

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ЦИНКА И МАРГАНЦА В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Семашкина Анна Ивановна, соискатель

Заживнова Оксана Аркадьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Информатика»

Солнцева Ольга Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Информатика»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422)55-95-16;

e-mail: a-krivova@mail.ru

Ключевые слова: микроэлементы, озимая пшеница, предпосевная обработка семян, внекорневая обработка, экономическая и энергетическая эффективность, математическая модель.

Статья посвящена оценке энергетической и экономической эффективности применения микроэлементов Mn и Zn в технологии возделывания озимой пшеницы. Исследования проводились на опытном поле ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднесуглинистым. Схема опыта включала 10 вариантов: 1. Контроль (обработка водой); 2. $MnSO_4$ (предпосевная обработка семян); 3. $ZnSO_4$ (предпосевная обработка семян); 4. $MnSO_4 + ZnSO_4$ (предпосевная обработка семян); 5. $MnSO_4$ (+ по вегетации) (предпосевная обработка семян + внекорневая подкормка растений); 6. $ZnSO_4$ (+ по вегетации) (предпосевная обработка семян + внекорневая подкормка растений); 7. $MnSO_4 + ZnSO_4$ (+ по вегетации) (предпосевная обработка семян + внекорневая подкормка растений); 8. $MnSO_4$ по вегетации (только внекорневая подкормка растений); 9. $ZnSO_4$ по вегетации (только внекорневая подкормка растений); 10. $MnSO_4 + ZnSO_4$ по вегетации (только внекорневая подкормка растений). В результате проведенных исследований (2013 – 2017 гг.) было установлено, что применение данных препаратов способствовало получению прибавки урожая при относительно небольших энергетических и экономических затратах. Уровень рентабельности превысил контроль на 9,7 – 15,8 %; 16,2 – 18,1 % и 1,0 – 10,6 %, соответственно. Применяемые микроэлементы способствовали повышению количества энергии, накопленной в продукции. Исследуемые варианты опыта с применением микроэлементов отличались высокой энергетической эффективностью в сравнении с контролем. Наибольший экономический эффект был получен при обработке семян перед посевом и внекорневом внесении микроэлементов.

Введение

Озимая пшеница – важнейшая продовольственная и кормовая культура, которая возделывается в Ульяновской области в зоне неустойчивого увлажнения.

В условиях лесостепи Среднего Поволжья при возделывании данной культуры помимо влагообеспеченности большое значение имеет уровень минерального питания, важной частью которого являются микроэлементы, их роль в питании растений велика. Дефицит микроэлементов в почве приводит к нарушению важных биологических процессов в растениях [1 – 9].

Применение микроэлементов для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений – один из наиболее эффективных приемов в современном растениеводстве. Микроэлементы синергетического характера являются кофакторами ферментов, способствуют усилению метаболических процессов, повышению устойчивости растений к стрессовым факторам, увеличению урожайности и улучшению каче-

ства сельскохозяйственной продукции [2, 8, 9, 10, 11, 12].

В связи с этим целью наших исследований являлось изучение энергетической и экономической эффективности применения микроэлементов при предпосевной обработке семян и внекорневых подкормок вегетирующих растений.

Объекты и методы исследований

Экспериментальный посев был проведен на базе опытного поля Ульяновского ГАУ в 2013 – 2017 гг. Объекты исследования: озимая пшеница сорта Саратовская – 17 и микроэлементы марганец и цинк. Посевная площадь делянки – 40 м², учетная – 20 м². Обработка семян перед посевом проводилась сульфатом цинка и сульфатом марганца с концентрацией 0,1 % из расчета 10 л на 1 т семян, во время вегетации (внекорневая подкормка) 120 – 200 л 0,1 % раствора на 1 га.

Почва опытного поля представлена черноземом выщелоченным среднесуглинистым мало-

Таблица 1

Энергетическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от применения микроэлементов (среднее за 2014 – 2017 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Содержание энергии тыс. МДж/га	Затраты энергии, тыс. МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Контроль	3,68	60,54	17,53	3,45
MnSO ₄	3,97	65,31	17,85	3,66
ZnSO ₄	4,13	67,95	17,96	3,78
MnSO ₄ + ZnSO ₄	4,29	70,58	18,03	3,92
MnSO ₄ (+ по вегетации).	4,39	72,22	18,43	3,92
ZnSO ₄ (+ по вегетации).	4,40	72,39	18,59	3,89
MnSO ₄ + ZnSO ₄ (+ по вегетации).	4,56	75,02	18,65	4,02
MnSO ₄ _по вегетации	3,86	63,50	18,02	3,52
ZnSO ₄ _по вегетации	3,99	65,64	18,17	3,61
MnSO ₄ +ZnSO ₄ _по вегетации	4,09	67,29	18,21	3,69

гумусным (содержание гумуса 4,3 %) среднесуглинистым. Содержание в почве микроэлементов: марганца – 25 – 40 мг/кг почвы (бедная), цинка 0,15 – 0,2 мг/кг (очень бедная). Обеспеченность почвы подвижными соединениями фосфора повышенная (содержание P₂O₅ – 115 мг/кг почвы), калия – высокая (K₂O – 139 мг/кг почвы). Степень насыщенности основаниями – 26,5 мг-экв /100 г почвы, рН солевой – 6,1.

Технология возделывания озимой пшеницы - общепринятая для региона.

Результаты исследований

Энергетическая оценка. Энергетическая оценка определяет соотношение количества энергии, накопленной в урожае в процессе фотосинтеза и затраченной на производство совокупной энергии. Она позволяет сравнивать различные технологии производства сельскохозяйственной продукции с точки зрения расхода энергетических ресурсов, определить структуру потоков энергии в агроценозах и выявить основные резервы экономии технической энергии в земледелии.

Затраты техногенной энергии (табл. 1) на контроле составили 17,53 МДж/га, 17,85 МДж/га – при предпосевной обработке семян микроэлементами, при предпосевной обработке семян микроэлементами и внекорневом их внесении - от 18,43 до 18,65 МДж/га, при внекорневом внесении - от 18,02 до 18,21 МДж/га.

Количество накопленной в продукции энергии при применении микроэлементов по сравнению с контролем возросло в 1,06 – 1,14 раза при обработке семян перед посевом, в 0,99 – 1,03 раза при внекорневом внесении микроэлементов и внекорневой обработке семян и в

1,03 – 1,05 раза при внесении их по вегетации культуры. Наиболее энергетически эффективным приемом повышения урожайности озимой пшеницы явилась предпосевная обработка семян микроэлементами и внекорневое их внесение (3,92 – 4,02). При предпосевной обработке семян и внекорневом внесении коэффициент варьировал от 3,45 до 3,92 и 3,52 – 3,69, соответственно.

Применяемые микроэлементы способствовали повышению количества энергии, накопленной в продукции. Исследуемые варианты опыта, с применением микроэлементов, отличались высокой энергетической эффективностью в сравнении с контролем.

Таким образом, использование микроэлементов MnSO₄ и ZnSO₄ в технологии возделывания озимой пшеницы при относительно небольших энергетических затратах способствует получению высокой урожайности.

Экономическая оценка. Обработка семян микроэлементами перед посевом и внекорневая подкормка агрофитоценоза в конце второго этапа органогенеза является рентабельным и способствует повышению эффективности производства зерна с улучшенными мукомольными и хлебопекарными показателями.

Расчет экономической эффективности показал (табл. 2), что использование микроэлементов в технологии возделывания озимой пшеницы экономически целесообразно. Уровень рентабельности превысил контроль на 9,7 – 15,8 %, 16,2 – 18,1 % и 1,0 – 10,6 %, соответственно. Предпосевная обработка семян и внекорневое внесение микроэлементов обеспечили наибольший экономический эффект. Уровень

Таблица 2

Экономическая эффективность технологии возделывания озимой пшеницы

№ п/п		Урожайность т/га	Стоимость продукции с 1 га, руб.	Производственные затраты на 1 га, руб.	Себестоимость 1 т продукции, руб.	Условный чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
1	Контроль	3,68	20240,00	11175,61	3947,91	5711,71	39,30
2	MnSO ₄	3,97	21835,00	11271,93	3691,06	7181,49	49,00
3	ZnSO ₄	4,13	22715,00	11642,90	3664,84	7579,23	50,10
4	ZnSO ₄ + MnSO ₄	4,29	23595,00	11705,35	3547,07	8378,05	55,10
5	MnSO ₄ (+по вегетации)	4,42	24310,00	12027,93	3537,63	8673,69	55,50
6	ZnSO ₄ (+по вегетации)	4,48	24640,00	12041,14	3494,08	8986,52	57,40
7	ZnSO ₄ + MnSO ₄ (+по вегетации)	4,44	24420,00	12032,33	3522,98	8777,97	56,10
8	MnSO ₄ _по вегетации	3,86	21230,00	11643,96	3921,54	6092,85	40,30
9	ZnSO ₄ _по вегетации	3,99	21945,00	11524,29	3754,78	6963,42	46,50
10	ZnSO ₄ + MnSO ₄ _по вегетации	4,09	22495,00	11546,29	3669,97	7484,82	49,90

Таблица 3

Исходные данные для построения модели

Вариант	Урожайность озимой пшеницы, т/га	Производственные затраты, тыс. руб./1 га	Выручка от реализации продукции, тыс. руб. с 1 га
Вариант посева озимой пшеницы - контроль (без обработки)	3,68	11,17561	20,24
Вариант посева озимой пшеницы с предпосевной обработкой семян MnSO ₄	3,97	11,27193	21,835
Вариант посева озимой пшеницы с предпосевной обработкой семян ZnSO ₄	4,13	11,6429	22,715
Вариант посева озимой пшеницы с предпосевной обработкой семян MnSO ₄ + ZnSO ₄	4,29	11,70535	23,595
Вариант посева озимой пшеницы с предпосевной обработкой семян и внекорневое внесение MnSO ₄	4,42	12,02793	24,31
Вариант посева озимой пшеницы с предпосевной обработкой семян и внекорневое внесение MnSO ₄	4,48	12,04114	24,64
Вариант посева озимой пшеницы с предпосевной обработкой семян и внекорневое внесение MnSO ₄ + ZnSO ₄	4,44	12,03233	24,42
Вариант посева озимой пшеницы с внекорневым внесением MnSO ₄	3,86	11,64396	21,23
Вариант посева озимой пшеницы с внекорневым внесением ZnSO ₄	3,99	11,52429	21,945
Вариант посева озимой пшеницы с внекорневым внесением MnSO ₄ + ZnSO ₄	4,09	11,54629	22,495

рентабельности составил 55,5 – 57,4 %. Данное обстоятельство обусловлено тем, что на данных вариантах наблюдался максимальный прирост урожайности.

В среднем за годы исследований выход продукции в стоимостном выражении при обработке семян перед посевом повысился с 20,2 до 23,6 тыс. руб/га, при предпосевной обработке семян микроэлементами и внекорневом их внесении – с 24,3 до 24,6 тыс. руб/га и отдельно при внекорневом внесении – от 21,2 до 22,4 тыс. руб/га.

Производственные затраты изменялись от 11,2 до 23,6 тыс. руб/га при обработке семян микроэлементами перед посевом, при предпосевной обработке семян и при внекорневом

внесении - 24,3 до 24,6 тыс. руб/га, при внекорневом внесении - от 21,2 до 22,5 тыс. руб/га.

Условный чистый доход при обработке семян перед посевом микроэлементами был выше на 1,47– 2,67 тыс. руб/га, при предпосевной обработке и внекорневом внесении – на 2,96 – 3,27 тыс. руб/га и внекорневом внесении - от 0,38 до 1,77 тыс. руб/га.

Таким образом, наибольшая рентабельность производства зерна озимой пшеницы наблюдалась на вариантах при предпосевной обработке семян и внекорневом внесении микроэлементов.

Математическая модель применения микроэлементов. Моделирование систем земледелия и ее элементов основано на экономи-

ко-математических методах и на практике используется нечасто, хотя имеется определенный опыт их применения.

Для того, чтобы правильно обосновать поставленную задачу, необходимо как можно точно определить входную информацию, тщательно изучить объект исследования, а также следует проанализировать технологию возделывания зерновых культур, в том числе и озимой пшеницы в изучаемой системе по таким направлениям, как:

- посевные площади;
- структура и объемы реализации;
- материально-денежные затраты;
- другие технико-экономические показатели.

При оптимизации звена севооборота посевных площадей могут быть использованы следующие критерии оптимальности целевой функции:

- минимизируемые (при заданных объемах производства продукции) - материально-денежные затраты, затраты живого или совокупного труда и другие;
- максимизируемые (при заданных объемах производственных ресурсов) - валовая продукция, товарная продукция, валовой доход, чистый доход, прибыль.

Постановка задачи сводилась к определению оптимального способа обработки семян озимой пшеницы, плана использования ресурсов с целью получения максимального дохода от произведенной зерновой продукции.

Для решения поставленной задачи была разработана экономико-математическая модель, искомыми величинами в которой являлись микроэлементы в разных вариантах обработки семян озимой пшеницы, га ($x_1 - x_{11}$). При выборе ограничений задачи исходили из условий, отражающих способы внесения микроэлементов и расчетов технико-экономических показателей. Общий размер задачи составил 11 переменных.

X1. Вариант посева озимой пшеницы - контроль (без обработки)

X2. Вариант посева озимой пшеницы с предпосевной обработкой семян $MnSO_4$

X3. Вариант посева озимой пшеницы с предпосевной обработкой семян $ZnSO_4$

X4. Вариант посева озимой пшеницы с предпосевной обработкой семян $MnSO_4 + ZnSO_4$

X5. Вариант посева озимой пшеницы с предпосевной обработкой семян и внекорневое внесение $MnSO_4$

X6. Вариант посева озимой пшеницы с

Таблица 4

Объем производственных ресурсов

№ п/п	Показатель	Объемы ограничений
1	Производственные затраты, тыс. руб./ 1 га	Не более 15
3	Выручка от реализации продукции, тыс. руб. с 1 га	Не менее 20

предпосевной обработкой семян и внекорневое внесение $MnSO_4$

X7. Вариант посева озимой пшеницы с предпосевной обработкой семян и внекорневое внесение $MnSO_4 + ZnSO_4$

X8. Вариант посева озимой пшеницы с внекорневым внесением $MnSO_4$

X9. Вариант посева озимой пшеницы с внекорневым внесением $ZnSO_4$

X10. Вариант посева озимой пшеницы с внекорневым внесением $MnSO_4 + ZnSO_4$

X11. Общая площадь посева озимой пшеницы

Цель задачи сводилась к определению способов внесения микроэлементов-синергистов в технологии возделывания озимой пшеницы, обеспечивающие максимальное значение функции. Общую площадь посевов предлагает оставить на уровне 100 га.

$$F(X) = 9,06439x_1 + 10,56307x_2 + 11,0721x_3 + 11,88965x_4 + 12,28207x_5 + 12,59886x_6 + 12,38767x_7 + 9,58604x_8 + 10,42071x_9 + 10,94871x_{10} \rightarrow \max$$

при следующих условиях:

- По общей площади пашни:

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} = x_{11}$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 - x_{10} - x_{11} = 0$$

$$x_{11} = 100$$

- По суммированию производственных затрат

- По производству зерновой продукции

- Условия технологии возделывания

В результате решения задачи с помощью программы MS Excel была получена оптимальная модель внедрения микроэлементов.

Рассмотрим финансовый результат от оптимизации внесения микроэлементов.

Рассматривая данные таблицы 5, можно зафиксировать, что себестоимость товарной продукции в оптимальной модели возросла на 3,2 %. Выручка от продажи товарной продукции составила 2457 тыс. руб., что на 8,05% выше фактического показателя, следовательно, в оп-

Таблица 5

Результат оптимизации внесения микроэлементов

Показатель	Фактические данные	Согласно решения	Отклонение относительное, %
Производственные затраты, тыс. руб./ 1 га	1166,12	1203,85	103,24
Выручка от реализации продукции, тыс. руб. с 1 га	2274,25	2457,40	108,05
Стоимость валовой продукции, тыс. руб. с га	1108,13	1253,55	113,12
Уровень рентабельности производства, %	95,03	104,13	На 9,1 п.п.

тимальной модели возможно получение дохода в размере 1253 тыс. руб., что выше фактических данных на 13,13 %. Уровень рентабельности производства составил 104,13 %.

Уровень рентабельности производства при оптимизации внесения микроэлементов увеличился на 9,1 процентный пункта. Применение микроэлементов Zn и Mn для предпосевной обработки семян и вегетирующих растений озимой пшеницы энергетически и экономически эффективно.

Выводы

Результаты исследований по изучению влияния микроэлементов цинка и марганца на экономическую и энергетическую эффективность в технологии возделывания озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья свидетельствуют о повышении уровня рентабельности с 39,3 % (на контроле) до 49,0 – 55,1 % на вариантах при обработке семян микроэлементами перед посевом, 55,5 – 56,1 % – при предпосевной обработке и по вегетации и 40,3 – 49,9 % – при обработке семян по вегетирующим растениям и коэффициента энергетической эффективности с 3,45 на контроле, до 3,66 – 3,92 при обработке семян перед посевом, 3,92 – 4,02 при предпосевной обработке и по вегетации и 3,52 – 3,69 при внекорневом внесении микроэлементов. Наиболее энергетически и экономически эффективными были варианты с применением $MnSO_4$ и $ZnSO_4$ и $MnSO_4 + ZnSO_4$ при предпосевной обработке семян.

Библиографический список

1. Костин, В.И. Влияние обработки семян физическими и химическими факторами на

физиологические процессы, урожайность и качество сельскохозяйственных растений: дис. ... д-ра с.-х. наук / В.И. Костин. – Кинель, 1999. – 86 с.

2. Костин, В.И. Элементы минерального питания и росторегуляторы в онтогенезе сельскохозяйственных культур / В.И. Костин, В.А. Исайчев, О.В. Костин. – М.: Колос, 2006. – 290 с.

3. Костин, В.И. Влияние микроэлементов-синергистов на хлебопекарные свойства зерна озимой пшеницы / В.И. Костин, Ф.А. Мударисов, А.И. Кривова // Вестник РАЕН. – 2014.-№6. – Т. 14. – С. 54 – 57.

4. Костин, В.И. Эффективность нереутилизирующихся микроэлементов в свеклосахарном производстве / В.И. Костин, В.А. Ошкин // Сахарная свекла. – 2014. – №2. – С. 40 – 41.

5. Исайчев, Виталий Александрович. Оптимизация продукционного процесса сельскохозяйственных культур под воздействием микроэлементов и росторегуляторов в условиях лесостепи Поволжья: дис. ... д - ра с.-х. наук: 03.00.12 / В.А. Исайчев. – Ульяновск, 2004. - 486 с.

6. Исайчев, В.А. Влияние регуляторов роста и удобрений на продукционные процессы и урожайность озимой пшеницы в Лесостепи Поволжья / В.А. Исайчев, В.Г. Половинкин, Е.В. Провалова // Вестник Курганской ГСХА. - 2012. – №3. – С.30 - 33.

7. Коржавина, Нина Юрьевна. Эффективность предпосевной обработки семян микроудобрениями ЖУСС и подкормки азотными удобрениями при возделывании озимой пшеницы в лесостепи Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н.Ю. Коржавина. – Кинель, 2017. – 147 с.

8. Бровкин, В.И. Как повысить урожай озимой пшеницы / В.И. Бровкин, С.Ф. Соколенко // Защита и карантин растений. – 2010. – №11. – С. 20-22.

9. Саленко, Е.А. Влияние минеральных удобрений на качество зерна озимой пшеницы в умеренно-влажной зоне Ставропольского края / Е.А. Саленко // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в СКФО: сборник по материалам 80-й научно-практической конференции СтГАУ. – Ставрополь, 2015. - С. 152 – 154.

10. Харитонов, С.В. Влияние некорневого внесения микроэлементов и азотных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала / С.В. Харитонов, В.Б. Щукин, О.Г. Павлова // Известия Оренбургского государственного аграрного

университета. - 2010. - №25-1.- С.8 – 11.

11. Самотоенко, А.С. Влияние микроэлементов и серы на урожайность и качество озимой пшеницы в условиях типичного и обыкновенного чернозёмов Воронежской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.С. Самотоенко. – Москва, 2011. - 116 с.

12. Костин, В.И. Взаимодействие микроэлементов-синергистов в различных сельскохозяйственных растениях при обработке семян и листовой подкормке / В.И. Костин, А.В. Дозоров, В.А. Исайчев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. - № 2 (46). - С. 71 – 78.

BIO-ENERGY AND ECONOMIC EVALUATION OF APPLICATION EFFICIENCY OF ZINC AND MANGANESE MICROELEMENTS IN THE TECHNOLOGY OF WINTER WHEAT CULTIVATION

Semashkina A.I., Zazhivnova O.A., Solntseva O.V.

FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University

432017, Ulyanovsk, Novy Venets boulevard, 1 Novy Venets boulevard, 1; tel.: 8 (8422) 55-95-16; e-mail: a-krivova@mail.ru

Key words: microelements, winter wheat, pre-sowing seed treatment, foliar treatment, economic and energy efficiency, mathematical model.

The article is devoted to assessing the energy and economic efficiency of the use such elements as Mn and Zn in winter wheat cultivation technology. The studies were conducted on the experimental field of FSBEI HE Ulyanovsk SAU. The soil of the experimental plot is leached black soil, medium loamy. The scheme of the experiment included 10 variants: 1. Control (water treatment); 2. $MnSO_4$ (pre-sowing treatment of seeds); 3. $ZnSO_4$ (pre-sowing treatment of seeds); 4. $MnSO_4 + ZnSO_4$ (pre-sowing treatment of seeds); 5. $MnSO_4$ (+ during vegetation) (pre-sowing seed treatment + foliar feeding of plants); 6. $ZnSO_4$ (+ during vegetation) (pre-sowing seed treatment + foliar feeding of plants); 7. $MnSO_4 + ZnSO_4$ (+ during vegetation) (pre-sowing seed treatment + foliar feeding of plants); 8. $MnSO_4$ during vegetation (only foliar top dressing of plants); 9. $ZnSO_4$ during vegetation (only foliar top dressing of plants); 10. $MnSO_4 + ZnSO_4$ during vegetation (only foliar top dressing of plants). As a result of the studies (2013 - 2017), it was found that the use of these compounds contributed to yield increase with relatively low energy and economic costs. Profitability level exceeded control by 9.7 - 15.8%; 16.2 - 18.1% and 1.0 - 10.6%, respectively. The microelements used contributed to the increase in the amount of energy stored in the products. The variants with application of microelements were characterized by high energy efficiency in comparison with the control. The greatest economic effect was obtained when treating seeds before sowing and foliar application of microelements.

Bibliography

- 1. Kостин, Владимир Ильич. Influence of seed treatment by physical and chemical factors on physiological processes, yield and quality of agricultural plants: dissertation of doctor of agricultural sciences/ V. I. Kостin. - Kinel, 1999. - 86 p.*
- 2. Kостин, В.И. Elements of mineral nutrition and growth regulators in the ontogenesis of crops / V.I. Kостин, V.A. Isaychev, O.V. Kостin / M.: Kolos, 2006. - 290 p.*
- 3. Kостин, В.И. Influence of microelements-synergists on baking properties of winter wheat grain / V. I. Kостин, F. A. Mudarisov, A. I. Krivova // Vestnik RAS. Science. - 2014/6. - Vol. 14. - P. 54 - 57.*
- 4. Kостин, В.И. The effectiveness of non-reutilized microelements of sugar beet production / V.I. Kостин, V.A. Oshkin // Sugar beet. - 2014. - № 2. - P. 40-41.*
- 5. Isaychev, Vitaly Alexandrovich. Optimization of the production process of crops under the influence of trace elements and growth regulators in the forest-steppe of the Volga region: dissertation of doctor of agricultural sciences: 03.00.12 / V. A. Isaychev. - Ulyanovsk, 2004. - 486 p.*
- 6. Isaychev, V. A. Influence of growth regulators and fertilizers on production processes and yield of winter wheat in the forest-Steppe of the Volga region / V. A. Isaychev, V. G. Polovinkin, E. V. Provalova // Vestnik Kurgan gsha. - 2012. - No. 3. - P. 30 - 33.*
- 7. Korzhavina, Nina Yurievna. Efficiency of pre-sowing seed treatment with microfertilizers ZHUSS and fertilizing with nitrogen fertilizers in the cultivation of winter wheat in the forest-steppe of the Volga region: abstract. dissertation of candidate of agricultural sciences: 06.01.04 / N. Yu. Korzhavina. - Kinel, 2017. - 147 p.*
- 8. Brovkin, V. I. How to increase the yield of winter wheat / V. I. Brovkin, S. F. Sokolenko // Plant Protection and quarantine. - 2010. - N. 11. - P. 20-22.*
- 9. Salenko, E. A. the Influence of mineral fertilizers on the quality of winter wheat grain in the temperate zone of the Stavropol territory / E. A. Salenko // Modern resource-saving innovative technologies of crop cultivation in the NCFD: a collection of materials of the 80th scientific-practical conference of the Stgau. - Stavropol, 2015. - P. 152 - 154.*
- 10. Kharitonova, S. V. The Influence of foliar application of trace elements and nitrogen fertilizers on the yield and quality of spring wheat in the steppe zone of the southern Urals / S. V. Kharitonova, V. B. Shchukin, O. G. Pavlova // proceedings of the Orenburg state agrarian University. - 2010. - N. 2. - P. 8 - 11.*
- 11. Samolenko, Andrey Aleksandrovich. The influence of trace elements and sulfur on the yield and quality of winter wheat in the conditions of typical and ordinary chernozems of the Voronezh region: abstract. dissertation of candidate of agricultural science: 06.01.04/ A. S. Samolenko. - Moscow, 2011. - 116 p.*
- 12. Kостин, В.И. Interrelationship of microelements-synergists of various agricultural crops in case of treatment of seeds and leaf fertilization / V.I. Kостин, A.V. Dozorov, V.A. Isaychev // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2019. - № 2 (46). - P. 71 - 78.*