

ФОРМИРОВАНИЕ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТИ ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ СОЛОМЫ И БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА БАЙКАЛ ЭМ-1

Хисамова Кадрия Чингисовна¹, агрохимик

Яшин Евгений Александрович², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

Куликова Алевтина Христофоровна², доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

¹ФГБУ «САС»Ульяновская», 432025, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Маяковского, 35, тел. (8422) 46-30-99; e-mail: agrohim_73@mail.ru

²ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА

432017, Ульяновская область, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; e-mail: agroec@yandex.ru

Ключевые слова: фотосинтетическая деятельность посевов, урожайность, солома, биопрепараты, минеральные удобрения.

Установлено, что при использовании соломы совместно с биологическим препаратом Байкал ЭМ-1 площадь листьев ячменя увеличивалась в 1,1–1,3 раза относительно контроля, накопление сухого вещества на 0,1–0,7 т/га (2–10 %), в вариантах с внесением минеральных удобрений на 0,3–2,0 т/га (4–25 %). Максимальная продуктивность фотосинтеза отмечалась в период выход в трубку–колошение на варианте совместного применения соломы с биопрепаратом, азотной добавкой (10 кг/т соломы) и минеральными удобрениями: превышение контроля составило 25–30 %. Урожайность зерна ячменя при этом в среднем за три года составила 3,30 т/га, что на 1,14 т/га выше контроля.

Введение

Применение соломы в качестве органического удобрения – один из основных факторов биологизации системы удобрения и земледелия в целом. Оно позволяет сохранить плодородие почвы, так как при этом в почву поступают как органическое вещество, так и минеральные элементы питания растений. Следует подчеркнуть и экологичность, и экономичность применения соломы в качестве удобрения сельскохозяйственных культур.

Данный прием не новый, однако, в отличие от других органических удобрений (навоза, сидератов, торфокомпостных смесей), которые при внесении в почву могут достаточно быстро улучшить питательный режим почвы, солома имеет свои особенности, и ее положительное действие на систему почва-растение проявляется не сразу. Последнее, прежде всего, связано с ее химическим составом (широкое отношение C:N). В связи с этим поиск повышения эф-

фективности соломы в качестве удобрения является актуальным. При этом также следует помнить, что эффективность ее определяется конкретными почвенно-климатическими условиями возделывания сельскохозяйственных культур.

Вышеизложенное определило цель нашего исследования – изучение формирования посевов и урожайности ячменя в зависимости от применения в системе удобрения соломы и биологического препарата Байкал ЭМ-1.

Объекты и методы исследований

Исследование проведено на опытном поле кафедры почвоведения, агрохимии и агроэкологии Ульяновской ГСХА в 2013 – 2015 гг. в 5-польном зернотравяном севообороте: пар сидеральный – озимая пшеница – просо – яровая пшеница – ячмень.

Полевой опыт заложен в 4-кратной повторности. Посевная площадь делянки 120 м² (6×20), учетная – 72 м² (4×18), расположение делянок рендомизирован-

ное. Опыт внесен в Государственный реестр длительных опытов России (аттестат № 122). Схемой опыта предусматривалось 12 вариантов систем удобрения в посевах ячменя: 1. Без удобрений (контроль); 2. Солома предшественника; 3. Солома + 10 кг N/т соломы; 4. Солома + биопрепарат (Байкал ЭМ-1); 5. Солома + 10 кг N/т соломы + биопрепарат; 6. Биопрепарат; 7. $N_{59}P_{39}K_{36}$; 8. $N_{59}P_{39}K_{36}$ + солома; 9. $N_{59}P_{39}K_{36}$ + солома + 10 кг N/т соломы; 10. $N_{59}P_{39}K_{36}$ + солома + биопрепарат; 11. $N_{59}P_{39}K_{36}$ + солома + 10 кг N/т соломы + биопрепарат; 12. $N_{59}P_{39}K_{36}$ + биопрепарат.

В качестве минеральных удобрений использовали азофоску (по калию и фосфору, потребность в которых наименьшая), для восполнения недостатка азота вносили мочевины. Расчет доз удобрений проводился нормативно-балансовым методом на планируемую урожайность в 4 т/га: N – 100 %, P – 80 %, K – 80 % от выноса с урожаем. В качестве органического удобрения в почву заделывалась солома предшествующей культуры севооборота (яровая пшеница). С целью повышения скорости разложения соломы осенью обрабатывали биопрепаратом Байкал ЭМ-1. Для улучшения деятельности микроорганизмов в почву был внесен дополнительный азот в дозе 10 кг/га в виде мочевины.

Почва опытного поля – чернозем типичный среднесуглинистый. Агрохимическая характеристика пахотного слоя следующая: содержание гумуса 4,7 % (на момент закладки опыта), обеспеченность подвижным фосфором высокая (196 мг/кг), калием очень высокая (206 мг/кг), реакция почвенная нейтральная (pH_{KCl} 6,3–6,7).

В качестве объекта исследования выбран ячмень (сорт *Прерия*).

Технология возделывания ячменя основывалась на общепринятых в Ульяновской области агротехнических приемах. Измельчение соломы осуществлялось комбайном Дон-1500Б. Разравнивание по полям, как и удаление ее с вариантов 1, 6, 7, 12 проводили вручную. Солома обрабатывалась биопрепаратом, одновременно вносилось азотное удобрение в дозе 10 кг/т соломы (на вариан-

тах, где это предусмотрено схемой опыта), а также основное удобрение, затем проводили заделку удобрений дискованием АТМ-3180 + БДМ-3×4 на глубину 10–12 см. Основная обработка проводилась ПОН-5-40 на 20–22 см. В весенний период при наступлении физической спелости почвы проводили закрытие влаги тяжелыми зубowymi боронами БЗТС-1 поперек к вспашке. Доведение азота до необходимой дозы (мочевиной) проводилось внесением под предпосевную культивацию (КПС-4, на глубину заделки семян). Посев ячменя осуществлялся в оптимальные сроки (конец апреля – начало мая) сеялкой СЗ-3,6 рядовым способом, вслед за культивацией. Норма высева составляла 4,5 млн. всхожих семян/га на глубину заделки 5–6 см. Посевы прикатывались кольчато-шпоровыми катками ЗККШ-6А. Урожай убирали прямым комбайнированием при достижении полной спелости комбайном SAMPO 2010. Учет урожая проводили с площади учетной делянки. Урожайность соломы рассчитывали на основе соотношения урожайности зерна к нетоварной части урожая, определенного по сноповому анализу.

Результаты исследований

Одним из определяющих факторов получения высоких урожаев хорошего качества является повышение фотосинтетической деятельности посевов, к наиболее значимым показателям которой относятся: площадь листьев, фотосинтетический потенциал (ФСП), чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Величины этих показателей могут в той или иной степени характеризовать сортовые особенности формирования урожайности, так как большинство фотосинтетических показателей поддается селекционному улучшению [1,2]. Несмотря на это, не менее значимую роль в данном процессе играет система удобрения. Поэтому очень важно внедрение в технологии возделывания сельскохозяйственных культур новых приемов и способов, увеличивающих фотосинтетическую деятельность растений [3].

Ассимиляционная поверхность листьев. Роль листьев в формировании урожайности изучалась многими авторами. Исследования показали, что листовая по-

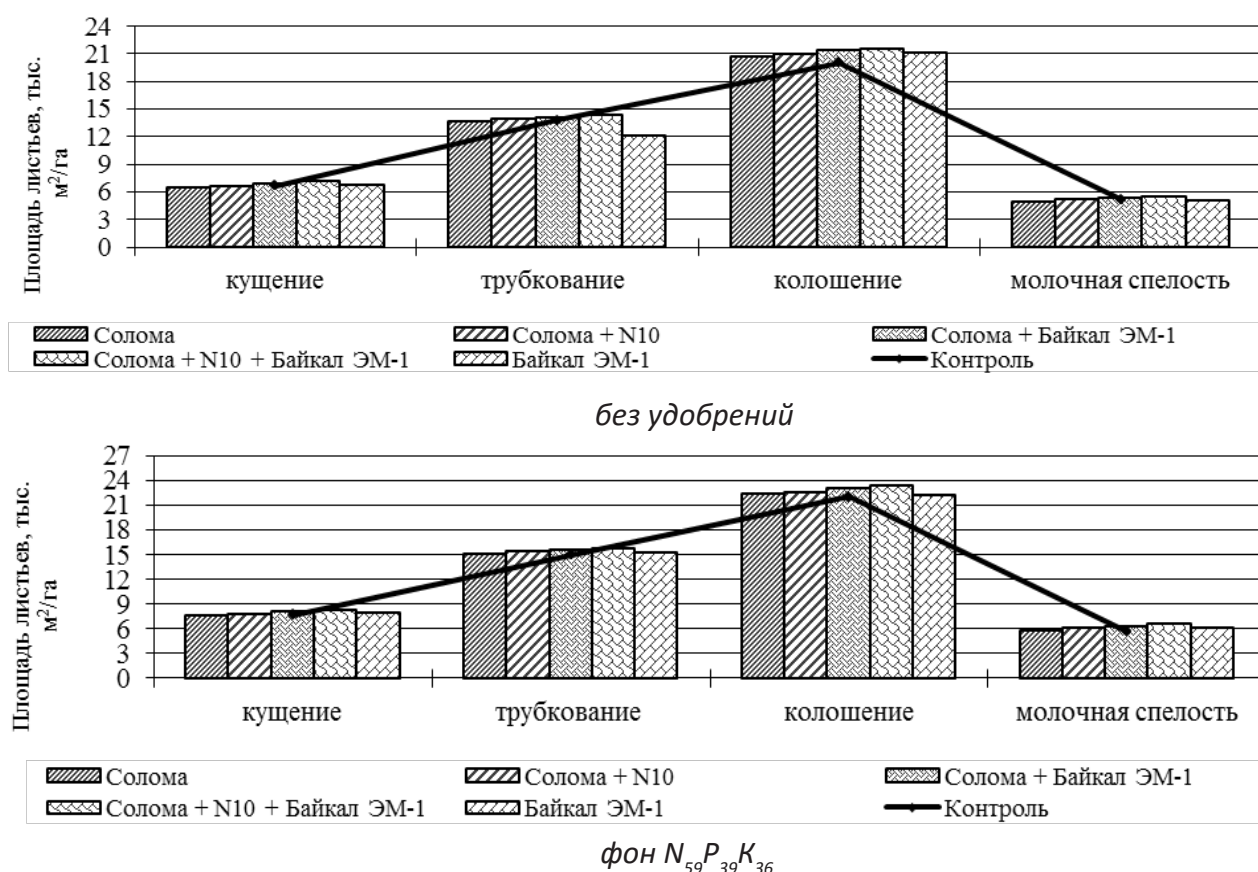


Рис.1 – Ассимиляционная поверхность листьев, тыс. м²/га, среднее за 2013–2015 гг.

верхность не только определяет величину биологического и хозяйственного урожая, но и ход его формирования. Изменяя соотношение темпов роста и развития растений под действием различных приемов, можно регулировать площадь листовой поверхности, число и размеры листьев, тем самым направленно воздействовать на формирование урожая [1, 4].

Изучение динамики формирования листовой поверхности растений ячменя показало, что внесение соломы совместно с биопрепаратом и, прежде всего, применение минеральных удобрений оказали значительное влияние на формирование ассимиляционного аппарата и его фотосинтетическую деятельность. Однако следует отметить, что фотосинтетические показатели зависели и от агрометеорологических условий вегетационного периода.

Погодные условия 2013 г. для посевов ячменя оказались неблагоприятными. Повышенные температуры мая повлияли на начальные периоды формирования листьев. В результате нарастание листовой поверх-

ности было медленным, и в фазу кущения ячменя площадь листьев не превышала 6,8 тыс. м²/га. Наибольший прирост листовой поверхности отмечен во время колошения ячменя (21,8 – 22,2 тыс. м²/га). В период налива зерна площадь листовой поверхности находилась на уровне 4,8–5,8 тыс. м²/га. При этом на вариантах совместного применения соломы с биопрепаратом и минеральными удобрениями отмечена наибольшая ассимиляционная поверхность листьев (5,8 тыс. м²/га). Кроме того, на данных вариантах большее количество листьев оставалось жизнеспособными, что в дальнейшем оказало положительное влияние на накопление продуктов фотосинтеза.

Погодные условия 2014 г. для развития яровых зерновых культур были благоприятными. Активное нарастание листовой поверхности в начале развития ячменя (фаза кущения) способствовало формированию более высокой листовой поверхности (8,4–9,6 тыс. м²/га). В дальнейшем достаточная влагообеспеченность и высокая температура воздуха способствовали быстрому прохождению межфазных

периодов. Наибольшей площади листовой поверхности посевы ячменя достигли в фазу колошения. В этот период ассимиляционная поверхность составляла 24,4–26,7 тыс. м²/га. В фазу молочной спелости из-за подсыхания и опадения нижних листьев площадь листовой поверхности снижалась и не превышала 7,1–8,7 тыс. м²/га. На протяжении вегетационного периода 2014 г. наблюдалась тенденция увеличения листовой поверхности на вариантах с внесением соломы совместно с азотом и биопрепаратом, а также при сочетании их с минеральными удобрениями.

2015 г. отличался неравномерностью выпадения осадков, причем основная часть их выпала к концу вегетации ячменя, что отразилось на формировании площади листьев ячменя. В фазу кущения посевы ячменя сформировали листовую поверхность на уровне 6,5–8,0 тыс. м²/га. В период выхода в трубку данный показатель увеличился с 12,3 до 14,2 тыс. м²/га. Наибольшая площадь листьев сформировалась на варианте с внесением соломы, биопрепарата и азота на фоне минеральных удобрений в фазу колошения – 21,0 тыс. м²/га, что практически не отличалось от варианта с использованием соломы и биопрепарата на фоне NPK (20,8 тыс. м²/га). При молочной спелости зерна обсуждаемый показатель был в пределах 3,5–5,2 тыс. м²/га.

Изучение динамики площади листьев в течение вегетации ячменя показало, что на разных этапах посев функционировал неодинаково (рисунок 1).

В среднем за 2013–2015 гг. площадь листьев в фазу кущения ячменя изменялась в пределах 6,5–8,2 тыс. м²/га. При внесении соломы совместно с биопрепаратом наблюдался интенсивный прирост листовой поверхности, данный вариант превышал контроль на 7 %, на фоне NPK – на 18 %.

В фазе выхода в трубку происходил более интенсивный рост ячменя и существенное увеличение ассимиляционной поверхности по всем вариантам. Варианты с использованием соломы и биопрепарата, соломы и азота, а также их сочетания сохраняли преимущество относительно контрольного варианта. Увеличение площади листьев на этих вари-

антах составляло 9–15 %. Более интенсивный прирост листовой поверхности отмечен на варианте совместного применения Байкал ЭМ-1 и соломы на фоне NPK – 15,7 тыс. м²/га (что на 12 % превысило контроль).

Наибольшей величины площадь листьев достигала в середине вегетации культуры – в фазу колошения. При этом значения площади листьев варьировали от 20,9 тыс. м²/га на контрольном варианте до 21,6 тыс. м²/га на варианте с применением Байкал ЭМ-1 и N₁₀ совместно с соломой, а также при внесении их на фоне NPK – 23,3 тыс. м²/га.

В конце вегетации ячменя (в фазу молочной спелости зерна) различия между вариантами оказались не существенными. В связи с усыханием массы листьев ассимиляционная поверхность составляла 5,2–6,6 тыс. м²/га.

Следует отметить, что на варианте отдельного применения минеральных удобрений в начале вегетации наблюдалось увеличение площади листьев на 13 %. Динамика нарастания листовой поверхности при применении соломы, биопрепарата и азота в дозе N10 на фоне минеральных удобрений сохранялась, но значения были несколько выше по сравнению с вариантами внесения их в чистом виде.

Исследования ряда ученых показывают, что формирование ассимиляционного аппарата зависит от обеспеченности растений элементами минерального питания [5,6]. Определение агрохимических показателей в опыте показало, что на вариантах с соломой и биологическим препаратом на фоне минеральных удобрений сложились наиболее благоприятные условия в отношении обеспеченности элементами питания, что и обусловило наиболее высокую площадь листовой поверхности растений.

Динамика накопления сухого вещества. Накопление сухого вещества, по сути, показывает уровень урожайности данной культуры, так как она складывается из массы основной и побочной продукции на единице площади.

В наших исследованиях накопление массы растений во все исследуемые фазы зависело не только от погодных условий вегетацион-

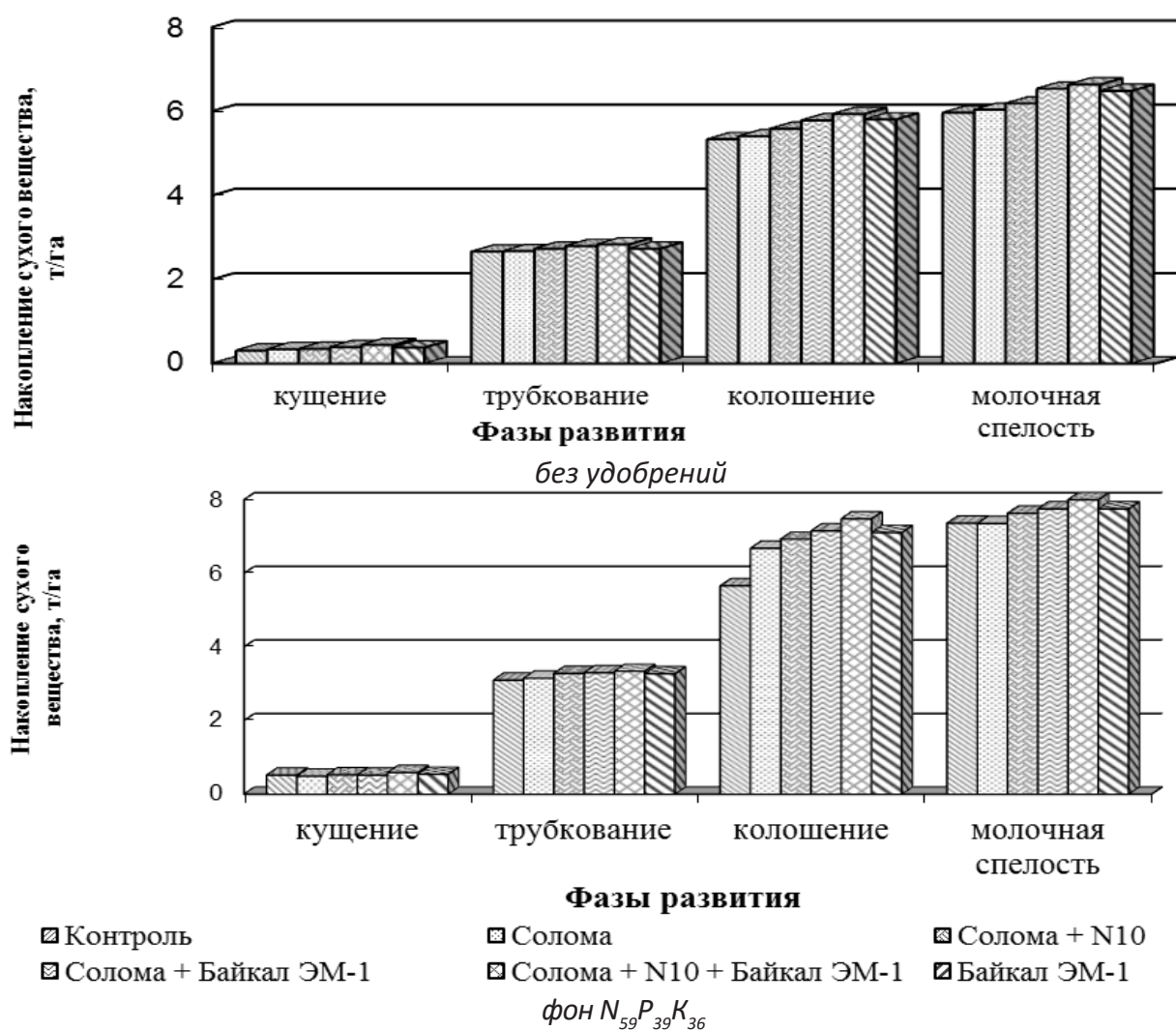


Рис.2 – Накопление сухой биомассы ячменя, т/га (среднее за 2013– 2015 гг.)

ного периода, но и от минерального питания. Причем, этот процесс протекал по восходящей кривой (рисунок 2).

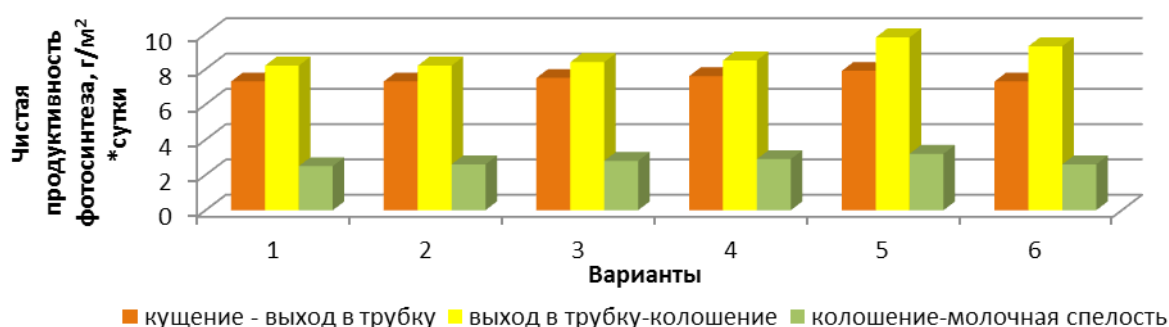
В 2013 г. накопление сухого вещества посева ячменя протекало медленно в связи низкой ассимиляционной поверхностью в начале вегетации. За период вегетации сформировалось от 0,33–0,56 до 5,60–7,80 т/га сухого вещества. Наибольшее его количество отмечалось при внесении изучаемых компонентов на фоне минеральных удобрений.

В условиях вегетационного периода 2014 г. растения ячменя наибольшее количество сухого вещества накопили в период от кущения до молочной спелости: от 0,38–0,71 до 7,30–9,50 т/га сухой биомассы. При этом тенденция влияния на данный показатель изучаемых факторов, отмеченная в 2013 г., сохранялась.

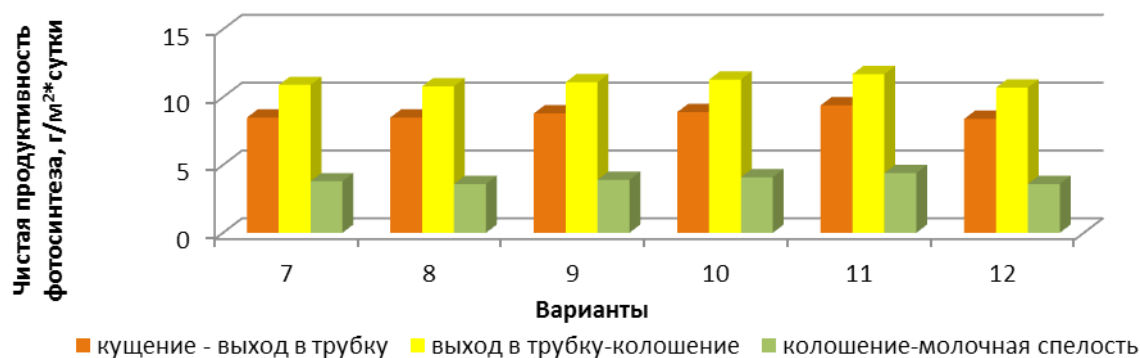
2015 г. отличался менее благоприятными погодными условиями, что отразилось на количестве накопленного сухого вещества растениями ячменя. За вегетационный период данный показатель увеличился с 0,27–0,52 до 5,00–6,70 т/га, значение которого меньше, чем в двух предыдущих годах.

Важно отметить, что уже в период кущения на изучаемых вариантах отмечается достоверное увеличение данного показателя. Следовательно, можно говорить об активном влиянии соломы, азота и биопрепарата на растение уже на первых этапах его развития.

При совместном использовании соломы, азота и биопрепарата накопление сухого вещества ячменя было выше в течение всего периода наблюдений. Стимулирующее влияние изучаемых факторов на накопление сухого вещества сохранялось до



без удобрений



фон N₅₉P₃₉K₃₆

Рис. 3 – Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м²*сутки(2013 – 2015 гг.)

конца вегетации.

Наиболее интенсивный прирост надземной биомассы ячменя происходил в межфазный период колошение – молочная спелость, когда посеы синтезировали около 80 % от общего количества органического вещества, продуцируемого за вегетационный период. Использование соломы и биологического препарата позволило повысить накопление сухого вещества на 8 %, совместно с минеральными удобрениями – на 25 %. Отдельное применение N₅₉P₃₉K₃₆ способствовало повышению данного показателя на 20 %.

Вышесказанное обусловлено тем, что дополнительно добавленный к соломе азот и другие элементы питания растений, сформированные в результате деятельности внесенных с биопрепаратом микроорганизмов, в значительной степени расходовались на ростовые процессы, что позволило растениям накопить наибольшее количество сухого вещества [7,8].

Чистая продуктивность фотосинтеза. Одно из основных требований оцен-

ки посева – наличие структуры, дающей возможность поглощать энергию падающей радиации в полном объеме. Основными органами растений, поглощающими энергию света для фотосинтеза, являются листья. Решающий фактор продуктивности фотосинтеза – это площадь листовой ассимилирующей поверхности. Как известно, формирование урожайности культур неразрывно связано с чистой продуктивностью фотосинтеза [2,5].

Результаты исследования показывают, что в 2013 г. чистая продуктивность фотосинтеза по периодам вегетации ячменя в зависимости от вариантов варьировала от 2,5 до 11,3 г/м²/сутки; в 2014 г. – от 3,0 до 14,0 г/м²/сутки; в 2015 г. – от 2,0 до 9,8 г/м²/сутки (рис. 3).

Применение соломы и биопрепарата в чистом виде в среднем за вегетацию позволило повысить продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) в 1,2 раза, тогда как их использование на минеральном фоне – в 1,4 раза.

За период вегетации 2013–2015 гг. более высокая ЧПФ отмечалась при совмест-

Таблица 1.

Влияние системы удобрений на урожайность ячменя, т/га, 2013–2015 гг.

Вариант		2013 г.	2014 г.	2015 г.	Средняя за 2013 – 2015 гг.
1. Без удобрений		2,01	2,53	1,94	2,16
2. Солома предшественника		2,06	2,46	1,98	2,17
3. Солома + 10 кг N/т соломы		2,27	2,66	2,11	2,30
4. Солома + Байкал ЭМ-1		2,31	2,74	2,15	2,40
5. Солома + N ₁₀ + Байкал ЭМ-1		2,38	2,90	2,20	2,55
6. Байкал ЭМ-1		2,13	2,61	2,02	2,25
7. N ₅₉ P ₃₉ K ₃₆		2,48	3,46	2,45	2,75
8. N ₅₉ P ₃₉ K ₃₆ + солома		2,39	3,42	2,47	2,80
9. N ₅₉ P ₃₉ K ₃₆ + солома + N ₁₀		2,48	3,52	2,53	2,90
10. N ₅₉ P ₃₉ K ₃₆ + солома + Байкал ЭМ-1		2,63	3,97	2,60	3,00
11. N ₅₉ P ₃₉ K ₃₆ + солома + N ₁₀ + Байкал ЭМ-1		2,83	4,31	2,79	3,30
12. N ₅₉ P ₃₉ K ₃₆ + Байкал ЭМ-1		2,55	3,50	2,54	2,90
НСР ₀₅	Фактор А*	0,05	0,10	0,04	–
	Фактор В	0,08	0,17	0,07	–

* фактор А – без удобрений и фон NPK

фактор В – применение соломы и биопрепарата

ном использовании бактериального препарата Байкал ЭМ-1, азота и соломы на фоне N₅₉P₃₉K₃₆, что составило по соответствующим периодам 9,4, 11,7 и 4,4 г/м²*сутки. На варианте с отдельным внесением NPK продуктивность фотосинтеза была на уровне 8,5, 10,9 и 3,8 г/м²*сутки соответственно в периоды кущения, выхода в трубку и колошения. Следует отметить, что при внесении соломы, N₁₀ и биопрепарата без минеральных удобрений значение ЧПФ было не намного меньше варианта с использованием тех же компонентов на фоне NPK.

Возрастание эффективности соломы при внесении азота в дозе N₁₀/т соломы и биопрепарата объясняется ускорением ее деструкции и интенсивного превращения в эффективное органическое удобрение, которое в свою очередь улучшает минеральное питание растений. Следовательно, данный процесс способствует лучшему формированию фотосинтетического аппарата растений [9].

Интегральным показателем любых агротехнических приемов, в том числе оценки системы удобрения, является урожайность и качество продукции. Неслучайно в современных условиях ведения хозяйства боль-

шое значение имеет внедрение экологически безопасных и экономически выгодных систем удобрения и технологий, способных обеспечить получение оптимальной урожайности сельскохозяйственных культур.

Результаты исследований по изучению влияния соломы, биологического препарата и минеральных удобрений на урожайность ячменя представлены в таблице.

Анализируя данные в среднем за три года исследования, следует отметить, что использование соломы яровой пшеницы в качестве органического удобрения под ячмень не привело к снижению урожайности, а азотная добавка к ней (10 кг/т соломы) повысила ее на 6 %. На варианте внесения соломы совместно с биопрепаратом данный показатель повысился на 11 %, при дополнении этого варианта азотом в дозе N₁₀/т соломы – на 18 %. Внесение соломы на фоне N₅₉P₃₉K₃₆ обеспечило прибавку урожайности на 0,65 т/га (30 %). При совместном внесении соломы, биопрепарата и азотной добавки она увеличилась на 0,39 т/га (18 %), а при добавлении к этим же факторам минеральных удобрений в дозе N₅₉P₃₉K₃₆ – на 1,15 т/га (53 %). Последнее свидетельствует о значительном повышении эффективности соломы в системе удобрения

при совместном использовании с биологическим препаратом Байкал ЭМ-1 и азотной добавкой.

Повышение урожайности культуры от применения соломы в системе удобрения обусловлено улучшением не только физических, но и агрохимических свойств почвы. Систематическое применение соломы увеличивает содержание доступных растениям азота, фосфора и калия почвы, снижает плотность почвы, увеличивает количество агрономически ценных агрегатов [10,11]. По нашим данным, содержание доступного фосфора в почве повышалась на 2–25 мг/кг, калия – 1–30 мг/кг, минеральных форм азота на 3–18 мг/кг почвы.

Отрицательное действие широкого отношения углерода к азоту в соломе яровой пшеницы несколько сглаживается при внесении дополнительной азотной добавки 10 кг/т соломы. Однако это не позволило полностью компенсировать недостаток азота для формирования более высокой урожайности.

Несомненно, повышение продуктивности ячменя при этом связано с активизацией почвенной микрофлоры. Попадая в прикорневую зону, макроэлементы становятся непосредственно доступными для растений в первые периоды развития, способствуя тем самым улучшению начального роста растений, а следовательно, и более лучшему их развитию в последующие фазы. Почвенные микроорганизмы являются главными агентами, переводящими труднорастворимые соединения фосфора в доступные формы [7].

Кроме того, следует отметить, что происходило усиление фотосинтетических процессов, что в итоге повлияло на продуктивность ячменя. В научной литературе имеются данные о том, что максимальная скорость разложения соломы отмечается к 90-у дню ее минерализации. Внесение минеральных удобрений повышает скорость ее разложения на 10–15 %. Солома, заделанная в почву совместно с минеральными удобрениями или азотом (8–12 кг/т соломы), в 2–2,5 раза повышает ее общую микробиологическую активность. Можно предположить, что при совместном применении соломы с минеральными удо-

блениями микроорганизмы лучше обеспечены элементами и при этом активнее происходит процесс разложения соломы [9].

Выводы

1. Применение биологического препарата Байкал ЭМ-1 совместно с соломой способствовало увеличению площади листьев растений ячменя в среднем за вегетацию (2013–2015 гг.) в 1,1–1,3 раза относительно контроля. Более высокое формирование ассимиляционной поверхности наблюдалось при применении Байкала ЭМ-1 как совместно с соломой, так и на фоне минеральных удобрений. Накопление сухого вещества при этом увеличилось на 0,1–0,7 т/га (2–10 %), на фоне удобрений – на 0,3–2,0 т/га (4–25 %).

2. Максимальная продуктивность фотосинтеза отмечена в период выхода в трубку – колошение на вариантах совместного применения соломы с биопрепаратом, азотом и минеральными удобрениями (11,1–11,7 г/м²*сутки). Превышение контроля на данных вариантах составляло 25–30 %.

3. Урожайность ячменя в среднем за 2013–2015 гг. изменялась от 2,16 на контроле до 3,30 т/га. Внесение соломы в чистом виде не привело к существенным изменениям в урожайности культуры. Наиболее эффективно применение соломы в сочетании N₁₀ и биопрепаратом. Высокая урожайность ячменя наблюдалась на варианте с совместным применением соломы, азота и биопрепарата Байкал ЭМ-1 на фоне минеральных удобрений и составила 3,30 т/га.

Библиографический список

1. 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.
2. Лохачева, О.А. Влияние фотосинтетических показателей на рост и развитие ячменя в условиях юга Приамурья / О.А. Лохачева, М.В. Маканинкова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 4. – С. 22–27.

3. Завалин, А.А. Действие удобрений и биопрепаратов на продуктивность сортов ячменя / А.А. Завалин, Т.М. Духанина, Х.А. Хусаинов // Агрохимия. – 2003. – №1. – С. 30–37.

4. 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.

5. Боронов, О.К. Формирование ассимиляционного аппарата при различных системах обработки почвы и удобрений / О.К. Боронов // Сахарная свекла. – 2010. – №6. – С. 15–17.

6. Бабич, Н. Н. Влияние минеральных удобрений, химических и биологических препаратов на фотосинтетическую деятельность ярового ячменя сорта Вакула / Н. Н. Бабич, Р. В. Колотюк, О. В. Стеблева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6. – С. 13–16.

7. Завалин, А.А. Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур /

А.А. Завалин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №8. – С. 9–11.

8. Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую активность посевов ячменя / С.Л. Белопухов, П.Д. Бугаев, М.Е. Ламмас, И.С. Прохоров // Агрохимический вестник. – 2013. – № 5. – С. 19–21.

9. Горянин, О.И. Агрохимические свойства чернозема обыкновенного при биологизации систем воспроизводства почвенного плодородия в Среднем Заволжье / О.И. Горянин, А.П. Чичкин, С.В. Обущенко // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 12. – С. 17–21.

10. Никитин, С.Н. Оценка эффективности применения биопрепаратов в Среднем Поволжье / С.Н. Никитин. – Ульяновск : Вецнец, 2014. – 135 с.

11. Исайчев, В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян регуляторов роста / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3(23). – С. 14–19.