

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

**Захарова Дарья Александровна**, аспирант кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

**Яшин Евгений Александрович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

**Карпов Александр Викторович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1;

тел.: 8(8422)25-95-68; e-mail: agroec@yandex.ru

**Ключевые слова:** яровая пшеница, экономическая эффективность, биоэнергетический коэффициент.

В работе приведена экономическая и биоэнергетическая оценка технологий возделывания яровой пшеницы с применением серосодержащих удобрений для предпосевной обработки семян как в чистом виде, так и на фоне минерального удобрения. Производство зерна – относительно капиталоемкая отрасль. Его стабильное и эффективное развитие возможно в случае, когда уровень доходов от реализации зерна не только компенсирует затраты на возделывание зерновых и зернобобовых культур, но и обеспечивает номинальную величину прибыли, создающую основу экономической заинтересованности сельскохозяйственных товаропроизводителей. В случае применения удобрений важно понимать, насколько экономически оправданы затраты, связанные с их внесением. Биоэнергетическая оценка эффективности технологий возделывания яровой пшеницы востребована не только вследствие возрастания стоимости энергоносителей, удобрений, средств защиты растений, сельскохозяйственной техники, но и объективности самого показателя (энергоёмкости), который не зависит от конъюнктуры рынка и характеризует совершенство развития средств, необходимых для осуществления технологических процессов. Экономическая оценка применения серосодержащих удобрений в технологии возделывания яровой пшеницы для предпосевной обработки посевного материала показала, что наиболее целесообразно применение сульфата аммония в дозе 15 кг/т семян. Данный агроприем способствует увеличению урожайности культуры до 2,77 т/га, получение прибыли порядка 11,3 тыс. руб./га (при реализационной стоимости зерна не ниже 8 тыс. руб./т) при уровне рентабельности 104 %. Наиболее энергетически эффективными являлись технологии возделывания яровой пшеницы с проведением предпосевной обработки семян сульфатом аммония или сульфатом кальция (коэффициенты биоэнергетической эффективности – 2,64 и 2,57 соответственно).

### Введение

Яровая пшеница является важнейшей продовольственной культурой в мировом земледелии. Применение удобрений способствует увеличению её продуктивности на 40-50 % [1, 2].

Производство зерна – относительно капиталоемкая отрасль. Его стабильное и эффективное развитие возможно в случае, когда уровень

доходов от реализации зерна не только компенсирует затраты на возделывание зерновых и зернобобовых культур, но и обеспечивает номинальную величину прибыли, создающую основу экономической заинтересованности сельскохозяйственных товаропроизводителей. В случае применения удобрений важно понимать, насколько экономически оправданы затраты, свя-

занные с их внесением [3 – 9].

Биоэнергетическая оценка эффективности технологий возделывания яровой пшеницы востребована не только вследствие возрастания стоимости энергоносителей, удобрений, средств защиты растений, сельскохозяйственной техники, но и объективности самого показателя (энергоёмкости), который не зависит от конъюнктуры рынка и характеризует совершенство развития средств, необходимых для осуществления технологических процессов [10, 11].

Целью данной работы являлось определение экономической и биоэнергетической эффективности использования серосодержащих удобрений для предпосевной обработки семян отдельно и совместно с внесением минерального удобрения в технологии возделывания яровой пшеницы.

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

Объектами исследования являлись:

– серосодержащие удобрения: элементарная сера, сульфаты цинка, аммония и кальция;

– посевы яровой пшеницы сорта Маргарита, размещенные по схеме из 10 вариантов: 1) без удобрений (контроль); 2) элементарная сера; 3)  $ZnSO_4$ ;

4)  $(NH_4)_2SO_4$ ; 5)  $CaSO_4$ ; 6) N40P40K40 (под предпосевную культивацию);

7) N40P40K40 + S (элементарная сера); 8) N40P40K40 +  $ZnSO_4$ ; 9) N40P40K40 +  $(NH_4)_2SO_4$ ; 10) N40P40K40 +  $CaSO_4$ .

Почва опытного поля (чернозем выщелоченный) характеризуется повышенной обеспеченностью подвижным фосфором и высокой – обменным калием: 140 мг/кг и 141 мг/кг (по Чирикову) соответственно, содержанием гумуса 4,4 %, подвижной серы – 6,2 мг/кг, обменной кислотностью 5,4 ед.

Исследования проводились на опытном поле Ульяновского ГАУ в период с 2015 по 2017 гг. Посев яровой пшеницы проводили вслед за культивацией в оптимальные сроки рядовым способом сеялкой ССНП-16. В качестве минерального удобрения вносили нитроаммофоску (17:17:17) в норме 40 кг д.в./га по главным питательным элементам.

Обработка семян (опудривание) серосодержащими удобрениями проводили в день посева с дозой: элементарная сера – 3,6 кг/т, сульфат цинка – 1,5 кг/т, сульфат аммония и кальция – 15 кг/т (для удерживания удобрений на поверхности семян применялся прилипатель – НаКМц). Прикатывание посевов осуществляли

кольчато-шпоровыми катками ЗККШ-6А. Уборку урожая проводили прямым комбайнированием посредством Terrion Sampo SR2010.

Для проведения экономической оценки были рассчитаны следующие показатели:

– стоимость продукции (произведение цены реализации за 1 т на урожайность культуры);

– затраты на производство (сумма общих затрат по нормативным данным технологических карт);

– себестоимость (отношение производственных затрат к продуктивности);

– условный чистый доход (разница между стоимостью продукции и затратами на производство);

– рентабельность производства (отношение условного чистого дохода к затратам).

В связи с колебанием цен на зерно пшеницы стоимость основной продукции рассчитывали исходя из цены 8 тыс. руб. за 1 т как средней по региону в годы проведения исследований.

Биоэнергетическая оценка технологий возделывания яровой пшеницы проведена в соответствии с методикой, разработанной Е.И. Базаровым и Е.В. Глинкой [12]. Рассчитаны показатели: совокупность энергозатрат, направленных на производство основной продукции, количество энергии, получаемой с урожаем товарной части культуры и коэффициент агроэнергетической эффективности.

#### **Результаты исследований**

Результаты экономической оценки технологий возделывания яровой пшеницы с использованием серосодержащих удобрений представлены в табл. 1.

Анализ данных показал следующее.

Применение серосодержащих удобрений позволило получить существенную выручку от реализации зерна: 20,72–22,16 тыс. руб./га при использовании в чистом виде и 22,64–24,16 тыс. руб./га на удобренном фоне. Из рассматриваемых серных соединений наибольшая стоимость произведенной продукции наблюдалась при обработке семян сульфатом аммония и составила: 22,16 тыс. руб./га при отдельном его использовании и 24,16 тыс. руб./га – на удобренном фоне, что выше контроля на 2,56 тыс. руб./га (13 %) и 4,56 тыс. руб./га (23 %) соответственно.

Производственные затраты, связанные с применением серосодержащих удобрений в технологии возделывания яровой пшеницы, варьировали в пределах 10,82–11,52 тыс. руб./га, что выше контрольного значения на 0,4–1,1 тыс.

Таблица 1

**Экономическая эффективность производства зерна яровой пшеницы с предпосевной обработкой семян серосодержащими соединениями и внесением минерального удобрения (с 1 га посева)**

| Показатель                          | Вариант                  |                       |                   |   |                   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|---|-------------------|---|---|---|---|---|
|                                     | Без удобрений (контроль) | S (элементарная сера) | ZnSO <sub>4</sub> | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | CaSO <sub>4</sub> | N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> (фон) | N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + S (элементарная сера) | N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + ZnSO <sub>4</sub> | N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + CaSO <sub>4</sub> |
| Урожайность, т                      | 2,45                     | 2,59                  | 2,67              | 2,77  | 2,68              | 2,75  | 2,83  | 2,93  | 3,02  | 2,92  |
| Стоимость продукции, тыс. руб.      | 19,60                    | 20,72                 | 21,36             | 22,16   | 21,44             | 22,00   | 22,64   | 23,44   | 24,16   | 23,36   |
| Производственные затраты, тыс. руб. | 10,42                    | 10,82                 | 11,52             | 10,87   | 10,84             | 17,43   | 17,60   | 18,67   | 17,28   | 17,56   |
| Себестоимость 1 т, тыс. руб.        | 4,25                     | 4,18                  | 4,32              | 3,93  | 4,05              | 6,35  | 6,22  | 6,37  | 5,82  | 6,02  |
| Условный чистый доход, тыс. руб.    | 9,18                     | 9,90                  | 9,84              | 11,29   | 10,60             | 4,57  | 5,04  | 4,77  | 6,58  | 5,80  |
| Уровень рентабельности, %           | 88                       | 92                    | 85                | 104   | 98                | 26  | 29  | 26  | 37  | 33  |

руб./га, или 4–11 % соответственно.

При сочетании обработки семян серными соединениями с внесением минерального удобрения прямые затраты увеличились на 6,86–8,25 тыс. руб./га, или 66–79 %, в сравнении с контролем и составили 17,28–18,67 тыс. руб./га. Последнее обусловлено достаточно высокой стоимостью нитроаммофоски (от 19 тыс. руб./т) и затратами на её внесение.

Опудривание посевного материала сульфатом аммония позволило снизить себестоимость 1 т продукции на 8 %, сульфатом кальция – 5 %, элементарной серой – 2 %.

В свою очередь обработка семян сульфатом цинка способствовала увеличению показателя на 2 %.

На аналогичных вариантах из группы с внесением минерального удобрения себестоимость возрастала на 37–50 % по сравнению с контролем.

При обработке семян яровой пшеницы серными соединениями условный чистый доход повысился на 7–23 %. Использование серосодержащих удобрений для предпосевной обработки семян яровой пшеницы более рентабельно по сравнению с их использованием на фоне NPK. Уровень рентабельности на варианте с сульфатом цинка составил 85 %, что на 3 % ниже контроля. Применение элементарной серы повысило его на 4 % до 92 %, сульфата кальция – на 10 % до 98 %. Наиболее высокая

рентабельность получена при обработке семян сульфатом аммония и составила 104 %. При внесении минерального удобрения и обработке семян серосодержащими соединениями она не превышала 37 %.

Оценка экономической эффективности показала, что при стоимости зерна порядка 8 тыс. руб./т уровень рентабельности применения в системе удобрения яровой пшеницы серосодержащих удобрений составляет от 85 до 104 %, в свою очередь при сочетании с внесением минерального удобрения – не превышает 37 %.

Из-за нестабильности цен на производственную продукцию и материально-технические ресурсы в условиях рыночной экономики основные показатели экономической эффективности не всегда позволяют получить объективную оценку технологическим операциям в сельскохозяйственном производстве [3].

Рациональному потреблению топлива и электроэнергии в аграрном секторе может способствовать применение подсистемы биоэнергетической оценки технологических процессов в растениеводстве. Она позволяет выбрать наиболее эффективные технологии возделывания сельскохозяйственных культур [13, 14].

Энергетические затраты, пошедшие на производство зерна, полностью окупались выходом валовой энергии на всех опытных вариантах, однако эффективность их была различна (табл. 2).

Таблица 2

**Биоэнергетическая эффективность выращивания яровой пшеницы в зависимости от применения в технологиях ее возделывания серосодержащих соединений и минерального удобрения**

| № п/п | Вариант   | Урожайность, т/га | Затраты техногенной энергии на производство зерна, ГДж/га | Накоплено энергии в зерне, ГДж/га | Биоэнергетический коэффициент, ед. |
|-------|---|-------------------|---|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1     | Контроль  | 2,45              | 16,81   | 40,31                             | 2,40                               |
| 2     | S (элементарная сера)   | 2,59              | 17,08   | 42,67                             | 2,50                               |
| 3     | ZnSO <sub>4</sub>   | 2,67              | 17,16   | 43,93                             | 2,56                               |
| 4     | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | 2,77              | 17,25   | 45,57                             | 2,64                               |
| 5     | CaSO <sub>4</sub>   | 2,68              | 17,17   | 44,09                             | 2,57                               |
| 6     | N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>   | 2,76              | 22,05   | 45,41                             | 2,06                               |
| 7     | N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + S (элементарная сера)                           | 2,83              | 22,25   | 46,50                             | 2,09                               |
| 8     | N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + ZnSO <sub>4</sub>                               | 2,93              | 22,35   | 48,20                             | 2,16                               |
| 9     | N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,02              | 22,44   | 49,68                             | 2,21                               |
| 10    | N <sub>40</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + CaSO <sub>4</sub>                               | 2,92              | 22,34   | 47,98                             | 2,15                               |

При использовании серосодержащих удобрений в чистом виде суммарные энергетические затраты изменялись от 17,08 ГДж/га на варианте с опудриванием семян элементарной серой до 17,25 ГДж/га – сульфатом аммония.

На удобренном фоне затраты антропогенной энергии увеличивались и составили 22,25–22,44 ГДж/га, что на 30 % выше в сравнении с показателем на однотипных вариантах опыта без NPK.

Биоэнергетическая эффективность технологий возделывания яровой пшеницы зависит не только от совокупных энергетических затрат, но и от энергии, накопленной в продукции. Как показал анализ данных таблицы 2, ее количество изменялось от 42,67 ГДж/га при опудривании семян элементарной серой до 49,68 ГДж/га при сочетании внесения минерального удобрения с обработкой посевного материала сульфатом аммония и находилось в прямой зависимости от урожайности зерна яровой пшеницы.

Главный критерий энергетической эффективности – энергетический коэффициент, который характеризует отношение энергии, накопленной в основной продукции, к величине затраченной антропогенной энергии [11].

Как показали расчеты, в блоке опытных вариантов без применения удобрений технология возделывания яровой пшеницы с обработкой семян сульфатом аммония и сульфатом

кальция обладала большей эффективностью, т. е. получено оптимальное соотношение энергозатрат. При этом биоэнергетический коэффициент находился на уровне 2,64 и 2,57 ед. соответственно.

Среди вариантов опыта более интенсивное накопление энергии в зерне наблюдалось при использовании средств для предпосевной обработки семян совместно с внесением минерального удобрения, однако и затраты на ее получение оказались велики, поэтому биоэнергетический коэффициент не превышал 2,21 ед.

Наименьшей энергетической эффективностью обладали варианты с внесением NPK и применением элементарной серы на удобренном фоне: так, значение критерия соответственно составило 2,06 и 2,09 ед.

Обязательным условием энергетической оценки является рассмотрение энергетического потенциала почвы. При учете показателей почвенного плодородия возможно существенное изменение степени полезности изучаемых технологий. Однако проведенный нами анализ указывает на эффективность использования серосодержащих удобрений и минерального удобрения в технологии возделывания яровой пшеницы.

#### Выводы

Экономическая оценка применения серосодержащих удобрений в технологии возде-

ывания яровой пшеницы для предпосевной обработки посевного материала показала, что наиболее целесообразно применение сульфата аммония в дозе 15 кг/т семян. Данный агроприем способствует увеличению урожайности культуры до 2,77 т/га, получение прибыли порядка 11,3 тыс. руб./га (при реализационной стоимости зерна не ниже 8 тыс. руб./т) при уровне рентабельности 104 %.

Наиболее энергетически эффективными являлись технологии возделывания яровой пшеницы с проведением предпосевной обработки семян сульфатом аммония или сульфатом кальция (коэффициенты биоэнергетической эффективности – 2,64 и 2,57 соответственно).

### Библиографический список

1. Бобренко, И.А. Биоэнергетическая эффективность опудривания семян микроэлементами (Zn, Cu, Mn) при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепи Западной Сибири / И.А. Бобренко, Н.В. Гоман, Е.А. Вакалова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (21). – С. 70–76.

2. Захаров, Владимир Григорьевич. Методологические аспекты селекции яровой мягкой пшеницы в Среднем Поволжье: дис. ... д-ра сельскохозяйственных наук: 06.01.05 / В.Г. Захаров. – Пенза, 2014. – 303 с.

3. Чепец, Е.С. Экономическая и биоэнергетическая оценка сроков и способов уборки озимого ячменя / Е.С. Чепец, С.А. Чепец // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4 (10). – С. 54–57.

4. Янковский, Н.Г. Экономическая и биоэнергетическая эффективность применения удобрений под сорта ярового ячменя / Н.Г. Янковский, Г.В. Овсянникова, С.Н. Доценко // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 4. – С. 40–43.

5. Корчагина, И.А. Экономическая оценка сортов яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири / И.А. Корчагина, Л.В. Юшкевич, В.Д. Кожевин // Аграрная наука - сельскому хозяйству. XII Международная научно-практическая конференция. В 3 кн. - ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», 2017. – С. 209–211.

6. Державин, Л.М. Методология проектирования применения удобрений и других средств химизации в ресурсосберегающих агро-

технологиях при модернизации земледелия / Л.М. Державин // Агрехимия. – 2013. – № 8. – С. 18–29.

7. Авдонин, Н.С. Научные основы применения удобрений / Н.С.Авдонин. – М.: Колос, 1972. – 348 с.

8. Действие микроудобрений на урожайность, сбор белка, качество продукции зерновых и зернобобовых культур / А.Н. Аристархов, В. П. Толстоусов, А. Ф. Харитонов [и др.] // Агрехимия. – 2010 – № 9 – С. 36–49.

9. Spencer, K. Accessing the sulphur status of field-grown wheat by plant analysis / K. Spencer, J.R. Freney // Agronomy Journal. – 1980. – V. 72. – P. 469-472.

10. Бобренко, И.А. Биоэнергетическая эффективность применения удобрений под озимую тритикале на лугово-черноземной почве Западной Сибири / И.А. Бобренко, Н.В. Гоман, Е.Ю. Павлова // Омский научный вестник. – 2013. – № 1 (118). – С. 170–173.

11. Зиадин, С.Д. Биоэнергетическая оценка возделывания яровой пшеницы в условиях Иордании / Сами Дия Зиадин, В.И. Тагасов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Агрехимия и животноводство». – 2009. – № 1. – С. 26–29.

12. Базаров, Е.И. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства / Е.И. Базаров, Е.В. Глинка. – М., 1983. – 31 с.

13. Лойко, В.И. Актуальные вопросы экономической и биоэнергетической оценки технологических процессов в растениеводстве методами математического моделирования / В.И. Лойко, В.В. Ткаченко // Экономико-правовые аспекты реализации стратегии модернизации России: поиск модели эффективного социально-экономического развития. Международная научно-практическая конференция / под редакцией Г.Б. Клейнера, Э.В. Соболева, В.В. Сорокожердьева, З.М. Хашевой. – 2015. – С. 151–155. нет места издания

14. Оленин, О.А. Комплексная эффективность биологизации технологии возделывания яровой пшеницы / О.А. Оленин, Ф.А. Попов, Е.Н. Носкова // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 1 (13). – С. 22–29.

## ECONOMIC AND BIOENERGETIC EVALUATION OF SULFUR FERTILIZER APPLICATION WHEN CULTIVATING SPRING WHEAT

**Zakharova D.A., Yashin E.A., Karpov A.V.**  
**FSBEI HE Ulyanovsk SAU**  
**432017, Ulyanovsk, Novyy Venets Boulevard, 1;**  
**tel .: 8 (8422) 25-95-68, e-mail: agroec@yandex.ru**

*Key words: spring wheat, economic efficiency, bioenergetic coefficient.*

*This paper provides economic and bioenergetic assessment of spring wheat cultivation technologies using sulfur-containing fertilizers for pre-sowing seed treatment both in pure form and in combination with mineral fertilizers. Grain production is a relatively capital-intensive industry. Its stable and effective development is possible when the level of sales income does not only compensate for the costs of grain and leguminous crop cultivation, but also provides a nominal profit that creates the basis of economic interest of agricultural producers. In the case of fertilizer application, it is important to understand to what extent the costs of fertilizer application are economically justified. Bioenergetic assessment of technology effectiveness of spring wheat cultivation is in demand not only because of the growing cost of energy resources, fertilizers, plant protection products, agricultural machinery, but also the objectivity of the indicator (energy intensity), which does not depend on market conditions and characterizes development perfection of the means necessary for the implementation of technological processes. The economic evaluation of sulfur-containing fertilizer application in the technology of spring wheat cultivation for pre-sowing seed treatment showed that the most appropriate application of ammonium sulfate is in the dose of 15 kg / t of seeds. This method promotes crop yield increase by 2,77 t / ha, a profit of about 11,3 thousand rubles / ha (with a realization value of grain of not less than 8 thousand rubles per ton) with a profitability level of 104%. The most energy efficient technologies were spring wheat cultivation with pre-sowing seed treatment with ammonium sulfate or calcium sulphate (bioenergetic efficiency coefficients – 2,64 and 2,57, respectively).*

### *Bibliography*

1. Bobrenko, I.A. Bioenergetic efficiency of seed powdering with microelements (Zn, Cu, Mn) when cultivating spring wheat in the conditions of forest-steppe of Western Siberia / I.A. Bobrenko, N.V. Goman, E.A. Vakalova // *Vestnik of Omsk State Agrarian University*. - 2016. - № 1 (21). - P. 70-76.
2. Zakharov, Vladimir Grigorievich. Methodological aspects of spring soft wheat selection in the Middle Volga region: dissertation of Doctor of Agriculture: 06.01.05 / V.G. Zakharov. - Penza, 2014. - 303 p.
3. Chepets, E.S. Economic and bioenergetic assessment of time and methods of harvesting of winter barley / E.S. Chepets, S.A. Chepets // *Vestnik of Don State Agrarian University*. - 2013. - № 4 (10). - P. 54-57.
4. Yankovskiy, N.G. Economic and bioenergetic efficiency of fertilizer application for spring barley varieties / N.G. Yankovskiy, G.V. Ovsyannikova, S.N. Dotsenko // *Grain economy of Russia*. - 2013. - № 4. - P. 40-43.
5. Korchagina, I.A. Economic evaluation of spring wheat varieties in the southern forest-steppe of Western Siberia / I.A. Korchagina, L.V. Yushkevich, V.D. Kozhevnik // *Agrarian Science to Agriculture. XII International scientific and practical conference*. – FSBEI HE “Altai State Agrarian University”, 2017. - P. 209-211.
6. Derzhavin, L.M. Methodology for application of fertilizers and other chemicals in resource-saving agro-technologies for agriculture upgrade / L.M. Derzhavin // *Agrochemistry*. - 2013. - № 8. - P. 18-29.
7. Avdonin, N.S. Scientific basis of fertilizer application / N.S. Avdonin. - Moscow: Kolos, 1972. - 348 p.
8. Effect of microfertilizers on yield, protein content, quality of grain and leguminous crops / A.N. Aristarkhov, V.P. Tolstousov, A.F. Kharitonov [et al] // *Agrochemistry*. - 2010 - № 9 - P. 36-49.
9. Spencer, K. Accessing the sulphur status of field-grown wheat by plant analysis / K. Spencer, J.R. Freney // *Agronomy Journal*. – 1980. – V. 72. – P. 469-472.
10. Bobrenko, I.A. Bioenergetic efficiency of fertilizer application for winter triticale on meadow-chernozem soil of Western Siberia / I.A. Bobrenko, N.V. Goman, E.Yu. Pavlova // *Omsk scientific vestnik*. - 2013. - № 1 (118). - P. 170-173.
11. Ziadin, S.D. Bioenergetic assessment of spring wheat cultivation in the conditions of Jordan / Sami Diya Ziadin, V.I. Tagasov // *Vestnik of Peoples' Friendship University of Russia. Series «Agronomy and Livestock»*. - 2009. - № 1. - P. 26-29.
12. Bazarov, E.I. Method of bioenergetic assessment of crop production technologies / E.I. Bazarov, E.V. Glinka. - M., 1983. - 31 p.
13. Loiko, V.I. Current issues of economic and bioenergetic estimation of plant growing technological processes by means of mathematical modeling / V.I. Loiko, V.V. Tkachenko // *Economic and legal aspects of the implementation of modernization strategy of Russia: the search for a model of effective socioeconomic development. International Scientific and Practical Conference / edited by G.B. Kleiner, E.V. Soboleva, V.V. Sorokozherdieva, Z.M. Khasheva*. - 2015. - P. 151-155.
14. Olenin, O.A. Complex biologization effectiveness of spring wheat cultivation technology / O.A. Olenin, F.A. Popov, E.N. Noskova // *Scientific and Practical Journal Perm Agrarian vestnik*. - 2016. - №1 (13). - P. 22-29.