

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ И ВНЕСЕНИЯ УСРЕДНЕННОЙ НОРМЫ
АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

S. V. Sherstobitov, N. V. Abramov

THE EFFECT OF SOIL HETEROGENEITY AND THE INTRODUCTION OF AN AVERAGE RATE
OF NITROGEN FERTILIZERS ON THE YIELD OF SPRING WHEAT

Шерстобитов Сергей Владимирович – канд. с.-х. наук, доц. каф. почвоведения и агрохимии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень.

E-mail: sv5888857@yandex.ru

Абрамов Николай Васильевич – д-р с.-х. наук, проф., зав. каф. почвоведения и агрохимии Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень.

E-mail: vip.anv.55@mail.ru

Sherstobitov Sergey Vladimirovich – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Northern Trans-Urals State Agrarian University, Tyumen.

E-mail: sv5888857@yandex.ru

Abramov Nikolay Vasilyevich – Dr. Agr. Sci., Prof., Head Chair of Soil Science and Agrochemistry, Northern Trans-Urals State Agrarian University, Tyumen.

E-mail: vip.anv.55@mail.ru

Цель исследований – установить интервал вариабельности содержания $N-NO_3$ в слое почвы 0–40 см по элементарным участкам поля, его связь с формированием урожайности яровой пшеницы для перехода на дифференцированное внесение аммиачной селитры в режиме off-line при посеве с использованием систем спутниковой навигации. На варианте без внесения минеральных удобрений внутривариационные колебания содержания нитратного азота составили 7,9–23,3 %. На полях с высоким потенциальным плодородием чернозема выщелоченного получена хорошая урожайность яровой пшеницы даже без внесения минеральных удобрений – 3,38–4,65 т/га. При этом колебания ее по элементарным участкам достигали от 2,86 до 4,77 т/га. Между содержанием $N-NO_3$ в слое почвы 0–40 см перед посевом и урожайностью яровой пшеницы установлена средняя и высокая корреляционная связь $r = 0,52–0,97$. Применение удобрений традиционным способом (средняя норма на поле) снижало вариабельность содержания нитратного азота до 4,3–10,4 %, а урожайность яровой пшеницы на фоне минеральных удобрений достигала 3,69–4,98 т/га с колебаниями по элементарным участкам от 3,50 до 5,59 т/га. Корреляция урожайности и со-

держания нитратного азота имела среднюю связь ($r = 0,49$), а по годам корреляционная связь наблюдалась от слабой ($r = 0,13$) до высокой ($r = -0,91$). Данные исследований свидетельствуют о целесообразности перехода на дифференцированное внесение азотных удобрений по элементарным участкам в режиме off-line с использованием систем спутниковой навигации даже на полях с высоким потенциальным плодородием.

Ключевые слова: яровая пшеница, точное земледелие, вариабельность, выравненность, нитратный азот, аммиачная селитра.

The purpose of the researches was to establish the interval of variability of the content of $N-NO_3$ in the layer of the soil of 0–40 cm on elementary sites of the field, its connection with the formation of productivity of spring wheat for the transition to differentiated introduction of ammonium nitrate in the off-line mode in the crops with using the systems of satellite navigation. On the option without introduction of mineral fertilizers internal field fluctuations of the content of nitrate nitrogen made 7.9–23.3 %. On the fields with high potential fertility of chernozem luxuriant good productivity of spring wheat even without introduction of mineral fertilizers equal to 3.38–4.65 t/hectare was received.

Thus fluctuations on elementary sites reached from 2.86 to 4.77 t/hectare. Between the content of N-NO₃ in the layer of the soil of 0–40 cm before seeding and spring wheat productivity average and high correlation connection of $r = 0.52–0.97$ was established. Using fertilizers in traditional way (average norm in the field) reduced the variability of the content of nitrate nitrogen by 4.3–10.4 %, and the productivity of spring wheat against mineral fertilizers reached 3.69–4.98 t/hectare with fluctuations on elementary sites from 3.50 to 5.59 t/hectare. The correlation of productivity and the content of nitrate nitrogen had average connection ($r = 0.49$), and by the years the correlation was observed from weak ($r = 0.13$) to high ($r = -0.91$). The data of the researches testify to the expediency of the transition to differentiated introduction of nitric fertilizers on elementary sites in off-line mode using the systems of satellite navigation even on the fields with high potential fertility.

Keywords: *spring wheat, precision farming, variability, alignment, nitrate nitrogen, ammonium nitrate.*

Введение. В условиях Тюменской области применяют передовые технологии в системе земледелия [12, 13], высевают районированные сорта с высокими показателями качества [9, 11, 16]. Необходимо уделять внимание агрохимическому обследованию почв, текущей нитрификации, расчету доз удобрений на планируемую урожайность [6 – 8, 10].

Азот в почвах Тюменской области находится в минимуме среди макроэлементов, что связано с малогумусностью почв и высокой его подвижностью в нитратной и газообразной форме. Он входит в состав белков, хлорофилла, ферментов, витаминов, оказывает влияние на формирование урожайности культур и качество продукции [5].

Известно три формы азота: амидная, аммонийная, нитратная, – последняя форма, как правило, достаточно хорошо характеризует ситуацию обеспеченности растений азотным питанием [5, 8]. Почвам Западной Сибири характерен широкий диапазон пространственной изменчивости N-NO₃ в агроландшафтах.

Традиционный подход в расчете потребности в минеральных удобрениях и внесение их с усредненной нормой по полю, как правило, не приводит к ожидаемым результатам. Нами

предложена методика составления агрохимических картограмм и технология дифференцированного внесения азотных удобрений по элементарным участкам поля при посеве в режиме off-line с применением (систем спутниковой навигации) БНК «Агронавигатор» в комплекте с линейным электроактуатором [1, 2, 17, 18, 20].

Дифференцированное внесение минеральных удобрений успешно внедрено в хозяйствах Тюменской, Свердловской, Оренбургской областях и Краснодарском крае более чем на 300 тыс. га.

По мнению ученых В. В. Якушева, В. Г. Сычева, Р. А. Афанасьева, Е. А. Семенова, применение средств химизации с использованием космических систем является перспективным направлением в точном земледелии и может реально управлять производственными процессами в агроценозах [3, 4, 14, 15, 19].

Однако у товаропроизводителей аграрного сектора встает вопрос, при каком уровне variability почвенного плодородия целесообразно применение дифференцированного внесения минеральных удобрений. Особый интерес проявляют хозяйствующие субъекты АПК, у которых в структуре почвенного покрова основная доля приходится на черноземы, серые лесные почвы – то есть почвы с высоким потенциальным плодородием.

Цель исследований: установить интервал variability содержания N-NO₃ в слое почвы 0–40 см по элементарным участкам поля, его связь с формированием урожайности яровой пшеницы для перехода на дифференцированное внесение аммиачной селитры в режиме off-line при посеве с использованием систем спутниковой навигации.

Материалы и методы исследований. Научно-производственные опыты были заложены в АО ПЗ «Учхоз ГАУ Северного Зауралья». Почва опытных полей чернозем выщелоченный, в комбинации с темно-серыми лесными почвами и пятнами солодей. Содержание гумуса – от 6,0 до 8,0 %, рН солевой вытяжки – 6,0–7,0 ед., подвижного фосфора – от 110,0 до 160,0 мг/кг почвы, обменного калия – от 111,0 до 128,0 мг/кг почвы. Эти почвы, благодаря научно обоснованной системе земледелия, имеют высокий уровень агрохимических, водно-физических показателей плодородия. Нитратный азот определяли в ранневесенний период по ГОСТ 26951-86. Рассчитывали пестроту (коэффициент вариации)

для выявления степени выраженности неоднородности нитратного азота по элементарным участкам в варианте (V, %), коэффициент корреляции (r) для определения степени связей между урожайностью и содержанием нитратного азота, обработку данных вели в программных продуктах Snedecor и Excel, интерпретация данных – по Б. А. Доспехову. Агротехника опыта описана нами в более ранних работах [2, 17, 18].

Отбор почвенных образцов проводили в ранневесенний период в слое почвы 0–40 см тростью Осипова с географической привязкой к местности (ручной навигатор Garmin). На контроле не вносили минеральные удобрения, а при традиционном способе внесения рассчитывали методом элементарного баланса по каждому элементарному участку. Усредненную норму вносили по варианту при посеве яровой пшеницы.

Результаты исследований и их обсуждение. На контрольном варианте в 2017 г. содержание N-NO₃ в слое 0–40 см перед посевом яровой пшеницы было низким – 7,8 мг/кг почвы (по Кочергину, 1984). Коэффициент пространственной вариации N-NO₃ составил 7,9 %, что свидетельствует о незначительной пестроте признака.

Однако даже при низкой пространственной вариабельности нитратного азота в весенний период корреляционная связь его содержания с урожайностью яровой пшеницы была сильной (r = 0,97). Это подтверждают фактические данные содержания N-NO₃ в почве и продуктивность яровой пшеницы (табл. 1, 2). Так, в 2017 г. при самых низких значениях нитратного азота в 7,1 мг/кг почвы на элементарном участке № 11 получена и самая низкая урожайность яровой пшеницы – 2,86 т/га.

При относительно самом высоком содержании N-NO₃ – 8,3 мг/кг почвы на элементарном участке № 10 получена самая высокая урожайность – 3,94 т/га.

Степень неоднородности содержания нитратного азота в 2018 г. была значительной, внутривариантная вариабельность N-NO₃ перед посевом составила 23,3 %. На элементарном участке № 5 при наибольшем содержании азота получена самая высокая урожайность яровой пшеницы – 3,74 т/га. На данном поле установлена средняя корреляционная связь (r = 0,64) между содержанием N-NO₃ в слое почвы 0–40 см и урожайностью яровой пшеницы.

Таблица 1

Содержание нитратного азота в слое почвы 0–40 см, мг/кг почвы, и его пространственная вариабельность, %

Вариант	2017 г. (поле № 63)		2018 г. (поле № 76)		2019 г. (поле № 65)	
	Номер элементарного участка	N-NO ₃	Номер Элементарного участка	N-NO ₃	Номер Элементарного участка	N-NO ₃
B1	7	7,9	7	4,0	3	11,2
	10	8,3	5	6,0	18	9,8
	11	7,1	14	4,2	7	11,8
	Среднее	7,8	Среднее	4,7	Среднее	10,9
	Max	8,3	Max	6,0	Max	11,8
	Min	7,1	Min	4,0	Min	9,8
	Вариабельность, %	7,9	Вариабельность, %	23,3	Вариабельность, %	9,4
B2	5	9,8	11	4,4	9	12,0
	12	9,1	2	4,2	4	11,5
	14	9,1	15	3,7	20	9,8
	Среднее	9,3	Среднее	4,1	Среднее	11,1
	Max	9,8	Max	4,4	Max	12,0
	Min	9,1	Min	3,7	Min	9,8
	Вариабельность, %	4,3	Вариабельность, %	8,8	Вариабельность, %	10,4

Примечание: B1 – контроль (без внесения удобрений); B2 – традиционный способ внесения (средняя доза аммиачной селитры по полю-варианту).

В условиях 2019 г. на поле № 65 без внесения минеральных удобрений внутривариантная

вариация содержания N-NO₃ была 9,4 %, пестрота признака незначительная, выравненность

его значительная. При средней обеспеченности нитратным азотом 10,9 мг/кг почвы корреляция между урожайностью и содержанием N-NO₃ перед посевом яровой пшеницы была средняя ($r = -0,52$). Минимальное содержание N-NO₃

9,8 мг/кг почвы было установлено на участке № 18, максимальное – 11,8 мг/кг почвы на участке № 7. В среднем по варианту обеспеченность нитратным азотом низкая по Кочергину при содержании 11,8 мг/кг почвы.

Таблица 2

Урожайность яровой пшеницы, т/га, и ее пространственная вариабельность, %

Вариант	2017 г. (поле № 63)		2018 г. (поле № 76)		2019 г. (поле № 65)	
	Номер элементарного участка	Урожайность, т/га	Номер элементарного участка	Урожайность, т/га	Номер элементарного участка	Урожайность, т/га
В1	7	3,34	7	3,54	3	4,49
	10	3,94	5	3,74	18	4,77
	11	2,86	14	3,01	7	4,68
	Среднее	3,38	Среднее	3,43	Среднее	4,65
	Мах	3,94	Мах	3,74	Мах	4,77
	Мин	2,86	Мин	3,01	Мин	4,49
	Вариабельность, %	16,0	Вариабельность, %	11,0	Вариабельность, %	3,1
	r	0,97	r	0,64	r	-0,52
В2	5	3,72	11	4,54	9	4,75
	12	3,86	2	4,62	4	5,59
	14	3,50	15	4,10	20	4,59
	Среднее	3,69	Среднее	4,42	Среднее	4,98
	Мах	3,86	Мах	4,62	Мах	5,59
	Мин	3,5	Мин	4,10	Мин	4,59
	Вариабельность, %	4,9	Вариабельность, %	6,3	Вариабельность, %	10,8
	r	0,13	r	0,91	r	0,44
Прибавка, т/га	–	0,31	–	0,99	–	0,33

Таким образом, на полях с высоким потенциальным плодородием черноземов, темно-серых лесных почв получены высокие урожаи яровой пшеницы без применения минеральных удобрений 2,86–4,65 т/га. При этом даже в интервале очень низкой и средней обеспеченности минеральным азотом зерновых (4,7–10,9 мг/кг почвы перед посевом) отмечено влияние его внутривидовой пестротой 7,9–23,3 % на продуктивность яровой пшеницы с вариабельностью 3,1–16,0 % по элементарным участкам. Данный факт мы объясняем особенностью формирования азотного режима в условиях Тюменской области, активизацией биологических процессов в период вегетации растений. Это подтверждает

средняя и высокая корреляционная связь ($r = 0,52-0,97$) между урожайностью яровой пшеницы и содержанием N-NO₃ в слое почвы 0–40 см.

Внесение аммиачной селитры на планируемую урожайность яровой пшеницы 3,5–4,0 т/га традиционным способом с учетом содержания нитратного азота в среднем по элементарным участкам поля: 109,0 кг/га в 2017 г.; 155 кг/га в 2018 г.; 117 кг/га в 2019 г., – позволило получить урожайность зерна яровой пшеницы 3,69; 4,42; 4,98 т/га соответственно. При этом азотные удобрения в опытах снижали уровень пространственной вариабельности содержания N-NO₃ в почвах до 4,3–10,4 %, а урожайности яровой

пшеницы – до 4,9–10,8 % по элементарным участкам. Соответственно, внесение минеральных удобрений традиционным способом со средней нормой по полю способствовало формированию продуктивности яровой пшеницы по элементарным участкам с высокой выравненностью 89,2–95,1 %.

Однако даже в сложившейся ситуации корреляционная связь между содержанием нитратного азота в почве и урожайностью яровой пшеницы колебалась по годам исследований от слабой до сильной $r = 0,13; 0,44; 0,91$.

Таким образом, применение азотных удобрений традиционным способом с усредненной нормой по полю снижает вариабельность внутрипольного содержания $N-NO_3$ по элементарным участкам до 4,3–10,4 % и урожайности яровой пшеницы – до 4,9–10,8 %.

Средняя и высокая корреляционная связь между содержанием нитратного азота в слое 0–40 см и урожайностью дает основание использовать дифференцированное внесение азотных удобрений в режиме off-line даже на высокоплодородных почвах, начиная с внутрипольной вариабельности азота 8,0 % и более.

Выводы

1. На полях с высоким потенциальным плодородием без применения минеральных удобрений, но в интервале очень низкой и средней обеспеченности нитратным азотом зерновых (4,7–10,9 мг/кг почвы) перед посевом отмечается влияние его внутрипольной пестроты 7,9–23,3 % на урожайность с ее вариабельностью 3,1–16,0 % по элементарным участкам поля.

2. Применение азотных удобрений с усредненной нормой по полю снижает вариабельность внутрипольного содержания $N-NO_3$ по элементарным участкам до 4,3–10,4 % и вариабельность урожайности яровой пшеницы по элементарным участкам до 4,8–10,8 %.

3. Зависимость формирования продуктивности яровой пшеницы от внутрипольной вариабельности $N-NO_3$ подтверждается средней и высокой корреляционной связью ($r = 0,52–0,97$) между содержанием азота в весенний период и урожайностью яровой пшеницы.

4. Средняя и высокая корреляционная связь между содержанием нитратного азота и уро-

жайностью яровой пшеницы дает основание для перехода на дифференцированное внесение азотных удобрений на высокоплодородных почвах, начиная с внутрипольной вариабельности азота, составляющей 8,0 %.

Литература

1. *Абрамов Н.В., Семизоров С.А.* Геоинформационные системы для агротехнологий высокой интенсивности // Коняевские чтения: сб. науч. тр. VI Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2018. С. 197–199.
2. *Абрамов Н.В., Шерстобитов С.В.* Дифференцированное внесение удобрений с использованием спутниковой навигации // Агрохимия. 2018. № 9. С. 40–49.
3. *Афанасьев Р.А., Беленков А.И.* Внутрипольная вариабельность плодородия почв, состояния посевов и урожайности полевых культур в точном земледелии // Фермер. Поволжье. 2016. № 4 (46). С. 36–40.
4. *Афанасьев Р.А., Иванчик В.А.* Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Нечерноземья при внесении минеральных удобрений // Плодородие. 2019. № 6 (111). С. 11–14.
5. *Гамзиков Г.П.* Агрохимия азота в агроценозах. Новосибирск, 2013. 790 с.
6. *Демиденко Г.А.* Агрохимический мониторинг сельскохозяйственных земель Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2017. № 7 (130). С. 3–9.
7. *Дёмин Е.А., Ерёмин Д.И.* Влияние минеральных удобрений на текущую нитрификацию чернозема выщелоченного под кукурузой в условиях лесостепной зоны Зауралья // Актуальные проблемы рационального использования земельных ресурсов: сб. ст. по мат-лам III Всерос. (национальной) науч.-практ. конф. / под общ. ред. С.Ф. Сухановой. с. Лесниково, 2019. С. 26–31.
8. *Ермохин Ю.И., Бобренко И.А.* Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур на основе «ПРОД». Омск, 2005. 284 с.
9. *Казак А.А., Логинов Ю.П., Ерёмин Д.И.* Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество семян сортов пшеницы в северной лесостепи Тюменской об-

- ласти // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20, № 3. С. 219–229.
10. *Конончук В.В., Гончаренко М.С.* К вопросу о расчете доз удобрений на планируемый урожай зерновых культур в Центральном Нечерноземье // Зерновое хозяйство России. 2012. № 4. С. 50–54.
 11. *Логинов Ю.П., Казак А.А.* Урожайность и качество семян сортов пшеницы Тюменская юбилейная и Тюменочка в зависимости от сроков сева и норм высева северной лесостепи Тюменской области // Вестник КрасГАУ. 2019. № 5 (146). С. 50–62.
 12. *Миллер С.С., Рзаева В.В.* Урожайность яровой пшеницы по способам обработки почвы в зернопропашном севообороте северной лесостепи Тюменской области // АгроЭкоИнфо. 2018. № 4 (34). С. 13.
 13. *Рзаева В.В.* Влияние агротехнических приемов на продуктивность культур севооборота // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (78). С. 18–20.
 14. *Семенова Е.А., Афанасьев Р.А.* Агроэкономическая эффективность применения минеральных удобрений под яровую пшеницу в условиях Зауралья // Плодородие. 2019. № 2 (107). С. 11–13.
 15. *Сычев В.Г., Афанасьев Р.А.* Робототехника в технологиях точного земледелия // Плодородие. 2016. № 3 (90). С. 2–6.
 16. *Тоболова Г.В., Летяго Ю.А., Белкина Р.И.* Оценка сортов мягкой яровой пшеницы по технологическим свойствам и биохимическим признакам // Агропродовольственная политика России. 2015. № 5 (41). С. 64–67.
 17. *Чикишев Д.В., Абрамов Н.В., Ларина Н.С.* Влияние азотных удобрений на аминокислотный состав зерна яровой пшеницы // Вестник Башкирского гос. аграр. ун-та. 2019. № 3 (51). С. 20–25.
 18. *Шерстобитов С.В.* Дифференцированное внесение азотных удобрений с использованием систем спутниковой навигации: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Всерос. науч.-исслед. ин-т агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. М., 2015. 22 с.
 19. *Якушев В.В.* Точное земледелие: теория и практика. СПб., 2016. 364 с.
- Literatura**
1. *Abramov N.V., Semizorov S.A.* Geoinformacionnye sistemy dlja agrotehnologij vysokoj intensivnosti // Konjaevskie chtenija: sb. nauch. tr. VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ekaterinburg, 2018. S. 197–199.
 2. *Abramov N.V., Sherstobitov S.V.* Differencirovannoe vnesenie udobrenij s ispol'zovaniem sputnikovoj navigacii // Agrohimiya. 2018. № 9. S. 40–49.
 3. *Afanas'ev R.A., Belenkov A.I.* Vnutripol'naja variabel'nost' plodorodija pochv, sostojanija posevov i urozhajnosti polevyh kul'tur v tochnom zemledelii // Fermer. Povolzh'e. 2016. № 4 (46). S. 36–40.
 4. *Afanas'ev R.A., Ivanchik V.A.* Urozhajnost' i kachestvo zerna jarovoj pshenicy v uslovijah Nechernozem'ja pri vnesenii mineral'nyh udobrenij // Plodorodie. 2019. № 6 (111). S. 11–14.
 5. *Gamzikov G.P.* Agrohimiya azota v agroce-nozah. Novosibirsk, 2013. 790 s.
 6. *Demidenko G.A.* Agrohimicheskij monitoring sel'skohozjajstvennyh zemel' Krasnojarskoj lesostepi // Vestnik KrasGAU. 2017. № 7 (130). S. 3–9.
 7. *Djomin E.A., Erjomin D.I.* Vlijanie mineral'nyh udobrenij na tekushhuju nitrifikaciju chernozema vyshhelochennogo pod kukuruzoj v uslovijah lesostepnoj zony Zaural'ja // Aktual'nye problemy racional'nogo ispol'zovaniya zemel'nyh resursov: sb. st. po mat-lam III Vseros. (nacional'noj) nauch.-prakt. konf. / pod obshh. red. S.F. Suhanovoj. s. Lesnikovo, 2019. S. 26–31.
 8. *Ermohin Ju.I., Bobrenko I.A.* Optimizacija mineral'nogo pitaniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur na osnove «PROD». Omsk, 2005. 284 s.
 9. *Kazak A.A., Loginov Ju.P., Erjomin D.I.* Vlijanie mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo semjan sortov pshenicy v severnoj lesostepi Tjumenskoj oblasti // Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka. 2019. Т. 20, № 3. S. 219–229.
 10. *Kononchuk V.V., Goncharenko M.S.* K voprosu o raschete doz udobrenij na planiruemyj urozhaj zemovyh kul'tur v Central'nom Nechernozem'e // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2012. № 4. S. 50–54.

11. *Loginov Ju.P., Kazak A.A.* Urozhajnost' i kachestvo semjan sortov pshenicy Tjumenskaja jubilejnaja i Tjumenochka v zavisimosti ot strokov seva i norm vysevav severnoj lesostepi Tjumenskoj oblasti // *Vestnik KrasGAU*. 2019. № 5 (146). S. 50–62.
12. *Miller S.S., Rzaeva V.V.* Urozhajnost' jarovoj pshenicy po sposobam obrabotki pochvy v zernopropashnom sevooborote severnoj lesostepi Tjumenskoj oblasti // *AgroJekolInfo*. 2018. № 4 (34). S. 13.
13. *Rzaeva V.V.* Vlijanie agrotehnicheskikh prijomov na produktivnost' kul'tur sevooborota // *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2019. № 4 (78). S. 18–20.
14. *Semenova E.A., Afanas'ev R.A.* Agrojekonomicheskaja jeffektivnost' primenenija mineral'nyh udobrenij pod jarovuju pshenicu v uslovijah Zaural'ja // *Plodorodie*. 2019. № 2 (107). S. 11–13.
15. *Sychev V.G., Afanas'ev R.A.* Robototehnika v tehnologijah tochnogo zemledelija // *Plodorodie*. 2016. № 3 (90). S. 2–6.
16. *Tobolova G.V., Letjago Ju.A., Belkina R.I.* Ocenka sortov mjagkoj jarovoj pshenicy po tehnologicheskim svojstvam i biohimicheskim priznakam // *Agroprodovol'stvennaja politika Rossii*. 2015. №5 (41). S. 64–67.
17. *Chikishev D.V., Abramov N.V., Larina N.S.* Vlijanie azotnyh udobrenij na aminokislotnyj sostav zerna jarovoj pshenicy // *Vestnik Bashkirskogo gos. agrar. un-ta*. 2019. № 3 (51). S. 20–25.
18. *Sherstobitov S.V.* Differencirovannoe vnesenie azotnyh udobrenij s ispol'zovaniem sistem sputnikovoj navigacii: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk / *Vseros. nauch.-issled. in-t agrohimii im. D.N. Prjanishnikova*. M., 2015. 22 s.
19. *Jakushev V.V.* Tochnoe zemledelie: teorija i praktika. SPb., 2016. 364 s.

