

## ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

**Евдокимова Маргарита Александровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Общее земледелие, растениеводство, агрохимия и защита растений»

**Марьина-Чермных Ольга Геннадьевна**, доктор биологических наук, профессор кафедры «Общее земледелие, растениеводство, агрохимия и защита растений»

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет»

4240000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1;

тел. 89877246289, e-mail: myrar@mail.ru

**Ключевые слова:** ячмень, регуляторы роста растений, площадь листовой поверхности, фотосинтетическая деятельность, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза,

Использование в растениеводстве регуляторов роста наряду с другими агротехническими приемами интенсивных и биологизированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур являются одним из наиболее актуальных и перспективных приемов повышения продуктивности посевов. В этой связи целью наших исследований являлось изучение влияния регуляторов роста, применяемых в фазу кущения, на фотосинтетическую деятельность посевов ярового ячменя в таежно-лесной зоне. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: определить продолжительность основных фаз развития и вегетационного периода ярового ячменя; в основные фазы развития определить площадь листовой поверхности посевов, накопление сухого вещества, рассчитать показатели фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза посевов. Исследования проводили в Республике Марий Эл на дерново-подзолистой почве методами полевого опыта и лабораторных анализов по соответствующим методикам. В фазу кущения растений ярового ячменя опрыскивали регуляторами роста Эпин-Экстра, Циркон и Полистин. В результате исследований установлено: в таежно-лесной зоне при возделывании ярового ячменя на дерново-подзолистой почве опрыскивание посевов в фазу кущения регуляторами роста Эпин-Экстра, Циркон и Полистин сокращает вегетационный период на 2-4 дня; регуляторы роста Эпин-Экстра и Полистин увеличивают ассимиляционную поверхность листьев посевов на 8,5 и 11,1 % соответственно, фотосинтетический потенциал на 5,7 % и чистую продуктивность фотосинтеза на 3 и 10 %; регулятор роста Циркон не оказывает положительного влияния на фотосинтетическую деятельность посевов ярового ячменя в почвенно-климатических условиях Республики Марий Эл.

### Введение

В настоящее время для повышения продуктивности посевов сельскохозяйственных культур в зависимости от почвенно-климатических ресурсов применяются различные технологии и агротехнические приемы, позволяющие управлять фотосинтетической деятельностью посевов.

В таежно-лесной зоне РФ на дерново-подзолистых почвах наибольшее распространение получили агротехнологии с использованием минеральных удобрений [1], особенно азотных [2, 3], органических удобрений [4, 5], моделирование гетерогенных агрофитоценозов [6], а также агротехнологии с использованием различных регуляторов роста [7, 8].

Использование в растениеводстве регуляторов роста наряду с другими агротехническими приемами интенсивных и биологизированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур является одним из наиболее актуальных и перспективных приемов повышения продуктивности посевов. В этой связи целью наших исследований являлось изучение влияния регуляторов роста, применяемых в фазу кущения, на фотосинтетическую деятельность посевов ярово-

го ячменя в таежно-лесной зоне.

Взаимосвязь растений в агроценозе носит непостоянный характер, зависящий от многих факторов. Главной задачей для получения высоких урожаев является создание такого посева, в котором бы максимально раскрывались потенциальные возможности фотосинтетической деятельности растений в агроценозе. Этого можно добиться при создании благоприятных условий для роста и развития растений [9].

В процессе фотосинтеза растения усваивают из внешней среды (воздушное питание) весь углерод, за счёт которого формируется 42-45 % массы сухого органического вещества. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах включает в себя ряд важнейших показателей: размеры фотосинтетического аппарата, быстроту его развития, продолжительность и интенсивность работы листьев, показатель чистой продуктивности фотосинтеза, коэффициент использования ФАР. Все процессы, происходящие при фотосинтезе, закономерно зависят от условий внешней среды. Фактором, чаще всего снижающим урожай, является недостаточно быстрый рост площади листовой поверхности [10]. Пока-

затели площади листьев, продолжительность их работы и накопление сухой биомассы определяют продуктивность фотосинтетической деятельности посевов. Площадь листьев является одним из важных показателей, характеризующих фотосинтетическую деятельность растений, и урожай тесно связан именно с размерами площади листьев [11].

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

Полевые опыты закладывали на территории ЗАО ПЗ «Шойбулакский» Медведевского района Республики Марий Эл в 2013-2015 гг. Лабораторные исследования проводили в агрохимических лабораториях МарГУ. Посевы ярового ячменя сорта Владимир обрабатывали регуляторами роста в фазу кущения по следующей схеме: 1 – Контроль (вода); 2 – Эпин-Экстра; 3 – Циркон; 4 – Полистин. Повторность вариантов – четырехкратная, размещение – рендомизированное. Общая площадь делянки -18 м<sup>2</sup>. Расход рабочей жидкости – 300 л/га. Норма расхода регуляторов составила: Эпин-Экстра – 50 мл/га, Циркона – 20 мл/га, Полистин – 2 л/га.

*Эпин-Экстра* – это искусственно созданный аналог природного биостимулятора растений (д.в. раствор эпибрасинолида в спирте 0,025 г/л). Регулятор роста и развития растений с ярко-выраженным антистрессовым и адаптогенным действием. Действуя опосредованно через гормональную систему, влияет на активность и биосинтез ферментов окислительного цикла, оказывает разностороннее влияние на растение, усиливает рост и повышает устойчивость к биотическим и абиотическим факторам, увеличивает урожай и улучшает его качество. Натуральное вещество эпибрасинолид не является токсичным. Выращенная продукция отличается высоким качеством и пониженным содержанием тяжелых металлов, нитратов, остаточных пестицидов. Класс фитогормонов брассиностероидов (БС) определен во всех таксономических группах, они являются обязательными компонентами растений и синтезируются во всех органах, но наиболее активно – в молодых развивающихся тканях. Интерес к изучению БС и препаратов на их основе значительно вырос за последние годы в Китае, США, Японии, Индии [12].

*Циркон* – природный стимулятор роста, состоящий из смеси эфиров кофейной кислоты (хлорогеновой и цикориевой), полученный путем вытяжки из растений, являющихся источниками многих лекарственных препаратов. Действующим веществом препарата является смесь гидроксикоричных кислот (ГКК), получаемых из растительного сырья эхинацеи пурпурной. Биологическая активность циркона в значительной

степени обусловлена антиоксидантными свойствами, характерными для фенольных соединений. Циркон является физиологически активным соединением и выполняет при попадании в организм растений функции росторегулятора, антистрессового адаптогена и индуктора болезнеустойчивости. Препарат пролонгирует и активизирует ауксины клетки путем ингибирования фермента ауксиноксидазы, предотвращает снижение урожайности сельскохозяйственных культур, особенно в условиях засухи [13].

*Полистин* представляет собой биологически активную фракцию птичьего помета, выделенную методом двухстадийного микробиологического синтеза. Содержит весь спектр микроэлементов в биологически активной форме, а также значительные количества фитогормонов: ауксинов (по индолил-3-уксусной кислоте) не менее 3 мг/л, гиббереллинов (по гибберелловой кислоте) не менее 34 мг/л, цитокининов (по кинетину) не менее 500 мг/л, гуминовых и фульво-соединений не менее 2000 мг/л. Препарат содержит комбинацию штаммов ризосферных микроорганизмов – антагонистов фитопатогенов.

В опыте, согласно программе исследования, проводились фенологические наблюдения по методике Госсортсети (1989), полевые и лабораторные анализы по соответствующим методикам и ГОСТам. В период кущения, выход в трубку, колошение, полная спелость брали средние пробы растений для изучения прироста сырой массы, определения содержания сухого вещества, определения площади листовой поверхности весовым методом по А. А. Ничипоровичу (1961) [11]. Образцы брали с каждой делянки трёх повторений с площади 0,25 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности. Показатели фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза посевов ячменя определяли расчётным методом.

Статистическую обработку результатов проводили методом дисперсионного анализа полевого опыта по методике Б. А. Доспехова (1985) с применением пакета программ прикладной статистики «Stat» (версия 2.6, ИВЦ МарГУ, 1993).

Почвенный покров опытного участка представлен малогумусной дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почвой на покровном суглинке, являющейся типичной для почв Республики Марий Эл. Почва имела очень высокое содержание подвижных форм фосфора и калия, нейтральную реакцию почвенного раствора.

Метеорологические условия в годы проведения опыта в основном являлись типичными для зоны, но отличались по сумме выпавших осадков и среднесуточной температуре воздуха

Таблица 1

**Даты наступления фенологических фаз развития ярового ячменя (в среднем за 2013-2015 гг.)**

Вариант	Фаза развития				
	всходы	кущение	выход в трубку	колошение	полная спелость
Контроль	18 мая	3 июня	14 июня	4 июля	19 августа
Эпин-Экстра	18 мая	3 июня	13 июня	3 июля	17 августа
Циркон	18 мая	3 июня	12 июня	30 июня	15 августа
Полистин	18 мая	3 июня	12 июня	30 июня	15 августа

в течение вегетационного периода ячменя от средннеголетних показателей. В целом агрометеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований были благоприятными для возделывания ярового ячменя.

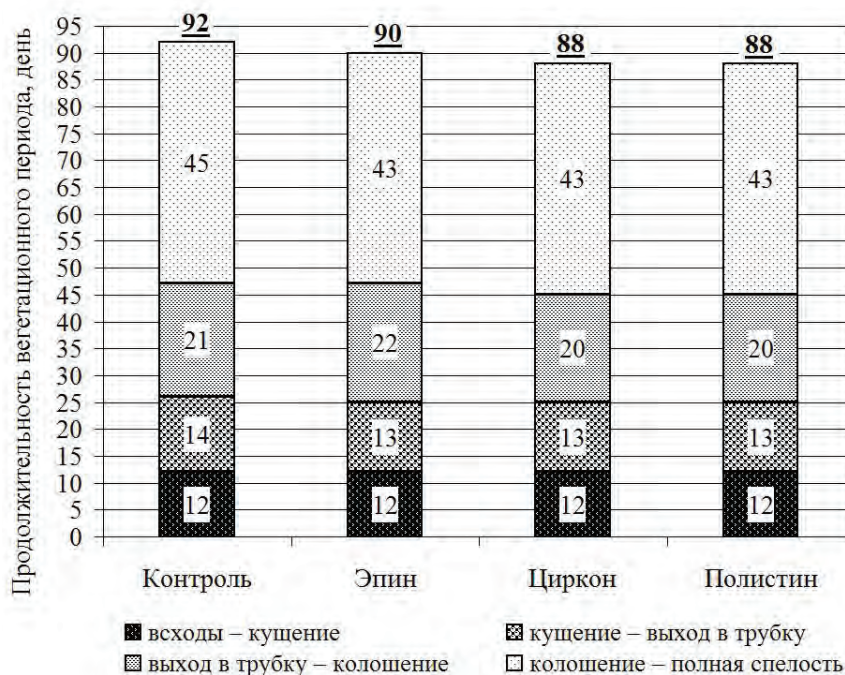
Агротехника возделывания ярового ячменя в опытах была рекомендованной для Республики Марий Эл. Предшествующая культура – озимая пшеница. Посев был проведен на глубину 3-4 см элитными семенами, которые соответствовали первому классу посевного стандарта. Норма высева семян – 4,5 млн. всхожих семян на 1 га.

**Результаты исследований**

В течение вегетации ярового ячменя за ростом и развитием растений проводились фенологические наблюдения. Посев ячменя провели по мере поспевания почвы 6 мая в 2013 году, 4 мая в 2014 году и 15 мая 2015 году. Благодаря достаточной влаге в почве и оптимальным климатическим условиям всходы появились 17, 14 и 25 мая, соответственно годам исследований. Кущение данной культуры во всех вариантах наступило через 11 дней как в 2013, так и в 2014 году, а в 2015 – через 16 дней. Обработка регуляторами роста в фазе кущения позволила ускорить наступление последующих фаз развития в 2013 году на 1-5 дня и на 1-3 дня в 2014 и 2015 годах по отношению к контролю, и тем самым сократить продолжительность вегетационного периода ярового ячменя. Следует заметить, что в 2015 году обработка регулятором роста Эпин-Экстраом увеличила на 3 дня межфазный период выход в трубку – колошение.

В среднем за 3 года проведения опыта при обработке регуляторами выход в трубку произошел на 1-2 дня раньше, чем в контрольном варианте (табл. 1).

Применение Циркона и Полистина ускорило наступление фазы колошения на 4 дня, Эпин-Экстра – лишь на 1 день. Действие регуляторов роста растений наблюдалось и в фазу спелости зерна ячменя, в результате зерно растений обработанных регуляторами роста созрело на 2-4 дня



**Рис. 1 – Продолжительность межфазных периодов роста и развития растений ярового ячменя (в среднем за 2013-2015 гг), сут.**

раньше, чем в контроле, это связано с тем, что регуляторы роста ускоряют процессы метаболизма, тем самым способствуя созреванию. Следовательно, Полистин и Циркон наиболее активно приближают наступление последующих фаз развития.

В контрольном варианте фенологические фазы наступали позже, поэтому в среднем за 3 года проведения опыта продолжительность вегетационного периода на данном варианте составила 92 дня (рис. 1).

Продолжительность фаз: выход в трубку – колошение, колошение – полная спелость значительно отличаются, что связано с различными погодными условиями во время проведения опыта.

Благодаря применению регуляторов роста продолжительность вегетационного периода растений ячменя сократилась в 2013 году на 2-5 дней по сравнению с контролем. Наиболее ко-



ротким он был при использовании Циркона и Полистина, при этом вегетационный период в обоих вариантах составил 86 дней. Необходимо отметить, что влияние регуляторов роста Циркон и Полистин особо проявилось в периоды: кущение – выход в трубку и колошение – полная спелость, так как каждый из периодов сократился на 2 дня относительно контроля. Применение Эпин-Экстра проявилось в сокращении указанных периодов лишь на 1 день.

В 2014 году при применении регуляторов роста Циркон и Полистин продолжительность каждой последующей фазы развития растений ячменя была самой короткой, и они соответственно сократились на 2; 1; 3 дня относительно контроля соответственно фазам развития, а вегетационный период был на 6 дней короче контроля. Использование на посевах препарата Эпин-Экстра также позволило ускорить развитие растений, вегетационный период сократился лишь на 3 дня и составил 87 дней.

В 2015 году продолжительность фаз развития растений ярового ячменя несколько отличалась от предыдущих лет исследований. В вариантах с использованием регуляторов роста период кущения – выход в трубку сократился на 1 день. Следующий период выход в трубку – колошение резко отличался от предыдущих лет, так под действием Циркона период сократился лишь на 1 день, а действие Полистина не выявлено. При этом Эпин-Экстра увеличил данный период на 3 дня, но сократил на 3 дня период колошение-полная спелость. В целом по опыту сохранилась закономерность сокращения вегетационного периода под влиянием регуляторов роста. Наиболее выражено она наблюдалась при опрыскивании посевов регуляторами роста Циркон и Полистин.

В среднем за время проведения исследований продолжительность фаз развития растений ярового ячменя, обработанных регуляторами роста, уменьшилась на 1-2 дня в сравнении с контрольным вариантом, применение препарата

Эпин-Экстра привело к увеличению на 1 день периода выход в трубку – колошение (рис. 1). Вегетационный период при этом сократился на 2-4 дня. Так, при применении Эпин-Экстра созревание наступило на 90-й день после появления всходов, при применении Циркона и Полистина – на 88-й, а в контрольном варианте – на 92-й день.

Оптимально ориентированная в пространстве фотосинтезирующая система сельскохозяйственных посевов, главным образом листовая поверхность, позволяет наиболее полно использовать почвенно-климатические ресурсы региона и получить максимальный эффект от приемов агротехнического воздействия. Площадь и продолжительность работы ассимиляционной поверхности листьев сельскохозяйственных культур имеют определяющее значение в формировании их урожайности.

По мнению Д. А. Сульдина, А.П. Еряшева, В. Е. Камалихина (2018) на черноземе выщелоченном регуляторы роста, используемые в фазу кущения повышают площадь листовой поверхности и фотосинтетический потенциал посевов яровой пшеницы примерно на 20 % [14]. Для сравнения: применение на черноземе выщелоченном полного минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$  увеличивает площадь листовой поверхности и фотосинтетический потенциал посевов ярового ячменя на 15,4 и 15,3 % [10], а на дерново-подзолистой почве внесение  $N_{60}P_{30}K_{60}$  увеличивает данные показатели фотосинтетической деятельности на 60 и 65 % [15].

Максимальная площадь ассимиляционной поверхности листьев посевов ярового ячменя наблюдается в фазу колошения [15,16], поэтому наблюдения по ассимиляционной поверхности листьев представлены именно в данную фазу (табл. 2).

Площадь ассимиляционной поверхности листьев посевов ярового ячменя зависела от применения опрыскивания растений регуляторами роста в фазу кущения. Данные стимуляторы не одинаково влияли на формирование ассимиляционной поверхности листьев. В 2013 году ассимиляционная поверхность листьев посевов ярового ячменя в фазу колошения составила 34,6-36,6 тыс. м<sup>2</sup>/га. Минимальной она была в варианте с применением Циркона, составила 34,1 тыс. м<sup>2</sup>/га и находилась на одном уровне с контролем. Максимальная наблюдалась в варианте с применением Полистина, которая превышала контроль на 2 тыс. м<sup>2</sup>/га. Благодаря применению регулятора роста Эпин-Экстра ассимиляционная поверхность листьев увеличилась на 1,2 тыс. м<sup>2</sup>/га. В 2014 году положительное действие стимуляторов роста на формирование ассимиляцион-

**Таблица 2**

**Площадь листовой поверхности в фазу колошения, тыс. м<sup>2</sup>/га**

Вариант	Год			Средняя за 3 года	Отклонение от контроля (+/-)	
	2013	2014	2015		тыс. м <sup>2</sup> /га	%
Контроль	34,6	31,1	36,7	34,1	–	–
Эпин-Экстра	35,8	34,7	40,5	37,0	2,9	8,5
Циркон	34,1	32,3	36,6	34,3	0,2	0,6
Полистин	36,6	35,1	42,1	37,9	3,8	11,1
НСР <sub>05</sub>	0,8	0,5	0,7	0,7		

Таблица 3

**Фотосинтетический потенциал посевов  
ячменя за вегетацию, млн. м<sup>2</sup>×сут /га**

Вариант	Год			Средний за 3 года	Отклонение от контроля (+/-)	
	2013	2014	2015		млн. м <sup>2</sup> ×сут /га	%
Контроль	1,57	1,45	1,71	1,58	–	
Эпин-Экстра	1,59	1,56	1,86	1,67	0,09	5,7
Циркон	1,47	1,41	1,67	1,51	-0,07	-4,4
Полистин	1,57	1,53	1,92	1,67	0,09	5,7
НСР <sub>05</sub>	0,06	0,08	0,1	0,08		

Таблица 4

**Чистая продуктивность фотосинтеза посевов ячменя в среднем за вегетацию, г/м<sup>2</sup>×сут.**

Вариант	Год			Средняя за 3 года	Отклонение от контроля (+/-)	
	2013	2014	2015		г/м <sup>2</sup> ×сут.	%
Контроль	2,28	2,61	2,84	2,58	–	
Эпин-Экстра	2,30	2,69	2,96	2,66	0,08	3,1
Циркон	2,09	2,44	2,84	2,47	-0,11	-4,3
Полистин	2,59	2,95	2,96	2,84	0,26	10,1
НСР <sub>05</sub>	0,05	0,07	0,09	0,06		

ной поверхности листьев проявилось сильнее. На вариантах с применением стимуляторов роста – Эпин-Экстра, Циркон и Полистин площадь листовой поверхности увеличилась на 3,6; 1,2 и 4,0 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно регуляторам роста. В 2015 году ассимиляционная поверхность листьев посевов ячменя в фазу колошения была наиболее высокой за все годы исследований и составила 36,6-42,1 тыс. м<sup>2</sup>/га. Минимальной она была в вариантах контроль и Циркон. Опрыскивание посевов регуляторами роста Эпин-Экстра и Полистин существенно увеличило ассимиляционную поверхность листьев. Применение регулятора роста Эпин-Экстра позволило увеличить ассимиляционную поверхность листьев на 3,8 тыс. м<sup>2</sup>/га., а применение регулятора роста Полистин - на 5,4 тыс. м<sup>2</sup>/га. При этом эффект от регулятора роста Полистин был более существенным, чем от регулятора роста Эпин-Экстра. В среднем за 3 года значительное увеличение площади ассимиляционной поверхности листьев посевов по отношению к контролю отмечено в вариантах с применением стимуляторов роста Эпин-Экстра и Полистин и составило соответственно 2,9 и 3,8 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Таким образом, применение регуляторов роста Эпин-Экстра и Полистин способствовало увеличению ассимиляционной поверхности листьев посевов ячменя на 8,5 и 11,1 %, наибольший эффект наблюдался при опрыскивании растений в фазу кущения регулятором роста Полистин.

Показатель фотосинтетического потенциала (ФП) посевов был не стабильным и изменялся как от года исследований, так и от применяемых регуляторов роста (табл. 3), что объясняется погодными условиями в годы проведения полевых опытов и особенностями действия регуляторов роста на процессы метаболизма в растениях ячменя. Максимальный ФПП был в 2015 году и составил 1,79 млн. м<sup>2</sup>×сут./га.

В среднем по опыту за вегетационный период 2013 года ФП посевов ячменя составил 1,55 млн. м<sup>2</sup>×сут./га, при этом достоверного положительного эффекта от применения регуляторов роста в фазу кущения не наблюдалось. Установлено снижение данного показателя фотосинтетической деятельности при опрыскивании посевов регулятором роста Циркон. В последующие годы исследований изменения величины ФП посевов под действием регулятора роста Циркон находились на одном уровне с контролем. Применение регуляторов роста Эпин-Экстра и Полистин позволило увеличить показатели ФП посевов как в 2014, так и в 2015 годах. Соответственно годам увеличение было на 0,08-0,11 и 0,15-0,21 млн. м<sup>2</sup>×сут./га.

Результаты расчета ФП посевов ячменя в среднем за 3 года исследований показали, что он в зависимости от варианта варьировал от 1,51 до 1,67 млн. м<sup>2</sup>×сут./га. Наиболее высокие значения ФП были в вариантах с обработкой посевов в фазу кущения регуляторами роста Эпин-Экстра и Полистин, при этом разницы между вариантами не наблюдалось. Применение Циркона не оказало положительного влияния на величину ФП, это объясняется сочетанием короткого вегетационного периода и небольшой площадью листовой поверхности.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) представляет собой прирост сухой биомассы в граммах за сутки на 1 м<sup>2</sup>. В годы исследований ее величина в большой степени зависела от погодных условий вегетационного периода ярового ячменя, поэтому разница по годам была от 8,6 до 25,5 %. Наименьшие показатели ЧПФ посевов ярового ячменя наблюдались в 2013 году и в среднем составили 2,31 г/м<sup>2</sup>×сут., а максимальные в 2015 году – 2,90 г/м<sup>2</sup>×сут (табл. 4).

В первый год проведения исследований достоверное увеличение показателя ЧПФ от применения регуляторов роста наблюдалось лишь под действием препарата Полистин и состави-

ло 0,31 г/м<sup>2</sup>×сут. Уровень показателей ЧПФ был одинаковый как в контрольном варианте, так и в варианте с применением регулятора роста Эпин-Экстра. При обработке посевов Цирконом показатель ЧПФ был ниже контроля на 0,19 г/м<sup>2</sup>×сут. В последующие годы исследования положительный эффект наблюдался как от регулятора роста Полистин, так и от регулятора роста Эпин-Экстра. При этом в 2014 году увеличение показателя ЧПФ посевов ярового ячменя благодаря опрыскиванию посевов регулятором роста Полистин было на 0,26 г/м<sup>2</sup>×сут. больше, чем благодаря опрыскиванию посевов регулятором роста Эпин-Экстра.

ЧПФ за вегетацию ярового ячменя в среднем за 3 года проведения исследований варьировала в зависимости от вариантов от 2,47 до 2,84 г/м<sup>2</sup>×сут. На величину показателя ЧПФ посевов ячменя положительно влияли регуляторы роста Эпин-Экстра и Полистин. Соответственно препаратам ЧПФ в среднем за вегетацию превысила контроль на 0,08 и 0,26 г/м<sup>2</sup>×сут. При обработке посевов регулятором роста Циркон в среднем за вегетацию получены наименьшие показатели ЧПФ – 2,47 г/м<sup>2</sup>×сут., что существенно ниже контроля.

#### **Выводы**

1. При возделывании ярового ячменя на дерново-подзолистой почве опрыскивание посевов в фазу кущения регуляторами роста Эпин-Экстра, Циркон и Полистин сокращает продолжительность фаз развития растений, следовательно, и вегетационный период на 2-4 дня, что позволяет раньше обычного срока начать уборку.

2. Применение регуляторов роста Эпин-Экстра и Полистин увеличивает ассимиляционную поверхность листьев посевов ярового ячменя на 8,5 и 11,1 % соответственно; фотосинтетический потенциал на 5,7 % и чистую продуктивность фотосинтеза в среднем за вегетацию на 3 и 10 % соответственно препаратам.

3. Применение регулятора роста Циркон в фазу кущения не оказывает положительного влияния на фотосинтетическую деятельность посевов ярового ячменя в почвенно-климатических условиях Республики Марий Эл.

#### **Библиографический список**

1. Новоселов, С.И. Влияние минеральных удобрений на продуктивность севооборотов с различными видами паров / С.И. Новоселов, Н.И. Толмачев, А.В. Муржинова // Плодородие. – 2014. – № 5 (80). – С. 14-15.

2. Лапшин, Ю.А. Азот минеральных удобрений – решающий фактор увеличения урожайности и улучшения качества зерна яровой пшеницы / Ю.А. Лапшин // Аграрная наука Евро-Северо-

Востока. – 2000. – № 1. – С. 49-51.

3. Пашкова, Г.И. Влияние азотных подкормок на активность глутаминсинтетазы, содержание аммиака в растениях, урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Г.И. Пашкова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 1. – С. 28-31.

4. Действие и последствие органических удобрений на урожайность культур в таежно-лесной зоне / С.И. Новоселов, В.Е. Пекельдина, М.А. Евдокимова, Г.А. Зыкова, Т.П. Егошина // Плодородие. – 2009. – № 2 (47). – С. 12.

5. Кузьминых, А.Н. Формирование урожая озимой ржи в зависимости от видов пара / А.Н. Кузьминых // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – № 2 (39). – С. 34-38

6. Лапшин, Ю.А. Возделывание смешанных озимых зерновых агрофитоценозов с целью получения зернового корма [Электронный ресурс] / Ю.А. Лапшин // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. II международная научно-практическая интернет-конференция / ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». с. Соленое Займище. – 2017. – С. 575-579. – Режим доступа: <https://cloud.mail.ru/public/Aw77/Fij88gwvF>

7. Кузьминых, А.Н. Урожайность и качество зерна озимой ржи в зависимости от применения стимуляторов роста / А.Н. Кузьминых, Г.И. Пашкова // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2016. – № 1 (5). – С. 26-30.

8. Данилов, А.В. Влияние сроков обработки посевов стимуляторами роста на урожайность ярового ячменя в условиях Республики Марий Эл / А.В. Данилов, М.А. Евдокимова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2017. – № 19. – С. 7-10.

9. Никитин, С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах и динамика ростовых процессов при применении биологических препаратов / С.Н. Никитин // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 1. – С. 33-38.

10. Еряшев, А.П. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность пивоваренного ячменя в зависимости от уровня минерального удобрения и норм высева / А.П. Еряшев, А.С. Шапошников, П.А. Еряшев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1 (37). – С. 19-24.

11. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А.А. Ничипорович. – М.: АН СССР, 1961. – 193 с.

12. Малеванная, Н.Н. Брассиностероиды – новый класс фитогормонов плейотропного действия. Успехи последних исследований / Н.Н. Малеванная // Полифункциональность действия брассиностероидов: сборник научных трудов. – М.: НЭСТ, 2007. – С. 5-77.

13. Вакуленко, В.В. Эпин-Экстра, Циркон и Силиплант повысят качество урожая / В.В. Вакуленко // Защита и карантин растений. – 2017. – № 3. – С. 34.

14. Сульдин, Д.А. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность яровой пшеницы в зависимости от сроков и кратности применения регуляторов роста и гуминовых удобрений / Д.А. Сульдин, А.П. Ерышев, В.Е. Камалихин // Вест-

ник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1 (41). – С. 49-53.

15. Евдокимова, Маргарита Александровна Сортовые особенности азотного питания ячменя в условиях востока Нечерноземной зоны: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09, 06.01.04 / М.А. Евдокимова. – Йошкар-Ола, 2005. – 272 с.

16. Хисамова, К.Ч. Формирование посевов и урожайности ячменя в зависимости от применения в системе удобрения соломы и биологического препарата Байкал ЭМ-1 / К.Ч. Хисамова, Е.А. Яшин, А.Х. Куликова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 2 (34). – С. 65-73.

## INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SPRING BARLEY CROPS

*Evdokimova M.A., Maryina-Chermnykh O.G.*

*FSBEI HE "Mari State University"*

*4240000, Republic of Mari El, Yoshkar-Ola, Lenin sq., 1;  
tel. 89877246289, e-mail: myrar@mail.ru*

*Key words: barley, plant growth regulators, leaf surface area, photosynthetic activity, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity.*

*The use of growth regulators in crop production, along with other agrotechnical methods of intensive and biologized technologies of cultivation, is one of the most appropriate and promising methods of increasing the productivity of crops. In this regard, the purpose of our research was to study the effect of growth regulators used at tillering stage on the photosynthetic activity of spring barley crops in the taiga-forest zone. To achieve this goal it was necessary to solve the following tasks: to determine the duration of the main phases of development and the growing season of spring barley; determine the leaf area of crops, the accumulation of dry matter, calculate parameters of photosynthetic potential and net productivity of photosynthesis of crops during the main phases of development. Investigations were carried out in the Republic of Mari El on sod-podzolic soil by field trial and laboratory analysis using appropriate methods. Spring barley plants they were sprayed with Epin-Extra, Zircon and Polistin at the tillering stage. As a result of the research, it was established that spraying of crops in the tillering stage with the growth regulators Epin-Extra, Zircon and Polistin shortens the vegetation period by 2-4 days in the taiga-forest zone in cultivation of spring barley on sod-podzolic soil; the growth regulators Epin-Extra and Polistin increase assimilation surface of crop leaves by 8,5 and 11,1 %, respectively, the photosynthetic potential - by 5,7 % and the net productivity of photosynthesis by 3 and 10 %; Zircon growth regulator does not have a positive effect on photosynthetic activity of spring barley crops in the soil and climatic conditions of the Republic of Mari El.*

### *Bibliography*

- Novoselov, S.I. The influence of mineral fertilizers on t productivity of crop rotations with various types of fallows / S.I. Novoselov, N.I. Tolmachev, A.V. Murzhinova // Fertility. - 2014. - № 5 (80). - P. 14-15.*
- Lapshin, Yu.A. Nitrogen of mineral fertilizers is the main factor in increasing yields and improving the quality of spring wheat grain / Yu.A. Lapshin // Agrarian Science of the Euro-Northeast. - 2000. - № 1. - P. 49-51.*
- Pashkova, G.I. Effect of nitrogen supplements on glutamine synthetase activity, ammonia content in plants, yield and grain quality of spring wheat / G.I. Pashkova // Agrarian Science of the Euro-Northeast. - 2013. - № 1. - P. 28-31.*
- Effect and aftereffect of organic fertilizers on crop yields in the taiga-forest zone / S.I. Novoselov, V.E. Pekeldina, M.A. Evdokimova, G.A. Zykova, T.P. Egoshina // Fertility. - 2009. - № 2 (47). - P. 12.*
- Kuzminykh, A.N. Formation of winter rye harvest depending on the types of fallow / A.N. Kuzminykh // Agrarian Science of the Euro-Northeast. - 2014. - № 2 (39). - P. 34-38*
- Lapshin, Yu.A. Cultivation of mixed winter grain agrophytocenoses in order to obtain grain feed [Electronic resource] / Yu.A. Lapshin // Modern ecological state of the environment and scientific and practical aspects of environmental management. II International Scientific and Practical Internet Conference / FSBI "Pre-Caspian Research Institute of Arid Farming". Solenoye Zaimishche v. - 2017. - P. 575-579. - Access mode: <https://cloud.mail.ru/public/Aw77/Fj88gwvF>*
- Kuzminykh, A.N. Yield and grain quality of winter rye, depending on the use of growth stimulants / A.N. Kuzminykh, G.I. Pashkova // Vestnik of Mari State University. Series "Agricultural Sciences. Economic Sciences. - 2016. - № 1 (5). - P. 26-30.*
- Danilov, A.V. Time Influence of crop treatment with growth stimulants on the yield of spring barley in the Republic of Mari El / A.V. Danilov, M.A. Evdokimova // Current issues of improving the technology of production and processing of agricultural products. - 2017. - № 19. - P. 7-10.*
- Nikitin, S.N. Photosynthetic activity of plants and the dynamics of growth processes in case of application of biological compounds / S.N. Nikitin // Achievements of modern natural science. - 2017. - № 1. - P. 33-38.*
- Eryashev, A.P. Photosynthetic activity and productivity of malting barley, depending on the level of mineral fertilizers and seeding amount / A.P. Eryashev, A.S. Shaposhnikov, P.A. Eryashev // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2017. - № 1 (37). - P. 19-24.*
- Nichiporovich, A.A. Photosynthesis and theory of obtaining high yields / A.A. Nichiporovich. - M.: USSR Academy of Sciences, 1961. - 193 p.*
- Malevannaya, N.N. Brassinosteroids - a new class of pleiotropic phytohormones. Achievements of recent research / N.N. Malevannaya // Polyfunctional action of brassinosteroids: a collection of scientific papers. - M.: NEST, 2007. - P. 5-77.*
- Vakulenko, V.V. Epin-Extra, Zircon and Siliplant will improve the quality of the crop / V.V. Vakulenko // Protection and quarantine of plants. - 2017. - № 3. - P. 34.*
- Suldin, D.A. Photosynthetic activity and productivity of spring wheat, depending on the timing and frequency of application of growth regulators and humic fertilizers / D.A. Suldin, A.P. Eryashev, V.E. Kamalikhin // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2018. - № 1 (41). - P. 49-53.*
- Evdokimova, Margarita Aleksandrovna. Varietal features of nitrogen nutrition of barley in the conditions of the east of the Nonchernozem zone: dissertation of Candidate of Agriculture: 06.01.09, 06.01.04 / M.A. Evdokimova. - Yoshkar-Ola, 2005. - 272 p.*
- Khisamova, K.Ch. Formation of crops and barley yields, depending on application of straw and biological compound Baikal EM-1 / K.Ch. Khisamova, E.A. Yashin, A.Kh. Kulikova // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. - 2016. - № 2 (34). - P. 65-73.*