

# АГРОНОМИЯ

УДК 631.8.022.3(631.816)  
DOI: 10.53083/1996-4277-2022-213-7-5-10

А.В. Яковлев  
A.V. Yakovlev

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ

### INFLUENCE OF FERTILIZERS ON NUTRIENT REMOVAL BY SPRING WHEAT IN THE FOOTHILL ZONE

**Ключевые слова:** яровая мягкая пшеница, минеральные удобрения, вынос, баланс элементов питания.

Под влиянием жидких азотных и комплексных жидких и твердых минеральных удобрений в среднем за 2 года получена урожайность зерна 5,97-6,59 т/га с приростом урожайности 47,0-62,3% относительно контроля с урожайностью 4,06 т/га. Наибольшая урожайность обеспечивается внесением КАС-32 150 л/га с сульфатом аммония 60 кг/га и с аммофосом 100 кг/га, а также при внесении КАС-32 с сульфатом магния 150 л/га + ЖКУ 100 л/га и сульфоаммофоса 100 кг/га. Под влиянием этих сочетаний удобрений повышается содержание белка до 11,6-11,7%, против 9,3% на контроле, а содержание клейковины – до 22,5-24,0% против 17,8 на контроле. Под влиянием удобрений зерно относится к 3-му классу, кроме 4-го класса на контроле. Рост урожайности обусловлен улучшением питательных режимов и увеличением их потребления яровой пшеницей. Так, потребление азота повышается с 1,4 до 1,64-2,43% и серы – с 0,06 до 0,08-0,09%. Потребление фосфора и калия находится на уровне контроля. Установлено, что при внесении удобрений вынос всех элементов питания превышает контроль и в ряде случаев характеризуется отрицательным балансом азота и калия. По фосфору и сере баланс по всем вариантам положительный. В дальнейшем необходимо изучить сочетание удобрений с более высокими дозами азота и калия.

**Keywords:** spring soft wheat, mineral fertilizers, nutrient removal, nutrient balance.

Under the influence of liquid nitrogen and complex liquid and solid mineral fertilizers, on average for 2 years, grain yield of 5.97-6.59 t ha was obtained with a yield gain of 47.0-62.3% compared to the control with the yield of 4.06 t ha. The highest yield is ensured by the application of urea-ammonia liquor KAS-32 150 L ha with ammonium sulfate 60 kg ha and NPK fertilizer 100 kg ha as well as the application of KAS-32 with magnesium sulfate 150 L ha + liquid complex fertilizer 100 L ha and ammonium-phosphate-sulfate 100 kg ha. Under the influence of these fertilizer combinations, the protein content increases to 11.6-11.7% compared to 9.3% in the control, and the gluten content to 22.5-24.0% compared 17.8% in the control. Under the influence of fertilizers, the grain belongs to the 3rd class except for the 4th class in the control. The increase in yields is due to the improvement of nutrient regimes and increase of nutrient consumption by spring wheat. Nitrogen consumption increases from 1.4 to 1.64-2.43% and sulfur - from 0.06 to 0.08-0.09%. Phosphorus and potassium consumption is at the level of the control. It has been found that at fertilizer application, the removal of all nutrients exceeds the control and in some cases is characterized by a negative balance of nitrogen and potassium. Regarding phosphorus and sulfur, the balance is positive in all variants. In the future, it is necessary to study the fertilizer combinations with higher rates of nitrogen and potassium.

**Яковлев Артем Вячеславович**, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: artem\_yakovlev\_1995@inbox.ru.

**Yakovlev Artem Vyacheslavovich**, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: artem\_yakovlev\_1995@inbox.ru.

#### Введение

Яровая пшеница во все фазы роста предъявляет высокие требования к наличию в почве питательных элементов, составляющих основу минерального питания культуры. Накоплению

белка способствуют азот и сера, фосфор усиливает рост корневой системы, калий принимает активное участие в формировании вегетативной массы растения. Для получения высокой урожайности пшеницы существенную роль играют и

микроэлементы [1-3]. Для разработки научно обоснованной и рациональной системы удобрений стоит учитывать баланс основных элементов питания в почве и их вынос с яровой пшеницей [4, 5]. Под выносом питательных элементов из почвы имеем в виду количество питательных элементов, отчуждаемых из почвы урожаем основной и побочной продукции яровой пшеницы на единицу площади [6].

Идеи о возврате в почву химических элементов, отчуждаемых растениями, процветали в научных трудах Ю. Либиха, Ж. Б. Буссенго и других родоначальников агрохимии, что побудило исследователей к применению химического анализа почв и растений [7]. На практике во многих случаях расчетные дозы удобрений не совпадают с оптимальными, полученными в полевых опытах. Данные по выносу сильно варьируют в зависимости от изменения почвенно-климатических условий, сортовых особенностей, уровня культуры земледелия и т.д. [8, 9].

Также стоит уделить внимание эффекту от внесения серосодержащих удобрений при посеве пшеницы, что имеет большое значение, так как сера играет важную роль в жизнедеятельности растений и оказывает влияние на хлебопекарные свойства зерна [10].

**Цель исследований** – изучить влияние разных сочетаний жидких азотных с добавлением сульфата аммония и сульфата магния, жидких и твердых комплексных удобрений на вынос элементов питания урожаем яровой пшеницы при возделывании культуры при системе No-till. Отчасти данный вопрос исследовался в работе А.В. Борзина и С.Н. Черепанова [11].

#### **Объекты и методы исследований**

В условиях Предгорной зоны (Целинный район) на черноземах выщелоченных среднегумусных, в течение 2 лет (в 2020 и 2021 г.), были проведены исследования по локальному внесению разных сочетаний удобрений. Выращивался сорт яровой пшеницы Буран. Предшественник яровая пшеница.

Почва опытного участка с содержанием гумуса 4,8-6,3% характеризуется слабокислой и близкой к нейтральной реакцией среды – 5,4-5,7 (рНс), средней и повышенной обеспеченностью нитратным азотом ( $\text{NO}_3$ ) – 18,8-26,5 мг/кг, повышенным и высоким содержанием подвижного фосфора ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – 118-162 мг/кг и повышенным содержанием обменного калия ( $\text{K}_2\text{O}$ ) –

96-110 мг/кг. Производственный полевой опыт заложен по схеме:

- 1) контроль (без удобрения);
- 2) КАС-32 с сульфатом аммония 200 кг/га + диаммофоска 150 кг/га ( $\text{N}_{112}\text{P}_{39}\text{K}_{39}\text{S}_{14}$ );
- 3) КАС-32 с сульфатом аммония 150 л/га + аммофоса 100 кг/га ( $\text{N}_{88}\text{P}_{52}\text{S}_{14,4}$ );
- 4) КАС-32 с сульфатом магния 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфаммофос 100 кг/га ( $\text{N}_{125}\text{P}_{20}\text{S}_{22}\text{Mg}_{10}$ ).

В сочетании введены сульфат аммония по 60 кг/га или сульфат магния по 20 кг/га.

Расчет доз удобрений производился на урожайность 5 т/га. Посевным комплексом John Deere 550 при посеве яровой пшеницы вносились твердые комплексные удобрения: сульфаммофос (NP(S) 20:20(14)), диаммофоска (NPK 10:26:26), аммофос (NP 12:52). Ликвилайзером через 3 дня после посева вносились жидкие удобрения: КАС (марка 32) и ЖКУ (NP 11:37).

Оценка достоверности результатов урожайности проведена по Б.А. Доспехову [12].

На контрасте со среднемноголетними показателями вегетационный период отличался недобором осадков, средnezасушливыми условиями и более высокой суммой температур. Гидротермический коэффициент за вегетацию в 2020-2021 гг. составил 0,71 и 0,64 соответственно, против 1,12 по норме. Так, в 2020 г. всего за вегетацию выпало 150 мм осадков против 222 мм, или 68% нормы, а за 2021 г. – 134 мм осадков, или 60% нормы. Выпадение осадков характеризовалось неравномерностью и варьировалось по месяцам. В 2020 г. в июне – 35 мм при норме 54 мм (64%), в июле – 41 мм при норме 65 мм (63%) и в августе – 32 при норме 57 мм (56%). В 2021 г. в мае 27 мм при норме 46 мм (58%), в июле – 22 мм при норме 65 мм (33%) и в августе – 30 при норме 57 мм (52%), что говорит о критическом недоборе осадков во все периоды роста и развития пшеницы. Указанная климатическая специфика оказала роль в формировании урожайности семян и их показателей качества. В этой ситуации как никогда обоснованно использование жидких минеральных удобрений, помогающих усвоению питательных веществ в периоды с небольшой влагообеспеченностью, так как влага почвы не тратится на растворение твердых удобрений, и сами удобрения позволяют эффективно расходовать влагу на построение урожая.

**Результаты исследований**

В зерне определено содержание и вынос N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, SO<sub>4</sub>. Исходя из полученных данных содержания макроэлементов, таких как азот, фосфор, калий и сера, можно отметить, что их уровень различается не только между собой, но и по вариантам (рис.).

На рисунке показаны средние за 2 года результаты содержания элементов питания и их вынос с зерном.

Как видно из рисунка, содержание азота в зерне под влиянием удобрений повысилось с 1,40 до 1,64-2,43%. Наибольшее его количество 2,43% было в зерне по сочетанию КАС-32 с сульфатом магния 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га (N<sub>125</sub>P<sub>20</sub>S<sub>22</sub>Mg<sub>10</sub>), где вносились высокие дозы азота и серы.

Вынос азота с учетом урожайности характеризуется большими различиями по вариантам.

Так, при выносе на контроле 52,2 кг/га он увеличился до 94,4-152,7 кг/га, или в 1,8-2,9 раза. Наибольший вынос также отмечен в варианте N<sub>125</sub>P<sub>20</sub>S<sub>22</sub>Mg<sub>10</sub>, в сочетании которых были азот, фосфор, сера и магний. Меньшее его значение 94,4 кг/га по варианту N<sub>112</sub>P<sub>39</sub> K<sub>39</sub>S<sub>14</sub>, где была средняя доза азота.

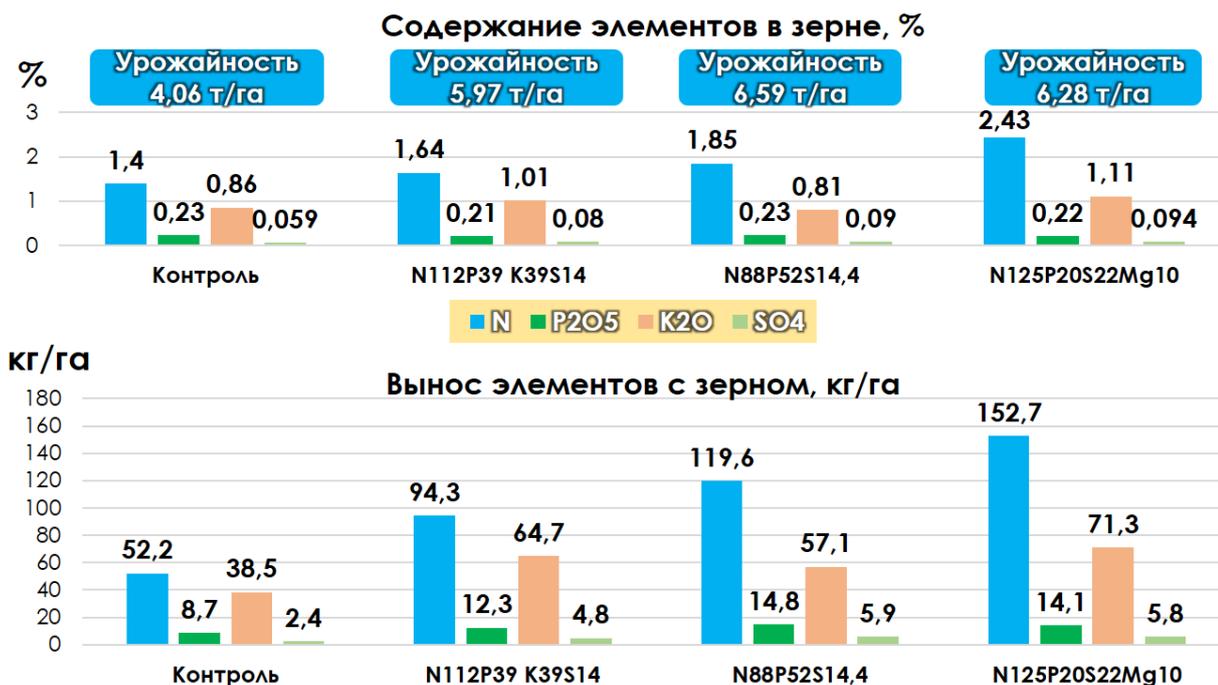
Содержание фосфора в зерне было намного ниже азота – 0,21-0,23% в большей части на уровне или ниже контроля – 0,23%. Его вынос варьировал по удобренным вариантам от 12,4

до 14,9 кг/га при 8,7 кг/га на контроле. Увеличение выноса составило 1,4-1,7 раза. Заметен сравнительно высокий вынос и его содержание по сочетаниям с высокой дозой фосфора N<sub>88</sub>P<sub>52</sub>S<sub>14,4</sub>.

Содержание K<sub>2</sub>O в зерне находится в пределах 0,81-1,11% при среднем содержании на контроле 0,86%. Известно, что калий в растениях находится в минеральной форме и может мигрировать по растению и вымываться, при выпадении осадков, в почву. По удобренным вариантам, особенно по сочетанию КАС-32 с сульфатом аммония 150 л/га + аммофоса 100 кг/га (N<sub>88</sub>P<sub>52</sub>S<sub>14,4</sub>), по которому сформировался наибольший урожай его количество в зерне было более низким – 0,81%. Вынос K<sub>2</sub>O с зерном при 38,5 кг/га на контроле повысился до 57,2-71,3 кг/га, или в 1,5-1,9 раза. Можно отметить наибольшее его значение по 4-му варианту N<sub>125</sub>P<sub>20</sub>S<sub>22</sub>Mg<sub>10</sub> с наибольшими дозами азота и серы и меньшими по фосфору.

Содержание серы в зерне по всем удобренным вариантам увеличилось с 0,059 до 0,080-0,094%, что обусловлено внесением серы с удобрениями от 14,0 до 22,0 кг/га.

Вынос серы составил 4,8-5,96 кг/га против 2,4 кг/га на контроле. Увеличение выноса произошло в 1,9-2,5 раза, наибольший отмечен по варианту N<sub>88</sub>P<sub>52</sub>S<sub>14,4</sub>.



*Рис. Действие удобрений на содержание питательных элементов в зерне и вынос элементов питания с урожаем, среднее за 2020-2021 гг.*

О действии вносимых удобрений на уровень плодородия почв судят по балансу элементов питания. В таблице приведены результаты количества внесенных и отчуждаемых с урожаем зерна элементов в среднем за 2 года.

Сравнивая количество внесенного азота с удобрениями, которое было равно по вариантам 88; 112; 125 кг/га д.в. с выносом азота с зерном, соответственно, равному 119; 94; 152 кг/га, следует отметить, что положительный баланс азота +27,9 кг/га только по сочетанию КАС-32 с сульфатом аммония 200 кг/га + диаммофоска 150 кг/га, в остальных вариантах он достаточно напряженный и равен от -38,3 до -48,0 кг/га.

Сопоставляя дозы фосфора в сочетаниях и вынос с зерном, можно отметить, что по всем вариантам вносимая доза восполняла отчуждаемое количество фосфора. Менее сбалансированным +6,2 кг/га по фосфору было сочетание КАС-32 с сульфатом магния 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га, которое содержит меньшее количество кг/га д.в. фосфора в сравнении с другими сочетаниями, но по другим вариантам баланс фосфора был от +28,0 до +38,2, а при переизбытке фосфора в

почве, что встречается довольно редко, у растения нарушается усвоение микроэлементов.

Стоит отметить, что баланс калия по всем удобренным вариантам был отрицательным от -63,4 до -114,9 кг/га, в том числе по сочетанию с применением комплексного удобрения, в состав которого входит  $K_2O$  в дозе 39 кг/га д.в.

Сопоставляя вынос и количество внесенной серы, ее баланс положительный и возрастает от +8,4 до +15,9 кг/га при увеличении кг/га д.в. серы в составе применяемых комплексных удобрений.

Обобщая дозы элементов в сочетаниях и их вынос, следует заключить, что под яровую пшеницу для получения урожайности на уровне 6 т/га и более необходимо внесение дозы азота не <112 кг/га д.в., фосфора не <20 кг/га д.в., в зависимости от содержания его в почве. Для получения зерна высокого качества кроме  $SO_4$  необходимо вносить и калийные удобрения, т.к. обеспеченность почв  $K_2O$  низкая. Его отчуждение с урожаем зерна составляет 57,2-71,3 кг/га по вариантам с удобрениями и 38,5 кг/га на контроле.

Таблица

**Приход, вынос и баланс элементов питания по вариантам опыта, среднее за 2020-2021 гг.**

Варианты	Приход, кг/га				Вынос, кг/га				Баланс ±, кг/га			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	SO <sub>4</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	SO <sub>4</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	SO <sub>4</sub>
1. Контроль (без удобрения)	0	0	0	0	52,2	8,7	38,5	2,41	-52,2	-8,7	-38,5	-2,4
2. КАС-32 с сульф. аммония 200 кг/га + диаммофоска 150 кг/га (N <sub>112</sub> P <sub>39</sub> K <sub>39</sub> S <sub>14</sub> )	112	39	39	14	94,4	12,4	64,8	4,81	+17,6	+26,6	-25,8	+9,2
3. КАС-32 с сульф. аммония 150 л/га + аммофоса 100 кг/га (N <sub>88</sub> P <sub>52</sub> S <sub>14,4</sub> )	88	52	0	14,4	119,7	14,9	57,2	5,96	-31,7	+37,1	-57,2	+8,4
4. КАС-32 с сульф. магния 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га (N <sub>125</sub> P <sub>20</sub> S <sub>22</sub> Mg <sub>10</sub> )	125	20	0	22	152,7	14,1	71,3	5,89	-27,7	+5,9	-71,3	+16,1

### Выводы

Наибольшее количество азота в зерне и вынос, 2,43% и 152,7 кг/га соответственно, получены по сочетанию  $N_{125}P_{20}S_{22}Mg_{10}$ , где вносились высокие дозы азота и серы и меньшие по фосфору. Также по сочетанию  $N_{125}P_{20}S_{22}Mg_{10}$  отмечены наибольшее содержание калия в зерне и вынос, 1,11% и 71,3 кг/га соответственно. Более высокое содержание фосфора в зерне и вынос, 0,23% и 14,8 кг/га соответственно, характерны для сочетания с высокой дозой фосфора  $N_{88}P_{52}S_{14,4}$ , а вынос серы по варианту  $N_{88}P_{52}S_{14,4}$  – 5,96 кг/га и по содержанию в зерне –  $N_{125}P_{20}S_{22}Mg_{10}$ .

Положительный баланс азота +27,9 кг/га получен только по сочетанию  $N_{112}P_{39}K_{39}S_{14}$ , в остальных вариантах он отрицательный и равен от -38,3 до -48,0 кг/га. Вносимая доза фосфора по всем вариантам восполняла отчуждаемое количество фосфора от +6,2 до +38,2. Баланс серы положительный и возрастает от +8,4 до +15,9 кг/га при увеличении кг/га д.в. серы в составе применяемых комплексных удобрений. Баланс калия по всем удобренным вариантам был отрицательным – от -63,4 до -114,9 кг/га. Доза калия >39 кг/га д.в. не обеспечивает положительный баланс.

Под яровую пшеницу для получения урожайности на уровне 6 т/га и более необходимо внесение дозы азота не <112 кг/га д.в., фосфора не <20 кг/га д.в., в зависимости от содержания его в почве. Для получения зерна высокого качества, кроме серосодержащих, необходимо вносить и калийные удобрения, при низкой обеспеченности почв  $K_2O$ .

### Библиографический список

1. Морковкин, Г. Г. Составляющие биогеохимического круговорота азота и фосфора в системе почва-яровая пшеница в условиях умеренно-засушливой колючей степи Алтайского края / Г. Г. Морковкин, А. В. Бояринцева. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2003. – № 2. – С. 112-116.

2. Синецков, В. Е. Вынос азота и фосфора соломой яровой пшеницы при минимизации основной обработки почвы на разных уровнях химизации / В. Е. Синецков, Г. И. Ткаченко. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского

государственного аграрного университета. – 2018. – № 5 (163). – С. 18-22.

3. Плотников, А. М. Баланс элементов питания в звене зернопарового севооборота под влиянием трепела, сапропеля и минеральных удобрений / А. М. Плотников, А. В. Созинов, Н. Н. Вафин. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (69). – С. 37-39.

4. Еремин, Д. И. Биогенный вынос питательных веществ пшеничного агрофитоценоза в условиях лесостепной зоны Зауралья / Д. И. Еремин, В. А. Конищева. – Текст: непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 1 (119). – С. 9-12.

5. Рафальский, С. В. Эффективность использования минеральных удобрений сортами пшеницы / С. В. Рафальский, В. Т. Синеговская, С. Н. Мамонов. – Текст: непосредственный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – № 2 (9). – С. 65-66.

6. Макаров, В. И. Особенности расчета нормативов выноса элементов питания зерновыми культурами / В. И. Макаров. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 5 (115). – С. 9-13.

7. Влияние минеральных удобрений и погодных условий на вынос элементов питания зерновыми культурами в степи Поволжья / В. В. Пронько, Т. М. Ярошенко, Н. Ф. Климова, Д. Ю. Журавлев. – Текст: непосредственный // Плодородие. – 2020. – № 2. – С. 17-20.

8. Еремина, Д. В. Математическая модель минерального питания яровой пшеницы по результатам многолетних исследований государственного аграрного университета Северного Зауралья / Д. В. Еремина. – Текст: непосредственный // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 1. – С. 14-19.

9. Елисеев, В. И. Содержание фосфора и калия в растениях яровой мягкой пшеницы и вынос этих элементов с урожаем при длительном применении удобрений / В. И. Елисеев. – Текст: непосредственный // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (69). – С. 51-54.

10. Содержание серы в почвах Ульяновской области, урожайность яровой пшеницы и баланс элементов питания в черноземе выщелоченном

при применении серосодержащих удобрений / А. Х. Куликова, А. В. Дроздов, Е. А. Черкасов [и др.]. – Текст: непосредственный // Международный агрономический журнал. – 2019. – № 3 (369). – С. 50-54.

11. Антонова, О. И. Регулирование азотного питания яровой пшеницы при применении жидких азотных удобрений / О. И. Антонова, А. В. Борзин, С. Н. Черепанов. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XIII Международная научно-практическая конференция (15-16 февраля 2018 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. – Кн. 1. – С. 222-225.

12. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Книга по требованию, 2012. – 352 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Morkovkin, G.G. Sostavliaiushchie biogekhimicheskogo krugovorota azota i fosfora v sisteme pochva-iarovaia pshenitsa v usloviakh umerenno-zasushlivoi kolochnoi stepi Altaiskogo kraia / G.G. Morkovkin, A.V. Boiarintseva // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2003. – No. 2. – S. 112-116.

2. Sineshchekov, V.E. Vynos azota i fosfora solomoi iarovoi pshenitsy pri minimizatsii osnovnoi obrabotki pochvy na raznykh urovniakh khimizatsii / V.E. Sineshchekov, G.I. Tkachenko // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 5 (163). – S. 18-22.

3. Plotnikov, A.M. Balans elementov pitaniia v zvene zernoparovogo sevooborota pod vlianiem trepela, sapropelia i mineralnykh udobrenii / A.M. Plotnikov, A.V. Sozinov, N.N. Vafin // Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 1 (69). – S. 37-39.

4. Eremin, D.I. Biogennyi vynos pitatelnykh veshchestv pshenichnogo agrofytotsenozha v usloviakh lesostepnoi zony Zauralia / D.I. Eremin, V.A. Konishcheva // Agrarnyi vestnik Urala. – 2014. – No. 1 (119). – S. 9-12.

5. Rafalskii, S.V. Effektivnost ispolzovaniia mineralnykh udobrenii sortami pshenitsy / S.V. Rafal-

skaa, V.T. Sinegovskaia, S.N. Mamonov // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. – 2013. – No. 2 (9). – S. 65-66.

6. Makarov, V.I. Osobennosti rascheta normativov vynosa elementov pitaniia zernovymi kulturami / V.I. Makarov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 5 (115). – S. 9-13.

7. Pronko, V.V. Vlianie mineralnykh udobrenii i pogodnykh uslovii na vynos elementov pitaniia zernovymi kulturami v stepi Povolzhia / V.V. Pronko, T.M. Iaroshenko, N.F. Klimova, D.Iu. Zhuravlev // Plodorodie. – 2020. – No. 2. – S. 17-20.

8. Eremina, D.V. Matematicheskaia model mineralnogo pitaniia iarovoi pshenitsy po rezul'tatam mnogoletnikh issledovanii gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zauralia / D.V. Eremina // Vestnik Kras GAU. – 2017. – No. 1. – S. 14-19.

9. Eliseev, V.I. Soderzhanie fosfora i kaliia v rasteniiakh iarovoi miagkoi pshenitsy i vynos etikh elementov s urozhaem pri dlitel'nom primenenii udobrenii / V.I. Eliseev // Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 1 (69). – S. 51-54.

10. Kulikova, A.Kh. Soderzhanie sery v pochvakh Ulianovskoi oblasti, urozhainost iarovoi pshenitsy i balans elementov pitaniia v chernozeme vyshchelochennom pri primenenii serosoderzhashchikh udobrenii / A.Kh. Kulikova, A.V. Drozdov, E.A. Cherkasov, D.A. Zakharova, V.S. Smyvalov // Mezhdunarodnyi agronomicheskii zhurnal. – 2019. – No. 3 (369). – S. 50-54.

11. Antonova, O.I. Regulirovanie azotnogo pitaniia iarovoi pshenitsy primeneniem zhidkikh azotnykh udobrenii / O.I. Antonova, A.V. Borzin, S.N. Cherepanov // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XIII Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia (15-16 fevralia 2018 g.). – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2018. – Кн. 1. – С. 222-225.

12. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniia) / B.A. Dospekhov – Moskva: Kniga po trebovaniu, 2012. – 352 s.

