

Заключение. Исследования показали, что в севообороте с клевером даже без внесения удобрений под картофель происходит стабилизация содержания гумуса в дерново-подзолистой супесчаной почве, а при ежегодном внесении под вспашку 10, 20 и 30 т/га торфонавозного компоста (ТНК) наблюдается его положительный баланс. В севообороте с люпином стабилизация содержания гумуса отмечена уже при внесении 10 т/га ТНК совместно с минеральными удобрениями в дозе 200 кг д.в./га в год. Устойчивый положительный баланс гумуса в этом севообороте наблюдается при внесении 20 и 30 т/га компоста совместно с минеральными удобрениями в дозе 200 кг д.в./га в год. В севообороте с кукурузой в варианте без внесения удобрений под картофель отмечен отрицательный баланс гумуса в почве. Ежегодное применение 10, 20 и 30 т/га ТНК совместно с минеральными удобрениями стабилизирует содержание гумуса в почве.

Использование люпина и рапса в качестве сидеральных удобрений энергетически выгодно. Так, применение сидератов позволило повысить коэффициент энергетической эффективности сортов картофеля до 1,38-2,25.

Литература

1. Шрамко Н.В., Выхорева Г.В., Устинова А.А. Роль паров в биологическом земледелии Верхневолжья / Сб. докладов Всероссийской науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Владимирского НИСХ Россельхозакадемии (Суздаль, 2-4 июля 2013 года) «Инновационные техн. возд. с.-х. культур в Нечерноземье». – Суздаль, 2013. – Т. 1. – С. 157-159.
2. Окорков В.В., Фенова О.А., Окоркова Л.А. Сравнительная эффективность систем удобрения на серых лесных почвах ополья / Сб. докладов Всероссийской науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Владимирского НИСХ Россельхозакадемии (Суздаль, 2-4 июля 2013 года) «Инновационные техн. возд. с.-

- х. культур в Нечерноземье». – Суздаль, 2013. – Т. 1. – С. 353-361.
3. Коришонов А.В. Специализированные севообороты // Картофель и овощи. – 1984. – № 11. – С. 5-8.
4. Сдобников С.С. Роль органических удобрений в повышении плодородия почвы в интенсивном земледелии / В кн. Плодородие почв и пути его повышения. – М.: Колос, 1983. – С. 146-153.
5. Егоров В.В. Некоторые вопросы повышения плодородия почв // Почвоведение. – 1981. – № 10. – С. 71-79.
6. Еськов А.И. Роль органических удобрений в биологизации земледелия // Вестник Россельхозакадемии. – 2004. – № 6. – С. 13-15.
7. Русакова И.В. Биологические аспекты длительного применения соломы на дерново-подзолистой супесчаной почве / Сб. докладов Всероссийской науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Владимирского НИСХ Россельхозакадемии (Суздаль, 2-4 июля 2013 года) «Инновационные техн. возд. с.-х. культур в Нечерноземье». – Суздаль. – 2013. – Т. 1, – С. 245-252.
8. Федотова Л.С., Коришонов А.В., Шильников И.А., Аканова Н.И., Овчаренко М.М. Экологические аспекты применения удобрений в картофелеводстве России / Сб. Картофелеводство России: актуальные проблемы науки и практики. Материалы Междунар. конгресса «Картофель, Россия-2007». – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – С. 140-147.
9. Кореньков Д.А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений. – М.: Колос, 1999. – 296 с.
10. Белоус Н.М. Повышение плодородия песчаных почв. – М.: Колос, 1997. – 191 с.
11. Коришонов А.В. Управление урожаем картофеля. – М.: ВНИИКСХ, 2001. – 349 с.
12. Молявко А.А., Марухленко А.В., Еренкова Л.А., Борисова Н.П. Удобрение картофеля в севооборотах // Плодородие. – 2018. – № 4. – С. 8-12.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перер. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

INFLUENCE OF GREEN MANURE CULTURES ON HUMUS CONTENT OF SOD-PODZOLIC SOIL AND POTATO YIELD

A.A. Molyavko, A.V. Marukhlenko, N.P. Borisova, D.V. Abrosimov, O.V. Abashkin
Lorh Potato Research Institute, Lorha ul. 23, 140051 Kraskovo-1 settl., Russia, e-mail: brlabor@mail.ru

Studies show that in the crop rotation with clover without fertilizers for potatoes there is a stabilization of humus content in sod-podzolic sandy soil. Under the annual application of peat-manure compost in doses 10, 20 and 30 t/ha to arable land, positive balance of humus is observed. In the crop rotation with lupine humus content stabilizes under application of 10 t/ha compost with mineral fertilizers at a dose of 200 kg/ha of primary nutrient per year. A stable positive balance of humus is observed when 20 and 30 t/ha of compost with mineral fertilizers are applied to arable land. In the rotation with corn without fertilizers for potatoes, a negative balance of humus is observed. Application on arable land of 10, 20 and 30 t/ha of compost with mineral fertilizers stabilizes humus in the soil. Lupin and rape-seed as green manure fertilizer is energetically more favorable than the manure. The use of green manure increased the energy efficiency factor to 1.38-2.25 against 1.34-1.87 when manure was applied.

Keywords: potato, variety, crop rotation, manure, compost, green manure, mineral fertilizers, humus.

УДК 631.4

СИДЕРАЦИЯ СМЕСЬЮ КУЛЬТУР – РЕЗЕРВ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПАХОТНЫХ ПОЧВ

А.М. Гребенников, д.с.-х.н., Федеральный исследовательский центр
"Почвенный институт им. В.В. Докучаева"

119017, г. Москва, Пыжевский пер. 7, стр. 2, электронный адрес: gream1956@gmail.com

В условиях полевого опыта рассмотрено применение сидератов смешанных агрообщиств. Показано, что продуктивность экологически и аллелопатически совместимых агрообщиств может быть значительно выше, чем чистых посевов этих культур. Сидерация культурами таких агрообщиств существенно увеличивает урожайность зерновых. Установлено, что продуктивность сидеральных агроценозов тесно связана с уменьшением объемной массы, возрастанiem степени агрегатности черноземов, увеличением в них содержания гумуса, подвижного фосфора и активности целлюлозоразрушающих бактерий. Наиболее высокой

средообразующей способностью по отношению к типичным черноземам в рассмотренном полевом опыте характеризовались агрообщества кукуруза + соя, соя + подсолнечник и подсолнечник + пайза.

Ключевые слова: сидерация, агрообщества, агроценотический эффект, черноземы, плодородие.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.116.15

В условиях дефицита органических удобрений одним из источников их поступления для поддержания и воспроизводства плодородия почв является сидерация. Многие исследователи полагают, что сидераты наиболее эффективны для воспроизводства плодородия в районах с нормальной и повышенной влагообеспеченностью [18]. В условиях неустойчивого увлажнения, характерного для черноземов, необходимо экономично расходовать основной запас влаги сидеральными культурами, что особенно важно в засушливые годы [10]. Однако, в целом сидерация оказывала благоприятное влияние на эффективное и потенциальное плодородие черноземов [12], что особенно выражено при использовании смешанных агрообществ [7].

Большое внимание увеличению продуктивности растений в смешанных посевах придавал В.Л. Комаров [11]. Он отмечал, что такой прием может дать двойной урожай и по своей важности не уступает плодосмену. Некоторые авторы считают, что такие возможности агрообществ обусловлены их приближением по биоразнообразию (по сравнению с чистыми посевами) к естественным фитоценозам. Это выражается в способности смешанных посевов эффективно влиять на среду произрастания, частично используя механизмы воздействия на окружающую среду естественного растительного покрова, средообразующая роль которого широко учитывалась человеком в многовековой практике залежных и переложных систем земледелия [7].

Сидеральные агрообщества, подбор компонентов в которые проведен с учетом их экологической и аллелопатической совместимости [16, 17], могут быть значительно более продуктивными по сравнению с чистыми посевами их компонентов [1, 8, 9]. При этом усиливается положительное влияние на весь комплекс свойств почв [4, 5, 13] в результате дополнительного поступления органического вещества, содержащего в сбалансированных количествах элементы минерального питания растений [6].

Цель исследований – оценить влияние смешанных посевов в сидеральных агрообществах на их продуктивность и изменение свойств типичных черноземов, определяющих плодородие почвы.

Методика. В настоящей работе рассмотрены результаты учета продуктивности сидеральных агрообществ, урожайности последующих зерновых культур и исследований изменений агрофизических (объемной массы, степени агрегатности), агрохимических (содержания гумуса – по Тюрину, подвижного фосфора по Чирикову) свойств почв и биологической активности целлюлозоразрушающих бактерий (ЦБ) в пахотном (0–25 см) и подпахотном (25–40 см) слоях в вариантах полевого опыта с чистыми посевами кукурузы сорта Бемо, сои сорта Октябрь, подсолнечника сорта Енисей, пайзы сорта Удаля и их бинарными смесями. Опыты проводились в трех повторениях на стационаре Петринского опорного пункта Почвенного института им. В.В. Докучаева (Курская обл.) на протяжении пяти лет.

Почва опытного участка – чернозем мощный типичный тяжелосуглинистый.

На учетной площади каждой делянки 280 м² (5,6 х 50) сплошным методом определяли продуктивность сидеральных культур и урожайность озимой и яровой пшеницы, которые по годам исследований чередовались с посевами сидератов.

Для оценки объемной массы и структурности почвы применяли методики [2], определяли содержание гумуса и подвижного фосфора [15]. Активность ЦБ устанавливали как процент уменьшения массы бумажных фильтров, которые в капроновой оболочке на два месяца (с конца мая по конец июля) закладывали в почву на глубину пахотного и подпахотного горизонтов [14].

Для оценки влияния смешивания посевов на изменение исследуемых показателей был разработан метод построения вариантов сравнения [3]. Суть его состояла в расчетном построении для каждого смешанного агрообщества варианта сравнения из соответствующих чистых посевов таким образом, чтобы единственным различием между смешанным агрообществом и вариантом сравнения было наличие фактора смешивания в первом случае и отсутствие во втором.

Удовлетворяющий этим условиям вариант сравнения выглядит следующим образом:

$$V_s = [\text{Sum } W_i \cdot (P_{ik} - P_{in})] / \text{Sum } W_i,$$

где **Sum** – знак суммы, **W_i** – доля **i**-той культуры в смешанном посеве, определенная как количество семян этой культуры, отнесенное к норме высева, соответствующей нормальным по плотности посевам ($W_i = Q_i/N_i$), **P_{in}** и **P_{ik}** – соответственно начальное (до закладки опыта) и конечное (после его завершения) значения исследуемого показателя в чистых посевах **i**-той культуры.

Если в процессе проведения опыта получено одно значение исследуемого показателя только при завершении опыта **P_i**, то его использовали в приведенной формуле вместо разности **P_{ik} – P_{in}**. Для оценки значимости влияния фактора смешивания на свойства почв в зависимости от их типа распределения использовали **t**-критерий Стьюдента для неравных дисперсий сравниваемых последовательностей, **F** – критерий Фишера и непараметрический метод Краскела-Валлиса.

Результаты и их обсуждение. Продуктивность сидератов в смешанных агрообществах в большинстве случаев была выше по сравнению с чистыми посевами (табл. 1). Особенно высокой продуктивностью характеризовались агрообщества кукуруза + соя, соя + подсолнечник, пайза + подсолнечник. На делянках с этими вариантами в следующем году была получена максимальная урожайность зерновых культур. О достаточно тесной связи между продуктивностью сидеральных агрообществ и урожайностью зерновых свидетельствовала высокая и достоверная на 5%-ном уровне значимости величина коэффициента корреляции, равная 0,76.

Показатели исследуемых свойств почв в вариантах опыта с чистыми и смешанными агроценозами сидеральных культур представлены в таблице 2. В

процессе проведения опыта происходило уменьшение объемной массы почвы как в пахотном, так и в подпахотном горизонтах во всех вариантах опыта. Однако наибольшие изменения отмечены в обоих горизонтах почв под агроценозами кукуруза + соя, соя + подсолнечник, пайза + подсолнечник.

1. Средние значения продуктивности сидеральных агроценозов и урожайности последующих зерновых культур

Вариант опыта	Продуктивность сидеральных агроценозов, г сух. в-ва/м ²	Урожайность зерновых культур, ц/га
Кукуруза	591	29,9
Соя	404	31,9
Подсолнечник	730	31,7
Пайза	508	30,9
Кукуруза + соя	894	33,4
Кукуруза + пайза	653	31,0
Соя + пайза	682	32,0
Соя + подсолнечник	855	32,8
Пайза + подсолнечник	985	33,9

Остальные изучаемые показатели свойств в исследуемых горизонтах характеризовались более высокими значениями в почвах вариантов со смешанными сидеральными агроценозами, что было особенно выражено в пахотном слое на делянках вариантов кукуруза + соя, соя + подсолнечник, пайза + подсолнечник.

Результаты, представленные в таблице 2, позволили построить варианты сравнения (BC) и оценить агроценотический эффект (АЭ), представляющий разность между значениями исследуемых свойств почв под смешанными агроценозами (см. табл. 2) и соответствующими значениями BC (табл. 3).

Статистически достоверные величины АЭ выделены в таблице 3 жирным шрифтом.

2. Средние значения изменений исследуемых свойств почвы

Вариант опыта	Изменение объемной массы, г/см ³	Степень агрегатности, %	Изменение содержания		Активность ЦБ, % уменьшения массы бумажных фильтров
			гумуса, %	подвижного фосфора, мг/100 г почвы	
Пахотный горизонт					
Кукуруза	-0, 05	84, 4	0, 48	0, 9	15
Соя	-0, 06	84, 7	0, 30	1, 3	19
Подсолнечник	-0, 04	84, 7	0, 47	0, 6	11
Пайза	-0, 04	84, 3	0, 33	1, 4	14
Кукуруза + соя	-0, 10	88, 2	0, 65	2, 3	27
Кукуруза + пайза	-0, 05	83, 9	0, 53	1, 7	17
Соя + пайза	-0, 06	85, 0	0, 58	2, 1	20
Соя + подсолнечник	-0, 09	89, 7	0, 62	2, 2	25
Пайза + подсолнечник	-0, 13	90, 4	0, 73	2, 4	24
Подпахотный горизонт					
Кукуруза	-0, 04	80, 5	0, 25	0, 5	13
Соя	-0, 03	85, 6	0, 09	0, 5	15
Подсолнечник	-0, 02	85, 3	0, 13	0, 4	15
Пайза	-0, 02	85, 2	0, 07	0, 6	11
Кукуруза + соя	-0, 08	86, 9	0, 37	1, 5	20
Кукуруза + пайза	-0, 04	82, 6	0, 03	0, 5	14
Соя + пайза	-0, 05	85, 7	0, 35	1, 3	16
Соя + подсолнечник	-0, 07	89, 6	0, 39	1, 5	20
Пайза + подсолнечник	-0, 09	89, 4	0, 37	1, 6	19

3. Влияние фактора смешивания на исследуемые свойства типичных черноземов.

Вариант опыта	3. Влияние фактора смешивания на исследуемые свойства типичных черноземов.									
	Изменение объемной массы, г/см ³		Степень агрегатности, %		Изменение содержания				Активность ЦБ, % уменьшения массы бумажных фильтров	
					гумуса, %		подвижного фосфора, мг/100 г почвы			
	BC	АЭ	BC	АЭ	BC	АЭ	BC	АЭ	BC	АЭ
Пахотный горизонт										
Кукуруза + соя	-0,06	-0,04	84,6	3,6	0,39	0,24	1,1	1,2	17	10
Кукуруза + пайза	-0,05	0,00	84,4	-0,5	0,41	0,12	1,2	0,5	15	2
Соя + пайза	-0,05	-0,01	84,5	0,5	0,36	0,18	1,4	0,7	17	3
Соя + подсолнечник	-0,05	-0,04	84,7	5,0	0,40	0,22	1,0	1,2	15	10
Пайза + подсолнечник	-0,04	-0,09	84,5	5,9	0,43	0,23	1,0	1,4	13	11
Подпахотный горизонт										
Кукуруза + соя	-0,04	-0,04	83,0	3,9	0,13	0,27	0,5	1,0	17	6
Кукуруза + пайза	-0,03	-0,01	82,9	-0,3	0,14	-0,1	0,6	-0,1	15	2
Соя + пайза	-0,03	-0,02	85,4	0,3	0,10	0,22	0,6	0,7	17	3
Соя + подсолнечник	-0,03	-0,04	85,5	4,1	0,03	0,30	0,5	1,0	15	5
Пайза + подсолнечник	-0,02	-0,07	85,3	4,1	0,12	0,23	0,5	1,1	13	6

Влияние агроценотического эффекта на объемную массу почвы в агроценозах кукуруза + соя, соя + подсолнечник и подсолнечник + пайза приводило к существенному снижению объемной массы почв. Вклад агроценотического эффекта в общий сидеральный эффект, рассчитанный как процентное отношение АЭ к значению свойства под смешанным агроценозом, для пахотного горизонта под этими агроценозами составил, соответственно, 40; 44 и 69%, а для подпахотного горизонта – 50; 57 и 78%.

Вклад агроценотического эффекта в общий сидеральный эффект улучшения степени агрегатности был максимальным под этими же агроценозами и в

пахотном горизонте составил 3,6-5,9%, а в подпахотном – 3,9-4,1%.

Влияние фактора смешивания привело к значимому увеличению содержания гумуса в слое 0-25 см под всеми агроценозами, в слое 25-40 см – под четырьмя из пяти. Доля вклада агроценотического эффекта в общее увеличение содержания гумуса в пахотном горизонте под исследуемыми агроценозами составила 23-45%, в подпахотном горизонте под четырьмя агроценозами – 54-77%.

Взаимовлияние культур в агроценозах кукуруза + соя, соя + подсолнечник и подсолнечник + пайза выразилось в существенном увеличении содержания подвижного фосфора в пахотном и подпахотном горизонте.

тах на 1,2-1,4 и 1,0-1,1 мг P₂O₅/100 г почвы, что, согласно [19], было эквивалентно внесению, соответственно, 150-175 и 125-138 кг/га P₂O₅. Доля фактора смешивания в общем сидеральном эффекте в обоих почвенных горизонтах под этими агросообществами превышала 50%.

Агроценотический эффект приводил к значимому увеличению активности ЦБ в пахотном горизонте под агроценозами кукуруза + соя, соя + подсолнечник и подсолнечник + пайза. Вклад агроценотического эффекта в общий сидеральный эффект увеличения активности ЦБ в слое 0-25 см под этими агросообществами составил, соответственно, 37, 40 и 46%. Влияние агроценотического эффекта на активность ЦБ в подпахотном горизонте было значимым только под агросообществом подсолнечник + пайза. Вклад фактора смешивания в общий эффект от сидерации в этом случае составил 32%.

Следует отметить, что воздействие фактора смешивания в указанных агросообществах, связанное с улучшением исследуемых агрохимических свойств, было более выраженным по сравнению с таким же воздействием на рассматриваемые агрофизические свойства и активность ЦБ.

Исследуемые свойства почв были достаточно тесно связаны со средней продуктивностью агросообществ, урожайностью последующих зерновых культур и влиянием на эти показатели агроценотического эффекта. Это подтверждается высокими значениями коэффициентов корреляции, соответствующими данным зависимостям (табл. 4).

4. Коэффициенты корреляции между значениями свойств почв и урожайностью сидеральных и зерновых культур

Исследуемые свойства почв	Средняя продуктивность сидератов, г сух. в-ва/м ²		Средняя урожайность зерновых культур, ц/га	
	АС	АЭ	АС	АЭ
Объемная масса:				
пахотного слоя	-0,98	-0,81	-0,96	-0,83
подпахотного слоя	-0,99	-0,92	-0,99	-0,84
Степень агрегатности:				
пахотного слоя	0,95	0,87	0,91	0,79
подпахотного слоя	0,85	0,92	0,86	0,83
Содержание гумуса:				
в пахотном слое	1,00	0,99	0,96	0,79
в подпахотном слое	0,71	0,87	0,86	0,46
Содержание подвижного фосфора:				
в пахотном слое	0,38	0,94	0,97	0,82
в подпахотном слое	0,80	0,96	0,91	0,66
Активность ЦБ:				
в пахотном слое	0,84	0,95	0,88	0,77
в подпахотном слое	0,91	0,98	0,95	0,88

Выводы. Таким образом, сидерация смесью культур и влияние агроценотического эффекта при правильном подборе культур в агросообщества оказывают многогранное позитивное воздействие на черноземы, что может быть одним из резервов повышения их потенциального и эффективного плодородия.

Сидерация смесью культур может успешно использоваться для устранения возможного негативного влияния сельскохозяйственного производства на объемную массу и структурное состояние почв (при уплотнении тяжелой техникой, нарушении технологии возделывания культур, нерациональном применении почвообрабатывающих машин), увеличение содержания гумуса и элементов питания растений, а также для улучшения

фитосанитарного состояния черноземов в результате стимулирования в них активности полезных микроорганизмов.

Наиболее высокой средообразующей способностью по отношению к типичным черноземам в рассмотренном полевом опыте характеризовались агросообщества кукуруза + соя, соя + подсолнечник и подсолнечник + пайза.

Литература

1. Азафонов В. А., Бояркин Е. В. Возделывание проса в смеси с бобовыми культурами на зеленую массу в лесостепи Предбайкалья // Кормопроизводство.-2020.-№4.- С. 20-24. DOI:10.25685/KRM.2020.2020.63665
2. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
3. Гребенников А. М. Оценка взаимовлияния культур в смешанных посевах // Агрохимия. – 2003. – №1. – С. 68 – 73.
4. Гребенников А. М. Влияние смешивания посевов на микробиологическую активность почв // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. – Вып. 61. – 2008. – С. 75 – 82.
5. Гребенников А. М. Содержание подвижного фосфора и обменного калия в типичных черноземах ЦЧО под смешанными посевами // Агрохимия. – № 5. – 2009. – С. 13 – 21.
6. Гребенников А. М. Методические аспекты оценки агроценотического эффекта в сидеральных агросообществах для воспроизводства плодородия типичных черноземов ЦЧЗ. // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2010. – № 9. – С. 79 – 89.
7. Гродзинский А. М., Миркин Б. М., Головкин Э. А., Туганов В. В. Перспективы функциональной агрофитоценологии // Методологические проблемы аллелопатии. – Киев.: Наукова думка, 1989. – С. 15 – 28.
8. Гуцина В. А., Тимошкин О. А., Володькина Г. Н. Особенности формирования продуктивности люцерны изменчивой на выщелоченном черноземе Среднего Поволжья в зависимости от покровных культур // Кормопроизводство.-2020.-№5.-С.20-25. DOI:10.25685/KRM.2020.90.77.001
9. Донская М. В., Велкова Н. И., Наумкин В. П. Зернобобовые культуры (чина, вика, горох) в смешанных посевах с горчицей белой // Земледелие. – 2019. – № 4. – С. 25–28. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10406.
10. Зезюков Н. И. Биологические приемы воспроизводства плодородия черноземов. // Биологизация земледелия на черноземах. – Воронеж, 1995. – С. 22 – 27.
11. Комаров В. Л. Изб. соч. Изд. АН СССР. Т. 2. – М.: Л., 1947. – 376 с.
12. Котлярова О. Г., Черенков В. В. Накопление органического вещества сидеральными культурами и поступление питательных веществ в почву при их запашке // Агрохимия. – 1998. – № 12. – С. 15 – 19.
13. Кузнецова О. Ю., Гребенников А. М. Рекультивация земель и улучшение качества ее проектирования // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – № 1. – 2009. – С. 42 – 45.
14. Методы почвенной микробиологии и биохимии /Под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
15. Практикум по агрохимии /Под ред. В. Г. Минеев. – М.: МГУ, 2001. – 689 с.
16. Работнов Т. А. Фитоценология. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 352 с.
17. Саловарова В. П., Приставка А. А., Берсенева О. А. Введение в биохимическую экологию. – Иркутск, 2007. – 159 с.
18. Сдобников С. С. Роль органических удобрений в повышении плодородия почвы в интенсивном земледелии // Плодородие почв и пути его повышения. – М.: Колос, 1983. – С. 146 – 154.
19. Фрид А. С., Кузнецова И. В., Королева И. Е. и др. Зонально-провинциальные нормативы изменения агрохимических, физико-химических и физических показателей основных пахотных почв европейской территории России при антропогенных воздействиях. – М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2010. – 176 с.

SIDERATION BY MIXED AGRICULTURAL COMMUNITIES IS A RESERVE FOR INCREASING THE FERTILITY OF CHERNOZEM ARABLE SOILS

A.M. Grebennikov

Federal research center "V.V. Dokuchaev Soil Institute", Pyzhevsky per. 7 bldg. 2, 119017 Moscow, Russia, e-mail: gream1956@gmail.com

In the conditions of field experience, the use of mixed agricultural communities as siderates is considered. It is shown that the productivity of ecologically and allelopathically compatible agricultural communities can be significantly higher compared to the monocultures of these crops. Sideration by such agricultural communities significantly increases the yield of grain crops. It was found that the productivity of sideral agroecosystems was closely correlated to a density decrease, an increase in the degree of aggregation of chernozems, an increase in their content of humus, mobile phosphorus and the activity of cellulose-destroying bacteria. The highest environmental capacity in relation to typical chernozems in the framework of the considered field experience was characterized by the agricultural communities of corn + soy, soy + sunflower and sunflower + payza.

Keywords: sideration, agrocommunities, agroecosystem effect, chernozem, fertility, payza

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Г.Е. Мерзлая, д.с.-х.н., Р.А. Афанасьев, д.с.-х.н., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127434, Москва, ул. Прянишникова, 31 а, e-mail: info@vniia-pr.ru

Работа выполнена по государственному заданию № 0572-2019-0011

В длительном 37-летнем полевом опыте, проведенном в условиях Нечерноземной зоны РФ (Смоленская обл.) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, в течение 30 лет изучалось действие и 7 лет последствие трех систем удобрения: органической, минеральной и органоминеральной. Установлено, что наибольший сбор кормовых единиц на уровне 36-40 ц/га при действии удобрений получен от применения органоминеральной и минеральной систем, в последствии на уровне 30-32 ц/га – от органоминеральной и органической систем. По окупаемости 1 кг NPK прибавками урожая кормовых единиц первое место принадлежало органоминеральной системе удобрения, где этот показатель в среднем за годы исследований составил 7 кг, в то время как в вариантах органической и минеральной систем он не превышал 5 кг.

В зависимости от систем удобрения изменялись агрохимические свойства почвы. При этом минеральная система оказала наибольшее негативное влияние на pH почвы. По системам удобрения в почве повышалось содержание фосфора, но снижалось – органического вещества. При этом наименьшие потери почвенного гумуса по отношению к исходным значениям отмечены по органической и органоминеральной системам – 15-18 %, а наибольшие потери (22 %) – по минеральной системе при 28 % на контроле, без внесения удобрений.

Ключевые слова: длительный полевой опыт, органическая, минеральная и органоминеральная системы удобрения, действие и последствие, плодородие почвы, продуктивность севооборота, качество растительной продукции.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.116.16

Органическое (биологическое, биодинамическое, экологическое) земледелие в современном понимании представляет собой систему возделывания сельскохозяйственных культур без применения синтетически произведенных минеральных удобрений и химических средств защиты растений [1]. История органического земледелия уходит в глубину веков, так как в начале земледелия, возникшего еще около 10 тыс. лет назад, человечество различными способами пыталось повысить урожай сельскохозяйственных культур, включая применение навоза и других органических субстанций. Известно, что ограниченные возможности органического земледелия или его отсутствие вызывало гибель могущественных цивилизаций и государств Месопотамии, острова Пасхи, нагорий Восточной Греции и гигантских площадей пахотных земель Центральной Америки, где процветала цивилизация майя, из-за постепенного обеднения почв и неумолимого снижения урожайности [2].

С развитием современных цивилизаций возникла промышленность минеральных удобрений, прежде всего азотных. В начале 20 в. Фриц Габер впервые выделил азот из воздуха, создав первые искусственные

удобрения – нитраты, пришедшие на смену чилийской селитре. Появление синтетических удобрений и начало их массового производства отвечало необходимости повышения производства сельскохозяйственной продукции в мире. По заключению Д.Н. Прянишникова [3], в ряде западно-европейских стран (Бельгия, Англия и др.) за счет развития органического земледелия главным образом применения навоза, урожайность зерновых культур, в частности озимой пшеницы, возросла с 7 до 17 ц/га, но затем стабилизировалась и около полувека (до 1890 г.) оставалась почти постоянной на достигнутом уровне. Дальнейший подъем урожайности в Западной Европе связан с началом массового применения минеральных удобрений (конец 19 в. – начало 20 в.). С этого времени за какие-то два десятилетия урожайность пшеницы почти удвоилась, достигнув в 1910-1913 гг., например в Голландии, 26 ц/га, в среднем по стране, в Бельгии – 25, в Германии – 22 ц/га.

Современное сельскохозяйственное производство также базируется в основном на активном применении минеральных удобрений. При годовом использовании 175,5 млн т NPK минеральными удобрениями компен-