

Библиографический список

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 31 марта 2017 г. № 396) Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы.
2. Постановление от 31 марта 2017 г. № 396 МОСКВА О внесении изменений в Государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы.
3. Макаренко С.А. Хозяйственно-биологическая оценка сортов и отборных форм яблони в условиях низкогорья Алтая: дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2006. – 164 с.
4. Калинина И.П., Ящемская З.С., Макаренко С.А. Селекция яблони на зимостойкость, урожайность, устойчивость к парше и повышенное качество плодов. – Новосибирск, 2010. – 274 с.
5. Макаренко С.А. Условия зимних периодов и факторы, лимитирующие продуктивность яблони на юге Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013 (6). – № 6. – С. 39–42.
6. Трунов А.И. Организационно-экономическое обоснование развития интенсивного садоводства: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Мичуринск-Наукоград, 2010. – 18 с.

References

1. Postanovlenie Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 14 iyulya 2012 g. № 717 (v redaktsii postanovleniya Pravitelstva Rossiyskoy Federatsii ot 31 marta 2017 g. № 396) Gosudarstvennaya programma razvitiya selskogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov selskokhozyaystvennoy produktsii, syrya i prodovolstviya na 2013–2020 gody.
2. Postanovlenie ot 31 marta 2017 g. № 396 «O vnesenii izmeneniy v Gosudarstvennyu programmu razvitiya selskogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov selskokhozyaystvennoy produktsii, syrya i prodovolstviya na 2013–2020 gody».
3. Makarenko S.A. Khozyaystvenno-biologicheskaya otsenka sortov i otbornykh form yablони v usloviyakh nizkogorya Altaya: diss. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul, 2006. – 164 s.
4. Kalinina I.P., Yashchemskaya Z.S., Makarenko S.A. Seleksiya yablони na zimostoykost, urozhaynost, ustoychivost k parshe i povyshennoe kachestvo plodov. – Novosibirsk, 2010. – 274 s.
5. Makarenko S.A. Usloviya zimnix periodov i faktory, limitiruyushchie produktivnost yablони na yuge Zapadnoy Sibiri // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 6. – S. 39–42.
6. Trunov A.I. Organizatsionno-ekonomicheskoe obosnovanie razvitiya intensivnogo sadovodstva: avtoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk. – Michurinsk-Naukograd, 2010. – 18 s.



УДК 633.11«321»:631.559:631.51:631.82/.85

**И.П. Аверьянова, С.В. Жандарова,
А.Б. Совриков, Г.Г. Морковкин
I.P. Averyanova, S.V. Zhandarova,
A.B. Sovrikov, G.G. Morkovkin**

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННО-ЗАСУШЛИВОЙ КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE INFLUENCE OF EFFECTIVE SOIL FERTILITY FACTORS ON SPRING WHEAT GRAIN YIELD AND QUALITY AND THEIR MODELING UNDER THE CONDITIONS OF TEMPERATE ARID FOREST-OUTLIER STEPPE OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: яровая пшеница, факторы эффективного плодородия почвы, моделирование урожайности и качества зерна.

Представлены результаты изучения эффективности влияния содержания в почве элементов минерального питания до посева культуры, приемов основной обработки почвы и сидеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой

пшеницы. В результате исследований было установлено, что на содержание сырой клейковины в зерне высокое влияние оказывают гидротермические условия вегетации и содержание нитратного азота в почве до посева. Урожайность зерна в большей степени зависит от уровня минерального питания. Использование в качестве сидерального удобрения вико-овсяной смеси способствовало формированию высокой урожайности зерна. По-

лучены модели продуктивности и качества зерна яровой пшеницы, которые позволяют прогнозировать урожайность и содержание сырой клейковины в зерне при использовании конкретных приемов основной обработки почвы и сидеральных удобрений с учетом погодных условий вегетационного периода и уровня минерального питания.

Keywords: *spring wheat, effective soil fertility factors, grain yield and quality modeling.*

The paper discusses the study of the effectiveness of the influence of soil mineral nutrient content before sowing, basic tillage techniques and green

manure fertilizers on grain yield and quality of spring wheat. It has been found that grain wet gluten content is largely influenced by hydrothermal conditions of the growing season and by the content of nitrate nitrogen in the soil before sowing. Grain yield is more dependent on the level of mineral nutrition. The use of vetch-oat mix as green manure fertilizer promoted the formation of high grain yield. The developed models of spring wheat productivity and grain quality enable to forecast yield and wet gluten content in grain taking into account the specific basic tillage techniques, the use of green manure fertilizers, the weather conditions of growing season, and the level of mineral nutrition.

Аверьянова Ирина Петровна, аспирант, каф. почвоведения и агрохимии, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: i.p.averyanova@mail.ru.

Жандарова Светлана Викторовна, к.с.-х.н., доцент, каф. почвоведения и агрохимии, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: i.p.averyanova@mail.ru.

Совриков Андрей Борисович, к.с.-х.н., доцент, каф. почвоведения и агрохимии, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: i.p.averyanova@mail.ru.

Морковкин Геннадий Геннадьевич, д.с.-х.н., проф., проректор по научной работе, зав. каф. почвоведения и агрохимии, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: ggmork@mail.ru.

Averyanova Irina Petrovna, post-graduate student, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Altai State Agricultural University. E-mail: i.p.averyanova@mail.ru.

Zhandarova Svetlana Viktorovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Altai State Agricultural University. E-mail: i.p.averyanova@mail.ru.

Sovrikov Andrey Borisovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Altai State Agricultural University. E-mail: i.p.averyanova@mail.ru.

Morkovkin Gennadiy Gennadyevich, Dr. Agr. Sci., Prof., Vice-Rector for Scientific Activities, Head, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Altai State Agricultural University. E-mail: ggmork@mail.ru.

Введение

Алтайский край – крупнейший производитель высококачественного зерна в Сибири. Ведущей зерновой культурой в крае является яровая пшеница. Однако несовершенство технологий возделывания оказывает влияние на рост и развитие культуры, что ограничивает урожайность и качество продукции [1].

Переориентация на минимализацию основной обработки почвы не дает должного эффекта в различных климатических условиях [2-4]. Замена чистых паров на сидеральные в силу недостаточной изученности вопроса пока что не нашла широкого распространения в сельском хозяйстве [5].

В последние годы на основе применения различных математических методов: корреляционно-регрессионного [6], балансового [7], информационно-логического [8-11] разрабатываются методы управления плодородием почвы и урожайностью сельскохозяйственных культур.

В настоящее время становятся актуальными математическое моделирование и управление плодородием почв и урожайностью сельскохозяйственных культур [12].

Цель исследований стало изучение влияния факторов эффективного плодородия

почвы на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы в условиях умеренно-засушливой колочной степи Алтайского края.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились с 2013 по 2016 гг. в ОАО «Учебно-опытное хозяйство «Пригородное» при возделывании яровой мягкой пшеницы сорта Памяти Азиева.

Годы исследований характеризовались разными погодными условиями вегетационного периода. Прохладным хорошо увлажненным был отмечен 2013 г., где ГТК за вегетационный период составил 1,4 при сумме среднесуточных температур воздуха 1890⁰С, 2014 г. – прохладный нормально увлажненный (ГТК₂=1,2, сумма температур воздуха за вегетацию составила 2019⁰С), 2015 г. – теплый засушливый (ГТК₂=0,7, сумма температур воздуха за вегетацию составила 2380⁰С), 2016 г. – теплый слабо увлажненный (ГТК₂=0,8 при сумме температур воздуха за вегетацию 2686⁰С).

Модель опыта двухфакторная. Закладка опыта проводилась общепринятыми методами (Доспехов, 1985). Схема расположения опыта методом расщепленных делянок.

Площадь опытной делянки 400 м², повторность опыта трехкратная.

Фактор 1 – приемы основной обработки почвы:

- 1) отвальная вспашка ПН 5-35, на глубину 25-27 см (контроль) (ПН);
- 2) поверхностная обработка почвы дисковой бороной БДТ-7,0 на глубину 8 см;
- 3) глубокая плоскорезная обработка почвы КПГ-250 на глубину 25-27 см.

Фактор 2 – сидеральные удобрения:

- 1) чистый пар (контроль);
- 2) вико-овсяная смесь;
- 3) рапс;
- 4) просо.

В 2013 г. изучалось действие сидератов, в 2014 г. – 1-е последствие, 2015 г. – 2-е последствие, в 2016 г. – 3-е последствие.

Для установления характера влияния элементов питания в почве на урожайность и качество зерна яровой пшеницы использовали данные анализа почвенных образцов, взятых до посева культуры по вариантам с приемами основной обработки почвы и предшественникам. Учет урожая проводили сноповым методом в трехкратной повторности с последующим определением урожайности и качества зерна яровой пшеницы.

В почвенных образцах нитратный азот (N-NO₃) определяли с дисульфифеноловой кислотой, аммонийный азот (N-NH₄) – с реактивом Несслера, подвижный фосфор и обменный калий – по Чирикову, влажность почвы – весовым методом [13].

Для определения влияния факторов эффективного плодородия почвы на урожайность и качество зерна яровой пшеницы использовали метод информационно-логического анализа, предложенный Ю.Т. Пузаченко, А.В. Мошкиным [14] и примененный в почвоведении Ю.Т. Пузаченко, Л.О. Карпачевским, Н.А. Взнуздаевым [15], Л.М. Бурлаковой [16].

Результаты и их обсуждение

Анализ эффективности каналов связи между факторами эффективного плодородия почвы, урожайностью и качеством зерна (табл. 1) показал высокую степень влияния гидротермического коэффициента на содержание сырой клейковины в зерне (C_{сыр. клейковины}) – 0,4369. На урожайность зерна (У_{зерна}) большее влияние оказало содержание в почве подвижного фосфора – 0,1286.

По силе влияния на урожайность и качество зерна яровой пшеницы изучаемые факторы можно расположить в следующие убывающие ряды:

$$C_{\text{сыр. клейковины}}: \text{ГТК}_2 > \text{N-NO}_3 > \text{K}_2\text{O} > \text{P}_2\text{O}_5 > \text{N-NH}_4 > \text{ОП} > \text{СУ};$$

$$U_{\text{зерна}}: \text{P}_2\text{O}_5 > \text{N-NO}_3 > \text{N-NH}_4 > \text{K}_2\text{O} > \text{СУ} > \text{ГТК}_2 > \text{ОП}.$$

Таблица 1

Эффективность каналов связи (K_{эф}) между факторами эффективного плодородия почвы, урожайностью и качеством зерна, бит

Факторы	Содержание сырой клейковины в зерне	Урожайность зерна
N-NO ₃	0,2699	0,1096
N-NH ₄	0,1206	0,1022
P ₂ O ₅	0,1369	0,1286
K ₂ O	0,1975	0,0968
ГТК ₂	0,4369	0,0467
Обработка почвы (ОП)	0,0564	0,0413
Сидеральные удобрения (СУ)	0,0396	0,0547

Применение информационно-логического анализа в исследованиях позволило выявить специфичные (наиболее вероятные) состояния урожайности и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от содержания подвижных питательных веществ в почве до посева культуры, гидротермических условий вегетационного периода, приемов основной обработки почвы и сидеральных удобрений (табл. 2).

Результаты исследований позволили установить, что высокому накоплению сырой клейковины в зерне – более 50% (7-й ранг) способствуют погодные условия, сложившиеся при ГТК₂ менее 0,8. Повышение урожайности зерна было отмечено в годы при ГТК₂ от 1,0 до 1,2 (7-й ранг урожайности). Погодные условия вегетации, сложившиеся при ГТК₂ более 1,2, способствуют снижению урожайности и качества зерна.

Уровень питания, сложившийся при содержании в почве нитратного азота до посева культуры от 18 до более 28 мг/кг, способствовал высокому накоплению сырой клейковины в зерне – более 50% (7-й ранг). Содержание в почве аммонийного азота от 25 до 30 мг/кг, подвижного фосфора от 30 до 40 мг/100 г и обменного калия до 25 мг/100 г повысило содержание сырой клейковины в зерне лишь до 6-го ранга – 45-50%. Повышению урожайности зерна (более 2,5 т/га – 7-й ранг) способствовало содержание в почве нитратного азота от 8 до 13 мг/кг, аммонийного азота – от 20 до 25 мг/кг, подвижного фосфора – в пределах 40-50 мг/100 г и обменного калия – 25-35 мг/100 г.

Сравнительный анализ влияния приемов основной обработки почвы на урожайность

и качество зерна яровой пшеницы показал высокое содержание в зерне сырой клейковины – до 50% (6-й ранг) и большую урожайность зерна – более 2,5 т/га (7-й ранг) на фоне применения поверхностной обработки почвы дисковой бороной.

На вариантах с применением сидеральных удобрений высокая урожайность зерна сформировалась на фоне вико-овсяной смеси – более 2,5 т/га (7-й ранг). Чистый пар способствовал большему накоплению сырой клейковины в зерне – до 50%.

Зависимость урожайности и качества зерна яровой пшеницы от содержания в

почве элементов минерального питания до посева культуры ($N-NO_3$, $N-NH_4$, P_2O_5 , K_2O), гидротермических условий вегетации ($ГТК_2$), приемов основной обработки почвы (ОП) и сидеральных (СУ) удобрений по каналам связи может быть выражена следующей логической формулой (модель продуктивности яровой пшеницы и качества зерна), имеющей нелинейный (х) характер связи:

$$C_{\text{сыр. клейковины}} : ГТК_2 \times N-NO_3 \times x((K_2O \times P_2O_5 \times N-NH_4) \times ОП \times СУ); \quad (1)$$

$$U_{\text{зерна}} : P_2O_5 \times (N-NO_3 \times N-NH_4 \times K_2O \times x(СУ \times ГТК_2 \times ОП)). \quad (2)$$

Таблица 2

Специфичные состояния урожайности и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от факторов эффективного плодородия почвы

Факторы		Содержание сырой клейковины в зерне, %	Ранг	Урожайность зерна, т/га	Ранг
ГТК ₂	<0,8	>50	7	0,5-0,9	2
	0,8-1,0	45-50	6	0,5-0,9	2
	1,0-1,2	23-30	2	>2,5	7
	>1,2	23-30	2	<0,5	1
N-NO ₃ , мг/кг до посева	<3	<25	1	1,3-1,7	4
	3-8	25-30	2	1,3-1,7	4
	8-13	35-40	4	>2,5	7
	13-18	35-40	4	1,7-2,1	5
	18-23	>50	7	0,5-0,9	2
	23-28	>50	7	0,5-0,9	2
	>28	>50	7	0,5-0,9	2
N-NH ₄ , мг/кг до посева	<15	30-35	3	<0,5	1
	15-20	45-50	4	0,5-0,9	2
	20-25	35-40	4	>2,5	7
	25-30	45-50	6	1,3-1,7	4
	30-35	35-40	4	1,3-1,7	4
	35-40	30-35	3	0,5-0,9	2
	>40	25-30	2	0,5-0,9	2
P ₂ O ₅ , мг/100 г до посева	<20	40-45	3	1,7-2,1	2
	20-30	35-40	4	<0,5	2
	30-40	45-50	6	0,9-1,3	3
	40-50	35-40	4	>2,5	7
	50-60	25-30	2	2,1-2,5	6
	60-70	25-30	2	0,9-1,3	3
	>70	25-30	2	<0,5	1
K ₂ O, мг/100 г до посева	<15	45-50	6	0,5-0,9	2
	15-25	45-50	6	1,3-1,7	4
	25-35	40-45	5	>2,5	7
	35-45	40-45	5	2,1-2,5	6
	45-55	25-30	2	1,3-1,7	4
	55-65	25-30	2	0,9-1,3	3
	>65	25-30	2	0,9-1,3	3
Приемы основной обработки почвы	ПН 5-35 (25-27 см)	30-35	3	1,7-2,1	5
	БДТ-7,0 (8 см)	45-50	6	>2,5	7
	КПГ-250 (25-27 см)	<25	1	<0,5	1
Сидеральные удобрения	Пар чистый	45-50	6	<0,5	1
	Вико-овсяная смесь	<25	1	>2,5	7
	Рапс	<25	1	2,1-2,5	6
	Просо	30-35	3	2,1-2,5	6

При использовании конкретных приемов основной обработки почвы и сидеральных удобрений при определенном уровне минерального питания до посева культуры в сложившихся гидротермических условиях вегетации с помощью полученных моделей (1) и (2) можно прогнозировать величину урожайности и содержания сырой клейковины в зерне яровой пшеницы.

Сравнительный анализ десяти вариантов урожайности и качества зерна яровой пшеницы, рассчитанных с помощью представленных нами моделей (1) и (2), при использовании различных приемов основной обработки почвы, сидеральных удобрений, гидротермических условий вегетации и уровня минерального питания по специфическим состояниям с реально полученными (фактическими) результатами позволил оценить прогнозирующую способность модели урожайности и содержания сырой клейковины в зерне.

Проверка представленной нами логической формулы (1) показала, что содержание сырой клейковины в зерне (рассчитанное по формуле) обеспечивает безошибочный прогноз в 50%. Логическая формула (2) обеспечивает безошибочный прогноз в 60%. Прогноз с отклонением в 1 ранг представленных нами формул (1) и (2) составил 90%.

Выводы

1. На содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы определяющее влияние оказывают гидротермические условия вегетации и содержание нитратного азота в почве. Урожайность зерна в большей степени зависит от уровня минерального питания.

2. Теплые засушливые годы при ГТК₂ менее 0,8 способствуют повышению содержания сырой клейковины в зерне. Урожайность зерна увеличивается в годы с прохладным нормально увлажненным вегетационным периодом при ГТК₂ от 1,0 до 1,2. При ГТК₂ более 1,2 урожайность и качество зерна снижаются.

3. Содержание сырой клейковины в зерне повышается на фоне чистого пара. Применение в качестве сидеральных удобрений вико-овсяной смеси способствует формированию большей урожайности зерна.

4. Полученные модели продуктивности яровой пшеницы и качества зерна позволяют прогнозировать урожайность яровой пшеницы и содержание сырой клейковины в зерне при выборе приемов основной обработки почвы и сидеральных удобрений с

учетом погодных условий вегетации и уровня минерального питания до посева культуры.

Библиографический список

1. Коробейников А.М. Оценка эффективности регионального развития // Особенности стратегического планирования развития городов в постсоветских странах. – Пермь, 2002. – 239 с.

2. Ермохин Ю.И., Бобренко И.А. Оптимизация сельскохозяйственных культур (на основе системы «ПРОД»): монография. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. – 284 с.

3. Кириллов К.А., Волков А.И. Минимизация обработки почвы при возделывании зерновых культур в Чувашской Республике // Земледелие. – 2008. – № 4. – С. 30-31.

4. Каличкин В.К. Минимальная обработка почвы в Сибири: проблемы и перспективы // Земледелие. – 2008. – № 5. – С. 24-27.

5. Скорочкин Ю.П. Сидеральный пар и солома – элементы биологизации земледелия в условиях Северо-Восточной части ЦЧР // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 20-21.

6. Абрамов Н.В. Моделирование продуктивности агроэкосистем // Агропродовольственная политика России. – 2012. – № 12. – С. 2-6.

7. Шатилов И.С., Силин А.Д., Полев Н.А. Состояние и перспективы повышения плодородия почвы в Центрально-Черноземном экономическом районе РСФСР // Повышение эффективности земледелия и агропромышленного производства Белгородской области. – М.: Росагропромиздат, 1990. – С. 33-43.

8. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза / отв. ред. Р.В. Ковалев. – Новосибирск, 1984. – 198 с.

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

10. Пивоварова Е.Г. Подвижные питательные вещества в почвах, их роль в почвообразовании и продуктивности агроценозов: автореф. дис. ... докт с.-х. наук. – Барнаул, 2006. – 42 с.

11. Совриков А.Б. Мобилизация подвижных питательных веществ и оптимизация минерального питания яровой пшеницы на черноземах Уймонской котловины Респуб-

лики Алтай: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Барнаул, 2004. – 19 с.

12. Пивоварова Е.Г. Моделирование агрохимических свойств в почве: учебно-методическое пособие по курсу «Методы агрохимических исследований» / под общ. ред. д.с.-х.н., проф. Г.Г. Морковкина. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2015. – 57 с.

13. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1970. – 491 с.

14. Пузаченко Ю.Т., Мошкин А.В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях // Итоги науки и техники. Сер. Мед. география. – М.: ВИНТИ, 1969. – Т. 3. – С. 5-71.

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

16. Бурлакова Л.М. Оптимизация минерального питания яровой пшеницы на основе информационно-логической модели урожайности // Разработка систем и технологий применения удобрений, обеспечивающих расширенное воспроизводство почвенного плодородия и получения планируемых урожаев высокого качества: матер. Всесоюзн. совещ. межвуз. координац. совета по агрохимии. – Алма-Ата, 1990. – С. 47-51.

References

1. Korobeynikov A.M. Otsenka effektivnosti regionalnogo razvitiya // Osobennosti strategicheskogo planirovaniya razvitiya gorodov v postsovetskikh stranakh. – Perm, 2002. – 239 s.

2. Ermokhin Yu.I., Bobrenko I.A. Optimizatsiya selskokhozyaystvennykh kultur (na osnove sistemy «PROD»): monografiya. – Omsk. Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2005. – 284 s.

3. Kirillov K.A., Volkov A.I. Minimizatsiya obrabotki pochvy pri vozdeleyanii zernovykh kultur v Chuvashskoy Respublike // Zemledelie. – 2008. – № 4. – С. 30-31.

4. Kalichkin V.K. Minimalnaya obrabotka pochvy v Sibiri: problemy i perspektivy // Zemledelie. – 2008. – № 5. – С. 24-27.

5. Skorochkin Yu.P. Sideralnyy par i soloma – elementy biologizatsii zemledeliya v usloviyakh Severo-Vostochnoy chasti TsChR // Zemledelie. – 2011. – № 3. – С. 20-21.

6. Abramov N.V. Modelirovanie produktivnosti agroekosistem // Agroproduktivnostvonnaya politika Rossii. – 2012. – № 12. – С. 2-6.

7. Shatilov I.S., Silin A.D., Polev N.A. Sostoyanie i perspektivy povysheniya plodorodiya pochvy v Tsentralno-Chernozemnom ekonomicheskom rayone RSFSR // Povyshenie effektivnosti zemledeliya i agropromyshlennogo proizvodstva Belgorodskoy oblasti. – М.: Rosagropromizdat, 1990. – С. 33-43.

8. Burlakova L.M. Plodorodie Altayskikh chernozemov v sisteme agrotsenoza / otv. red. R.V. Kovalev. – Novosibirsk, 1984. – 198 s.

9. Krupkin P.I., Toptygin V.V. Sovershenstvovanie sposobov bonitirovki pochv (na primere Krasnoyarskogo kraya) // Pochvovedenie. – 1999. – № 12. – С. 1481-1491.

10. Pivovarova E.G. Podvizhnye pitatelnye veshchestva v pochvakh, ikh rol v pochvoobrazovanii i produktivnosti agrotsenzov: avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk. – Barnaul, 2006. – 42 s.

11. Sovrikov A.B. Mobilizatsiya podvizhnykh pitatelnykh veshchestv i optimizatsiya mineralnogo pitaniya yarovoy pshe-nitsy na chernozemakh Uymonskoy kotloviny Respubliki Altay: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul, 2004. – 19 s.

12. Pivovarova E.G. Modelirovanie agrokhimicheskikh svoystv v pochve: uchebno-metodicheskoe posobie po kursu «Metody agrokhimicheskikh issledovaniy» / pod obshch. red. d.s.-kh.n., prof. G.G. Morkovkina. – Barnaul: RIO Altayskogo GAU, 2015. – 57 s.

13. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. – М.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1970. – 491 s.

14. Puzachenko Yu.T., Moshkin A.V. Informatsionno-logicheskiy analiz v mediko-geograficheskikh issledovaniyakh // Itogi nauki i tekhniki. Ser. med. geografiya. T. 3. – М.: VINITI, 1969. – С. 5-71.

15. Puzachenko Yu.T., Karpachevskiy L.O., Vznuzdaev N.A. Vozmozhnosti primeneniya informatsionno-logicheskogo analiza pri izuchenii pochvy. – М.: Nauka, 1970. – С. 103-121.

16. Burlakova L.M. Optimizatsiya mineralnogo pitaniya yarovoy pshe-nitsy na osnove informatsionno-logicheskoy modeli urozhaynosti // Razrabotka sistem i tekhnologiy primeneniya udobreniy, obespechivayushchikh rashirennoe vosproizvodstvo pochvennogo plodorodiya i polucheniya planiruemykh urozhav vysokogo kachestva: mater. Vsesoyuzn. soveshch. mezhvuz. koordinats. soveta po agrokhimii. – Alma-Ata, 1990. – С. 47-51.

