

УДК: 631.811 631.816 631

## БАЛАНС ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВСА В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

С.Н. Никитин, Г.В. Сайдяшева, С.А. Захаров

ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ»

E-mail: [Galina\\_83@list.ru](mailto:Galina_83@list.ru)

Приведены результаты полевого опыта по изучению влияния минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата БисолбиФит на баланс основных элементов питания. Установлено, что основная доля выноса приходилась на зерно, увеличение выноса связано с ростом урожайности и повышением содержания этих элементов в продукции. Баланс азота, фосфора и калия по всем вариантам опыта был отрицательным, как при применении минеральных удобрений и биопрепарата Бисолбифит, так и без них.

Ключевые слова: овес, минеральные и модифицированные удобрения, баланс элементов питания, вынос элементов питания.

### Введение

Резкое уменьшение объемов применения минеральных удобрений произошло за последние годы во всех регионах Российской Федерации, что привело к снижению урожайности и качества сельскохозяйственных культур. При этом только часть питательных веществ используют растения поступающих в почву с минеральными удобрениями. Повышение эффективности использования растениями элементов питания из минеральных удобрений имеет большое значение для сельского хозяйства [1, 2, 5]. Одним из путей решения этой проблемы может быть применение микробиологических препаратов, созданных на основе агрономически полезных микроорганизмов, обладающих комплексом таких свойств, как стимуляция роста растений, фунгицидная и бактерицидная активность, антистрессовое действие, фиксация молекулярного азота, фосфатмобилизующая активность [1, 2, 3].

Долгое время считалось, что микробиологические препараты не играли существенной роли в повышении эффективности земледелия, в первую очередь, из-за несовершенства технологий их применения на твердых носителях (торф, слюды) и из-за недостаточной предсказуемости результатов их использования. Только в последнее время появились фундаментальные исследования, результаты которых позволяют преодолеть имеющиеся недостатки микробиологических препаратов и предложить принципиально новые подходы к оптимизации микробно-ризобияльного взаимодействия [3, 7].

### Материалы и методика исследования

Исследования проводили на стационарном участке опытного поля Ульяновского НИИСХ в 2016–2018 годы в зернопаровом севообороте: пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень – овес. Почва опытного поля – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 6,43–6,62%, доступных соединений фосфора и калия (по Чirikову) 214–228 и 101–117 мг/кг почвы, обменной кислотностью 6,3–6,8единиц рН. Объектами исследований являлись:

-минеральное удобрение Азофоска с содержанием азота, фосфора и калия по 15% (NPK);

-микробиологический препарат БисолбиФит, основу которого составляет штамм ризосферных бактерии *BacillusSubtilis* Ч-13. Бактерии обладают способностью синтезировать вещества, подавляющие развитие фитопатогенных грибов и бактерий, а также вещества, стимулирующие рост растений. Кроме того, они способны фиксировать азот атмосферы;

-биомодифицированное удобрение (НРКм  $\frac{1}{2}$  НРКм). Для приготовления биомодифицированного удобрения использовали сухую форму биопрепарата БисолбиФит из расчета 4 кг на 1 т удобрений. Биопрепарат наносили на минеральное удобрение в день его внесения в почву.

Схема опыта состояла из 5 вариантов:

1. Контроль без удобрений
2. БисолбиФит – предпосевная обработка семян дозой 400–600 г/т
3. НРК–Азафоска в дозе 15 кг д.в./га
4. НРКм–обработка гранул Азофоски в дозе 15 кг д.в./га биопрепаратом
5.  $\frac{1}{2}$  НРКм – обработка гранул Азофоски в дозе 7,5 кг д.в./га биопрепаратом.

Учетная площадь делянок 100 м<sup>2</sup> (4\*25), повторность трехкратная, расположение их рандомизированное, организация полевых опытов, отбор почвенных и растительных образцов проведение наблюдений и лабораторных анализов, осуществляли по соответствующим ГОСТ-ам.

### **Результаты и их обсуждения**

В наших исследованиях при расчете баланса элементов питания на тяжелосуглинистой почве в приходной части учитывали следующие источники поступления питательных веществ; с минеральными удобрениями (биопрепаратом), атмосферными осадками, семенами. Поступление азота с атмосферными осадками ежегодно выпадает в Лесостепи – 10 кг азота, в Степи – 4 кг, Полесье и Прикарпатье – 5 кг [8]. Эта статья рассчитывается только для азотных удобрений, поскольку поступление других элементов с осадками незначительны. Поступление элементов питания с семенами невелико и намного ниже других статей приходной части баланса и актуальна только для культур, у которых высокая норма высева. Для расчета были взяты следующие показатели: норма высева и содержание элементов питания в семенах.

В приходных статьях баланса более высокий удельный вес составляло поступление азота с удобрениями (16 кг д.в./га и 7,5 кг д.в./га), а также фиксация молекулярного азота микроорганизмами, входящими в состав биопрепарата.

Вынос элементов питания – это основная статья потерь элементов питания, в расходной части учитывали вынос элементов питания с урожаем (зерно + солома), непродуктивные потери азота удобрений. Данная статья относится к потерям только азотных удобрений, поскольку именно для них характерны различные пути непродуктивных потерь в газообразном состоянии и в результате вымывания. В наших исследованиях для расчетов использовался усредненный показатель на черноземных почвах – 10 %.

В среднем за 2015–2017 гг. при применении изучаемых удобрений вынос азота зерном и соломой (кг/га) изменялся от 57,3 до 69,0 кг/га, обработка минеральных удобрений биопрепаратом БисолбиФит обеспечила возрастание выноса азота по отношению контролю на 14–20 %. Размер выноса азота при инокуляции семян овса составил 6 %.

Вынос фосфора с урожаем зерна изменялся от 25,1 до 28,2 кг/га, с соломой с 12,7 до 15,9 кг/га. Нужно отметить, что биомодификация повышала вынос фосфора зерном овса по отношению к контролю на 2–14 %, соломой на 6–25 %. Суммарный вынос повышался от применения минеральных удобрений и биопрепарата с 39,2 до 44,2 кг/га.

Суммарный вынос калия зерном и соломой изменялся от 41,1 до 49,3 кг/га, использование всех видов изучаемых удобрений повышало вынос калия на 6–21 %.

Расчет баланса в кг/га не всегда дает возможность до конца осознать степень влияния выращивания культур на состояние почвы. Показатель интенсивности баланса дает более глубокое понимание ситуации. Выражается в процентном соотношении поступления элементов в почву к их потерям. Показатель интенсивности баланса показывает, на сколько процентов вынос элемента питания компенсируется поступлением его из различных источников [1, 5].

Согласно обобщенным данным И.Н. Захаренко, на черноземных почвах нормальным считается такой уровень применения удобрений, когда интенсивность баланса азота составляет не менее 80 %, фосфора – 130–150 % и калия 80–100 %. На дерново-подзолистых почвах соответственно 110–120 % азота, 170–220 % фосфора и 100–115 % калия.

Проведенные расчеты баланса азота в среднем за 3 года исследований (табл. 1) показали, что баланс азота по всем вариантам был отрицательным и варьировал от -18,6 до -31,3 кг/га. На варианте где семена изучаемой культуры были обработаны биопрепаратом БисолбиФит, баланс азота практически находился на уровне контрольного варианта и составил -27,4 кг/га. При этом интенсивность баланса азота составила 45–73 %. Использование биомодифицированной азофоски снижало возмещение азота по сравнению с другими вариантами в связи большим выносом с конечной продукцией. Таким образом, становится ясно, что только на 73 % потери компенсируются поступлением.

*Таблица 1 – Баланс азота в зависимости от применения минеральных удобрений и биопрепарата, кг/га. Среднее за 3 года*

Вариант	Вынос азота всего	Поступление азота всего	Баланс, +/-	Интенсивность баланса, %
1	57,3	26	-31,3	45
2	60,5	33,1	-27,4	55
3	66,7	42,0	-24,7	63
4	69,0	50,4	-18,6	73
5	65,2	41,3	-23,9	63

В отличие от азота фосфор не имеет естественных источников пополнения запасов в почве. Вынос фосфора с урожаем восполняется практически только при внесении фосфорных и органических удобрений. Многие авторы полагают [2, 4, 6], что при внедрении системы удобрений допускается умеренно отрицательный баланс фосфора, который не изменит уровень плодородия почвы.

Из таблицы 2 видно, что баланс фосфора по всем вариантам опыта был отрицательным и варьировал от -27,0 до -39,2 кг/га, использование азофоски, как в чистом виде, так и обработанной биопрепаратом уменьшало баланс фосфора на 2,4–10,9 кг/га по отношению к контрольному варианту.

*Таблица 2 – Баланс фосфора в зависимости от применения минеральных удобрений и биопрепарата, кг/га. Среднее за 3 года*

Вариант	Вынос фосфора			Поступление фосфора с удобрениями	Баланс, +/-	Интенсивность баланса, %
	с зерном	с соломой	всего			
1	25,1	12,7	37,9	0	-37,9	0
2	25,7	13,5	39,2	0	-39,2	0
3	28,0	15,0	43,0	16	-27,0	37
4	28,2	15,9	44,2	16	-28,2	36
5	28,0	15,0	43,0	7,5	-35,5	17

Баланс калия, также складывался по всем вариантам опыта отрицательным, как при использовании минеральных удобрений, так и без них (табл. 3), причем без внесения минеральных и биоминеральных удобрений дефицит калия увеличился, и на варианте где была проведена предпосевная обработка семян биопрепаратом БисолбиФит, баланс составил -43,6 кг/га. Несмотря на внесение минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата, баланс элементов питания являлся дефицитным. Интенсивность баланса калия при внесении азофоски в чистом виде и модифицированной азофоски находилось практически на одном

уровне, и составила 32–33 %. Использование половинной дозы модифицированной азофоски ( $\frac{1}{2}$ N15P15K15<sub>m</sub>) снижало возмещение калия в связи с большим выносом с конечной продукцией.

Таблица 3 – Баланс калия в зависимости от применения минеральных удобрений и биопрепарата, кг/га. Среднее за 3 года

Вариант	Вынос калия			Поступило калия с удобрениями	Баланс, +/-	Интенсивность баланса, %
	зерно	солома	всего			
1	13,9	27,1	41,1	0	-37,9	0
2	16	27,5	43,6	0	-43,6	0
3	17,1	31,3	48,4	16	-32,4	33
4	17,2	32,1	49,3	16	-33,3	32
5	17,1	31,3	48,4	7,5	-40,9	15

**Заключение.** Таким образом, полученные результаты показали, что при применении минеральных удобрений и биопрепарата увеличивался вынос азота, фосфора и калия как в основной, так и побочной продукции овса, причем увеличение выноса связано с ростом урожайности и повышения содержания этих элементов в продукции. Отсутствие приходных статей по фосфору и калию при систематическом изъятии их с сельскохозяйственной продукцией способствует без применения удобрений истощению плодородия почвы. При этом данные элементы питания могут стать основной причиной недобора урожая. В целом по опыту уровень внесения элементов питания – недостаточный. При применении изучаемых удобрений баланс является более интенсивным по фосфору и калию и менее интенсивным по азоту.

#### Список литературы

1. Гаврилова Ю.А. Эффективность применения сложных биомодифицированных минеральных удобрений под ячмень на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: дис...канд. с.-х. наук: 06.01.04. –Москва, 2018. –20 с.
2. Завалин, А.А. Эффективность применения под яровую пшеницу аммиачной селитры, обработанной биопрепаратом / А.А. Завалин, В.К. Чеботарь, А.Е. Казаков, А.Л. Тарасов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2008. -№1. -С. 64-66.
3. Zavalin, A.A. Effect of preparations of microorganisms on the grain-spring wheat and quality / A.A. Zavalin, L.S. Chernova, T.M. Kandaurova // Nitrogen Fixation: Fundamentals and Applications. Proceeding of the 10-th International Congress on Nitrogen Fixation, St. Petersburg, Russia, May 28-June 3, 1995. Kluwer academic publishers - Dordrecht/Boston/London. - 1995. - P.785.
4. Kulikova A. Kh., NikitinS. N., ToigildinA. L. Biopreparations in the spring wheat fertilization system // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Sciences, 2017.–Т. 8. –№1. – С.1796-1800.
5. Никитин, С. Н. Эффективность применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис....д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Никитин Сергей Николаевич. – Ульяновск, 2015.
6. Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация. М.: МГУ, 1986. С. 136.
7. Чеботарь, В.К. Применение биомодифицированных минеральных удобрений:[моногр]/ В.К. Чеботарь, А.А. Завалин, А.Г. Ариткин. – М.: ВНИИА; Ульяновск: УлГУ, 2014. – 142 с.
8. Ягодин Б.А. Агрохимия. М: Агропромиздат, 1989. – 656 с.