

6. Яшовский, И. В. Селекция и семеноводство проса / И. В. Яшовский. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 256 с. – Текст: непосредственный.

7. Сапрыкин, В. С. Просо в Сибири / В. С. Сапрыкин. – Новосибирск, 1997. – 182 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Lysov V.N. Proso / V.N. Lysov. – Leningrad: Kolos, 1968. – 224 s.

2. Zhukovskii P.M. Proso / P.M. Zhukovskii // Kulturnye rasteniia i ikh sorodichi. – Moskva: Sovetskaia nauka, 1950. – S. 146-148.

3. Guliaev G.V. Proso / G.V. Guliaev, L.V. Stepanova // Chastnaia selektsiia polevykh kultur. – Moskva: Kolos, 1975. – S. 127-139.

4. Ilin V.A. Seleksiia prosa v Povolzhe: avtoref. dis. ... d-ra. s.-kh. nauk / V.A. Ilin. – Moskva, 1984. – 35 s.

5. Shukis E.R. Proso posevnoe / E.R. Shukis // Kormovye kultury na Altae. – Barnaul, 2013. – S. 49-56.

6. Iashovskii I.V. Seleksiia i semenovodstvo prosa / I.V. Iashovskii. – Moskva: Agropromizdat, 1987. – 256 s.

7. Saprykin V.S. Proso v Sibiri / V.S. Saprykin. – Novosibirsk, 1997. – 182 s.



УДК 635.21:631.82/.85(571.15)

И.П. Кузьминых, Г.Г. Морковкин, С.В. Жандарова
I.P. Kuzminykh, G.G. Morkovkin, S.V. Zhandarova

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННО-ЗАСУШЛИВОЙ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE INFLUENCE OF AGROTECHNICAL CONDITIONS ON THE CONTENT OF SOIL MOBILE NUTRIENTS AND SPRING WHEAT PRODUCTIVITY UNDER THE CONDITIONS OF THE MODERATELY ARID FOREST-OUTLIER STEPPE OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: элементы питания, продуктивность яровой пшеницы, обработка почвы, сидеральные удобрения.

Установили, что применение в качестве сидеральных удобрений вико-овсяной смеси, рапса и проса способствует повышению содержания в почве аммонийного азота, подвижного фосфора и обменного калия уже в первые годы после заделки сидеральных удобрений. Содержание в почве нитратного азота повышается как на фоне чистого пара, так и на вариантах с применением сидеральных удобрений в год 2-го их последствия. Применение вико-овсяной смеси и проса в качестве сидеральных удобрений, по сравнению с чистым паром, повышает урожайность зерна яровой пшеницы до 2,5 т/га в действии и до 2,9 т/га в год 1-го последствия. На фоне приемов основной обработки почвы отвальная вспашка способствует большему накоплению в почве нитратного азота и обменного калия. Применение поверхностной обработки почвы повышает содержание в почве аммонийного азота и подвижного фосфора. Поверхностная обработка почвы дисковой бороной по сравнению с другими вовлеченными в экс-

перимент вариантами обработки почвы способствует повышению продуктивности яровой пшеницы.

Keywords: nutrients, spring wheat productivity, tillage, green manure.

It has been found that the use of vetch-oat mixture, rape and millet as green manure contributes increasing the content of ammonium nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium in the soil in the first years after green manuring. The content of nitrate nitrogen in the soil increases both after bare fallow and in the variants with green manure on the second year of its aftereffect. The use of vetch-oat mixture and millet as green manure, as compared to bare fallow, increases the yield of spring wheat grain to 2.5 t ha in action and to 2.9 t ha in year 1 of the aftereffect. Among the basic tillage techniques, moldboard plowing contributes to greater accumulation of nitrate nitrogen and exchangeable potassium in the soil. Surface tillage increases the content of ammonium nitrogen and mobile phosphorus in the soil. Surface tillage with a disc harrow, as compared to other tillage variant involved in the experiment, contributes to increasing spring wheat productivity.

Кузьминых Ирина Петровна, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: i.p.averyanova@mail.ru.

Морковкин Геннадий Геннадьевич, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: ggmark@mail.ru.

Жандарова Светлана Викторовна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: jandarova-s@mail.ru.

Kuzminykh Irina Petrovna, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: i.p.averyanova@mail.ru.

Morkovkin Gennadiy Gennadyevich, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: ggmark@mail.ru.

Zhandarova Svetlana Viktorovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: jandarova-s@mail.ru.

Современные аспекты повышения урожайности сельскохозяйственных растений направлены на рациональное использование агротехнологий применительно к сложившимся или ожидаемым почвенно-климатическим условиям региона [1]. Ученые и сельхозпроизводители до сих пор не добились значительного повышения как урожайности, так и качества сельскохозяйственной продукции. Условия, оказывающие влияние на продуктивность растений, должны изучаться всесторонне. Только в данном случае можно будет добиться планируемого результата [2].

Уровень продуктивности яровой пшеницы в большей степени зависит от содержания в почве доступных элементов питания. Агротехнические приемы основной обработки почвы регулируют динамику содержания в почве элементов питания [3, 4]. Сидеральные удобрения, в свою очередь, также влияют на продуктивность зерна яровой пшеницы посредством улучшения режима питания за счет повышения биологической активности почвы [5, 6].

На сегодняшний день существует много различных математических методов анализа: корреляционный [7], балансовый [8], информационно-логический [9-12]. В исследованиях использовали информационно-логический анализ, который позволил из совокупности факторов установить степень влияния каждого фактора на урожайность зерна яровой пшеницы.

Цель исследований – оценить влияние агротехнических условий на содержание в почве питательных веществ и продуктивность яровой пшеницы в условиях умеренно-засушливой колочной степи Алтайского края.

Объект и методы

Исследования проводились в условиях ОАО «Учебно-опытное хозяйство «Пригородное» в период с 2013 по 2016 гг.

Опыт состоял из 2 факторов, из которых первый фактор – это приемы основной обработки почвы:

Контроль – отвальная вспашка ПН 5-35, на глубину 25-27 см.

Поверхностная обработка почвы дисковой бороной БДТ-7,0 на глубину 8-14 см.

Глубокая плоскорезная обработка почвы КПГ-250 на глубину 25-27 см.

Вторым фактором были паровые предшественники: чистый и сидеральные пары:

контроль – чистый пар.

Сидеральные паровые предшественники:

- вико-овсяная смесь;

- рапс;

- просо.

Начиная с 2013 г. изучалось действие чистого и сидеральных паровых предшественников. В 2014 г. проанализировано 1-е последствие, в 2015 г. – 2-е, в 2016 г. – 3-е последствие сидеральных паров [13].

Почвенные образцы были отобраны в слое почвы 20 см в следующие периоды вегетации яровой пшеницы: до посева, в фазу кущения и в период уборки. Элементы питания в почве определяли общепринятыми методами [14].

Результаты исследований

С помощью информационно-логического анализа [15] из общей совокупности изучаемых агротехнических показателей за 4 года исследований вычленили действие периодов вегетации (ПВ), динамики действия, последствия сидеральных удобрений (ДПСУ), приемов основной обработки почвы (ОП) и видов сидеральных удобрений (ВСУ) на питательный режим почвы и продуктивность яровой пшеницы.

Общая выборочная совокупность сопряженных данных за 4 года исследований составила 864 точки на различных агротехнических фонах. Такая совокупность характеризуется большой вариацией, но информационно-логический анализ позволяет вычленить действие каждого отдельного фактора из их совокупности среди всей поступающей информации. Анализ результатов исследования показал, что большее со-

держание в почве нитратного азота отмечается в год 2-го последствия сидеральных удобрений как по чистому пару, так и на фоне применения сидеральных удобрений до 28-33 мг/кг (6-7-й ранг) (табл. 1).

Содержание в почве аммонийного азота высоким оказалось в 1-й год после запашки сидеральных удобрений и снижалось в последующие годы последствия сидеральных удобрений. Это показывает, что процессы аммонификации и нитрификации взаимосвязаны, и протекание их в почве прямо противоположно [16]. По сравнению с чистым паром, большее содержание в почве аммонийного азота было отмечено на

фоне применения сидеральных удобрений (ви́ко-овсяная смесь, рапс и просо) – до 6-7-го ранга (30-40 мг/кг).

Внесение в почву ви́ко-овсяной смеси, рапса и проса в качестве сидерального удобрения, по сравнению с чистым паром, способствовало повышению содержания в почве подвижного фосфора до 60-80 мг/100 г и обменного калия – до 55-75 мг/100 г уже в первые годы после их запашки. На фоне чистого пара содержание в почве подвижного фосфора и обменного калия повысилось до 4-го и 6-го рангов соответственно лишь во 2-м последствии.

Таблица 1

Специфичные (наиболее вероятные) состояния содержания в почве подвижных элементов питания в почве на фоне применения сидеральных удобрений

Факторы		N-NO ₃		N-NH ₄		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		мг/кг	ранг	мг/кг	ранг	мг/100 г	ранг	мг/100 г	ранг
Чистый пар	Действие	3-8	2	25-30	4	20-30	2	35-45	4
	1-е последствие	8-13	3	25-30	4	20-30	2	45-55	5
	2-е последствие	23-33	6-7	15-20	2	40-50	4	55-65	6
	3-е последствие	13-23	4-5	15-20	2	20-30	2	25-35	3
Вико-овсяная смесь	Действие	3-8	2	30-35	6	60-70	6	35-55	4-5
	1-е последствие	8-13	3	30-35	5	70-80	7	35-55	4-5
	2-е последствие	13-28	5-6	25-30	4	60-70	6	45-55	5
	3-е последствие	13-18	4	25-30	4	40-50	4	25-35	3
Рапс	Действие	3-8	2	30-35	6	40-50	4	65-75	7
	1-е последствие	3-8	2	30-35	6	30-40	3	45-55	5
	2-е последствие	23-28	6	25-30	4	20-30	2	35-45	4
	3-е последствие	8-13	3	15-20	2	20-30	2	15-35	2-3
Просо	Действие	<3	1	35-40	7	60-70	6	55-65	6
	1-е последствие	3-8	2	30-35	6	60-70	6	55-75	6-7
	2-е последствие	13-28	5-6	20-25	3	40-50	4	35-45	4
	3-е последствие	18-23	5	<15	1	40-50	4	35-45	4

Таблица 2

Специфичные (наиболее вероятные) состояния содержания в почве подвижных элементов питания в зависимости от приемов основной обработки почвы

Приемы основной обработки почвы	N-NO ₃		N-NH ₄		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	мг/кг	ранг	мг/кг	ранг	мг/100 г	ранг	мг/100 г	ранг
Отвальная вспашка ПН 5-35 (25-27 см)	28-33	7	15-25	2-3	<20	1	65-75	7
Поверхностная обработка дисковой бороной БДТ-7,0 (8-14 см)	18-23	5	40-45	7	70-80	7	35-45	4
Глубокая плоскорезная обработка КПГ-250 (25-27 см)	23-28	6	35-40	6	40-60	4-5	45-65	5-6

На вариантах с применением основной обработки почвы наиболее вероятное максимальное содержание в почве нитратного азота – до 33 мг/кг было отмечено на фоне отвальной вспашки (табл. 2). По мнению А.С. Бушнева (2014 г.), применение отвальной вспашки способствует активному протеканию микробиологических процессов за счет улучшения воздушного и водного режимов почвы.

Динамика содержания в почве аммонийного азота обратная. Большему накоплению в почве аммонийного азота способствовала глубокая плоскорезная обработка почвы и поверхностная обработка почвы дисковой бороной – до 40-45 мг/кг (6-7-й ранг). Содержание в почве подвижного фосфора повысилось на варианте с применением поверхностной обработки почвы дисковой бороной – до 80 мг/100 г. Можно предположить, что при минимальной обработке почвы пожнивно-корневые остатки в приповерхностном слое почвы способствуют аккумуляции элементов питания в почве [18, 19]. Большему содержанию в почве обменного калия способствовали отвальная вспашка и глубокая плоскорезная обработка почвы – до 75 и 65 мг/100 г соответственно. Видимо, отвальная вспашка и глубокая плоскорезная обработка почвы снижают плотность почвы и улучшают водопрочную структуру почвы, увеличивая количество обменного калия в почве [20].

Формированию большей урожайности зерна яровой пшеницы (до 2,9 т/га) способствовало применение в качестве сидеральных удобрений вико-овсяной смеси и проса. Меньшая урожайность зерна яровой пшеницы была отмечена на варианте с применением чистого пара, где урожайность повысилась до 2,5 т/га (табл. 3). Применение чистого пара эффективно лишь в действии и в год 1-го последствия (5-й и 6-й ранг), в последующие годы последствия чистого пара продуктивность яровой пшеницы снизилась до 1 ранга.

Во 2-й, 3-й годы последствий урожайность на фоне чистого пара не превышала 0,9 т/га. Бобовые культуры формируют симбиотическое сообщество с почвенной микрофлорой, что позволяет улучшить питательный режим почвы. Чистый пар, в свою очередь, разрушительно влияет на плодородие почвы, сокращает органическое вещество почвы и способствует повышению эрозионных процессов [21].

Применение вико-овсяной смеси в качестве сидерального удобрения способствовало повышению урожайности зерна яровой пшеницы до 2,5 т/га (6-й ранг) уже в 1-й год после их заделки. В год 1-го последствия вико-овсяной смеси урожайность зерна повысилась до 2,9 т/га (7-й ранг урожайности). В последующие годы последствия вико-овсяной смеси наблюдалось снижение урожайности зерна до 0,9-1,3 т/га (3-й ранг урожайности). При использовании проса в качестве сидерального удобрения урожайность зерна значительно повысилась лишь в 3-м последствии (2,9 т/га). В 1-й и 2-й годы последствия урожайность зерна находилась на уровне 5-го и 6-го рангов соответственно. Это связано с более высоким соотношением C:N в растительной массе злаковых культур по сравнению с бобовыми, что влияет на длительность их разложения и доступность питательных веществ [22].

На фоне применения основных обработок почвы на варианте с отвальной вспашкой (от 1,3 до 1,7 т/га) и глубокой плоскорезной обработкой почвы (от 0,5 до 0,9 т/га) была получена относительно невысокая урожайность зерна. Наибольшая продуктивность яровой пшеницы была отмечена на варианте с применением поверхностной обработки почвы дисковой бороной – от 2,5 до 2,9 т/га.

Таким образом, применение вико-овсяной смеси, рапса и проса в качестве сидеральных удобрений повышает содержание в почве аммонийного азота, подвижного фосфора и обменного калия уже в первые годы после заделки сидеральных удобрений. Содержание в почве нитратного азота повышается как на фоне чистого пара, так и на вариантах с применением сидеральных удобрений в год 2-го их последствия. Применение вико-овсяной смеси и проса в качестве сидеральных удобрений, в сравнении с применением чистого пара, повышает продуктивность яровой пшеницы до 2,5 т/га в действии и до 2,9 т/га в год 1-го последствия.

Отвальная вспашка повышает содержание в почве нитратного азота и обменного калия. Применение поверхностной обработки почвы способствует повышению содержания в почве аммонийного азота и подвижного фосфора. Поверхностная обработка почвы дисковой бороной по сравнению с другими вовлеченными в эксперимент вариантами обработки почвы повышает урожайность зерна яровой пшеницы до 2,9 т/га.

**Специфичные (наиболее вероятные) состояния урожайности зерна яровой пшеницы
в зависимости от действия и последствия сидеральных удобрений**

Фактор		Урожайность зерна	
		т/га	ранг урожайности
Чистый пар	Действие	1,7-2,1	5
	1-е последствие	2,1-2,5	6
	2-е последствие	0,5-0,9	2
	3-е последствие	< 0,5	1
Вико-овсяная смесь	Действие	2,1-2,5	6
	1-е последствие	2,5-2,9	7
	2-е последствие	1,7-2,1	5
	3-е последствие	0,9-1,3	3
Рапс	Действие	< 0,5	1
	1-е последствие	1,3-1,7	4
	2-е последствие	1,7-2,1	5
	3-е последствие	2,1-2,5	6
Просо	Действие	1,7-2,1	5
	1-е последствие	2,1-2,9	6-7
	2-е последствие	2,1-2,5	6
	3-е последствие	0,9-1,3	3

Библиографический список

1. Рухович, О. В. Оптимизация параметров прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур с использованием многофакторных моделей и ГИС-технологий на основе полевых опытов с удобрениями агрохимслужбы и геосети: диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук: 06.01.04 / Рухович Ольга Владимировна. – Москва, 2016. – 348 с.: ил. – Текст: непосредственный.

2. Старостенко, В. П. Зеленые удобрения как фактор повышения плодородия почвы в условиях лесостепи алтайского Приобья / В. П. Старостенко, П. Р. Шотт. – Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2004. – № 2. – С. 115-117.

3. Азизов, З. М. Влияние систем удобрения и обработки почвы на плодородие чернозема южного и продуктивность сельскохозяйственных культур / З. М. Азизов. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2005. – № 5. – С. 34-43.

4. Бородичев, В. В. Влияние приемов основной обработки и орошения на водно-физические свойства почвы и урожайность озимой пшеницы / В. В. Бородичева, А. В. Шуравилина, В. Т. Ско-

рикова. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2008. – № 8. – С. 25-27.

5. Берестецкий, О. А. Влияние растительных остатков на почвенномикробиологические процессы в полях севооборота / О. А. Берестецкий, Ю. М. Возняковская. – Текст: непосредственный // Роль микроорганизмов в сельскохозяйственном производстве. – 1983. – Т. 53. – 181 с.

6. Нурмухаметов, Н. М. Солома и сидераты важное средство повышения микробиологической активности почвы / Н. М. Нурмухаметов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2001. – № 6. – С. 14.

7. Абрамов, Н. В. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от основной обработки почвы и уровня минерального питания / Н. В. Абрамов, С. А. Семизоров. – Текст: непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 6. – С. 4-7.

8. Шатилов, И. С. Состояние и перспективы повышения плодородия почвы в Центрально-Черноземном экономическом районе РСФСР / И. С. Шатилов, А. Д. Силин, Н. А. Полев. – Текст: непосредственный // Повышение эффективности земледелия и агропромышленного произ-

водства Белгородской области. – Москва: Росагропромиздат, 1990. – С. 33-43.

9. Бурлакова, Л. М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза / Л. М. Бурлакова. – Новосибирск, 1984. – 198 с. – Текст: непосредственный.

10. Крупкин, П. И. Совершенствование способов бонитировки почв (на примере Красноярского края) / П. И. Крупкин, В. В. Топтыгин. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 1999. – № 12. – С. 1481-1491.

11. Пивоварова, Е. Г. Моделирование агрохимических свойств в почве: учебно-методическое пособие / Е. Г. Пивоварова. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2015. – 56 с. – Текст: непосредственный.

12. Совриков, А. Б. Мобилизация подвижных питательных веществ и оптимизация минерального питания яровой пшеницы на черноземах Уймонской котловины Республики Алтай: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.04 / Совриков Андрей Борисович. – Барнаул, 2004. – 19 с. – Текст: непосредственный.

13. Кузьминых, И. П. Моделирование урожайности зерна яровой пшеницы в условиях умеренно-засушливой колочной степи Алтайского края / И. П. Кузьминых, Г. Г. Морковкин, С. В. Жандарова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 7. – С. 5-10.

14. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Москва: Изд-во Московского ун-та, 1970. – 491 с. – Текст: непосредственный.

15. Пузаченко, Ю. Т. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы / Ю. Т. Пузаченко, Л. О. Карпачевский, Н. А. Взнуздаев. – Москва: Наука, 1970. – С. 103-121. – Текст: непосредственный.

16. Умаров, М. М. Микробиологическая трансформация азота в почве / М. М. Умаров, А. В. Кураков, А. Л. Степанов. – Москва: ГЕОС, 2007. – 138 с. – Текст: непосредственный.

17. Бушнев, А. С. Изменение содержания гумуса и агрохимических свойств чернозема выщелоченного при длительном применении различных систем основной обработки почвы в се-

вообороте с масличными культурами / А. С. Бушнев, Н. М. Тишков. – Текст: непосредственный // Агротехника и механизация. – 2014. – № 1. – С. 38-51.

18. Щелковников, В. А. Влияние обработки почвы на динамику подвижного фосфора под различными сельскохозяйственными культурами в условиях Иркутской области: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.04 / Щелковников В. А. – Иркутск, 1967. – 32 с. – Текст: непосредственный.

19. Шакиров, Р. С. Влияние систем удобрений и основной обработки на пищевой режим и биологическую активность серых лесных почв в посевах яровой пшеницы / Р. С. Шакиров, И. Г. Гиляев. – Текст: непосредственный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1. – С. 139-143.

20. Мельцаев, И. Г. Влияние технологий заделки органического вещества на плодородие почвы, урожайность и качество зерна / И. Г. Мельцаев. – Текст: непосредственный // Владимирский земледелец. – 2017. – № 1. – С. 19-23.

21. Муравин, Э. А. Агрохимия / Э. А. Муравин, В. И. Титова. – Москва: КолосС, 2010. – 463 с. – Текст: непосредственный.

22. Демина, И. В. Оценка сельскохозяйственных культур, рассматриваемых в качестве сидератов: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.04 / Демина Ирина Владимировна. – Барнаул, 2009. – 22 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Rukhovich, O.V. Optimizatsiia parametrov prognozirovaniia urozhainosti selskokhoziaistvennykh kultur s ispolzovaniem mnogofaktornykh modelei i GIS – tekhnologii na osnove polevykh opytov s udobreniiami agrokhimsluzhby i geoseti: dis. ... d-ra biol. nauk: 06.01.04. – Moskva, 2016. – 290 s.

2. Starostenko, V.P. Zelenye udobreniia kak faktor povysheniia plodorodiia pochvy v usloviakh lesostepi altaiskogo Priobia / V.P. Starostenko, P.R. Shott // Sibirskii vestnik selskokhoziaistvennoi nauki. – 2004. – No. 2. – S. 115-117.

3. Azizov, Z.M. Vliianie sistem udobreniia i obrabotki pochvy na plodorodie chernozema iu-zhnogo i produktivnost selskokhoziaistvennykh kul'tur // *Agrokimiia*. – 2005. – No. 5. – S. 34-43.
4. Borodichev, V.V. Vliianie priemov osnovnoi obrabotki i orosheniia na vodno-fizicheskie svoistva pochvy i urozhainost ozimoi pshenitsy. / V.V. Borodicheva, A.V. Shuravilina, V.T. Skorikova // *Zemledelie*. – 2008 – No. 8. – S. 25-27.
5. Berestetskii, O.A. Vliianie rastitelnykh ostatkov na pochvennomikrobiologicheskie protsessy v poliakh sevooborota / O.A. Berestetskii, Iu.M. Vozniakovskaia // *Rol mikroorganizmov v s.-kh. proizvodstve*. – 1983. – T. 53. – 181 s.
6. Nurmukhametov, N.M. Soloma i sideraty vazhnoe sredstvo povysheniia mikrobiologicheskoi aktivnosti pochvy / N.M. Nurmukhametov // *Zemledelie*. – 2001. – No. 6. – S. 14.
7. Abramov, N.V. Urozhainost iarovoi pshenitsy v zavisimosti ot osnovnoi obrabotki pochvy i urovnia mineralnogo pitaniia / N.V. Abramov, S.A. Semizorov // *Agrarnyi vestnik Urala*. – 2012. – No. 6. – S. 4-7.
8. Shatilov, I.S. Sostoianie i perspektivy povysheniia plodorodiia pochvy v Tsentralno-Chernozemnom ekonomicheskom raione RSFSR / I.S. Shatilov, A.D. Silin, N.A. Polev // *Povyshenie effektivnosti zemledeliia i agropromyshlennogo proizvodstva Belgorodskoi oblasti*. – Moskva: Rosagropromizdat, 1990. – S. 33-43.
9. Burlakova, L.M. Plodorodie Altaiskikh chernozemov v sisteme agrotsenoza. – Novosibirsk, 1984. – 198 s.
10. Krupkin, P.I. Sovershenstvovanie sposobov bonitirovki pochv (na primere Krasnoiarskogo kraia) / P.I. Krupkin, V.V. Toptygin // *Pochvovedenie*. – 1999. – No. 12. – S. 1481-1491.
11. Pivovarova, E.G. Modelirovanie agrokhimicheskikh svoistv v pochve: uchebno-metodicheskoe posobie / E.G. Pivovarova; Altaiskii GAU. – Barnaul: Altaiskii GAU, 2015. – 56 s.
12. Sovrikov, A.B. Mobilizatsiia podvizhnykh pitatelnykh veshchestv i optimizatsiia mineralnogo pitaniia iarovoi pshenitsy na chernozemakh Uimonskoi kotloviny Respubliki Altai: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.04. – Barnaul, 2004. – 19 s.
13. Kuzminykh I.P. Modelirovanie urozhainosti zerna iarovoi pshenitsy v usloviakh umerenno-zasushlivoi kolochnoi stepi Altaiskogo kraia / I.P. Kuzminykh, G.G. Morkovkin, S.V. Zhandarova // *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2020. – No. 7. – S. 5-10.
14. Arinushkina, E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv / E.V. Arinushkina. – Moskva: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1970. – 491 s.
15. Puzachenko, Iu.T., Karpachevskii L.O., Vznuzdaev N.A. Vozmozhnosti primeneniia informatsionno-logicheskogo analiza pri izuchenii pochvy. – Moskva: Nauka, 1970. – S. 103-121.
16. Umarov, M.M. Mikrobiologicheskaiia transformatsiia azota v pochve / M.M. Umarov, A.V. Kurakov, A.L. Stepanov. – Moskva: GEOS, 2007. – 138 s.
17. Bushnev, A.S. Izmenenie soderzhaniia gumusa i agrokhimicheskikh svoistv chernozema vyshchelochennogo pri dlitelnom primenении razlichnykh sistem osnovnoi obrabotki pochvy v sevooborote s maslichnymi kulturami / A.S. Bushnev, N.M. Tishkov // *Agrotehnika i mekhanizatsiia*. – 2014. – No. 1. – S. 38-51.
18. Shchelkovnikov, V.A. Vliianie obrabotki pochvy na dinamiku podvizhnogo fosfora pod razlichnymi selskokhoziaistvennymi kulturami v usloviakh Irkutskoi oblasti: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.04. – Irkutsk, 1967. – 32 s.
19. Shakirov, R.S. Vliianie sistem udobrenii i osnovnoi obrabotki na pishchevoi rezhim i biologicheskuiu aktivnost serykh lesnykh pochv v posevakh iarovoi pshenitsy / R.S. Shakirov, I.G. Gilaev // *Vestnik Kazanskogo GAU*. – 2013. – No. 1. – S. 139-143.
20. Meltsaev, I.G. Vliianie tekhnologii zadelki organicheskogo veshchestva na plodorodie pochvy, urozhainost i kachestvo zerna // *Vladimirskii zemledelets*. – 2017. – No. 1. – S. 19-23.
21. Muravin, E.A., Titova V.I. *Agrokimiia*. – Moskva: KolosS, 2010. – 463 s.
22. Demina, I.V. Otsenka selskokhoziaistvennykh kultur, rassmatrivaemykh v kachestve sideratov: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.04. – Barnaul, 2009. – 22 s.

