

DOI 10.33952/2542-0720-2021-3-27-144-154

УДК 631.874:551.50

Приходько А. В., Черкашина А. В.

ПРОДУКТИВНОСТЬ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР В РАЗЛИЧНЫХ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. Сидерация способствует повышению биологической активности почвы, обогащает её органическим веществом и элементами питания, улучшает агрофизические и агрохимические свойства. Цель исследований – установить влияние видового состава сидеральных культур на продуктивность агрофитоценозов и поступление в почву органических веществ в различных гидротермических условиях. Исследования проводили в 2016–2019 гг. в ФГБУН «НИИСХ Крыма» на черноземе южном слабогумусированном. Среднесуточная температура воздуха составила: в 2016 г. 11,8 °С, 2017 – 12,7 °С, 2018 – 12,5 °С, 2019 – 12,6 °С при среднемноголетней норме 10,8 °С. Количество осадков по годам было на уровне 162, 67, 129, 108 % нормы. Опыты заложены в соответствии с методическими указаниями Б. А. Доспехова. Размещение вариантов систематическое, повторность трёхкратная. Площадь делянки 720 м². Предмет исследования – агроценозы сидеральных культур. Объект исследования – процесс формирования продуктивности сидеральных культур. В среднем за годы исследований наибольший урожай зеленой массы сформировали посевы многолетних трав донника и эспарцета (29,1 и 27,1 т/га соответственно), и озимых злаковых – тритикале и ржи (24,5 и 25,8 т/га соответственно). Клевер луговой и фацелия характеризовались низкой продуктивностью. Наибольшее количество органики поступило в почву при использовании в качестве зеленого удобрения ржи – 5,88 т/га; тритикале – 5,72 т/га; эспарцета – 5,56 т/га и донника – 5,52 т/га. Установлена достоверная средняя корреляционная связь на 5 % уровне значимости между количеством осадков за период «посев–укосная спелость» в 2016–2017 гг. и урожайностью зеленой массы сидеральных культур ($r = 0,52$), а также урожайностью сухого вещества ($r = 0,59$). Достоверная отрицательная корреляция средней силы установлена между среднесуточной температурой периода «посев – укосная спелость» в 2017–2018 гг. и урожайностью зеленой массы ($r = -0,66$), а также урожайностью органического вещества ($r = -0,64$).

Ключевые слова: почва, сидерация, плодородие, температура, атмосферные осадки, органическое вещество.

Для цитирования: 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.

For citation: 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.

Введение

Интенсивное использование пахотных земель сопровождается их деградацией и снижением плодородия [1]. За последние годы в среднем по России ежегодные потери гумуса в пахотном слое составляют 0,52 т/га [2]. В Крыму содержание гумуса в почве за последние десятилетия снизилось в среднем на 0,5–0,8 % [3]. Важнейшим фактором стабилизации плодородия почв и повышения

эффективности возделывания сельскохозяйственных культур является применение в системе севооборотов органических удобрений – переработанных отходов животного происхождения [4]. В Крыму, из-за значительного сокращения поголовья животных за последние десятилетия внесение органических удобрений снизилось с 8,2 до 0,4 т/га посевных площадей [5]. По данным ФГБНУ «ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова», недостаток органических удобрений отрицательно сказывается на балансе гумуса и питательных веществ, биологической активности почвы [6], что ведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур [7].

В связи с тем, что в Республике Крым резко снизилось внесение навоза, который был основным органическим удобрением в течение многих десятилетий, возникла необходимость поиска альтернативных источников пополнения почвы органическими веществами [8].

В естественных условиях основным источником поступления в почву органического вещества являются остатки растений. В мировом земледелии накоплен значительный опыт выращивания растений для последующей их заделки в почву и использования в качестве органического удобрения [9–11], получивший название «сидерация».

Академик Д. Н. Прянишников [12] считал сидерацию мало используемым, но доступным резервом эффективного и комплексного повышения плодородия почвы. По его мнению, когда для улучшения почв необходимо обогащение их органическим веществом, а навоза по той или иной причине не хватает, зеленое удобрение или сидерация приобретает особенно важное значение. Сидерация способствует повышению биологической активности почвы, обогащает её органическим веществом и элементами питания, улучшает агрофизические и агрохимические свойства [13, 14].

В. Г. Лошаков доказал высокую агроэкологическую, агротехническую, энергосберегающую и экономическую эффективность сидерации в условиях центральных областей Нечерноземной зоны России [15].

В лесостепи Иркутской области, по данным В. И. Солодун и др., сидеральный пар приближается по влиянию на урожайность первой и второй культур зернопарового севооборота к действию чистого пара [16]. Однако эффективность сидерации в значительной степени зависит от почвенно-климатических условий [13] и от сидеральной культуры [17, 18].

По характеру водного баланса степной Крым относится к зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения. В таких условиях продуктивность сельскохозяйственных культур определяется гидротермическими условиями вегетационного периода [19].

Цель исследований – установить влияние видового состава сидеральных культур на продуктивность агрофитоценозов и поступление в почву органических веществ в различных гидротермических условиях лет исследований.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2016–2019 гг. в стационарном севообороте лаборатории земледелия ФГБУН «НИИСХ Крыма», расположенного в центральной части степного Крыма. Почвенный покров опытного участка представлен черноземом южным слабогумусированным на лессовидных глинах [20]. Мощность гумусового горизонта не превышает 40 см. Содержание гумуса (по Тюрину) – 2,0–2,2 %, подвижного фосфора (по Мачигину) – 40–42, калия (по Мачигину) около 400 мг на кг почвы, средневзвешенный показатель рН – 7,6 ед.

Климат степной, умеренно холодный, полусухой, континентальный, с большими годовыми и суточными колебаниями температуры. Среднегодовая

температура составляет 10,8 °С [21]. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к ее повышению. В годы проведения исследований среднесуточная температура воздуха составила: в 2016 г. – 11,8 °С, 2017 – 12,7 °С, 2018 – 12,5 °С, 2019 – 12,6 °С при среднемноголетней норме 10,8 °С.

Среднемноголетняя годовая сумма осадков составила 428 мм. Годы проведения исследований значительно различались по условиям влагообеспеченности (рисунок).

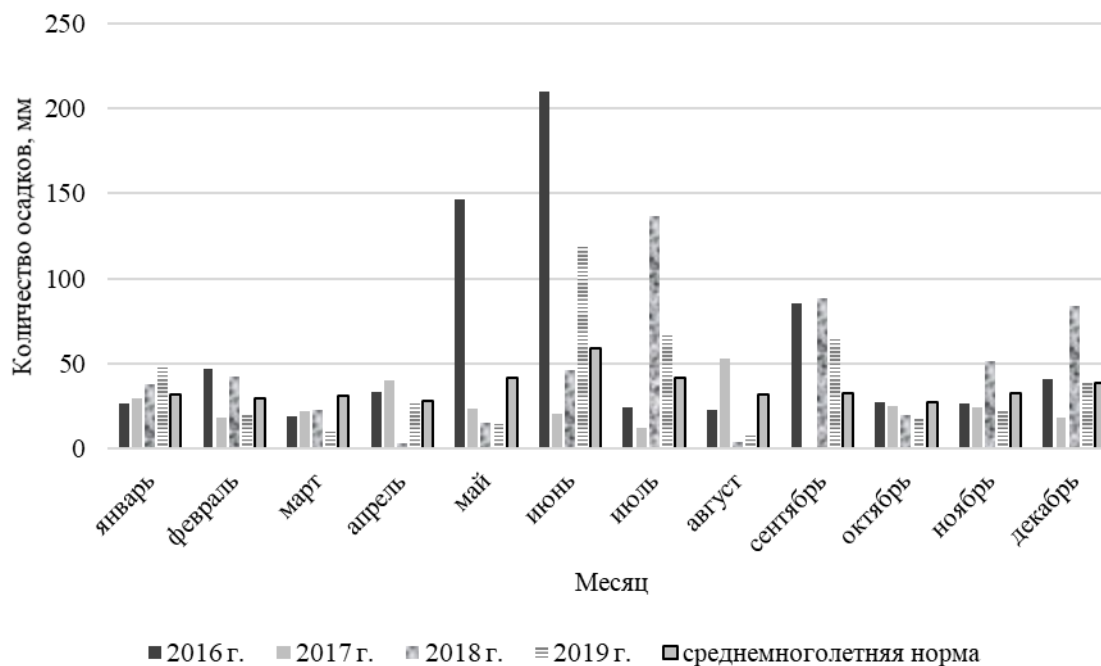


Рисунок – Распределение атмосферных осадков в годы проведения исследований

В 2016 и 2018 гг. атмосферные осадки превзошли среднемноголетние показатели на 62 % и 29 %, на 691 мм и 553 мм соответственно, в 2017 г. они составили 67 % от нормы (288 мм), и только в 2019 г. их количество было близким к многолетним показателям – 464 мм. Распределение осадков было неравномерным. В 2016 г. основное их количество выпало в мае (147 мм), июне (210 мм) и сентябре (85 мм); в 2017 – в августе (53 мм), в 2018 – в июле (137 мм) и сентябре (89 мм), в 2019 – в феврале (120 мм). Влажность воздуха и почвы в критические периоды жизни полевых культур очень часто была пониженной из-за недостаточного количества осадков при высоком температурном режиме и сильных ветрах. Ежегодно наблюдали периоды с минимальными осадками на фоне повышенных среднесуточных температур воздуха: в 2016 г. в августе выпало 4,7 мм, в 2017 – в сентябре 0,1 мм, в 2018 – в апреле 3,1 мм и августе – 4,3 мм, в 2019 – в апреле – 7,8 мм.

Закладку опыта осуществляли в соответствии с методическими указаниями Б. А. Доспехова [22] после уравнительного посева ярового ячменя сорта Сталкер. Размещение вариантов опыта систематическое, повторность трёхкратная. Площадь делянки 720 м² (ширина 18 м, длина 40 м). Предмет исследования – агроценозы сидеральных культур: донника желтого (*Melilotus officinalis* Mill.), клевера лугового (*Trifolium pratense* L.), эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria* (Kit. ex Willd.) DC.), ржи озимой (*Secale cereale* L.), тритикале озимой (*Triticale aestivum* forme), вики паннонской (*Vicia pannonica*), фацелии пижмолистной (*Phacelia tanacetifolia* Vent.) и

травосмеси озимых культур (тритикале, рожь, вика). Объект исследования – процесс формирования продуктивности сидеральных культур в различных погодных условиях.

Многолетние бобовые травы (донник, эспарцет, клевер) подсеивали в первой декаде марта под покров уравнительного посева. Учеты делали во второй год пользования, кроме фацелии. Озимые культуры (тритикале, рожь, вика и смесь озимых культур) высевали в третьей декаде октября, а фацелию – в первой декаде марта в год проведения исследований. Нормы высева составляли: для донника сорта Донче – 14 кг/га, клевера Наследник – 12 кг/га, эспарцета Крымский – 90 кг/га, тритикале Аллегро – 170 кг/га, ржи Марусенька – 160 кг/га, вики паннонской – 200 кг/га, смеси озимых культур 180 кг/га (тритикале – 40 кг/га, рожь – 40 кг/га, вика – 100 кг/га), фацелии Услада – 10 кг/га.

Скашивание и измельчение биомассы сидеральных культур осуществляли кормоуборочным комбайном «Рось-2» в агрегате с трактором МТЗ-82 при достижении фазы «начало колошения» у злаковых и «бутонизация – начало цветения» у культур других семейств. Заделку растительных остатков в почву проводили непосредственно после измельчения и равномерного распределения биомассы на поверхности делянок с помощью тяжелой дисковой бороны БДТ-6 на глубину 10–15 см в два следа. Перед скашиванием отбирали растения для определения содержания в биомассе растений органического вещества (ГОСТ 26226-95), общего азота по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4-93), общего фосфора (ГОСТ 26717-85) и общего калия (ГОСТ 26718-85). Статистический анализ опытных данных проводили методом однофакторного дисперсионного анализа [22] с помощью компьютерной программы Excel.

Результаты и их обсуждение

В результате анализа гидротермических условий периода «посев – укосная спелость» изучаемых сидеральных культур установлено, что они значительно различались по годам и культурам.

Наиболее благоприятные погодные условия для получения всходов и вегетации культур весеннего срока сева (донник, клевер, эспарцет) сложились в 2016 г. За период «посев – укосная спелость» (I декада марта 2016 г., II декада мая 2017 г.) температура воздуха была близкой к среднемноголетним значениям, количество осадков составило 764,8 мм, 143 % от нормы (таблица 1).

Таблица 1 – Гидротермические условия периода «посев-укосная спелость» различных сидеральных культур

Сидеральная культура	Среднесуточная температура, °С				Количество осадков, мм			
	период вегетации			среднемноголетняя норма [21]	период вегетации			среднемноголетняя норма [21]
	2016–2017 гг.	2017–2018 гг.	2018–2019 гг.		2016–2017 гг.	2017–2018 гг.	2018–2019 гг.	
Многолетние травы (донник, клевер, эспарцет)	11,1	12,4	12,0	10,4	764,8	353,5	596,8	535
Озимая тритикале, вика	4,5	7,1	5,7	4,7	207,5	170,4	268,8	238
Озимая рожь и смесь озимых	4,1	6,5	5,1	4,1	197,6	165,2	257,2	227
Фацелия	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднемноголетняя норма [21]	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднемноголетняя норма [21]
	10,0	11,3	9,9		8,8	80,7	34,2	

Это позволило многолетним травам сформировать полноценный высокопродуктивный травостой на первом и втором годах вегетации.

В 2017 г. всходы многолетних трав и фацелии на ранних этапах развития попали под жесточайшую весеннюю засуху. За период «посев–укосная спелость» температура воздуха значительно превысила среднемноголетнюю норму в сочетании с дефицитом осадков (66,1 % от среднемноголетнего значения у многолетних трав и 39,5 % у фацелии (период – март – II декада мая 2017 г.). В результате растения фацелии сформировали малопродуктивный травостой, а многолетние травы оказались слабо конкурентными к покровной культуре и сорной растительности. На второй год вегетации удельный вес культурных растений многолетних трав в этих фитоценозах составил: эспарцета – 82,6 %, донника – 71,8 %, а клевер луговой практически полностью выпал из травостоя (сохранились единичные растения). Освободившуюся в фитоценозах площадь заняли сорные растения.

В условиях весеннего периода 2018 г. были получены полноценные всходы всех многолетних трав и фацелии. Однако в дальнейшем преобладала жаркая погода. За период «посев–укосная спелость» фацелии в 2018 г. выпало 34,2 мм осадков (39,3 % от нормы), что обусловило резкое снижение продуктивности. Несмотря на выпадение осадков в количестве 596,8 мм (111,6 % от нормы), растения многолетних трав испытывали дефицит влаги и находились в угнетенном состоянии, что отрицательно сказывалось на их продуктивности. В зиму многолетние травы ушли в ослабленном состоянии. Особенно сильно пострадали растения влаголюбивой культуры – клевера лугового, которые, в отличие от эспарцета и донника, более остро реагировали на дефицит влаги и повышенные температуры. На второй год вегетации удельный вес растений этой культуры в фитоценозе составил только 32,1 %. Несмотря на среднее за три вегетационных периода клевера лугового количество осадков – 571,7 мм (106,9 % от среднемноголетней нормы), в условиях повышенных температур его оказалось недостаточно для формирования продуктивного агрофитоценоза.

В 2019 г. за период вегетации фацелии (март – II декада мая) выпало 51,3 мм или 59,0 % нормы. В среднем за 2017–2019 гг. фацелия была меньше всех культур обеспечена влагой (55,4 мм или 63,7 % от нормы).

Период «посев–укосная спелость» озимых культур продолжался с третьей декады октября по первую декаду мая (рожь и смесь озимых); по вторую декаду мая (тритикале) и характеризовался недобором осадков в 2016–2017 и 2017–2018 гг. (87,1 и 72,1 % от среднемноголетнего значения), в 2018–2019 гг. осадков было выше нормы (113,1 %).

Перед посевом озимых культур относительно благоприятные запасы продуктивной влаги в почве перед посевом сложились осенью 2016 г., когда в пахотном слое содержалось 20,8 мм, а метровом горизонте – 94,4 мм влаги, и в 2018 г. – соответственно 17,6 и 87,1 мм. В 2017 г. почвенные запасы влаги были минимальными – 11,5 мм в пахотном и 39,0 мм в метровом слоях.

Изучаемые сидеральные культуры значительно различались по биологическим и хозяйственным признакам. В условиях степного Крыма раньше всех культур фаза использования на зеленое удобрений наступила у ржи – с четвертого по шестое мая, что в среднем на 7 дней раньше относительно вики, на 9 – эспарцета, 11 – донника и тритикале, 15 – клевера и 16 дней – от фацелии.

Значительно различались сидеральные культуры и по химическому составу сухого вещества растений при достижении фазы использования (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав сухого вещества биомассы сидератов, среднее за 2017–2019 гг.

Сидеральная культура	Влажность сырья, %	Массовая доля на сухое вещество, %			
		органического вещества	общего азота	P ₂ O ₅	K ₂ O
Донник	8,79	91,4	2,57	0,55	2,18
Клевер	8,99	86,9	2,60	0,60	2,52
Эспарцет	9,21	93,0	2,37	0,58	2,37
Тритикале	7,82	92,6	1,32	0,55	2,05
Рожь	9,48	93,0	1,57	0,59	2,09
Вика	8,78	90,0	2,38	0,51	2,79
Смесь озимых	8,29	90,5	2,03	0,64	2,77
Фацелия	10,07	79,1	2,26	0,61	3,26

Более высокое содержание органики в сухом веществе сидератов отмечено в растениях эспарцета, ржи – по 93,0 и тритикале – 92,6 %. Бобовые травы (донник, клевер, эспарцет и вика), которые способны использовать атмосферный азот благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями, характеризовались повышенным содержанием общего азота. Максимальная его массовая доля – 2,57 и 2,60 % отмечена у донника и клевера, а самое низкое содержание азота наблюдали у злаковых культур тритикале и ржи – 1,32 и 1,57 % соответственно. По содержанию фосфора выделилась смесь озимых культур – 0,64 %. Этот фитоценоз использовался в качестве сидератов при достижении фазы «начало колошения» первой культуры – ржи, когда остальные компоненты травосмеси находились на более ранних стадиях развития. Как известно, такие растения содержат в своем составе больше минеральных солей и меньше органического вещества по отношению к более поздним фазам развития. Фацелия превзошла все культуры по содержанию K₂O – 3,26 %. Растения этой культуры содержали значительно меньшее количество органики в сухом веществе, чем остальные сидераты – 79,1 % и, соответственно, больше минеральных веществ. Этот факт может служить основанием для утверждения, что растения фацелии лучше используют из почвы труднодоступные минеральные соли.

Самые низкие показатели продуктивности на протяжении трех лет исследований получены в агроценозах фацелии, имеющей самый короткий период вегетации, и клевера – культуры умеренных широт, более требовательной к условиям увлажнения. Фитоценоз клевера сформировал полноценный травостой только в условиях 2017 г. В 2018 г. эта культура полностью выпала из травостоя, а в 2019 г. клевер занимал в структуре фитоценоза меньше третьей части от общей его биомассы.

Количество органического вещества, поступающего в почву при использовании сидератов, определяется урожайностью биомассы исследуемых фитоценозов и химическим составом сидеральных культур (таблица 3).

Гидротермические условия периода вегетации (как количество осадков, так и среднесуточная температура) оказывали значительное влияние на продуктивность сидеральных культур. Наблюдали достоверную (на 5 %-м уровне значимости) среднюю корреляционную зависимость между количеством осадков за период «посев – укосная спелость» 2016–2017 гг. и урожайностью зеленой массы сидеральных культур ($r = 0,52$), а также урожайностью сухого вещества ($r = 0,59$). Достоверная (на 5 %-м уровне значимости) отрицательная корреляция средней силы установлена между среднесуточной температурой периода «посев–укосная спелость» 2017–2018 гг. и урожайностью зеленой массы ($r = -0,66$), а также урожайностью органического вещества ($r = -0,64$).

Таблица 3 – Продуктивность фитоценозов перед заделкой сидератов в почву при различных гидротермических условиях вегетации, т/га

Сидеральная культура	Зеленая масса			Сухое вещество			Органическое вещество		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Донник	41,3	8,5	37,5	7,73	2,44	8,02	7,08	2,13	7,36
Клевер	19,5	3,6	15,3	4,03	1,41	3,07	3,65	1,14	2,74
Эспарцет	35,3	6,8	39,2	7,00	2,10	8,90	6,44	1,91	8,32
Тритикале	26,2	10,2	37,2	5,57	3,87	9,03	5,04	3,60	8,52
Рожь	30,6	8,3	38,5	5,83	2,40	10,67	5,37	2,24	10,02
Вика	21,5	7,7	31,7	4,33	2,31	6,57	3,88	2,08	5,94
Смесь озимых	25,6	9,2	35,2	4,63	2,69	8,70	4,15	2,45	7,90
Фацелия	18,5	6,2	12,0	2,17	1,73	2,20	1,77	1,30	1,77
Средняя	27,3	7,6	30,8	5,16	2,37	7,14	4,67	2,10	6,57
НСР ₀₅	7,3	2,0	5,0	1,08	0,65	1,13	0,98	0,56	1,04

В условиях экстремально засушливого 2018 г. лучшие показатели продуктивности (урожайность зеленой массы 10,19 т/га, сухого вещества – 3,87 т/га и органического вещества – 3,60 т/га) обеспечил травостой тритикале.

В среднем за годы исследований по продуктивности биомассы выделились посевы многолетних трав донника и эспарцета, обеспечившие наивысшую среднюю урожайность зеленой массы (29,1 и 27,1 т/га), и озимых злаковых (тритикале и ржи) – 24,5 и 25,8 т/га.

Последние культуры, уступив по урожайности зеленой массы самым продуктивным многолетним травам – доннику и эспарцету, превзошли их по урожайности сухого вещества на 0,10–0,30 т/га (2,7–5,0 %) и поступлению в почву органического вещества на 0,16–0,36 т/га (2,9–5,8 %) соответственно. Наибольшее количество органики заделали в почву при использовании в качестве зеленого удобрения ржи – 5,88 т/га; тритикале – 5,72 т/га; эспарцета – 5,56 т/га и донника – 5,52 т/га.

Сидеральные культуры характеризуются высокими потенциальными возможностями пополнения почвы органикой, однако их продуктивность в условиях рискованного земледелия, когда основным лимитирующим фактором является влагообеспеченность растений, нестабильна. При выборе видового состава сидеральных культур следует учитывать соответствие их следующим требованиям: эффективное использование осенне-зимних запасов влаги, способность в весенний период в максимально ранние сроки интенсивно формировать биомассу, обеспечить сохранение в почве необходимых запасов доступных питательных веществ и влаги для получения всходов последующих культур севооборота.

Культуры умеренных широт, к которым относится клевер луговой, в засушливых условиях не постоянно сохраняются в фитоценозе в отличие от аборигенных культур. Поэтому их использование в качестве сидератов не оправдано.

Выводы

В результате анализа гидротермических условий вегетационного периода сидеральных культур установлено, что в период «посев – укосная спелость» многолетних трав они были более благоприятными в 2016–2017 и 2018–2019 гг., озимых культур – в 2018–2019 гг., фацелии – в 2017 г.

В среднем за годы исследований максимальную урожайность зеленой массы сформировали посевы многолетних трав донника и эспарцета (29,1 и 27,1 т/га), озимые тритикале и рожь – 24,5 и 25,8 т/га. Клевер луговой и фацелия имели низкую продуктивность. Их использование в качестве сидератов не рекомендуется.

Озимые тритикале и рожь превзошли по урожайности сухого вещества донник и эспарцет на 0,10–0,30 т/га (2,7–5,0 %) и поступлению в почву органического вещества на 0,16–0,36 т/га (2,9–5,8) % соответственно.

Наибольшее количество органики поступило в почву при использовании в качестве зеленого удобрения: ржи – 5,88 т/га, тритикале – 5,72 т/га, эспарцета – 5,56 т/га, и донника – 5,52 т/га.

Установлена достоверная (на 5 %-м уровне значимости) средняя связь за период «посев – укосная спелость» в 2016–2017 гг. между количеством осадков и урожайностью зеленой массы сидеральных культур ($r = 0,52$), а также урожайностью сухого вещества ($r = 0,59$) на 5 %-м уровне значимости. Достоверная (на 5 %-м уровне значимости) отрицательная корреляция средней силы наблюдалась между среднесуточной температурой периода «посев – укосная спелость» 2017–2018 гг. и урожайностью зеленой массы ($r = -0,66$), а также урожайностью органического вещества ($r = -0,64$).

Литература

1. 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.
2. Сычев В. Г., Ефремов Е. Н. Концепция программы агрохимических мероприятий до 2020 года // В кн.: Инновационные решения регулирования плодородия почв сельскохозяйственных угодий. М.: ВНИИА, 2011. 30 с.
3. Научно обоснованная стратегия развития агропромышленного комплекса Крыма до 2020 г. // Под общ. ред. Паштецкого В. С. Симферополь: ИТ «Ариал», 2016. 132 с.
4. 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.
5. Проблемы и перспективы инновационного развития сельских территорий Крыма: коллективная монография // Под ред. Паштецкого В. С. Симферополь: ИТ «Ариал», 2019. 252 с. DOI: 10.33952/978-5-907162-56-3.
6. Рекомендации по эффективному использованию соломы и сидератов в земледелии // Под ред. Сычева В. Г. М.: ВНИИА, 2012. 44 с.
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. Приходько А. В., Сусский А. Н., Моляр С. А. Альтернативные источники улучшения плодородия почвы в условиях Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 2(6). С. 24–35.
9. Ma D., Yin L., Ju W., Li X., Liu X., Deng X., Wang Sh. Meta-analysis of green manure effects on soil properties and crop yield in northern China // *Field Crops Research*. 2021. Vol. 266. Art. No. 108146. DOI: 10.1016/j.fcr.2021.108146.
10. Da Silva J. N., Neto F. B., de Lima J. S. S., Chaves A. P., Nunes R. L. C., Rodrigues G. S. D., Lino V. A. D., de Sa J. M., dos Santos E. C. Sustainability of carrot-cowpea intercropping systems through optimization of green manuring and spatial arrangements // *Ciencia Rural*. 2021. Vol. 51. Iss. 1. Art. No. e20190838. DOI: 10.1590/0103-8478cr20190838.
11. Khalep Yu., Moskalenko A., Shapovaliuik M., Arabska E. Ecological and economical value of green manuring for Polissia organic agrocenoses // *Agricultural and Resource Economics-International Scientific E-Journal*. 2021. Vol. 7. No. 1. P. 211–231. DOI: 10.51599/are.2021.07.01.11.
12. Прянишников Д. Н. Общие вопросы агротехники и химизации земледелия. Избранные сочинения. Т.3. М.: Колос, 1965. С. 7–82.
13. Housman M., Tallman S., Jones, C., Miller P., Zabinski C. Soil biological response to multi-species cover crops in the Northern Great Plains // *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2021. Vol. 313. Art. No. 107373. DOI: 10.1016/j.agee.2021.107373.
14. Freund L., Mariotte P., Santonja M., Buttler A., Jeangros B. Species identity, rather than species mixtures, drives cover crop effects on nutrient partitioning in unfertilized agricultural soil // *Plant and Soil*. 2020. Vol. 460. Iss. 1-2. P. 149–162. DOI: 10.1007/s11104-020-04782-z.
15. Лошаков В. Г. Зеленое удобрение как фактор повышения плодородия почвы, биологизации и экологизации земледелия // *Плодородие*. 2018. № 2. С. 26–29. DOI:10.25680/S19948603.2018.101.09.

16. Солодун В. И., Цвынтарная Л. А., Зайцев А. М., Горбунова М. С. Сравнительная оценка сидеральных культур и способов заделки их на серых лесных почвах лесостепи Иркутской области // Материалы международной научно-практической конференции, приуроченной к 90-летию профессора Ишигенова И.А. БГСХА им. В. Р. Филиппова «Почвы степных и лесостепных экосистем внутренней Азии и проблемы их рационального использования». Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова, 2015. С. 211–214.
17. 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. № 3 (45). Ч. 3. С. 125–126.
18. Паштецкий В. С., Приходько А. В. Использование сидератов для воспроизводства плодородия почв в условиях степного Крыма // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5(79). С. 44–46.
19. Черкашина А. В. Влияние элементов технологии и гидротермических условий на урожайность зерна кукурузы гибридов разных групп спелости в неорошаемых условиях степной зоны Крыма // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 85. С. 290–294. DOI: 10.21515/1999-1703-85-290-294.
20. Гусев В. П., Колесниченко В. Т. Почвы сельскохозяйственной опытной станции и прилегающих районов Крымских степей // Труды Крымской Государственной сельскохозяйственной опытной станции. 1955. Т. 1. С. 21–49.
21. Агрокліматичний довідник по Автономній Республіці Крим (1986–2005 pp.): довідкове видання // За ред. Прудка О. І., Адаменко Т. І. Сімферополь: ЦГМ в АРК, 2011. 344 с.
22. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. 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.
2. Sychev V. G., Efremov E. N. The concept of the agrochemical measures program until 2020 // Innovative solutions for the regulation of soil fertility of agricultural land. Moscow: Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, 2011. 30 p.
3. Scientifically based strategy for the development of the agro-industrial complex of the Crimea until 2020 // Under the general editorship of Pashtetskiy V. S. Simferopol: IT “Arial”, 2016. 132 p.
4. Bhunia Sh., 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.
5. Problems and prospects of innovative development of rural territories of the Crimea: Collective monograph // Ed. by Pashtetskiy V. S. Simferopol: IT “Arial”, 2019. 252 p. DOI: 10.33952/978-5-907162-56-3.
6. Recommendations on the effective use of straw and green manure in agriculture / Ed. by Sychev V. G. Moscow: Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, 2012. 44 p.
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., 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(6). P. 24–35.
9. Ma D., Yin L., Ju W., Li X., Liu X., Deng X., Wang Sh. Meta-analysis of green manure effects on soil properties and crop yield in northern China // Field Crops Research. 2021. Vol. 266. Art. No 108146. DOI: 10.1016/j.fcr.2021.108146.
10. Da Silva J. N., Neto F. B., de Lima J. S. S., Chaves A. P., Nunes R. L. C., Rodrigues G. S. D., Lino V. A. D., de Sa J. M., dos Santos E. C. Sustainability of carrot-cowpea intercropping systems through optimization of green manuring and spatial arrangements // Ciencia Rural. 2021. Vol. 51. Iss. 1. Art. No. e20190838. DOI: 10.1590/0103-8478cr20190838.
11. Khalep Yu., Moskalenko A., Shapovalyuk M., Arabska E. Ecological and economical value of green manuring for Polissia organic agrocenoses // Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal. 2021. Vol. 7. No. 1. P. 211–231. DOI: 10.51599/are.2021.07.01.11.
12. Pryanishnikov D. N. General issues of agricultural technology and chemicalization of agriculture. Selected Works. Vol. 3. Moscow: Kolos, 1965. P. 7–82.
13. Housman M., Tallman S., Jones, C., Miller P., Zabinski C. Soil biological response to multi-species cover crops in the Northern Great Plains // Agriculture, Ecosystems & Environment 2021. Vol. 313. Art. No. 107373. DOI: 10.1016/j.agee.2021.107373.
14. Freund L., Mariotte P., Santonja M., Buttler A., Jeangros B. Species identity, rather than species mixtures, drives cover crop effects on nutrient partitioning in unfertilized agricultural soil // Plant and Soil. 2020. Vol. 460. Iss. 1-2. P. 149–162. DOI: 10.1007/s11104-020-04782-z.

15. Loshakov V. G. Green manure as a factor of soil fertility improving, biologization and ecologization of agriculture // Plodorodie. 2018. No. 2. P 26–29. DOI: 10.25680/S19948603.2018.101.09.
16. Solodun V. I., Tsvyntarnaya L. A., Zaitsev A. M., Gorbunova M. S. Comparative evaluation green manure crops and their method of closure on grayforest soils of forest-steppe Irkutsk region // Materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 90th anniversary of Professor I. A. Ishigenov “Soils of steppe and forest-steppe ecosystems of inner Asia and the issues of their rational use”. Ulan-Ude: Buryat State Academy of Agriculture named after V. R. Filippov, 2015. P. 211–214.
17. 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.
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. Cherkashyna A. Influence of elements of cultivation technology and hydrothermal conditions on yield of maize hybrids of different maturity groups under non-irrigated conditions in the steppe zone of the Crimea // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2020. No. 85. P. 290–294. DOI: 10.21515/1999-1703-85-290-294.
20. 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. 1955. Vol. 1. P. 21–49.
21. 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.
22. Dospikhov B. A. Methods of field research. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

UDC 631.874:551.50

Prikhodko A. V., Cherkashyna A. V.

PRODUCTIVITY OF GREEN MANURE CROPS DEPENDING ON HYDROTHERMAL CONDITIONS

Summary. *Green manuring can increase biological activity of the soil, enrich it with organic matter, nutrients and improve its agrophysical and agrochemical properties. The aim of the research was to establish the influence of green manure crops species composition on the productivity of agrophytocenoses and the input of soil organic matter under various hydrothermal conditions. The studies were conducted in 2016–2019 on the experimental fields of the Research Institute of Agriculture of Crimea. Soil – chernozems southern low-humus. Average daily air temperature was: in 2016 – 11.8 °C; in 2017 – 12.7 °C; in 2018 – 12.5 °C; in 2019 – 12.6 °C (average long-term values – 10.8 °C). The amount of precipitation over the years was at the level of 162, 67, 129, 108 % of the norm. The experiments were laid according to B. A. Dospikhov “Methods of field research”. Position of the variants is systematic, triple replication. Fields square – 720 m². The research subject is green manure crops agrocenoses. The object of the research is the process of forming the productivity of green manure crops. On average, over the years of research, the highest yield of green mass was formed by sweet clover and sainfoin (29.1 and 27.1 t/ha, respectively), winter triticale (24.5 t/ha) and winter rye (25.8 t/ha). *T. pratense* and *P. tanacetifolia* were low-yielding. The largest amount of accumulated soil organic matter was detected when rye, triticale, sainfoin and sweet clover were used as green manure; it was 5.88, 5.72, 5.56 and 5.52 t/ha, respectively. We established an average correlation (at 5 % significance level) between the amount of precipitation for the period “sowing – ripeness” in 2016–2017 and the yield of green mass of green manure crops ($r = 0.52$), as well as dry matter yield ($r = 0.59$). A negative correlation of average strength was also established between the average daily temperature of the period “sowing – ripeness” in 2017–2018 and yield of green mass ($r = -0.66$), as well as organic matter yield ($r = -0.64$).*

Keywords: soil, green manuring, soil fertility, temperature, precipitation, 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.

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.

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.

Cherkashyna Anna Vladimirovna, researcher of the Laboratory 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 – 23.06.2021.

Дата принятия к печати – 05.08.2021.