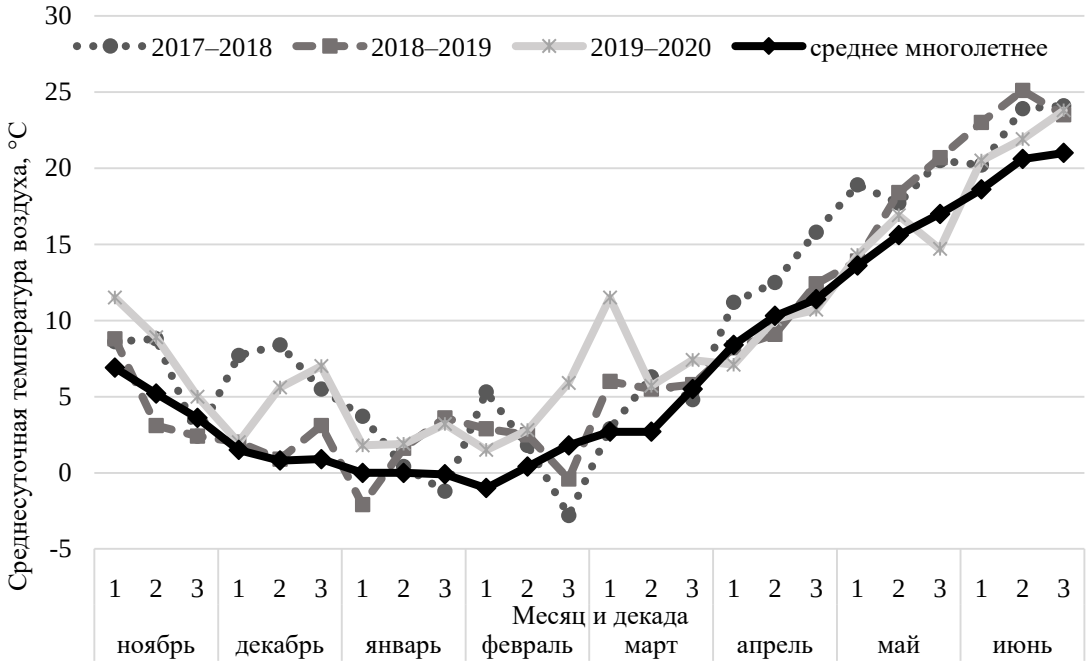

Рисунок 1 – Среднесуточная температура воздуха за период вегетации пшеницы озимой

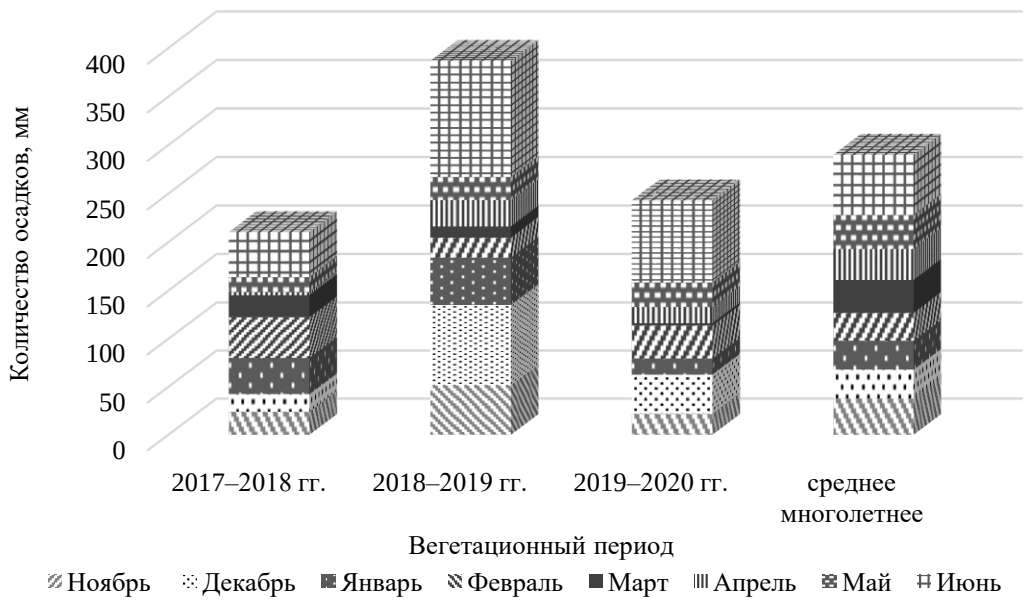

Рисунок 2 – Количество осадков за вегетационный период пшеницы озимой

Результаты и их обсуждение

Изучаемые сидеральные культуры значительно различаются между собой по биологическим признакам и хозяйственному назначению, особенностям минерального питания и водопотребления, продуктивности растений и химическому составу их биомассы. Их влияние на плодородие почвы было различным. В таблице 1 приведены данные обеспеченности корнеобитаемого слоя почвы основными элементами питания и влаги перед посевом озимой пшеницы, доступными для растений.

Наибольшее содержание нитратного азота – 1,9–2,3мг/100 г почвы отмечено после сидерации бобовых культур: донника, эспарцета и клевера, наименьшее –

после тритикале и ржи 1,1–1,2мг/100 г. По количеству подвижного фосфора и обменного калия более высокие показатели отмечены после использования на зеленое удобрение фацелии, соответственно 3,3 и 32,7мг/100 г почвы.

Таблица 1 – Содержание в почве основных элементов питания и запасы продуктивной влаги после сидератов перед посевом озимой пшеницы (2017–2019 гг.)

Сидеральная культура	Элементы питания в слое 0–30 см, мг/100 г почвы			Влагозапасы в метровом слое, мм
	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O	
Донник желтый	2,0	2,8	29,7	44,4
Клевер луговой	1,9	2,3	29,2	42,0
Эспарцет песчаный	2,3	2,7	30,4	37,1
Тритикале озимая	1,2	2,8	30,3	37,0
Рожь озимая	1,1	2,9	32,2	39,5
Вика паннонская	1,7	2,9	27,0	51,1
Смесь озимых	1,3	3,1	28,3	37,4
Фацелия пижмолистная	1,5	3,3	32,7	43,1

Относительно благоприятные запасы влаги перед посевом озимой пшеницы сложились только осенью 2018 г. В остальные годы по всем сидеральным предшественникам наблюдался дефицит влаги. В среднем за период исследований самые низкие запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы отмечены после тритикале – 37,0 мм; эспарцета –37,1 мм; смеси озимых – 37,4 мм и ржи – 39,5 мм. Несколько выше они (от 42 до 51 мм) после фитоценозов фацелии, клевера, донника и вики, однако их количество оценивалось как недостаточное для удовлетворения потребностей озимой пшеницы перед уходом в зиму.

Урожайность зерна озимой пшеницы определялась не только видовым составом сидеральных культур, но и значительно зависела от погодных условий (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние предшественников–сидератов на урожайность зерна пшеницы озимой, т/га

Предшественник	Год			Среднее
	2018	2019	2020	
Донник желтый	2,59	4,34	2,99	3,31
Клевер луговой	2,38	4,34	3,29	3,34
Эспарцет песчаный	2,74	4,40	3,10	3,41
Тритикале озимая	2,62	3,98	2,74	3,11
Рожь озимая	3,38	4,02	2,76	3,39
Вика паннонская	3,67	4,63	2,99	3,76
Смесь озимых	3,74	4,37	3,40	3,84
Фацелия пижмолистная	3,95	4,06	3,13	3,71
Средняя по опыту	3,13	4,27	3,05	3,48
$НСР_{05}$	0,56	0,43	0,47	

В условиях 2018 г. максимальную урожайность зерна обеспечила пшеница озимая, выращиваемая после фацелии – 3,95 т/га, смеси озимых культур – 3,74 т/га, вики – 3,67 т/га. Эти посевы дали достоверную прибавку относительно других сидеральных культур, урожайность которых составила 3,38–2,62 т/га. В 2019 г. более высокой продуктивностью зерна характеризовалась озимая пшеница, выращиваемая после вики, эспарцета, донника, клевера, а также смеси озимых культур – 4,34–4,63 т/га. Достоверная прибавка урожая зерна пшеницы зафиксирована после вики относительно посевов, возделываемых после ржи и тритикале на 0,61–0,65 т/га (15,2–16,3 %). В 2020 г. наибольший урожай зерна –

3,40 т/га получен после смеси озимых культур, достоверно на 0,64–0,66 т/га превысив показатели продуктивности посевов, возделываемых после ржи и тритикале. В среднем за годы исследований максимальная урожайность зерна озимой пшеницы – 3,84 т/га получена после использования в качестве зеленого удобрения смеси озимых культур, а наименьшая – после тритикале (3,11 т/га).

Сидеральные культуры оказывали различное влияние на развитие растений и процессы формирования урожая озимой пшеницы (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние сидеральных культур на структуру урожая озимой пшеницы (среднее за 2017–2019 гг.)

Предшественник	Густота, шт./м^2			Количество зерен с растения		Длина колоса
	растений	стеблей				
		всего	продуктивных	шт.	г	см
Донник желтый	304	770	536	49,3	1,48	6,8
Клевер луговой	301	729	498	46,7	1,42	7,0
Эспарцет песчаный	312	788	530	49,8	1,52	7,3
Тритикале озимая	285	644	496	45,8	1,44	6,8
Рожь озимая	300	752	514	49,1	1,62	6,8
Вика паннонская	309	734	541	53,6	1,59	7,4
Смесь озимых	292	685	512	48,2	1,61	6,9
Фацелия пижмолистная	311	735	545	50,8	1,62	7,1
$НСР_{05}$	14	41	22	5,7	0,17	0,7

Наиболее развитый стеблестой озимая пшеница сформировала после сидерации донника и эспарцета – 770 и 788 шт./м^2, то есть у тех вариантов, где были лучшие условия по обеспеченности растений азотом. Но в процессе весенней вегетации эти посевы в большей степени испытывали дефицит влаги, особенно в засушливые годы. К моменту уборки урожая эти посевы уже уступали по количеству продуктивных стеблей (на 5–15 шт./м^2) стеблестоям пшеницы, сформировавшимся после сидерации вики и фацелии, где эти показатели составили 541 и 545 шт./м^2 соответственно. Наиболее изреженный стеблестой (644 и 685 шт./м^2) пшеница сформировала после тритикале и смеси озимых. К уборке урожая наименьшее число продуктивных стеблей – 496–498 шт./м^2, а также меньшее количество зерен растения пшеницы сформировали после клевера и тритикале, соответственно 46,7 шт. (14,2 г) и 45,8 шт. (14,4 г). По длине колоса достоверных различий не было, однако наблюдали тенденцию по формированию более крупных колосьев длиной 7,3–7,4 см у растений пшеницы, выращиваемых после эспарцета и вики.

Изучаемые сидеральные культуры оказали влияние и на показатели качества зерна (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние сидеральных культур на качество зерна озимой пшеницы, (среднее за 2017–2019 гг.)

Культура	Содержание, %		Масса 1000 зерен, г	Натурная масса, г/л	Стекловидность, %
	протеин	клейковина			
Донник желтый	14,2	28,7	29,6	717	72,8
Клевер луговой	13,2	26,2	30,4	719	76,4
Эспарцет песчаный	14,5	29,6	29,6	719	71,0
Тритикале озимая	11,2	21,0	32,0	744	62,0
Рожь озимая	11,3	21,3	33,0	748	66,8
Вика паннонская	13,8	27,8	30,6	721	82,7
Смесь озимых	12,6	24,8	32,8	738	70,6
Фацелия пижмолистная	13,5	27,0	32,1	743	72,4
$НСР_{05}$			$F_ф<F_т$	$F_ф<F_т$	

За период исследований наиболее высокое содержание протеина – 14,2–14,5 % и клейковины – 28,7–29,6 % в зерне пшеницы получено после многолетних бобовых трав донника и эспарцета, что по этим показателям соответствует зерну второго класса. После злаковых культур тритикале и ржи показатели содержания белка снизилось до 11,2–11,3 %, а клейковины – до 21,0–21,3 %.

Так как два из трех лет исследований были засушливыми, растения пшеницы озимой в среднем сформировали мелкое зерно. Масса 1000 семян варьировала от 29,6 до 33,0 г. Наблюдали тенденцию по увеличению натурной массы зерна после сидерации озимой ржи, тритикале и фацелии – более 740 г/л. После бобовых культур этот показатель варьировал в пределах 717–721 г/л. Наиболее высокая стекловидность – 82,7 % – получена после озимой вики.

Выводы

Наибольшее количество нитратного азота в почве перед посевом пшеницы озимой содержалось после сидерации бобовых культур (1,9–2,3мг/100 г почвы): донника, эспарцета и клевера, наименьшее – после тритикале и ржи (1,1–1,2мг/100 г). Максимальное содержание подвижного фосфора (3,3мг/100 г почвы) и калия (32,7мг/100 г почвы)отмечено после использования на зеленое удобрение фацелии.

В среднем за три года исследований максимальная урожайность зерна озимой пшеницы – 3,84 т/га, получена после использования в качестве зеленого удобрения смеси озимых культур, а наименьшая – после тритикале (3,11 т/га). Вегетационный период 2018–2019 гг. характеризовался благоприятным гидротермическим режимом, средняя по опыту урожайность зерна была максимальной и составила 4,27 т/га.

Наибольшее количество продуктивных стеблей (530–545шт./м^2)и зерен с колоса (49,3–53,6 шт.) пшеница озимая формировала в вариантах с сидерацией фацелии, вики, эспарцета и донника.

Использование в качестве сидератов бобовых культур– многолетних трав донника и эспарцета позволило получить более высокое содержание в зерне протеина – 14,2–14,5 % и клейковины – 28,7–29,6 %.

Литература

1. 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.

2. Thomas C. L., 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. 2019. Vol. 9. Iss. 12. Art. No. 776. DOI: 10.3390/agronomy9120776.

3. Турин Е. Н. Преимущества и недостатки системы земледелия прямого посева в мире (Обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 2(22). С. 150–168. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-2-22-150-168.

4. 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.

5. Файзуллин И. И., Набиуллин Р. З., Ахметзянов М. Р. Биологизация земледелия – основа высокопродуктивного хозяйства // Вестник Казанского ГАУ. 2011. № 1 (19). С. 153–156.

6. Bhunia S., Bhowmik A., Mallick R., Mukherjee J. Agronomic efficiency of animal-derived organic fertilizers and their effects on biology and fertility of soil: a review. // Agronomy. 2021. Vol. 11. Iss. 5. Art. No 823. DOI: 10.3390/agronomy11050823.

7. Amede T., Legesse G., Agegnehu G., Gashaw T., Degefu T., Desta G., Mekonnen K., Schulz S., Thorne P. Short term fallow and partitioning effects of green manures on wheat systems in East African highlands // Field Crops Research. 2021. Vol. 269. Art. No. 108175. DOI: 10.1016/j.fcr.2021.108175.

8. Prikhodko A. V., Cherkashyna A. V., Zubochenko A. A., Svyatyuk Y. V., Gongalo A. A., Pikhtereva A. V., Moreva T. B. Influence of composition species of green manure crops on soil fertility // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Fundamental and Applied Scientific Research in

the Development of Agriculture in the Far East (AFE 2021). Ussurijsk: IOP Publishing Ltd, 2021. Vol. 937. Iss. 2. Art. No. 032022. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032022.

9. Cerbari V., Cojocaru O. Evaluation of quality amendments in ordinry chernozem after incorporation in the soil a harvest of intermediate culture the vetch as a green mass // Scientific papers. Series A. Agronomy. 2019. Vol. 62. Iss. 1. P. 13–18.

10. 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 Loss 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.

11. Киреев А. К., Жусупбеков Е. К., Тыныбаев Н. К. Сидераты – малозатратный прием повышения плодородия почвы и урожайности культур на богарных землях юго-востока Казахстана // Агроснабфорум. 2018. № 8 (164). С. 60–62.

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. Приходько А. В., Сусский А. Н., Моляр С. А. Влияние различных видов органических удобрений на показатели урожайности и качества зерна пшеницы озимой в условиях степного Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2017. № 4(12). С. 98–107.

14. Miller P. R., Lighthiser E. J., Jones C. A., Holmes J. A., Rick T. L., Wraith J. M. Pea green manure management affects organic winter wheat yield and quality in semiarid Montana. // Canadian Journal of Plant Science. 2011. Vol. 91. Iss. 3. P. 497–508. DOI: 10.4141/CJPS10109.

15. Alam M. Z., Lynch D. H., Tremblay G., Gillis-Madden R., Vanasse. A. Optimizing combining green manures and pelletized manure for organic spring wheat production // Canadian Journal of Soil Science. 2018. Vol. 98. Iss. 4. P. 638-649. DOI: 10.1139/cjss-2018-0049.

16. Olesen J.E., Askegaard M, Rasmussen I. A. Winter cereal yields as affected by animal manure and green manure in organic arable farming // European Journal of Agronomy. 2009. Vol. 30. Iss. 2. P. 119–128. DOI: 10.1016/j.eja.2008.08.002.

17. 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. Art. No. 107799. DOI: 10.1016/j.soilbio.2020.107799.

18. 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.

19. Приходько А. В., Черкашина А. В. Продуктивность сидеральных культур в различных гидротермических условиях // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 3(27). С. 144-154. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-3-27-144-154.

20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Пятое издание, переработанное и дополненное. М.: Альянс, 2014. 351 с.

21. Половицкий И. Я., Гусев П. Г. Почвы Крыма и повышение их плодородия. Симферополь: Таврия, 1987. 152 с.

22. Гусев В. П., Колесниченко В. Т. Почвы сельскохозяйственной опытной станции и прилегающих районов Крымских степей // Труды Крымской Государственной сельскохозяйственной опытной станции. Симферополь: Крымиздат, 1955. Т. 1. С. 21–49.

23. Николаев Е. В., Изотов А. М., Тарасенко Б. А. Растениеводство Крыма. Симферополь: Фактор, 2006. 352 с.

24. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры). Вып. 2. М.: Калининская областная типография, 1989. 195 с.

25. Довідник з агрокліматичних ресурсів України (Агрокліматичні ресурси) Серія 2. Ч. 1. Том 1. К.: Держкомгідромет України, 1995. 201 с.

26. Агрокліматичний довідник по Автономній Республіці Крим (1986-2005 рр.): Довідкове видання // За ред. Прудка О. І. та Адаменко Т. І. Сімферополь: ЦГМ в АРК, 2011. 344 с.

References

1. 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 // The Journal of Animal and Plant Sciences. 2019. Vol. 29. Iss. 3. P. 790–795.

2. Thomas C. L., 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. 2019. Vol. 9. Iss. 12. Art. No. 776. DOI: 10.3390/agronomy9120776.

3. Turin E. N. Advantages and disadvantages of no-till farming around the world (review) // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2020. No. 2(22). P. 150-168. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-2-22-150-168.

4. 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.

5. Fayzullin I.I., Nabiullin R.Z., Akhmetzyanov M.R. Biologization of agriculture is the basis of a highly productive economy // Vestnik of the Kazan State Agrarian University.2011. No.1 (19). P. 153–156.

6. Bhunia S., Bhowmik A., Mallick R., Mukherjee J. Agronomic efficiency of animal-derived organic fertilizers and their effects on biology and fertility of soil: a review. // Agronomy. 2021. Vol. 11. Iss. 5. Art. No. 823. DOI: 10.3390/agronomy11050823.

7. Amede T., Legesse G., Agegnehu G., Gashaw T., Degefu T., Desta G., Mekonnen K., Schulz S., Thorne P. Short term fallow and partitioning effects of green manures on wheat systems in East African highlands // Field Crops Research. 2021. Vol. 269. Art. No. 108175. DOI: 10.1016/j.fcr.2021.108175.

8. Prikhodko A. V., Cherkashyna A. V., Zubochenko A. A., Svyatyuk Y. V., Gongalo A. A., Pikhtereva A. V., MorevaT. B. Influence of composition species of green manure crops on soil fertility // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE 2021). Ussurijsk: IOP Publishing Ltd., 2021. Vol. 937. Iss. 2. Art. No. 032022. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032022.

9. Cerbari V., Cojocaru O. Evaluation of quality amendments in ordinry chernozem after incorporation in the soil a harvest of intermediate culture the vetch as a green mass // Scientific papers. Series A. Agronomy. 2019. Vol. 62. Iss. 1. P. 13–18.

10. 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 Loss 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.

11. Kireyev A. K., Zhussupbekov Ye. K., Tynybaev N. K. Green manure – a low-cost technique for increasing soil fertility and crop yields on the rainfed lands of south-east Kazakhstan // Agrosnabforum. 2018. No. 8 (164). P. 60–62.

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. 45. Part 3. P. 125–126. DOI: 10.18454/IRJ.2016.45.170.

13. Prikhodko A. V., Susskiy A. N., Molyar S. A. Influence of different types of organic fertilizers on the productivity and quality parameters of winter wheat grain under the conditions of steppe Crimea // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2017. No. 4(12). P. 98–107.

14. Miller P. R., Lighthiser E. J., Jones C. A., Holmes J. A., Rick T. L., Wraith J. M. Pea green manure management affects organic winter wheat yield and quality in semiarid Montana // Canadian Journal of Plant Science. 2011. Vol. 91. Iss. 3. P. 497–508. DOI: 10.4141/CJPS10109.

15. Alam M. Z., Lynch D. H., Tremblay G., Gillis-Madden R., Vanasse. A. Optimizing combining green manures and pelletized manure for organic spring wheat production // Canadian Journal of Soil Science. 2018. Vol. 98. Iss. 4. P. 638-649. DOI: 10.1139/cjss-2018-0049.

16. Olesen J. E., Askegaard M., Rasmussen I. A. Winter cereal yields as affected by animal manure and green manure in organic arable farming // European Journal of Agronomy. 2009. Vol. 30. Iss. 2. P. 119–128. DOI: 10.1016/j.eja.2008.08.002.

17. 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. Art. No. 107799. DOI: 10.1016/j.soilbio.2020.107799.

18. Pashtetskiy V. S., Prikhodko A. V. The use of green manure crops to recover soil fertility under the conditions of Crimean steppes // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 5 (79). P. 44–46.

19. Prikhodko A. V., Cherkashyna A. V. Productivity of green manure crops depending on hydrothermal conditions // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 3(27). P. 144–154. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-3-27-144-154.

20. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alliance, 2014. 351 p.

21. Polovitsky I. Ya. Gusev P.G. Soils of the Crimea and increasing their fertility. Simferopol: Tauria, 1987. 152p.

22. Gusev V. P., Kolesnichenko V. T. Soils of the Agricultural Experimental Station and the surrounding areas of the Crimean steppes// Scientific works of the Crimean State Agricultural Experimental station. Simferopol: Krymizdat. 1955. Vol.1. P. 21–49.

23. Nikolaev E. V., Izotov A. M., Tarasenko B. A. Crop production in the Crimea. Simferopol: Factor, 2006. 352 p.

24. Methods of the State variety testing of agricultural crops (grain, cereal, legume, fodder crops and corn). Iss. 2. Moscow: Kalininskaya Regional Printing House, 1989. 195 p.

25. Reference agro-climatic resources of Ukraine (Agro climatic resources). Series 2. Part 1. Kyiv: State Committee for Hydrometeorology Ukraine, 1995. Vol. 1. 201 p.

26. Agrarian climatic handbook of the Autonomous Republic of Crimea (1986–2005) // Ed. by Prudko A. I., Adamenko T. I. Simferopol: Central hydrometeorology in the Autonomous Republic of Crimea, 2011. 344 p.

UDC 631.874:633.111.1

Prikhodko A. V., Cherkashyna A. V.

INFLUENCE OF GREEN MANURE CROPS ON WINTER WHEAT GRAIN PRODUCTIVITY AND QUALITY

Summary. *The main source of organic matter in soils is plant residues.Under various soil and climatic conditions, scientists have gained considerable experience in growing plants, the biomass of which is incorporated in the soil and used as green manure. The aim of the current research was to determine the influence of green manure crops species composition on winter wheat grain yield formation and quality indicators.The studies were conducted in 2017–2020 on the experimental fields of the Research Institute of Agriculture of Crimea. Position of the variants – systematic, triple replication. Fields square – 720 m^2. The following phytocenoses were used as green manure: perennial grasses –Melilotus officinalis Mill., Trifolium pratense L., Onobrychis arenaria (Kit. ex Willd.) DC.); winter crops – Secale cereale L.,Triticale aestivumforme,Vicia pannonica and a mixture of the aforementioned crops; early spring crop – Phacelia tanacetifolia Bent. Soil – chernozemssouthernlow-humus. In the course of the research, we found that just before winter wheat sowing, the largest amount of nitrate-nitrogen (1.9–2.3 mg/100 g of soil) was after incorporating legumes (sweet clover, sainfoin and clover) into the soil; mobile phosphorus (3.3 mg/100 g of soil) and potassium (32.7 mg/100 g of soil) – after phacelia.On average, over three years of research, the best winter wheat grain yield (3.84 t/ha) was obtained after using a mixture of winter crops as a green fertilizer; the worst – after triticale (3.11 t/ha).Growing season 2018–2019 was favorable in terms of the hydrothermal regime. The average grain yield was the highest and amounted to 4.27 t/ha.The largest number of productive stems (530–545 stems per m^2) and grains per ear (49.3–53.6 pcs) were formed in variants with phacelia, vetch, sainfoin and sweet clover incorporation.The use of legumes (perennial sweet clover and sainfoin) as green manure made it possible to obtain higher content of protein and gluten in T. aestivum grain – 14.2–14.5% and 28.7–29.6%, respectively.*

Keywords: *winter wheat Triticum aestivum L., green manure, soil fertility, yield, grain, protein, gluten.*

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.

Черкашина Анна Владимировна, научный сотрудник лаборатории земледелия ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: cherkashyna_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.

Cherkashyna Anna Vladimirovna, researcher of the Laboratory of agriculture, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150 Kievskaya str., Simferopol, 295493, Russia; e-mail: cherkashyna_a@niishk.ru.

Дата поступления в редакцию – 10.03.2022.
Дата принятия к печати – 10.05.2022.