



СОДЕРЖАНИЕ БОРА В ЗЕРНЕ И СОЛОМЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ ПОСЛЕ ЗАПАШКИ СОЛОМЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С *HUMICOLA FUSCOATRA* ВНИИСС 016

Ю.Н. Санеева, магистр

Н.В. Безлер, доктор сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»
e-mail: bezler@list.ru, usaneeva69@gmail.com

Аннотация. Рассмотрено влияние заделки соломы зерновых культур, используемой в качестве органического удобрения совместно с целлюлозолитическим микробиотом *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016, на содержание бора в растениях. По результатам исследования установлено, что солома озимой пшеницы содержит в среднем от 8 до 13,5 мг/кг бора, а солома ячменя – от 6,2 до 15,8 мг/кг. После заделки соломы пшеницы и ячменя почва обогащается этим элементом в среднем на 56,65 и 21,05 г/га соответственно. Достаточное количество бора, накапливаясь в различных частях сахарной свеклы, влияет на урожай этой культуры и ее продуктивность.

Ключевые слова: *Humicola fuscoatra*, солома, зерновые культуры, пшеница, ячмень, бор.

Формирование высокого и качественного урожая зависит от содержания доступных соединений микроэлементов в питании растения. Они принимают участие во многих физиологических и биохимических процессах, способствуют нормальному росту и развитию растений, участвуют в процессах обмена веществ, оплодотворения, образовании плодов и т.д. Поэтому изучение потребности растений в этом микроэлементе является актуальной задачей.

Исследованиями установлено, что для сахарной свеклы особенно важен бор: под влиянием этого элемента происходит увеличение содержания сахара, а также крахмала и белка в листьях и корнеплодах. Микроэлемент положительно влияет на поступление в растение кальция и калия. При дефиците бора в питании сахарной свеклы нарушается анатомическое строение растений, наблюдаются задержка в развитии молодых и репродуктивных органов, что сопровождается снижением урожая при нормальном развитии вегетативной массы. В результате борного голодания свекловичного растения отток сахара из листьев в корнеплоды затрудняется. На фоне недостатка бора происходит снижение иммунитета, у сахарной свеклы

проявляются такие заболевания как сердцевинная и сухая гниль [1].

Для сахарной свеклы необходимо присутствие бора в питании в течение всего периода вегетации. Этот микроэлемент не реутилизируется, поэтому в почвы, используемые под выращивание сахарной свеклы, необходимо дополнительно вносить бор с удобрениями [2, 3].

Наряду с основными минеральными и микроудобрениями в сельском хозяйстве используют органические удобрения, которые являются богатым источником основных макро- и микроэлементов для питания растений. К такому виду удобрений относится и солома зерновых культур: озимой пшеницы и ячменя, в состав которой входит: 0,5 % азота; 0,2 % фосфора; 0,8 % калия, кальций, магний, сера и другие микроэлементы, в том числе и бор. Солома является резервом пополнения гумуса, источником элементов питания растений и разнообразных физиологически активных веществ.

Центрально-Черноземный регион характеризуется неустойчивым и недостаточным увлажнением, поэтому период разложения соломы значительно удлиняется и составляет от 3 до 5 лет. Ускорить деструкцию соломы зерновых культур можно с помощью специализированных аборигенных микроорганизмов [4, 5, 6].

Методика исследования. В 2001 г. сотрудниками лаборатории эколога-микробиологических исследований почв ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова» из чернозема выщелоченного был выделен аборигенный штамм целлюлозолитического микробиота (*Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016). В результате лабораторных исследований было установлено, что целлюлозолитический микробиот положительно влияет на скорость разложения соломы озимой пшеницы и ячменя, которая увеличилась на

50 и 56 % соответственно [1, 6].

В 2011 г. на опытном поле ВНИИСС был заложен многолетний полевой опыт с запашкой соломы озимой пшеницы и ячменя в паровом звене зернопаропропашного севооборота. Чередование культур в наиболее распространенном четырехпольном севообороте в Центрально-Черноземном регионе: пар—озимая пшеница—сахарная свекла—ячмень. Почва опытного участка — чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый малогумусный на покровных лессовидных суглинках. Общая площадь полевого опыта составила 1210 м², площадь делянки (варианта опыта) — 75,6 м². Повторность — четырехкратная. Доза внесения соломы — 4–5 т/га (при запашке соломы после уборки зерновых культур из расчета их средней урожайности). Дополнительные компоненты (целлюлозолитический микромицет, минеральное удобрение и питательную добавку) вносили непосредственно перед вспашкой вручную. Азотное удобрение используется в виде АФК (азофоска) из расчета 40 кг д.в./га.

В качестве питательной добавки (ПД) применяли патоку, при разведении 1:1000. Целлюлозолитический микромицет вносили на делянки в виде инокулюма (344 тыс. КОЕ/м²), предварительное компостирование проводили согласно методу инфицирования почвы [6].

Схема полевого опыта:

- 1 — контроль (без внесения соломы),
- 2 — солома озимой пшеницы и ячменя (в соответствии с севооборотом),
- 3 — солома + минеральное удобрение (N),
- 4 — солома + минеральное удобрение + *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016 + ПД.

Динамику содержания бора в растениях и водорастворимого бора в почве изучали в 2019–2022 гг.

Содержание бора в зерне и соломе зерновых культур определяли по методу Минеева, с фотоколориметрическим окончанием [7].

Солома озимой пшеницы используется в качестве органического удобрения

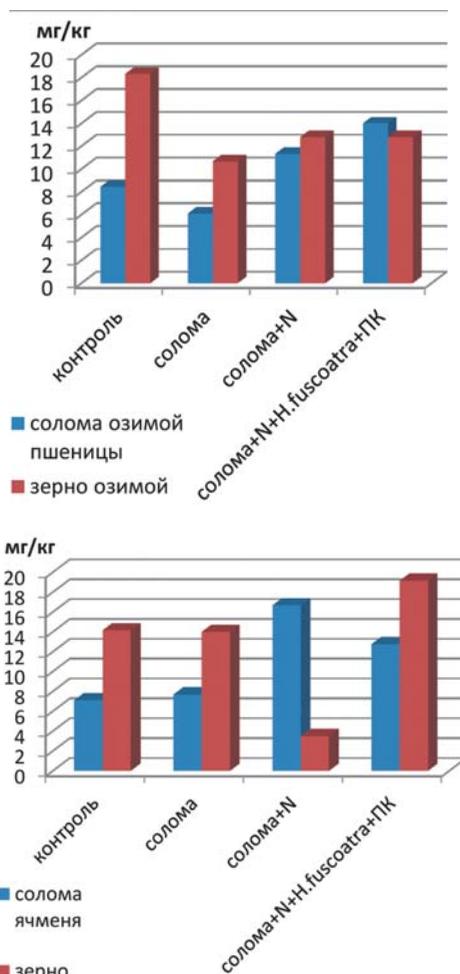


Рисунок. Содержание бора в зерновых культурах, мг/кг растениеводческой продукции

ния на опытном поле ВНИИСС. Несмотря на то, что зерновые являются культурами, менее чувствительными к недостатку бора, в то же время накопление его значительно в зерне ячменя и соломе обеих культур (рис.).

Зерновые культуры вовлекаются в биогеохимический цикл: биогенная аккумуляция бора в зерне пшеницы и ячменя приводит к отчуждению этого элемента. Согласно результатам исследования, среднее содержание бора в зерне пшеницы колебалось в пределах 13–18 мг/кг, в зерне ячменя — 3–18,5 мг/кг. Таким образом, вынос с урожаем зерна озимой пшеницы в контроле составил 5,78 г/га, а при запашке соломы с *H. fuscoatra* и другими компонентами — 6,12 г/га. В большей степени это зависело от величины урожая (табл. 1).

Содержание бора в соломе озимой пшеницы колебалось от 8 до 13,5 мг/кг, причем большее количество бора содержалось в соломе озимой пшеницы при запашке в севообороте соломы с азотом и *H. fuscoatra* и дополнительными компонентами. Исходя из количества бора в единице нетоварной продукции и ее урожайности, в почву возвращается при запашке

соломы 34,31 г бора на гектар. При запашке соломы совместно с азотом — 56,65 г/га, с использованием *H. fuscoatra* и дополнительных компонентов — 75,25 г (в контроле — 43,62).

С урожаем зерна ячменя вынос бора составляет в среднем от 3,37 до 19,94 г/га. Следует отметить, что ячмень, как культура яровая, в прошедшие, довольно засушливые годы, отличалась низкой урожайностью, поэтому и вынос бора с зерном был низким. Однако наибольшее количество бора было изъято с урожаем

Таблица 1. Отчуждение бора с урожаем зерна озимой пшеницы и возврат с урожаем соломы

Вариант	Урожайность зерна озимой пшеницы, ц/га	Отчуждение бора с зерном озимой пшеницы, г/га	Урожайность соломы озимой пшеницы, ц/га	Возврат бора с соломой озимой пшеницы, г/га
Контроль	36,1	5,78	51,75	43,62
Солома	39,8	4,38	56,25	34,31
Солома+N	40,0	5,60	50,00	56,65
Солома+N+H.fuscoatra+ПК	40,8	6,12	53,75	75,25



зерна ячменя после заправки в севообороте соломы всех зерновых с *H. fuscoatra* и другими компонентами.

Как было отмечено выше, накопление бора в соломе ячменя зависело от использования азота и азота с целлюлозолитическим микромицетом. (табл. 2).

Внесение целлюлозолитического микромицета *Humicola fuscoatra* способствует ускоренному разложению соломы до фрагментов полураспада целлюлозы и до CO₂, что способствует обогащению почв бором (табл. 3).

После уборки культуры почва характеризуется наименьшим содержанием бора в сезоне, так как сахарная свекла интенсивно потребляет его для процессов жизнедеятельности. Использование целлюлозолитического микромицета способствует минимальному содержанию этого микроэлемента, что связано с более высоким содержанием доступного бора в начале сезона, и, как следствие, более усиленным потреблением его растением.

Урожайность корнеплодов сахарной свеклы гибрида РМС 127 при заправке соломы составила в контроле 34,0 т/га, использование азота в дозе 40 кг д.в., ПК и *H. fuscoatra* – до 44,4 т/га. При значительном росте урожайности сахарной свеклы увеличивается и вынос бора, что объясняет более низкое содержание в почве его водорастворимой формы [8].

Заключение. В результате исследований выявлено, что благодаря ускоренному разложению соломы под влиянием азота и *H. fuscoatra* с дополнительными компонентами содержание бора в зерне и соломе озимой пшеницы и ячменя повышается. Однако аккумуляция в почве водорастворимой формы этого элемента снижается, что объясняется увеличением выноса доступной формы бора с урожаем ботвы и корнеплодов сахарной свеклы. Заправка соломы с азотом и соломы с *H. fuscoatra* и дополнительными компонентами способствовала повышению урожайности корнеплодов сахарной свеклы до 44,4 т/га.

Список использованной литературы

1. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. - Л.: Наука, 1974. - 324 с.
2. Горбунова, Н.С. Влияние агротехнических приемов на содержание водорастворимого бора и продуктивность посевов/Н.С. Горбунова, О.К. Боронтов, Е.К. Мануковский//Сахарная свекла. - 2011. - № 8. - С. 26-28.
3. Куликова, Е.В. Влияние различных способов агротехники на содержание водорастворимого бора в черноземах выщелоченных Рамонского района Воронежской обла-

Таблица 2. Отчуждение бора с урожаем зерна ячменя и возврат с урожаем соломы

Вариант	Урожайность зерна ячменя, ц/га	Отчуждение бора с зерном ячменя, г/га	Урожайность соломы ячменя, ц/га	Возврат бора с соломой ячменя, г/га
Контроль	8,82	12,3	14,60	10,37
Солома	9,80	13,23	13,55	10,39
Солома+N	11,24	3,37	15,00	25,00
Солома+N+ <i>H.fuscoatra</i> +ПК	10,78	19,94	16,50	21,05

Таблица 3. Содержание водорастворимого бора в почве

Вариант	Слой почвы, см	Среднее, мг в 1 кг почвы
Контроль	0–30	3,27
Солома		3,01
Солома+N		2,63
Солома+N+ <i>H.fuscoatra</i> +ПК		2,32

сти / Е.В. Куликова, Н.С. Горбунова, Ю.А. Горшенева // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). - 2019. - № 1(8). - С. 61-67.

4. Безлер, Н.В. Использование соломы озимой пшеницы в качестве удобрения сахарной свеклы / Н.В. Безлер, М.В. Колесникова // Сахарная свекла. - 2009. - № 7. - С. 25-29.

5. Безлер, Н.В. Солома зерновых культур как источник пополнения гумуса почвы / Н.В. Безлер, М.В.

Колесникова, И.В. Черепухина // Органоминеральная матрица почв // Материалы Всерос. научн. конф. XIII Докучаевские молодежные чтения. - СПб.: Издательский дом СПбГУ, 2010. - С. 61-62.

6. Черепухина, И.В. Использование соломы зерновых культур с *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016 для повышения продуктивности культур зернопаропашного севооборота / И.В. Черепухина, Н.В. Безлер // Земледелие. - 2018. - № 1. - С. 35-41.

7. Практикум по агрохимии. Уч. пособ., 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. Минеева В.Г. - М.: Изд-во МГУ, 2001. - 689 с.

8. Безлер, Н.В. Динамика подвижных форм бора в почве при трансформации соломы зерновых культур *Humicola fuscoatra* ВНИИСС 016/ Н.В. Безлер, Н.С. Горбунова, Ю.Н. Санеева // Сахар. - 2023. - №3. - С. 32 - 36.

The effect of plowing grain straw together with cellulolytic micromycete *Humicola fuscoatra* VNIISS 016 on the content of water-soluble boron

Saneeva Yu.N., Bezler N.V.

Summary. The effect of plowing grain straw, which is used as an organic fertilizer, together with the cellulolytic micromycete *Humicola fuscoatra* VNIISS 016 on the boron content of plants is considered. According to the results of the study, it was found that winter wheat straw contains on average from 8 to 13.5 mg/kg, boron, and barley straw – 6.2–15.8 mg/kg. After plowing wheat and barley straw, the soil is enriched with this element by an average of 56.65 and 21.05 g/ha, respectively. A sufficient amount of boron, accumulating in various parts of sugar beet, affects the yield of this crop and its productivity.

Key words: *Humicola fuscoatra*, straw, cereal crops, wheat, barley, boron.