

СТАТЬИ

УДК 634.1:631.454:631.8

СИДЕРАЦИЯ В МЕЖДУРЯДЬЯХ ПЛОДОВОГО САДА И ВИНОГРАДНИКА

Качмазов Д.Г.

*Юго-Осетинский государственный университет им. А.А. Тибилова, Цхинвал,
e-mail: dzhoni.kachmazov@mail.ru*

Основным условием получения максимальных генетически обусловленных урожаев плодовых культур и винограда является возврат в почву достаточного количества элементов питания. Последствия дефицита органического вещества в агроэкосистемах выражаются в недостатке элементов питания для последующих культур в недалеком будущем. Кроме того, значительно ухудшаются агрохимические, агрофизические, биологические и санитарные качества почвы. В настоящее время в Южной Осетии задачи интенсификации использования возобновляемых биоресурсов, поддерживающих механизмы саморегуляции и круговорот биофильных элементов в агроэкосистемах, приобретают все большую актуальность, а биомасса растительных остатков сельскохозяйственных культур составляет важную приходную часть баланса органического вещества почвы и обеспечивает устойчивость агробиоценозов. По результатам исследований сидерации между рядов плодового сада и виноградника, наибольшее количество органического вещества вносится в почву при запашке фацелии. Так, в течение трех лет в междурядья сада было заделано 6,3 т/га зеленых удобрений. С другими сидеральными культурами было внесено вполтину меньше растительной массы. При переходе от весеннего сезона к летнему выделение углекислоты из почвы по черному пару нарастает, а к осени постепенно снижается. В первой половине вегетационного периода концентрация CO₂ в почве по бобовому сидерату более высокая, чем на вариантах с озимой рожью, а в конце периода вегетации заметно уменьшается и приближается к контролю. Это свидетельствует о быстрой минерализации растительной массы бобовых культур и накоплении нитратов в почве. По-другому складывается газовый режим на делянках с небобовыми сидеральными культурами. Разложение органической массы происходит замедленно и характеризуется стабильным выделением CO₂ в течение всего года. Наиболее высокий урожай яблок и винограда был получен на делянках с фацелией и в среднем за годы исследований составил 18,2 и 9,7 т/га соответственно.

Ключевые слова: Южная Осетия, сидераты, агроэкосистемы, пожнивно-корневые остатки, однолетний клевер, амарант, чечевица, фацелия, вигна, озимая вика, озимая рожь, люцерна, чина

SIDERATION BETWEEN ROWS OF FRUIT GARDEN AND VINEYARD

Kachmazov D.G.

South Ossetian State University named A.A. Tibilova, Tskhinval, e-mail: dzhoni.kachmazov@mail.ru

The main condition of obtaining the maximum genetic yields of fruit crops and grape is a return of sufficient amount of nutrients to the soil. The consequences of deficit of organic matter in agroecosystems is expressed in lack of nutrients for the next crop in the near future. In addition, agrochemical, agrophysical, biological and sanitary quality of the soil deteriorates significantly. Currently, in South Ossetia the problem of intensification of use of renewable biological resources that support self-regulation mechanisms and the cycle biophilic elements in agroecosystems, is becoming increasingly important, and biomass of plant residues of agricultural crops is an important side asset in balance of soil organic matter and it ensures sustainability of agrobiocenoses. The greatest amount of organic matter is incorporated in the soil from phacelia. So, over the course of three years up to 6.3 t/ha green manure was allocated between rows of the garden. For other sideral cultures green manure in half of their vegetative mass was introduced. During the transition from spring season to summer, separation of carbon dioxide from the soil on the black fallow grows, and by fall it decreases gradually. In the first half of vegetation period concentration of CO₂ in the soil for legume siderate is higher than the same indicator for winter rye, and at the end of vegetation period it is reduced significantly and approaches control values. This fact indicates rapid mineralization of legume green mass and accumulation of nitrates in the soil. Gas regime in plots with non-legume sideration cultures is formed differently. Decomposition of organic matter occurs slowly and it is characterized by stable CO₂ during the entire year. The highest yields of apples and grapes were obtained on the plots with phacelia and equaled an average of 18.2 and 9.7 t/ha respectively over the course of years.

Keywords: South Ossetia, cover crops, agroecosystems, crop-root residues, annual clover, amaranth, lentil, phacelia, vigne, winter vicia, winter rye, alfalfa, peavine

При получении продукции садоводства из агроэкосистемы с урожаем плодовых культур изымается до 80% всей созданной фотосинтезом биомассы, включая основную и побочную продукцию. По мнению многих исследователей, побочная продукция из отчуждаемой биомассы может и должна вернуться обратно в агроэкосистему в виде органических остатков [1, с. 4]. Именно тот факт, что из агрономических экосистем вы-

носятся значительные количества элементов питания с полученной продукцией, отрицательно влияет на продуктивность всей системы в будущем [2, с. 24].

Получение любых уровней урожайности сельскохозяйственных культур и стремление к получению максимального, генетически обусловленного урожая, даже на высококультурных почвах, возможно при соблюдении основного закона земледелия – закона

возврата источников энергии и вещества, когда в полной мере удовлетворяется потребность растений в питательных веществах, при своевременном и качественном проведении агротехнических мероприятий для возделываемой культуры [3, с. 47].

Еще в начале века было определено, что для повышения адаптационного потенциала различных агроэкосистем необходимо разработать системы удобрений, включающие в себя максимально рациональное использование побочной продукции и пожнивнокорневых остатков [4, с. 15]. С биомассой разных культур, по данным Г.В. Добровольского и др., от общего количества в урожае в почву возвращается 27...60,5% азота, 18,5...51,7% фосфора, 16,7...48,1% калия и 27,6...54% кальция. С каждой тонной соломы в почву возвращается 8,5 кг азота, 3,8 кг фосфора, 13 кг калия, 4,2 кг кальция, 0,7 кг магния и ряд микроэлементов, которые накапливаются в соломе в большей степени, чем в зерне (железа от 10 до 30 г/т, марганца от 15 до 70 г/т, меди от 2 до 5 г/т, цинка от 20 до 50 г/т, молибдена от 0,2 до 0,4 г/т, бора от 2 до 5 г/т) [5, с. 20].

Дефицит органического вещества и ухудшение его качества способствует падению не только агрохимических и агрофизических, но и биологических свойств почвы, что в свою очередь ухудшает экологическое состояние и снижает почвенное плодородие [6, с. 220]. Биомасса органического вещества, поступающая в почву после той или иной культуры, влияет на процесс гумусообразования, фитосанитарное состояние почвы, а элементы питания, выделенные в процессе разложения растительных остатков, могут использоваться сельскохозяйственными культурами эффективнее, чем из минеральных удобрений [7, с. 37]. Д.Н. Прянишников в середине прошлого века писал о том, что от качества и количества растительного материала, энергии и характера его разложения зависят агрофизические свойства почв, но в большой мере изменяется режим минерального питания последующих культур [8, с. 278]. Эти положения подчеркивал В.И. Кирюшин [9, с. 297–298].

В настоящее время в Южной Осетии задачи интенсификации использования возобновляемых биоресурсов, поддерживающих механизмы саморегуляции и круговорот биофильных элементов в агроэкосистемах, приобретают все большую актуальность, а биомасса растительных остатков сельскохозяйственных культур составляет важную приходную часть баланса органического

вещества почвы и обеспечивает устойчивость агробиоценозов.

Цели и задачи исследований

Оптимизация круговорота органических веществ в агроэкосистемах явилась движущим фактором проведения наших исследований с целью разработки системы сидерации в плодовом саду и виноградарстве как агротехнического приема. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) подобрать сидеральные культуры и систему сидеральных посевов для климатических условий Южной Осетии, агротехники плодовых садов и виноградарства;
- 2) определить качественный и количественный состав зеленой массы выбранных сидеральных культур;
- 3) изучить последовательность разложения органической массы сидератов и накопление питательных веществ в почве в различные моменты вегетационного периода;
- 4) определить влияние сидератов на динамику биологической активности почвы;
- 5) определить влияние различных сидератов на урожайность, рост и развитие плодовых культур и винограда.

Место и условия проведения исследований

Опыты проводили в течение четырех лет в 2012–2015 гг. в условиях предгорной зоны Южной Осетии. Опытные участки яблоневого сада (0,6 га) и виноградника (0,3 га) прилегали друг к другу и находились в пос. Знаур на склоновых землях с уклонами менее 5°. Яблоневый сад представлен 6–9-летними деревьями поздних сортов (Флорина, Орфей, Марго и Гранатовое), на участке виноградника возделывалось 2 сорта (Ркацителли и Саперави Северный) такого же возраста.

Климат территории переходный от степного к умеренно влажному с жарким летом. Среднегодовая температура воздуха колеблется в пределах 9,5–10,3°C. Наиболее высокая степень нарастания температур воздуха наблюдается в мае. Сумма активных температур колеблется в пределах 3500–3700°C. Безморозный период свыше 250 дней, период с активными температурами составляет 185 дней. Годовая сумма осадков варьирует в пределах 481–600 мм с минимумами в декабре и августе, максимум осадков приходится на май и составляет 70–90 мм.

Почвы участков темно-коричневые лесные черноземовидные, мощность горизонта (A + B) составляла 0,6 м. Профиль до 1,5 м

хорошо дифференцирован, структура зернисто-мелкокомковатая. Подстилающие породы – глинистые толщи и лессовидные суглинки, местами сильно обогащенные известью. Содержание гумуса 2,0...3,5%. Общего азота 0,15...0,27%, гидролизуемого азота 41–64 мг/100 г почвы. Содержание подвижных форм фосфора очень низкое (2...7 мг/100 г почвы), обеспеченность калием средняя (30 мг/100 г почвы K₂O). Содержание поглощенного кальция составляет 44,5...52,0 мг-экв./100 г почвы, магния 5,1...7,8 мг-экв./100 г почвы. Соотношение Са:Мg > 9. Наличие высокого содержания кальция обеспечивает прочность структуры черноземовидных почв и благоприятные агрофизические свойства.

Гранулометрический (механический) состав почв участков глинистый, местами тяжело суглинистый. В целом почвы имеют благоприятный микроагрегатный и агрегатный состав, обладают положительными водно-воздушными свойствами, поскольку в них преобладают агрономически ценные частицы (менее 1 мм). Почва имеет высокие показатели скважности, водопроницаемости, достаточно аэрирована. Реакция среды в верхних горизонтах нейтральная (рН 7,0), в нижних – слабощелочная (рН 7,4).

Годы исследований по температурно-влажностным характеристикам распределялись следующим образом: 2012 – влажный (ГТК = 1,4); 2013 – засушливый (ГТК = 0,7); 2014 – слабозасушливый (ГТК = 1,0); 2015 – засушливый (ГТК = 0,7).

Методика проведения исследований

На основе имеющихся данных было отобрано для исследований 9 сидеральных

культур, которые высевались в междурядьях сада и виноградника. Площадь учетной делянки составляла 200 м², повторность трехкратная. Полевой опыт двухфакторный: 1 фактор – вид сидерата, 2 фактор – сроки посева и запашки сидератов (табл. 1). Контроль – чистый пар. На всех вариантах давался фоновый уровень расчетной дозой минеральных удобрений N₉₀P₁₁₀K₄₀.

Люцерна выращивалась в поукосных посевах. Содержание легкогидролизуемого азота в почве определяли по Тюрину и Кононовой, нитратного азота – дисульфифеноловым методом, подвижного фосфора – по Мачигину, подвижного калия – по Кирсанову. Определение количества углекислоты, выделяемой из почвы, проводилось с помощью стеклянного домика по методике Б.Н. Макарова. Данные урожайности яблони и винограда – поделяночные. Обработку данных проводили по Б.А. Доспехову [10, с. 83].

Особенности технологии возделывания плодового сада и виноградника с сидерацией междурядий

Схема посадки сада и виноградника 3,5×2,0 м на шпалере. Полив осуществлялся микродождеванием с насадками производительностью 560 л/ч, которые располагались в междурядьях через 1 ряд на расстоянии 12 м друг от друга. Поливная норма для сада и виноградника составляла 600 м³/га. Поливы назначали при снижении влажности почвы в слое 1 м до 80% НВ. Сидеральные травы перед запашкой дисковали легкими дисковыми боронами БДМ, а затем запахивали отвальным плугом на глубину 18...20 см.

Таблица 1

Изучаемые сидеральные культуры, сроки их посева и заделки в почву

№ п/п	Сидеральная культура	Срок посева	Срок скашивания
1	Однолетний клевер	2 декада августа	2 декада октября
2	Амарант	1 декада августа	2 декада октября
3	Чечевица	2 декада августа	1 декада октября
4	Фацелия	1 декада августа	2 декада октября
5	Вигна	2 декада августа	2 декада октября
6	Озимая вика	2 декада августа	2 декада октября 1 декада июня
7	Озимая рожь	2 декада августа	2 декада октября 1 декада июня
8	Люцерна	1 декада апреля	2 декада октября
9	Чина	1 декада августа	2 декада октября

Результаты исследования и их обсуждение

Состав органического вещества сидератов значительно варьирует в зависимости от вида растений, их возраста и условий произрастания. Количество вносимой в почву сидеральной массы не может быть оторвано от ее физико-химических свойств. Поэтому, стремясь к выращиванию наибольшей массы зеленого удобрения, следует обеспечивать ее высокие удобрительные качества. При оценке зеленого удобрения, как источника питания, необходимо знать, насколько элементы питания из него доступны для усвоения растениями и как протекает процесс его разложения в почве.

Высокие урожаи сидератов, которые мы получали ежегодно в наших опытах, позволили отчетливо проследить за разложением органического вещества в почве (табл. 2). Данные таблицы показывают, что вместе с запахиваемой зеленой массой сидератов в почву поступало значительное количество питательных веществ. Так, наибольшее количество азота и фосфора поступало в почву вместе с бобовыми сидератами, а из них – вместе с чечевицей (N147 и P₂O₅ 60 кг/га). Меньше оставалось

азота и фосфора при запахивании фацелии и вигны (N 232...147 и P₂O₅ 93...60 кг/га соответственно).

Озимая вика и озимая рожь наращивали значительно меньше зеленой массы, поэтому при их запахивании поступало в почву соответственно меньше азота и фосфора, хотя по процентному содержанию в них количество питательных веществ не уступает другим бобовым сидератам. Небобовые сидераты накапливали значительно больше калия, чем бобовые, при запахивании которых в почву вносилось К от 53 до 60 кг/га. Среди бобовых сидеральных культур по накоплению питательных веществ выделились чечевица, люцерна, чина и амарант.

Одним из важнейших показателей качества зеленого удобрения является отношение в нем углерода к азоту. Чем меньше соотношение этих элементов, тем быстрее идет процесс минерализации органического вещества. Как отмечали Ф.Ю. Гельцер и В.А. Шапиро [11, с. 43], интенсивность разложения зеленой массы хорошо прослеживается по выделению углекислоты, количество которой является показателем для характеристики процесса разложения.

Таблица 2

Количество питательных веществ, поступавших в почву при запашке сидеральных культур (2012–2015 гг.)

Культура	Урожай зеленой массы, т/га	Поступление в почву питательных веществ, кг/га		
		N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Однолетний клевер НСР ₀₅	3,3 0,82	112	88	95
Амарант НСР ₀₅	3,5 1,24	128	85	53
Чечевица НСР ₀₅	3,6 1,56	143	79	95
Фацелия НСР ₀₅	6,7 2,30	232	93	84
Вигна НСР ₀₅	3,4 0,88	147	60	97
Озимая вика НСР ₀₅	1,4 0,19	125	81	65
Озимая рожь НСР ₀₅	1,5 0,27	151	76	60
Люцерна НСР ₀₅	3,6 1,45	123	75	68
Чина НСР ₀₅	3,7 1,54	140	112	93

Таблица 3

Влияние сидеральной культуры на динамику биологической активности почвы
(количество углекислоты, выделяемой из почвы, 2015 г.)

Варианты опыта	Суммарное количество растительной массы, внесенной в почву, т/га	Отношение С:N	Выделялось CO ₂ , объемные%				
			9.05	19.05	8.06	5.07	26.07
Контроль (без сидератов)	–	–	0,56	1,10	0,93	1,12	1,15
Однолетний клевер	3,3	5,2	1,27	2,64	2,68	3,12	2,53
Амарант	3,5	33,1	2,41	3,18	4,50	5,21	4,17
Чечевица	3,6	10,2	2,84	4,11	7,02	4,33	3,29
Фацелия	6,7	26,6	1,87	2,86	5,45	6,86	4,34
Вигна	3,4	34,4	2,15	2,13	2,56	3,94	3,23
Озимая вика*	1,4	32,2	1,33	1,23	1,45	1,20	1,24
Озимая рожь*	1,5	23,4	1,17	1,13	1,15	1,24	1,20
Люцерна	3,6	17,3	2,13	2,54	2,37	2,76	1,98
Чина	3,7	22,4	4,32	2,54	3,45	3,23	2,34

Примечание. *Озимая вика и озимая рожь запахивались в октябре.

Разложение органической массы протекает в известной последовательности [12, с. 38]. При наличии благоприятных условий (влажность, температура) в первый период идет бурное выделение CO₂ и значительное выделение аммиака, которое постепенно уменьшается. Увеличение содержания нитратов обнаруживается при уменьшении интенсивности выделения углекислоты и соответственно понижении количества аммиака в почве. Влияние сидеральной культуры на динамику биологической активности почвы представлено в табл. 3. По объемам выделенного количества диоксида углерода динамика различалась в зависимости от сроков отбора образца. Так, наибольший процент выделяемого CO₂ отмечался в июле и составлял от 1,20 до 6,86% на варианте с фацелией.

Если сравнивать полученные результаты по дыханию почвы, то можно провести сравнительную характеристику с контрольным вариантом, без применения сидеральных культур, на контроле процент выделяемого CO₂ был отмечен в мае и июне и составил 1,10 и 0,93% соответственно. Показатели дыхания в контрольном варианте были на 60–70% ниже показателей с возделыванием сидеральных культур. По результатам вышеотмеченного можно констатировать, что количество CO₂ по вариантам опыта будет зависеть от скорости разложения культур. При запашке бобовых культур разложение сидератов будет происходить быстрее, чем небобовых, но в некоторых случаях небобовые культуры по концентрации CO₂ в почвенном растворе могут

показывать наилучшие результаты вследствие сложившихся климатических условий, соотношения температур и количества выпавших осадков. Выделение углекислоты при разложении растительной массы небобовых и бобовых сидеральных культур протекает в более замедленном темпе и носит длительный характер (рисунок).

При широком отношении С:N в разлагающейся растительной массе азот в первую очередь потребляется микроорганизмами. По данным современных исследователей, накопление аммиака в почве будет происходить лишь при условии, если отношение между углеродом и азотом превысит 25:1. При меньшем отношении аммиак не накапливается, так как их используют микроорганизмы для построения своего тела [13, с. 58; 14, с. 40]. Азот, подвергшийся биологическому связыванию, лишь временно становится недоступным для растений. После отмирания микроорганизмов азотистые соединения микробных тел подвергаются вновь процессам аммонификации и нитрификации, то есть минерализуются с образованием доступного для растений аммиачного и нитратного азота.

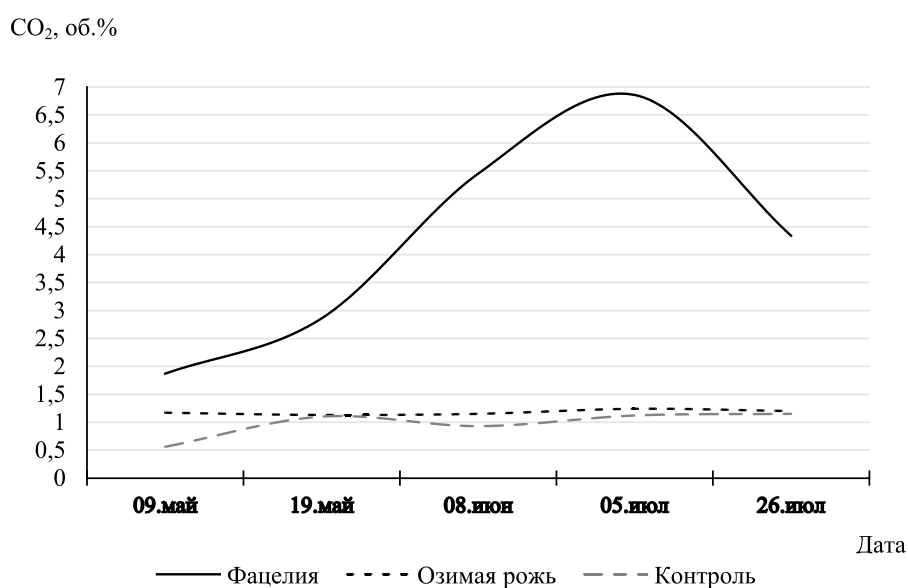
Таким образом, связывание аммиака микробами при разложении органической массы небобовых и бобовых сидератов является положительным явлением для питания плодовых деревьев молодого сада.

В наших исследованиях, согласно данным табл. 3 и рисунка, доказано, что при посеве сидеральных культур во второй половине лета в сочетании с чистым парованием в первой половине вегетационного

периода создаются оптимальные условия для молодого сада. Во второй половине лета почва находится под покровом сидератов, что уменьшает поступление азота к молодым растущим побегам деревьев. В связи с этим приостанавливается их рост, ускоряется созревание древесины, и в результате повышается зимостойкость дерева. При сочетании чистого пара в первую половину лета и зеленого удобрения во вторую плодовые культуры хорошо обеспечиваются питательными веществами и влагой в период завязывания и формирования плодов, в то же время почва междурядий самоочищается от сорняков. При запашке озимой

вики и ржи в весенний период максимум накопления нитратов наблюдался в августе, что отрицательно сказывалось на перезимовке молодых яблоневых деревьев и виноградных лоз.

Система удобрения в междурядьях молодых садов и виноградников при применении сидеральных культур должна быть направлена на улучшение состояния растений, ускоренное плодоношение и получение высоких и устойчивых урожаев. Оценка урожайности и длины приростов различных сортов яблони и винограда в зависимости от сидеральной культуры приведена в табл. 4.



Выделение CO₂, объемные % на контроле, в варианте с фацелией и озимой рожью

Таблица 4

Урожайность и средние приросты яблони и винограда в зависимости от сидеральной культуры

Варианты опыта	Урожайность яблоневых деревьев, т/га	Средний прирост, см	Урожайность виноградных лоз, т/га	Средний прирост, см
Контроль (без сидератов)	12,3	17,0	7,4	0,62
Однолетний клевер	13,8	23,0	7,9	0,73
Амарант	16,2	28,7	8,2	0,86
Чечевица	16,8	30,1	8,6	0,91
Фацелия	18,2	35,7	9,7	1,23
Вигна	14,0	22,3	7,5	0,74
Озимая вика	14,2	24,6	7,8	0,78
Озимая рожь	15,6	28,9	8,3	0,72
Люцерна	16,0	30,5	8,9	1,04
Чина	16,6	27,4	8,6	0,83

HCP₀₅ 0,11

HCP₀₅ 0,04

Наиболее высокая урожайность яблоневого сада и виноградника была на вариантах с фацелией, чечевицей, чиной и амарантом. При этом яблоневые деревья дали свыше 16 т/га плодов, а виноградные растения – свыше 8 т/га винограда, что превышает контроль на 2-4 т/га. В этих же вариантах были получены наиболее высокие приросты одолетней древесины на плодовых деревьях и виноградных лозах.

Выводы

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы.

1. Наибольшее количество органического вещества вносится в почву при запашке фацелии. В течение трех лет в междурядья сада было заделано 6,3 т/га зеленой массы. На вариантах с другими сидеральными культурами растительной массы вносилось меньше на 45–50%.

2. Выделение углекислоты из почвы по черному пару нарастает от весны к лету, а затем постепенно снижается. В первой половине вегетационного периода концентрация CO₂ в почве по бобовому сидерату более высокая, чем на варианте с озимой рожью, а к осени заметно уменьшается и приближается к контролю.

3. Газовый режим на делянках с небобовыми сидеральными культурами принципиально отличается от такового на бобовых сидератах. Разложение органической массы происходит замедленно и характеризуется стабильным выделением CO₂ в течение всего периода года.

4. При высевании сидератов во второй половине вегетации и запашке их в конце октября в плодовом саду и на винограднике обеспечивался благоприятный режим обеспеченности азотом.

5. Наиболее высокая урожайность яблоны (18,2 т/га) и винограда (9,7 т/га) обеспечивалась при посеве сидеральной культуры фацелии.

На основании полученных выводов можно рекомендовать производству использовать широкий ряд сидератов для выращивания в междурядьях плодовых садов и виноградников с посевом в разработанные сроки.

Список литературы / References

1. Карпова Д.В., Винокуров И.Ю., Батяхина Н.А., Чернов О.С., Волощук А.Т. Улучшенная технология эффективного, экологически безопасного использования различных видов и форм органических удобрений на серых лесных почвах Владимирского ополья. Методические рекомендации. Иваново, 2007. 28 с.

Karpova D.V., Vinokurov I.Yu., Batyakhina N.A., Chernov O.S., Voloshchuk A.T. Improved technology for the effective, environmentally sound use of various types and forms of organic fertilizers on the gray forest soils of the Vladimir Opole. Guidelines. Ivanovo, 2007. 28 p. (in Russian).

2. Лыков А.М. Органическое вещество почвы как важнейшее звено продукционного процесса в современных системах земледелия // Сборник докладов международной научно-практической конференции. М.: Россельхозакадемия, ГНУ ВНИПТИОУ, 2014. С. 23–32.

Lykov A.M. Organic matter of the soil as the most important link in the production process in modern farming systems // Sbornik dokladov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. M.: Rossel'khozakademiy, GNU VNIPTIOU, 2014. P. 23–32 (in Russian).

3. Хомяков Д.М. Почвенно-климатические аспекты обеспечения продовольственной безопасности России // Аграрий Плюс. Опыт. Инвестиции. Технологии. 2016. № 4 (17). С. 46–49.

Khomyakov D.M. Soil and climatic aspects of ensuring food security in Russia // Agrariy Plyus. Opyt. Investitsii. Tekhnologii. 2016. № 4 (17). P. 46–49 (in Russian).

4. Сычев В.Г., Ефремов Е.Н., Романенков В.А. Итоги и перспективы развития агрохимии // Проблемы агрохимии и экологии. 2013. № 4. С. 11–16.

Sychev V.G., Efremov E.N., Romanenkov V.A. Agrochemical science: results and outlook // Problemy agrokhimii i ekologii. 2013. № 4. P. 11–16 (in Russian).

5. Добровольский Г.В. Русский чернозем и его значение в науке и жизни России // Русский чернозем: материалы III всероссийской научно-практической конференции. М.: Изд. Русский дом, 2009. С. 16–21.

Dobrovolsky G.V. Russian chernozem and its importance in science and life in Russia // Russkiy chernozem: materialy III vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. M.: Izd. Russkiy dom, 2009. P. 16–21 (in Russian).

6. Зинченко С.И., Зинченко М.К. Формирование агрофизических свойств в агроэкосистемах на серой лесной почве // Новая наука: от идеи к результату. Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции 22 марта 2017 г. Стерлитамак: АМИ, 2017. № 3–1. С. 217–221.

Zinchenko S.I., Zinchenko M.K. The formation of agro-physical properties in agroecosystems on gray forest soil // Novaya nauka: ot idei k rezul'tatu. Mezhdunarodnoye nauchnoye periodicheskoye izdaniye po itogam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 22 marta 2017 g. Sterlitamak: AMI, 2017. № 3–1. P. 217–221 (in Russian).

7. Тарханов О.В. Концепции питания растений и общество // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2014. № 3 (7). С. 41–56.

Tarkhanov O.V. The concept of power plants and society // Natsional'naya bezopasnost' i strategicheskoye planirovaniye. 2014. № 3 (7). P. 41–56 (in Russian).

8. Прянишников Д.Н. Популярная агрохимия. М.: Наука, 1965. 400 с.

Pryanishnikov D.N. Popular agrochemistry. M.: Nauka, 1965. 400 p. (in Russian).

9. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. М.: КолосС, 2011. 443 с.

Kiryushin V.I. The theory of adaptive landscape agriculture and the design of agrolandscapes. M.: KolosS, 2011. 443 p. (in Russian).

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Dospikhov B.A. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results). M.: Agropromizdat, 1985. 351 p. (in Russian).

11. Шапиро В.А. Азбука плодородия как азбука выживания. М.: ДеЛиплюс, 2011. 89 с.

Shapiro V.A. The ABC of fertility as the ABC of survival. M.: DeLiplus, 2011. 89 p. (in Russian).

12. Матвиенко А.И. Влияние азота на микроциркуляцию углерода в почвах под лиственницей сибирской и сосной обыкновенной: дис. ... канд. биол. наук. Красноярск: СФУ ФНЦКНЦ СО РАН, 2017. 212 с.

Matvienko A.I. The effect of nitrogen on the microcirculation of carbon in soils under Siberian larch and Scots pine: dis. ... kand. biol. nauk. Krasnoyarsk: SFU FNTSKNTS SO RAN, 2017. 212 p. (in Russian).

13. Масютенко Н.П. Трансформация органического вещества в черноземных почвах ЦЧР и системы его воспроизводства. М.: Россельхозакадемия, 2012. 150 с.

Masyutenko N.P. Transformation of organic matter in chernozem soils of the Central Black Sea and its reproduction systems. M.: Rossel'khozakademiya, 2012. 150 p. (in Russian).

14. Постников Д.А., Темирбекова С.К., Лошаков В.Г., Норов М.С., Курило А.А. Сравнительная агроэкологическая оценка применения традиционных и перспективных сидеральных культур в условиях Московской области // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 8. С. 39–43.

Postnikov D.A., Temirbekova S.K., Loshakov V.G., Norov M.S., Kurilo A.A. Comparative evaluation of traditional agri-environmental and perspective green manure crops planting in the conditions of Moscow region // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2014. № 8. P. 39–43 (in Russian).