

УДК 631.4.5:631.8

DOI 10.31367/2079-8725-2018-58-4-15-20

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕЛЕННЫХ УДОБРЕНИЙ КАК ОДИН ИЗ АСПЕКТОВ ЭКОЛОГИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Л.В. Рудакова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
lidiya-rudakova2012@ayndex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7533-1304;

Е.В. Кравцова, соискатель,
lena.le2011na.kravtsova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7852-9217

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, 21

Важнейшее направление в решении задачи устойчивого развития сельского хозяйства и всего агропромышленного комплекса – воспроизводство естественного плодородия почв. Пути реализации этого направления надо иметь в виду при экологизации сельского хозяйства. Сельскохозяйственную экосистему можно разделить на составляющие и рассмотреть их в отдельности. Основными аспектами экологизации сельского хозяйства являются: альтернативные системы земледелия; бесpestицидные технологии возделывания сельскохозяйственных культур; бинарные или смешанные посевы сельскохозяйственных культур; конструирование севооборотов для обеспечения растений основными элементами питания; посев сидеральных культур для повышения плодородия почв и другие.

Сидераты – это растения, которые выращиваются для повышения плодородия почвы, и их иначе называют зеленым удобрением. Сидераты в почве разлагаются значительно быстрее, чем другие органические удобрения, и тем самым лучше обеспечивают растения питательными веществами. Запаханное зеленое удобрение улучшает водный, воздушный и пищевой режимы почвы, повышает ее плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: сидераты, экологизация сельского хозяйства, плодородие почв, плотность почвы, динамика продуктивной влаги, гумус, урожайность.



THE USE OF GREEN FERTILIZERS AS ONE OF THE ASPECTS OF GREENING OF AGRICULTURE

L.V. Rudakova, Candidate of Agricultural Sciences, docent,
lidiya-rudakova2012@ayndex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7533-1304;

E.V. Kravtsova, candidate for a degree,
lena.le2011na.kravtsova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7852-9217

Azov-Blacksea Engineering Institute FSBEI HE "Donskoy SAU"
347740, Rostov region, Zernograd, Lenin Str., 21

The reproduction of natural soil fertility is the most important direction in solving the problem of sustainable development of agriculture and the entire agro-industrial complex. The realization of this direction should be considered together with greening of agriculture. Considering greening of agriculture, the agricultural ecosystem can be divided into the components and each component can be considered separately. The main aspects of greening of agriculture are alternative systems of agriculture, non-pesticide crop cultivation technologies, binary or mixed crops, constructing of crop rotations to supply the plants with the main nutrition elements, application of green manure crops to improve soil fertility, etc. Green manure crops are the plants which are grown to improve soil fertility and they are called 'green manure'. Green manure crops decompose in the soil much faster than other organic fertilizers thereby supplying plants with nutrition elements better. Plowed green manure improves water, air and food regimes of soil, improves its fertility and grain crop productivity.

Keywords: green manure crops, greening of agriculture, soil fertility, soil density, dynamics of productive moisture, humus, productivity.

Введение. Зеленое удобрение улучшает жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, так как является сочной пищей для них и богатой энергией массой. При разложении запаханного зеленого удобрения почвенный и надпочвенный воздух хорошо обогащается углекислотой, улучшая воздушное питание растений (Вахрушев и Рудакова, 2005). За счет сидератов резко уменьшается возможность перемещения питательных веществ в нижние горизонты почвы. Кроме того, сидерация несколько снижает кислотность почвы, уменьшает подвижность тяжелых металлов, повышает влагоемкость, водопроницаемость, улучшает структуру почвы и надежно защищает ее от водной и ветровой эрозии, значительно повышая рентабельность земледелия. Поля, занятые сидератами, не дают продукции в год выращивания, но благотворное воздействие сидератов длится 4–5 лет (Лашков, 2012).

В связи с этим целью работы являются подбор лучших сидератов, влияющих на плодородие почвы и продуктивность зерновых культур, и возможность использования их для повышения плодородия почвы в южной зоне Ростовской области.

Для достижения этого решали следующие задачи:

- изучить различные сидеральные культуры и возможность их использования в нашей зоне;
- определить наиболее эффективную сидеральную культуру, улучшающую состояние почвы;
- установить влияние сидеральных культур на содержание гумуса;
- оценить влияние сидератов на урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2014–2016 гг. на полях Агро-технологического центра Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «ДонГАУ» в городе Зернограде, расположенных в южной зоне Ростовской области.

Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя почвы: гумус – 3,3%; P_2O_5 – 20–25 мг/кг; K_2O – 350–380 мг/кг.

Объектом изучения были сидеральные культуры: эспарцет, рапс, горчица белая, нут, злакобобовая смесь

(ячмень + горох). В качестве контроля использовали пожнивные остатки зерновых колосовых культур (солому).

Опыты проводили в соответствии с методикой полевого опыта и методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

Площадь учетной делянки – 354 м², повторность четырехкратная. Количество изучаемых вариантов опыта составило 12 на 48 делянках. Посев проводили сеялкой СН-16 в оптимальные сроки, рекомендованные для нашей зоны. В фазе бутанизации – цветения культуры скашивали и задисковывали в два следа на глубину 6–8 см. После разложения сидеральных культур высевали озимую пшеницу и яровой ячмень. Изучали влияние сидератов на агрофизические и агрохимические свойства почв и урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя.

Результаты и их обсуждение. Продуктивность растений в значительной степени зависит от их

влагообеспеченности в течение вегетации. Фактор влагообеспеченности ученые относят к группе частично регулируемых, но в решающей степени определяющих рост, развитие растений, урожай и его качество.

Для реализации потенциальной продуктивности растений влажность почвы в течение вегетации должна быть в диапазоне от 100 до 60% предельной полевой влагоемкости (Посыпанов и др., 1997).

Сохранение и накопление почвенной влаги в засушливой зоне озимосеющих районов входят в число основных задач земледелия. Перед посевом озимой пшеницы в годы исследования запас влаги в слое 0–20 см был удовлетворительным для прорастания озимой пшеницы. По всем вариантам опыта он был выше, чем на контроле. Превышение составило от 0,9 до 4,4 мм (рис. 1).

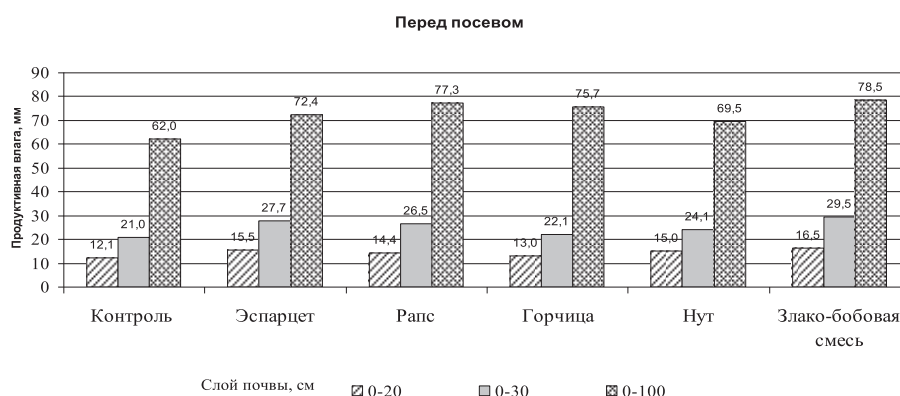


Рис. 1. Динамика продуктивной влаги в почве перед посевом озимой пшеницы после сидератов (2014–2016 гг.)

Fig. 1. Dynamics of productive moisture in soil before sowing of winter wheat after green manure crops (2014–2016)

Динамику продуктивной влаги в почве во все годы исследования определяли по фазам развития (перед посевом, начало весенней вегетации, выход в трубку – колошение).

Наибольшие запасы продуктивной влаги для озимой пшеницы обеспечили злакобобовая смесь, рапс, горчица в пахотном и метровом слое почвы.

Наибольшие запасы влаги в слое 0–30 см в начале весенней вегетации во всех вариантах опыта

показали положительные результаты для роста озимой пшеницы. В метровом слое запасы продуктивной влаги обеспечили сидераты: рапс – 139,8 мм; горчица – 138,0 мм; эспарцет – 136,2 мм; нут – 132,9 мм, чем способствовали нормальному росту и развитию озимой пшеницы. Количество допустимой влаги в среднем за годы исследований было ниже на контроле – 127,0 мм (рис. 2).

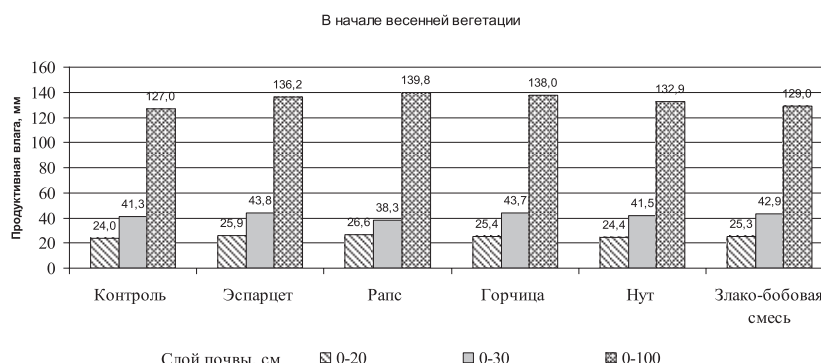


Рис. 2. Динамика продуктивной влаги в почве в начале весенней вегетации озимой пшеницы после сидератов (2014–2016 гг.)

Fig. 2. Dynamics of productive moisture in soil at the beginning of spring vegetation of winter wheat after green manure crops (2014–2016)

На дату колошения растений озимой пшеницы наибольшие запасы влаги в слое 0–30 см более 30 мм были после эспарцета, горчицы белой и злакобобовой смеси, а рапс и нут незначительно превышали кон-

троль. В метровом слое почвы количество допустимой влаги превышало среднепогодное значение на 10,1–13,8 мм. Наименьшее количество влаги было отмечено на контрольном варианте – 68,8 мм (рис. 3).

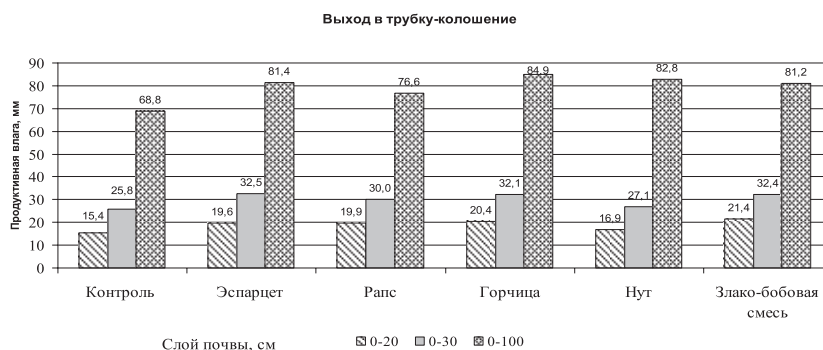


Рис. 3. Динамика продуктивной влаги в почве во время выхода в трубку – колошение озимой пшеницы после сидератов (2014–2016 гг.)

Fig. 3. Dynamics of productive moisture in soil during stem-extension stage – earing phase of winter wheat after green manure crops (2014–2016)

Перед посевом ярового ячменя в среднем за три года исследований запасы продуктивной влаги в весенний период по злакобобовой смеси были выше, чем по другим вариантам опыта. Так, например, в слое почвы 0–20 см они составили: по злакобобовой смеси – 31,1; по эспарцету и рапсу – 28,3; по горчице – 27,1 мм. Наименьшая влагообеспеченность была по нуту – 24,4 мм и по контрольному варианту – 24,6 мм. В пахотном слое наибольшее

количество продуктивной влаги отмечено по рапсу – 46,0 мм; эспарцет, злакобобовая смесь и горчица незначительно отличались (44,9; 44,8 и 44,5 мм соответственно). Наибольшее содержание запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы обеспечили эспарцет – 128,2 мм, злакобобовая смесь – 123,1 мм, рапс – 122,9 мм и горчица – 121,5 мм. Наименьший запас продуктивной влаги отмечен по нуту (114,0 мм) и по контролю (111,5 мм) (рис. 4).

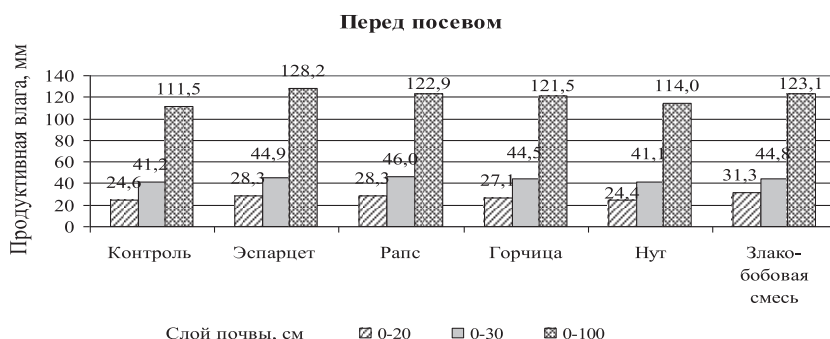


Рис. 4. Динамика продуктивной влаги в почве перед посевом ярового ячменя после сидератов (2014–2016 гг.)

Fig. 4. Dynamics of productive moisture in soil before sowing of spring barley after green manure crops (2014–2016)

В начале вегетации ярового ячменя в слое почвы 0–20 см содержание влаги составило от 23,0 до 25,0 мм по рапсу, горчице, нуту и злакобобовой смеси; низкое содержание влаги на эспарцете (19,0 мм) и контроле (17,2 мм). В слое 0–30 см наибольшее количество влаги было отмечено по вариантам зла-

кобобовой смеси (38,2 мм), нута (37,6 мм) и рапса (36,8 мм). В слое 0–100 см содержание продуктивной влаги колебалось в равных количествах по нуту (118,9 мм), горчице (118,8 мм), рапсу (117,7 мм) и злакобобовой смеси (117,6 мм) (рис. 5).

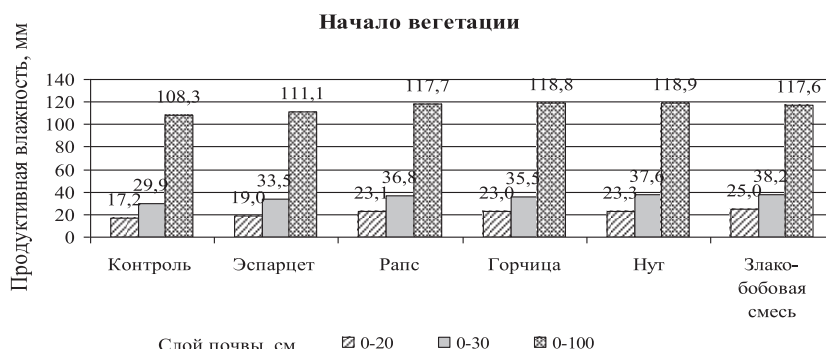


Рис. 5. Динамика продуктивной влаги в почве во время начала вегетации ярового ячменя после сидератов (2014–2016 гг.)

Fig. 5. Dynamics of productive moisture in soil during vegetation period of spring barley after green manure crops (2014–2016)

С ростом и развитием растений потребление влаги увеличивается, а запасы влаги в почве снижаются к фазе «начало выхода в трубку – колоше-

ние». Это объясняется тем, что большое потребление влаги формирует более высокую урожайность зерна.

В период выхода в трубку – колошения наименьший запас продуктивной влаги отмечается по контролю – 15,9 мм в слое 0–20 см и 29,3 мм в слое 0–30 см; в метровом слое по злакобобовой смеси –

78,8 мм и эспарцету – 88,1 мм. В слое 0–30 см запас влаги по всем сидератам был достаточным для формирования хорошего урожая ярового ячменя (рис. 6).

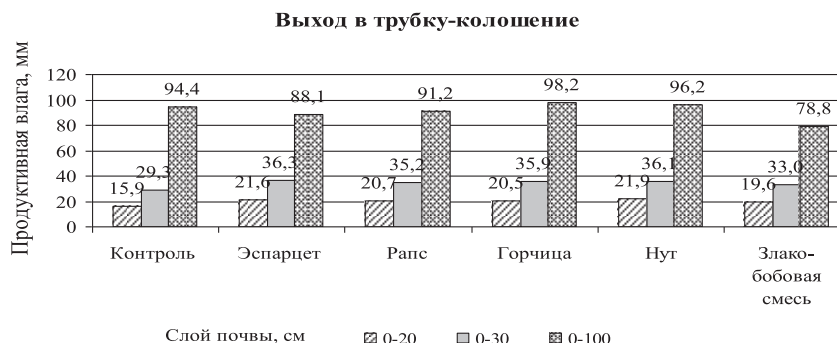


Рис. 6. Динамика продуктивной влаги в почве во время выхода в трубку-колошение ярового ячменя после сидератов (2015–2017 гг.)

Fig. 6. Dynamics of productive moisture in soil during stem-extension stage of spring barley after green manure crops (2015–2017)

Величину плотности считают диагностическим показателем уровня плодородия почвы (Ревут, 1964). В среднем за три года наблюдений плотность сложения почвы в слое 0–10 см была практически одинакова по всем вариантам, на рапсе и на контроле она была плотнее, но в пределах оптимального зна-

чения. В слое почвы 10–20 см по сидеральным культурам наблюдалось незначительно уплотнение от 1,17 до 1,18 г/см³. В слоях 20–30, 30–40 см отмечено уплотнение почвы от 1,18 до 1,24 по сидератам, на контрольном варианте она была более плотной и – 1,27 и 1,29 г/см³ соответственно (рис. 7).

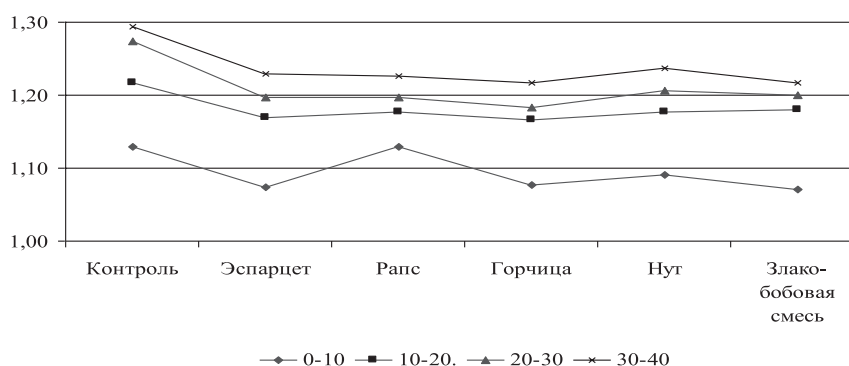


Рис. 7. Плотность почвы после влияния сидеральных культур перед посевом озимой пшеницы, г/см³ (2014–2016 гг.)

Fig. 7. Soil density after the effect of green manure crops before winter wheat sowing, g/cm³ (2014–2016)

У ярового ячменя перед посевом в весенний период по сидератам и на контроле в слое 0–10 см почва была рыхлой, плотность находилась в пределах нормы – 1,06–1,13 г/см³. В слое 10–20 см отмечено уплотнение на вариантах с применением сидера-

тов: эспарцет – 1,17 г/см³ и злакобобовая смесь – 1,21 г/см³, а на контрольном варианте – 1,25 г/см³. В слоях 20–30 и 30–40 см также отмечалось уплотнение почвы (рис. 8).

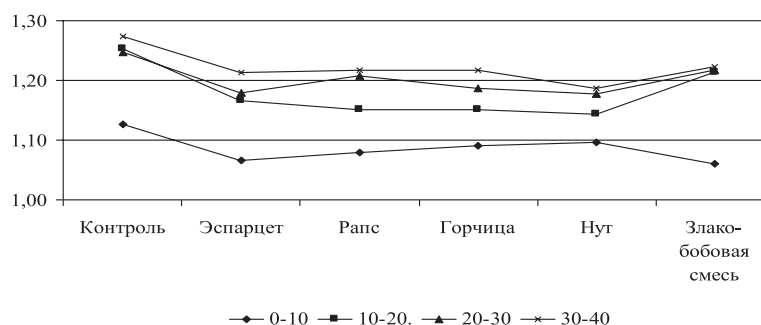


Рис. 8. Плотность почвы после влияния сидеральных культур перед посевом ярового ячменя, г/см³ (2015–2017 гг.)

Fig. 8. Soil density after the effect of green manure crops before spring barley sowing, g/cm³ (2015–2017)

Запасы продуктивной влаги и оптимальная плотность почвы по сидератам способствовали формированию более высокой урожайности озимой пшеницы и ярового ячменя по сравнению с контролем.

Сидераты являются эффективным питательным субстратом, легко доступным почвенной микрофлоре. Запашка злакового, крестоцветного и бобового сидератов увеличивает биологическую активность

на 9–30% по сравнению с почвой чистого пара (Рижия, Действие минеральных удобрений и сидератов на агрофизические, агрохимические и биологические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы: автореф. дис. ... канд. биол. наук, 2002).

Как показали результаты анализов почвенных образцов, отобранных перед посевом озимой пшеницы и ярового ячменя, в вариантах с зелеными удобрениями основные агрохимические показатели изменились в лучшую сторону.

В годы исследований перед посевом озимой пшеницы низкое содержание гумуса было отмечено

по контрольному варианту, а по сидеральным культурам наиболее высокие показатели в посевном слое почвы были с эспарцетом, злакобобовой смесью, рапсу и горчицей (в пределах 4,02–4,19%, а на контроле – 3,75%). По нуту оказалось среднее содержание элементов питания, но выше, чем на контроле. Основные элементы питания растений НРК значительно превышали контроль, что и показала более высокая урожайность озимой пшеницы по используемым сидератам (табл. 1).

1. Влияние сидератов на агрохимические свойства почвы перед посевом озимой пшеницы (2014–2016 гг.) 1. The effect of green manure crops on agrochemical properties of soil before winter wheat sowing (2014–2016)

Вариант	Слой почвы, см	Гумус, %	Содержание, мг/кг почвы		
			N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	0–10	3,75	10,6	41,9	514
	10–20	3,39	9,0	20,5	349
	20–30	3,38	7,7	16,7	301
	30–40	2,92	4,6	9,0	254
Эспарцет	0–10	4,19	59,9	69,2	720
	10–20	3,74	39,5	30,5	436
	20–30	3,45	27,3	26,7	361
	30–40	3,06	18,3	14,6	309
Рапс	0–10	4,17	34,1	75,3	711
	10–20	3,79	23,1	42,8	471
	20–30	3,52	13,2	36,3	407
	30–40	3,44	10,8	23,6	356
Горчица	0–10	4,02	33,1	47,9	652
	10–20	3,69	23,2	28,8	486
	20–30	3,50	12,7	20,1	396
	30–40	3,17	10,9	16,3	331
Нут	0–10	3,86	32,9	56,9	616
	10–20	3,56	17,0	28,5	401
	20–30	3,36	13,8	23,0	322
	30–40	3,22	11,8	15,2	295
Злакобобовая смесь	0–10	4,17	40,9	60,6	592
	10–20	3,56	23,7	32,3	421
	20–30	3,33	19,1	24,1	323
	30–40	2,90	12,9	18,9	289

Анализ почвы перед посевом ярового ячменя в годы исследований показал, что содержание нитратного азота в почве после сидератов было выше, чем на контроле. В слоях 0–10 и 10–20 см содержание нитратного азота в почве достигало оптимального значения для развития ярового ячменя. Содержание подвижного фосфора и обменного калия после сидератов также было выше контроля, с наибольшими показателями по горчице и злакобобовой смеси.

Количество гумуса в верхних слоях почвы 0–10 и 10–20 см увеличилось во всех вариантах с применением сидератов. В подпахотных слоях 20–30, 30–40 см значительных изменений в содержании гумуса по всем вариантам исследования не наблюдалось (табл. 2).

Плодородие почв и экологическая ситуация в агроценозах оцениваются по агрофизическим, агрохимическим и биологическим показателям. Применение минеральных удобрений на черноземе обыкновенном позволяет увеличить содержание основных питательных элементов, но уменьшает содержание гумуса. Ухудшились агрохимические показатели почвы, и снизилась урожайность возделываемых культур, что еще связано с тем, что из агроценоза происходило

отчуждение большей части создаваемой органической продукции и, как следствие, возникал дефицит не только органических веществ, но и важных для растений питательных элементов. При изучении действия отдельных культур на содержание в почве соединений азота и углерода установлено уменьшение их содержания под пропашными и яровыми зерновыми.

По данным наших исследований, под сидеральными культурами происходит обогащение почвы органическими соединениями (табл. 1, 2). Восполнение потерь элементов минерального питания возможно введением в севооборот сидеральных культур. Деляночные опыты на черноземе обыкновенном показали, что применение сидератов разного химического состава приводит к увеличению поступления лабильных органических соединений в почву, улучшает агрофизические, агрохимические и биологические свойства почвы и повышает урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя.

Урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя свидетельствует о том, что в годы исследований все сидеральные культуры оказали положительное влияние и способствовали формированию достоверных приростов урожайности зерна по сравнению с контрольным вариантом.

2. Влияние сидератов на агрохимические свойства почвы перед посевом ярового ячменя (2015–2017 гг.)

2. The effect of green manure crops on agrochemical properties of soil before spring barley (2015–2017)

Вариант	Слой почвы, см	Гумус, %	Содержание, мг/кг почвы		
			N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	0–10	3,78	7,3	22,6	482
	10–20	3,54	5,8	15,6	420
	20–30	3,21	4,2	11,2	348
	30–40	2,93	3,1	8,9	306
Эспарцет	0–10	4,09	14,9	30,0	587
	10–20	3,79	13,3	20,8	508
	20–30	3,47	10,5	14,5	380
	30–40	3,07	6,1	12,6	290
Рапс	0–10	4,22	15,4	31,9	581
	10–20	3,98	13,9	25,4	540
	20–30	3,43	9,9	17,2	452
	30–40	3,08	5,8	12,3	381
Горчица	0–10	4,08	14,5	32,1	549
	10–20	3,76	13,8	22,2	509
	20–30	3,49	9,4	14,4	444
	30–40	3,14	5,5	9,6	365
Нут	0–10	3,84	14,3	25,2	479
	10–20	3,57	11,4	20,1	425
	20–30	3,39	9,0	14,3	379
	30–40	3,00	6,0	9,9	320
Злакобобовая смесь	0–10	3,92	14,9	32,3	515
	10–20	3,73	13,6	19,4	436
	20–30	3,53	9,2	13,4	350
	30–40	3,08	6,2	9,3	336

В результате исследований выяснили, что наилучшим сидератом для нашей зоны является горчица белая, так как она засухоустойчива и повышает урожайность озимой пшеницы – 7,49 т/га и ярового ячменя – 5,04 т/га. На контроле озимая пшеница – 4,90 т/га, яровой ячмень – 4,21 т/га.

Возможно использование эспарцета и рапса для нашей зоны, но с учетом погодных условий, если осень прогнозируется благоприятной для получения дружных всходов. Для засушливой осени эти сидераты применять невыгодно.

Выводы

1. Наиболее благоприятные условия по содержанию продуктивной влаги и элементов питания в почве для озимой пшеницы и ярового ячменя обеспечили злакобобовая смесь, рапс, горчица, эспарцет в пахотном и метровом слоях почвы.

2. Наилучшие показатели пористости почвы получены после применения сидерата эспарцет.

3. Все изучаемые сидеральные культуры положительно влияли на повышение плодородия почвы и рост урожайности зерновых культур. В сравнении с контролем содержание гумуса в пахотном слое почвы при этом увеличивалось на 0,2–0,5%.

Библиографические ссылки

1. Лашков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. М.: Изд. ВНИИА, 2012. 512 с.
2. Вахрушев Н.А., Рудакова Л.В. Многолетние травы в адаптивно-ландшафтном земледелии и их влияние на агрофизические свойства обыкновенного мицелярно-карбонатного чернозема // Технология, агрономия и защита сельскохозяйственных культур: межвузовский сборник научных трудов. Зерноград, 2005. С. 182–187.
3. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., Коренев Г.В., Филатов В.И., Гатаулина Г.Г. Растениеводство. М.: Колос, 1997. 447 с.
4. Ревут И.Б. Физика почв. Л.: Колос, 1964. 320 с.

Reference

1. Lashkov V.G. Sevooborot i plodorodie pochvy [Crop rotation and soil fertility]. M.: Izd. VNIIA, 2012. 512 s.
2. Vahrushev N.A., Rudakova L.V. Mnogoletnie travy v adaptivno-landshaftnom zemledelii i ih vliyanie na agrofizicheskie svoystva obyknovennogo micelyarno-karbonatnogo chernozema [Perennial grasses in the adaptive-landscape agriculture and their effect on agrochemical characteristics of conventional micellar-carbonate blackearth (chernozem)] // Tekhnologiya, agronomiya i zashchita sel'skohozyajstvennyh kul'tur: mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov. Zernograd, 2005. S. 182–187.
3. Posypanov G.S., Dolgodvorov V.E., Korenev G.V., Filatov V.I., Gataulina G.G.. Rasteniyevodstvo [Plant breeding]. M.: Kolos, 1997. 447 s.
4. Revut I.B. Fizika pochv [Physics of soil]. L.: Kolos, 1964. 320 s.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы признают, что представленные сведения не содержат информацию, ведущую к каким-либо конфликтным интересам.