

УДК 633.16:631.82

DOI: 10.31774/2222-1816-2019-1-153-167

**Н. Е. Павловская, А. Г. Тимаков, И. В. Яковлева**

Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина, Орёл,  
Российская Федерация

**В. В. Мамеев**

Брянский государственный аграрный университет, Брянск, Российская Федерация

## **ИЗУЧЕНИЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ЧИСТОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ, ВОЗДЕЛАННОГО С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ**

Целью исследований являлось изучение влияния новых регуляторов роста на морфофизиологические показатели и чистую фотосинтетическую продуктивность ярового ячменя сорта Раушан. Препарат Вигор Форте – регулятор роста растений, оптимальным образом сочетающий синтетический аналог фитогормона роста (ауксина) и корректирующий комплекс НРК и микроэлементов. Применяется совместно с фунгицидами при предпосевной обработке семян либо в сочетании с плановыми некорневыми обработками (ООО «ВАТР», г. Королев). Биопрепарат, созданный в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина», имеет в своем составе биофлавоноиды гречихи, салициловую кислоту и соли магния (патент № 2463759). Обработка семян ячменя проводилась перед посевом, растений – путем опрыскивания в фазе кущения – начала выхода в трубку. Изучены показатели фотосинтетической продуктивности в период всходов, кущения, выхода в трубку, колошения, цветения, созревания. Установлено, что Вигор Форте и Биопрепарат оказывают ростактивирующее действие на растения, увеличивая число листьев, накопление биомассы и фотосинтетические показатели ярового ячменя сорта Раушан. Вигор Форте увеличил фотосинтетический потенциал ячменя по сравнению с контролем на 11 %, а Биопрепарат – на 5 %. Вигор Форте более эффективен и в отношении увеличения чистой продуктивности фотосинтеза ячменя: при его применении эта величина на 80 % больше по сравнению с контролем, а в варианте с Биопрепаратом только на 50 %. Препарат Вигор Форте оказался более эффективным в отношении прибавки урожая ячменя по сравнению с Биопрепаратом.

Ключевые слова: яровой ячмень, регуляторы роста, биопрепараты, морфофизиологические показатели, чистая продуктивность фотосинтеза.

**N. E. Pavlovskaya, A. G. Timakov, I. V. Yakovleva**

Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russian Federation

**V. V. Mameev**

Bryansk State Agrarian University, Bryansk, Russian Federation

## **THE STUDY OF MORPHO-PHYSIOLOGICAL INDICATORS AND NET PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY PHOTOSYNTHESIS, CULTIVATED WITH THE APPLICATION OF BIOLOGICALS**

The aim of the research was to study the influence of new growth regulators on the morphological and physiological indicators and net photosynthetic productivity of spring bar-

ley of Raushan variety. The product Vigor Forte is a plant growth regulator that combines the synthetic analogue of growth phytohormone (auxin) and the corrective complex of NPK and microelements in an optimal way. It is applied in conjunction with fungicides in the preseedling treatment or in combination with planned foliar treatment (VATR LLC, Korolev). The biological product, created in Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Orel State Agrarian University named after N. V. Parahin”, is composed of buckwheat bioflavonoids, salicylic acid and magnesium salts (patent no. 2463759). The treatment of barley seeds was carried out before sowing, the plants – by spraying at the tillering stage – the beginning of stem elongation. The photosynthesis productivity indicators in the periods of sprouting, tillering, stem elongation, earing, flowering, ripening were studied. It is found that Vigor Forte and Biopreparation have a growth activating effect on plants, increasing the number of leaves, biomass accumulation and photosynthetic indicators of spring barley of Raushan variety. Vigor Forte increased the barley photosynthetic potential by 11 % compared to control, and Biopreparation by 5 %. Vigor Forte is more effective in terms of increasing the net productivity of barley photosynthesis: when applied, its value is larger by 80 % compared to the control, and in the variant with Biopreparation only by 50 %. The product Vigor Forte was more effective in increasing the barley yield compared to the Biological preparation.

Key words: spring barley, growth regulators, biological products, morphophysiological indicators, net productivity of photosynthesis.

**Введение.** Решение продовольственной проблемы во многом определяется состоянием зернового хозяйства и уровнем его развития, от этого зависит стабильность снабжения зерном страны и ее продовольственная безопасность. Состояние многих отраслей аграрной сферы обусловлено развитием зернового производства. Это вытекает из потребительских свойств зерна, имеющего продовольственное, фуражное и техническое значение. Зерно служит основным сырьем для многих отраслей пищевой промышленности.

Ячмень (лат. *Hordeum*) – род растений семейства злаковых (*Poaceae*), один из древнейших, возделываемых человеком, является четвертым по значимости злаком после пшеницы, риса и кукурузы. Ячмень – ценная продовольственная, техническая и кормовая культура. По аминокислотному составу его белок более ценен, чем белок пшеницы. Из зерна получают перловую и ячневую крупы, суррогат кофе, муку, с добавлением к пшеничной. В качестве сырья в пивоваренной промышленности используют яровой ячмень, так как он содержит меньше белка, чем озимый, что важно для производства солода и пива высокого качества. Зерно служит хорошим концентрированным кормом для сельскохозяйственных животных [1]. В связи

с увеличением потребности в ячмене увеличивается и его производство [2].

Существуют три основные проблемы в выращивании сельскохозяйственных культур: увеличение урожайности (максимальный урожай для данного генотипа в оптимальных условиях), защита урожайности и повышение эффективности использования ресурсов для обеспечения устойчивого развития. Эти проблемы тесно взаимосвязаны. По современным представлениям, продукционный процесс обеспечивается гармонией трех физиологических процессов: фотосинтеза, дыхания и роста, их гомеостатичностью в меняющихся условиях среды, что определяется генотипом [3].

Для увеличения урожайности ячменя требуется разработка научно обоснованных, адаптированных к агроклиматическим условиям, к биологическим особенностям данной культуры и ее сортов комплексных приемов управления фитосанитарным состоянием посевов. Они предусматривают применение экологически безопасных и экономически эффективных пестицидов и биопрепаратов.

Целью данного исследования является изучение влияния новых биологических препаратов на урожайность ярового ячменя сорта Раушан.

**Материалы и методы.** Изучение эффективности применения регуляторов роста на посевах ярового ячменя Раушан проводилось в 2017 и 2018 гг. на почвах стационарного опытного поля Брянского государственного аграрного университета, расположенного в Выгоничском районе Брянской области. Поле имеет прямоугольную конфигурацию, участок агроландшафта относительно ровный, местами имеет слабоволнистый характер.

Почва опытного участка – серая лесная легкосуглинистая, сильнопылеватая, сформированная на карбонатном суглинке с повышенным содержанием гумуса в пахотном горизонте (3,5–3,6 %), близкой к нейтральной реакцией среды (рН – 5,5–5,7). Подвижных форм фосфора – 285–302 мг/кг почвы, калия – 178–194 мг/кг почвы. Предшественником для ячменя в 2017 и 2018 гг. являлись зернобобовые культуры.

Мелкоделяночные опыты заложены методом рандомизированных повторений, количество 4-кратное. Фон – удобрения (перед посевом): азофоска – 120 кг/га, аммиачная селитра – 150 кг/га. Доза (фон) удобрения в севообороте определена на программируемый уровень урожайности культуры с учетом улучшения плодородия почвы.

Норма высева 5 млн шт./га. В 2017 г. посев осуществляли 12 апреля, начало кущения отмечено 29.05.17, а начало колошения пришлось на 15.08.17.

В 2018 г. дата посева – 29 апреля. Всходы появились 5–6 мая 2018 г. Полевая всхожесть составила 93,4 %.

Схема опыта:

1) контроль (обработка семян Оплот Трио, ВСК, 0,6 л/т, + Колосаль Про, 0,4 л/га) + фон;

2) Вигор Форте (обработка семян + кущение – выход в трубку и начало колошения) + фон;

3) Биопрепарат (обработка семян + кущение – выход в трубку и начало колошения) + фон.

Перед посевом семена в контрольном варианте обрабатывали фунгицидом компании «Август» Оплот Трио, ВСК, 0,6 л/т.

В период вегетации на контроле в фазе кущения – выхода в трубку проводили обработку фунгицидом Колосаль Про, 0,4 л/га, а препаратом Вигор Форте и Биопрепаратом [4] обработку проводили дважды: в фазе кущения – выхода в трубку и в начале колошения.

В 2018 г. фаза всходов пришлась на первую и вторую декаду мая при недостатке влаги.

На 10.05.2018 растения имели по два листа, на листьях отмечались следы поражения вредителем – полосатой хлебной блошкой. Паренхима листовой пластины имела соскобленный вид, наблюдались пожелтения. Признаков поражения корневыми гнилями не наблюдалось. Поражения расте-

ний ячменя ярового листовыми патогенами на 23 мая 2018 г. не отмечалось.

В конце мая – начале июня, когда растения находились в фазах 30–32 по шкале ВВСН (начала выхода в трубку, выхода второго узла главного побега), появились первые признаки поражения ячменя корневыми гнилями. Этому способствовали сложившиеся погодные условия.

На период завершения цветения признаков поражения растений мучнистой росой не обнаружено.

Влияние уровня развития наземно-воздушных болезней на эффективность фунгицидных препаратов различной природы на период завершения цветения ярового ячменя (18.06.2018) представлено в таблице 1.

**Таблица 1 – Влияние фунгицидов на степень поражения корневыми гнилями и степень их распространения**

Фунгицид	В %	
	Степень поражения	Степень распространения
Оплот Трио, ВСК, 0,6 л/т, + Колосаль Про, 0,4 л/га	1,0	10,3
Вигор Форте + Оплот Трио, ВСК, 0,6 л/т, + Колосаль Про, 0,4 л/га	0,9	10,3
Биопрепарат (выход в трубку, начало колошения)	1,1	10,8

Применяемые химические фунгициды отдельно, на фоне Вигор Форте, а также Биопрепарата позволили сохранить зеленые флаговые листья и последующие ярусы на дату 14.07.2018. Степень поражения корневыми гнилями находилась на уровне 1,0 %. Формирование компонентов урожая и фотосинтетической продуктивности зависит от жизнеспособности всего растения, в т. ч. и листового аппарата, который был сбережен за счет применяемых фунгицидов химического производства и других изучаемых препаратов.

Элементы структуры биологической урожайности и ее величина по вариантам опытов определялись путем отбора, анализа и обмолота снопов с площадок 1 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности.

Одним из важнейших показателей метеорологических условий явля-

ется гидротермический коэффициент (ГТК), который отражает увлажненность, а именно отношение между температурой и осадками. По данным литературных источников, ГТК является оптимальным, если его значение находится в пределах 1,0–1,5, избыточным – более 1,6, недостаточным – менее 1,0 и слабым – менее 0,5.

В 2017 г. показатель ГТК менялся и находился в интервале от 0,92 до 2,11, а в 2018 г. посев яровых зерновых культур в первой декаде мая проходил при достаточной влаге (ГТК = 1,31), что оказало небольшое влияние на прохождение фаз посева – всходов. Наиболее благоприятные условия по тепловлагообеспеченности пришлось на середину июня, что позволило яровым зерновым культурам оптимально пройти фазу выхода в трубку и начала цветения.

Испытаны препараты: регулятор роста Вигор Форте, а также созданный в Орловском ГАУ экологически безопасный биологический стимулятор роста растений Биопрепарат [4].

Вигор Форте – регулятор роста растений, оптимальным образом сочетающий синтетический аналог фитогормона роста (ауксина) и корректирующий комплекс NPK и микроэлементов. Применяется совместно с фунгицидами при предпосевной обработке семян либо в сочетании с плановыми некорневыми обработками. При длительном воздействии неблагоприятных факторов применяется отдельно, для экстренного устранения последствий стресса. Применение Вигор Форте способствует лучшему усвоению удобрений, поступающих через корневое питание.

Биопрепарат создан на основе биофлавоноидов гречихи с добавлением салициловой кислоты и солей магния. Эффективен на зернобобовых культурах, пшенице, картофеле и овощах, усиливает иммунные свойства растений, способствует увеличению урожая на 15–18 % в зависимости от условий года. Наиболее предпочтителен при неблагоприятных условиях.

Обработка препаратами проводилась перед посевом путем замачива-

ния в водных растворах 10 л/т в течение 2 ч. В процессе вегетации растения опрыскивали растворами при расходе рабочей жидкости 200 л/га дважды: в периоды выхода в трубку и начала колошения.

В течение вегетационного периода проводились наблюдения и брались пробы для изучения морфофизиологических показателей в фазах всходов, кущения, выхода в трубку, колошения, цветения и созревания, которые приходились на 15.05; 23.05; 07.06; 19.06; 29.06; 03.07; 13.07 соответственно.

Проводились следующие учеты и наблюдения. В указанные даты с участков бралось по 10 растений вместе с корневой системой. Проводились морфометрические измерения и расчет показателей: сырой и сухой вес биомассы, площадь листьев, чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Количество сухой массы определялось путем измерения количества влаги на анализаторе влажности Sartorius MA 150.

Измерение площади листьев проводили по О. С. Решецкому [5], ЧПФ – по Б. А. Доспехову (1985) [6]. Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием программы Microsoft Excel.

**Результаты и обсуждение.** Повышение продуктивности растений обеспечивается балансом двух основных процессов их жизнедеятельности – фотосинтеза и роста. Морфофизиологические процессы в онтогенезе связаны с адекватными изменениями фотосинтеза, т. е. находятся в причинно-следственных отношениях. Нарушение нормальных донорно-акцепторных отношений, вызванных активным ростом корневой системы под действием регуляторов роста в первую половину вегетации и формированием колоса на последующих этапах развития, устраняется сначала компенсирующей интенсификацией фотосинтеза, а затем формированием добавочной листовой поверхности. Изучение динамики формирования ассимилирующей поверхности в посевах и создание условий для оптимальной ее величины имеет большое практическое значение, так как связанные

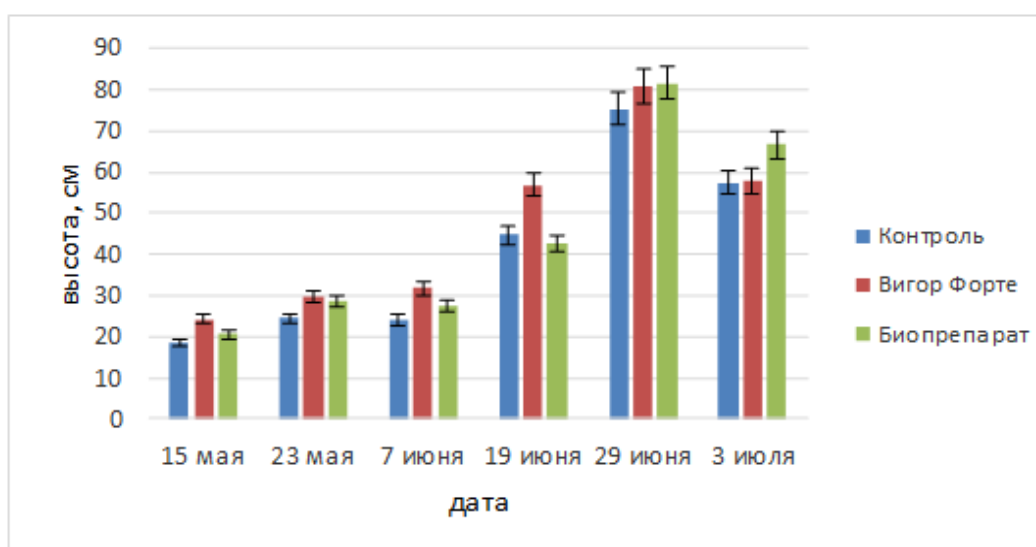
с ними показатели фотосинтеза играют значительную роль в формировании урожайности сельскохозяйственных культур [7].

Процессы роста, отражающие общие функциональные и метаболические изменения в растениях, наиболее тесно коррелируют с ходом накопления ими биомассы и воздушно-сухого вещества.

Обработка семян и растений препаратами в период вегетации положительно сказалась на высоте растений (рисунки 1, 2).



**Рисунок 1 – Влияние препаратов на высоту растений ярового ячменя Раушан: 1 – контроль; 2 – Вигор Форте; 3 – Биопрепарат**

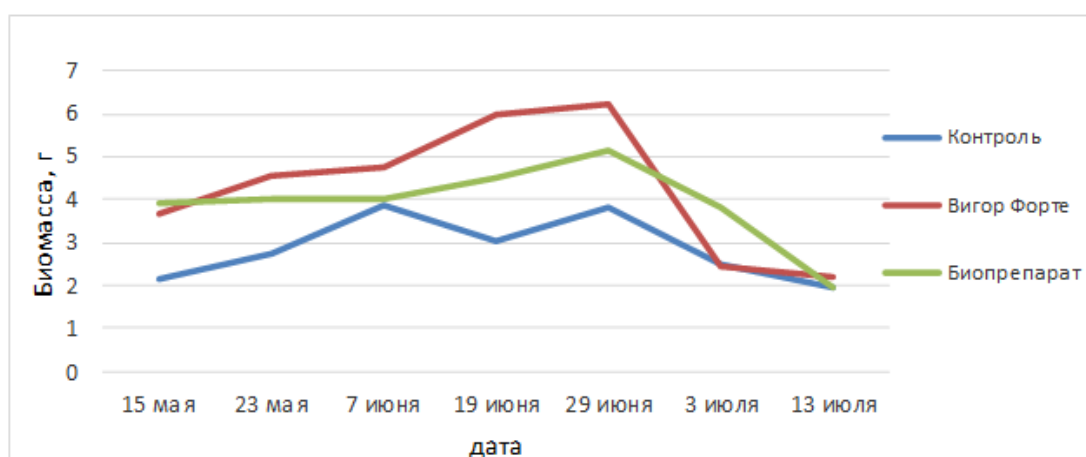


**Рисунок 2 – Влияние препаратов на высоту растений ячменя в процессе вегетации**



Как видно из данных рисунка 2, нарастание высоты растений ячменя особенно интенсивно происходит в период колошения – цветения (19.06 – 29.06), а к началу созревания (03.07) начинает падать. Опытные варианты несколько превосходят контрольные почти во все фазы развития, но между собой различаются мало.

Увеличение размеров растений сказалось на нарастании сырой биомассы (рисунок 3).

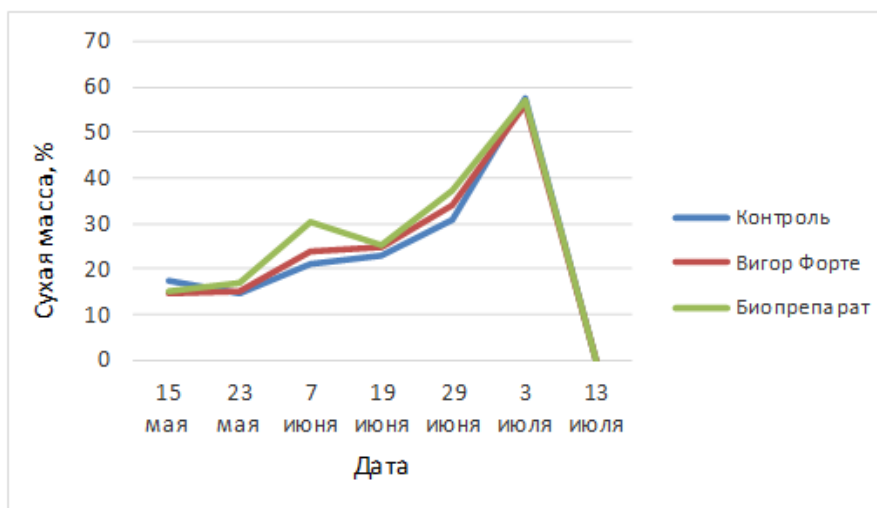


**Рисунок 3 – Влияние препаратов на увеличение биомассы растений ярового ячменя**

К периоду колошения – цветения превосходство Вигор Форте над Биопрепаратом было значительное и составило 100 % по сравнению с контролем, а у Биопрепарата – 50 % соответственно. При дальнейшем развитии к моменту созревания эта разница для Вигор Форте составила 50 %, а для Биопрепарата – 30 % по сравнению с контролем. Период созревания зерна эти различия сгладил.

Известно, что максимальные значения биомассы одного растения на ячмене отмечаются в фазе колошения, затем происходит закономерное, но незначительное снижение сырой массы при продолжающемся нарастании сухой массы одного растения [8]. Наибольший прирост биомассы приходится на период от кущения до выхода в трубку. Под действием регуляторов роста сохраняется динамика накопления органического вещества, но интенсивность данных процессов значительно изменяется.

Однако влияние препаратов на увеличение воздушно-сухой биомассы было не существенно (рисунок 4). Это связано, видимо, с тем, что у растений опытных вариантов водоудерживающая способность значительно выше, чем у контрольного варианта, а при перерасчете на сухую массу эта разница сглаживается.

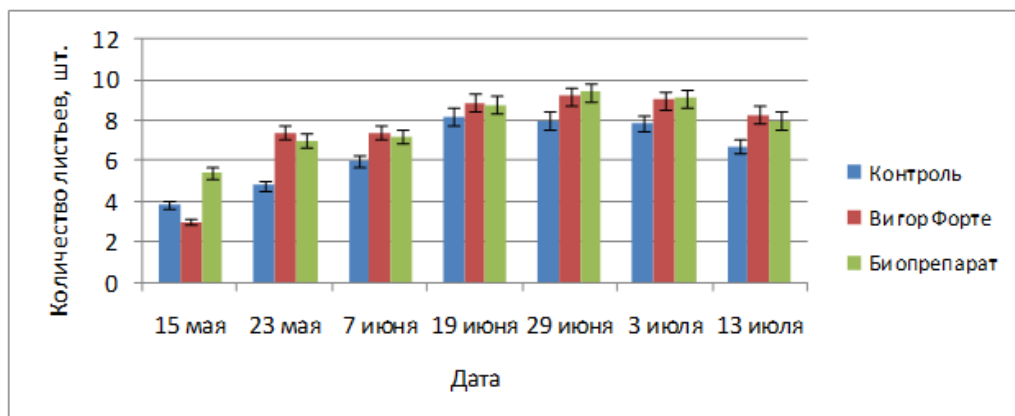


**Рисунок 4 – Влияние препаратов на увеличение сухой биомассы растений ярового ячменя Раушан**

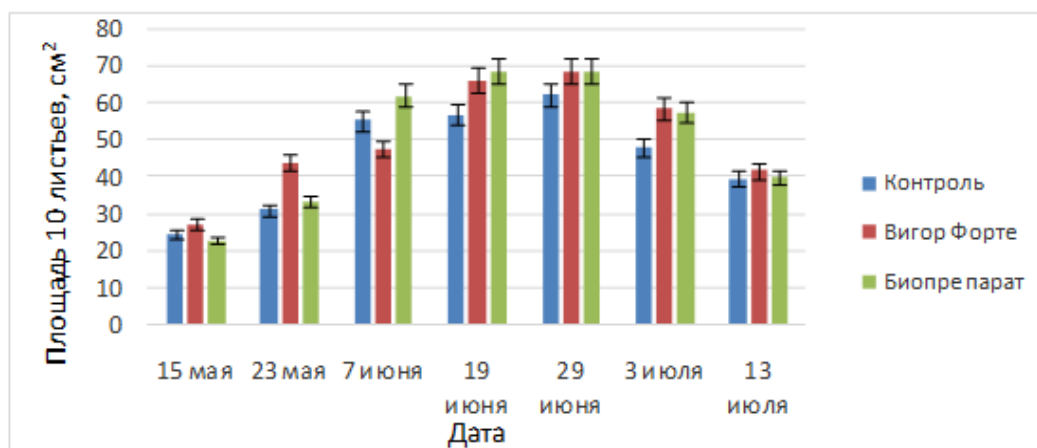
Лист выполняет функции фотосинтеза и транспирации, поглощает солнечную энергию, используя ее на создание органического вещества. Поэтому продуктивность посевов в значительной степени зависит от размера ассимиляционной поверхности и интенсивности ее работы. Как показали наши исследования, формирование листовой поверхности определяется не только размерами отдельных листьев (их шириной и длиной), но и количеством листьев на растении. На рисунке 5 показано нарастание числа листьев на одном растении ячменя по вариантам до фазы начала молочной спелости, а затем листья начинают засыхать. В опытных вариантах процесс отмирания листьев более длительный, чем на контроле. Так, отмечается, что на обработанных растениях по сравнению с контрольными примерно на два листа больше.

Положительное влияние препаратов на элементы структуры урожая обусловлено увеличением площади листьев и фотосинтетического потен-

циала посева (рисунок 6), что подтверждается и данными Д. В. Шамина (2008) [9].



**Рисунок 5 – Количество листьев на одном растении ярового ячменя**



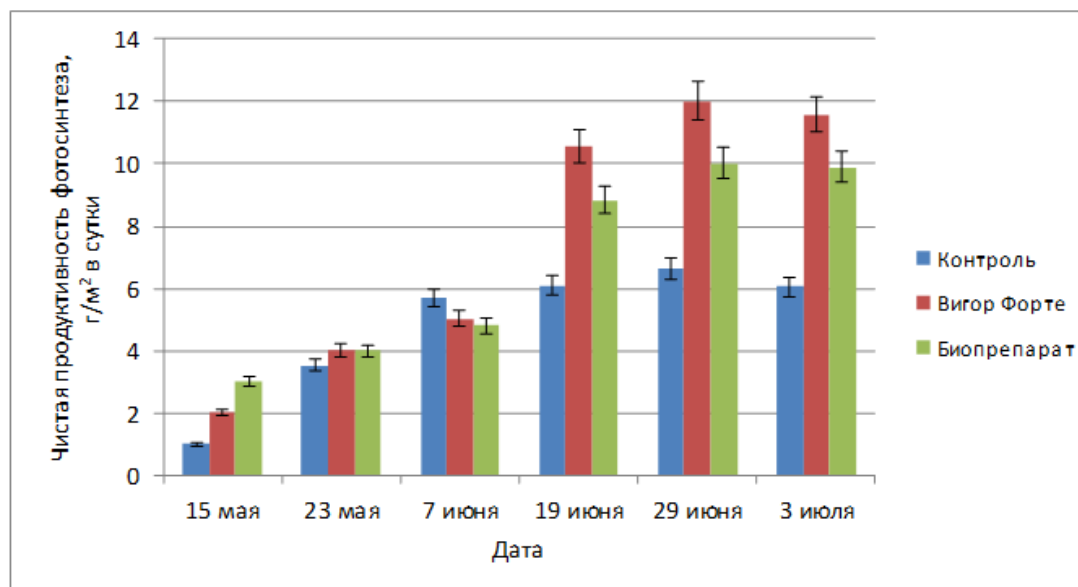
**Рисунок 6 – Площадь листьев ярового ячменя под влиянием препаратов**

Фотосинтетическая деятельность растений тесно связана с размерами ассимилирующей поверхности листового аппарата и его работой. Поэтому важно знать, какова активность работы листьев и как она зависит от различного рода воздействий. Такими показателями являются фотосинтетический потенциал посевов и ЧПФ [9, 10].

По данным текущего года, фотосинтетический потенциал посевов ячменя по вариантам составил соответственно (млн м<sup>2</sup>·дней/га): контроль – 2,40; Вигор Форте – 2,77 и Биопрепарат – 2,56.

Наши данные показывают также (рисунок 7), что ЧПФ листьев ячменя увеличивается до фазы кущения – цветения, а затем снижается к началу со-

зревания. Показатели ЧПФ в варианте с Вигор Форте превосходят оба других варианта. Так, в период наиболее интенсивного накопления ассимилятов (цветение) ЧПФ в варианте с Вигор Форте составила 10–12 г/(м<sup>2</sup>·сут), в варианте с Биопрепаратом – 8–10 г/(м<sup>2</sup>·сут), а в контроле – 6,0–6,6 г/(м<sup>2</sup>·сут).



**Рисунок 7 – Чистая продуктивность фотосинтеза ярового ячменя Раушан под влиянием препаратов**

Положительное влияние новых препаратов в конечном счете отразилось на урожайности ярового ячменя, которая составила по вариантам: контроль – 39,3 ц/га, Вигор Форте – 44,2 ц/га и Биопрепарат – 43,4 ц/га.

### **Выводы**

1 Вигор Форте и Биопрепарат оказывают растактивирующее действие на растения, увеличивая число листьев, накопление биомассы и фотосинтетические показатели ярового ячменя сорта Раушан.

2 Вигор Форте увеличил фотосинтетический потенциал ячменя по сравнению с контролем на 11 %, а Биопрепарат только на 5 %.

3 Вигор Форте более эффективен и в отношении увеличения чистой продуктивности фотосинтеза ячменя, при его применении эта величина на 80 %, а в варианте с Биопрепаратом только на 50 % больше по сравнению с контролем.

### Список использованных источников

1 Литвинова, В. Ячмень (злак): описание, технология возделывания, сорта, применение [Электронный ресурс] / В. Литвинова. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/409176/yachmen-zlak-opisanie-tehnologiya-vozdelyvaniya-sorta-primeneniye>, 2018.

2 Агафонов, В. П. Значение производства ячменя в экономике и социальном развитии агропромышленного комплекса / В. П. Агафонов // Вестник НГИЭИ. – 2012. – № 9(16). – С. 3–12.

3 Курносова, Т. Л. Влияние уровня азотного питания и условий среды на продуктивность, фотосинтетическую деятельность и донорно-акцепторные отношения растений пшеницы / Т. Л. Курносова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 6. – С. 33–37.

4 Пат. 2463759 Российская Федерация, МПК А 01 С 1/06, А 01 С 1/08. Средство для предпосевной обработки семян гороха / Павловская Н. Е., Горькова И. В., Гагарина И. Н., Бородин Д. Б., Борзенкова Г. А.; заявитель и патентообладатель Орлов. гос. аграр. ун-т. – № 2011117691/13; заявл. 03.05.11; опубл. 20.10.12, Бюл. № 29. – 8 с.

5 Физиология и биохимия растений: метод. указания / сост. Н. П. Решецкий, О. С. Кильчевская, Н. С. Вагина, Р. М. Латыпова, В. П. Моисеев. – Горки: БГСХА, 2000. – 144 с.

6 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

7 Кошеляев, В. В. Научное обоснование формирования продуктивности ярового ячменя под влиянием приемов технологии возделывания в лесостепи Среднего Поволжья: монография / В. В. Кошеляев, Г. А. Карпова, И. П. Кошеляева. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – 218 с.

8 Карпова, Г. А. Оптимизация продукционного процесса агрофитоценозов проса, яровой пшеницы и ячменя при использовании регуляторов роста и бактериальных препаратов в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / Карпова Галина Алексеевна. – Пенза, 2009. – 51 с.

9 Шамин, Д. В. Влияние почвенных биопрепаратов на продуктивность пивоваренного ячменя / Д. В. Шамин // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 11. – С. 25–28.

10 Шаповал, О. А. Влияние регуляторов роста растений и доз NPK на фотосинтетическую деятельность растений подсолнечника / О. А. Шаповал, Р. М. Алиев-Лещенко // Плодородие. – 2014. – № 1(76). – С. 2–4.

### References

1 Litvinova V., 2018. *Yachmen' (zлак): opisaniye, tekhnologiya vozdelyvaniya, sorta, primeneniye* [Barley (cereal): description, technology of cultivation, varieties, application], available: <http://fb.ru/article/409176/yachmen-zlak-opisanie-tehnologiya-vozdelyvaniya-sorta-primeneniye>. (In Russian).

2 Agafonov V.P., 2012. *Znachenie proizvodstva yachmenya v ekonomike i sotsial'nom razvitiy agropromyshlennogo kompleksa* [Importance of barley production in economy and social development of the agro-industrial complex]. *Vestnik NGIEI* [Bull. of NGIEI], no. 9(16), pp. 3-12. (In Russian).

3 Kurnosova T.L., 2012. *Vliyanie urovnya azotnogo pitaniya i usloviy sredy na produktivnost', fotosinteticheskuyu deyatel'nost' i donorno-aktseptornyye otnosheniya rasteniy pshenitsy* [Influence of the nitrogen nutrition level and environmental conditions on productivity, photosynthetic activity and donor-acceptor relations of wheat plants]. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences], no. 6, pp. 33-37. (In Russian).

4 Pavlovskaya N.E., Gor'kova I.V., Gagarina I.N., Borodin D.B., Borzenkova G.A., 2012. *Sredstvo dlya predposevnoy obrabotki semyan gorokha* [Means for Presowing Treatment of Pea Seeds]. Patent RF, no. 2463759. (In Russian).

5 Reshetskii N.P., Kil'chevskaya O.S., Vagina N.S., Latypova R.M., Moiseev V.P., 2000. *Fiziologiya i biokhimiya rasteniy: metod. ukazaniya* [Physiology and Biochemistry of Plants: methodical guidelines]. Gorki, BSAA Publ., 144 p. (In Russian).

6 Dospikhov B.A., 1985. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of Field Experience (with the Basics of Statistical Processing of Research Results)]. 5<sup>th</sup> ed., rev. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p. (In Russian).

7 Koshelyaev V.V., Karpova G.A., Koshelyaeva I.P., 2013. *Nauchnoe obosnovanie formirovaniya produktivnosti yarovogo yachmenya pod vliyaniem priemov tekhnologii vozde-lyvaniya v lesostepi Srednego Povolzh'ya: monografiya* [Scientific substantiation of the formation of spring barley productivity depending on methods of cultivation in the forest-steppe of the Middle Volga region: monograph]. Penza, RIO PGHA Publ., 218 p. (In Russian).

8 Karpova G.A., 2009. *Optimizatsiya produktsionnogo protsessa agrofytotsenozov prosa, yarovoy pshenitsy i yachmenya pri ispol'zovanii regulyatorov rosta i bakterial'nykh preparatov v lesostepi Srednego Povolzh'ya. Avtoreferat diss. d-ra s.-kh. nauk* [Optimization of the production process of agrophytocenosis of millet, spring wheat and barley using growth regulators and bacterial preparations in the forest-steppe of the Middle Volga region. Abstract of doct. agri. sci. diss.]. Penza, 51 p. (In Russian).

9 Shamin D.V., 2008. *Vliyanie pochvennykh biopreparatov na produktivnost' pivovarennogo yachmenya* [Influence of soil biopreparations on the productivity of brewers barley]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex], no. 11, pp. 25-28. (In Russian).

10 Shapoval O.A., Aliev-Leshchenko R.M., 2014. *Vliyanie regulyatorov rosta rasteniy i doz NPK na fotosinteticheskuyu deyatel'nost' rasteniy podsolnechnika* [Influence of plant growth regulators and NPK doses on the photosynthetic activity of sunflower plants]. *Plodorodie* [Fertility], no. 1(76), pp. 2-4. (In Russian).

---

### **Павловская Нинэль Ефимовна**

Ученая степень: доктор биологических наук

Ученое звание: профессор

Должность: заведующая кафедрой биотехнологии

Место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина»

Адрес организации: ул. Генерала Родина, 69, г. Орёл, Орловская область, Российская Федерация, 302019

E-mail: ninel.pavlovskaya@yandex.ru

### **Pavlovskaya Ninel Efimovna**

Degree: Doctor of Biological Sciences

Title: Professor

Position: Head of Biotechnology Department

Affiliation: Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin

Affiliation address: str. Generala Rodina, 69, Orel, Orel region, Russian Federation, 302019

E-mail: ninel.pavlovskaya@yandex.ru

### **Тимаков Александр Геннадьевич**

Должность: аспирант кафедры биотехнологии

Место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина»

Адрес организации: ул. Генерала Родина, 69, г. Орёл, Орловская область, Российская Федерация, 302019

E-mail: tim\_alex\_@mail.ru

**Timakov Alexander Gennadievich**

Position: Postgraduate Student of Biotechnology Department

Affiliation: Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin

Affiliation address: str. Generala Rodina, 69, Orel, Orel region, Russian Federation, 302019

E-mail: tim\_alex\_@mail.ru

**Яковлева Ирина Владимировна**

Должность: научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина»

Адрес организации: ул. Генерала Родина, 69, г. Орёл, Орловская область, Российская Федерация, 302019

E-mail: as290186@yandex.ru

**Yakovleva Irina Vladimirovna**

Position: Researcher

Affiliation: Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin

Affiliation address: str. Generala Rodina, 69, Orel, Orel region, Russian Federation, 302019

E-mail: as290186@yandex.ru

**Мамеев Василий Васильевич**

Ученая степень: кандидат сельскохозяйственных наук

Ученое звание: доцент

Должность: доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии

Место работы: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет»

Адрес организации: ул. Советская, 2А, с. Кокино, Брянская область, Российская Федерация, 243365

E-mail: vmameev@yandex.ru

**Mameev Vasily Vasilyevich**

Degree: Candidate of Agricultural Sciences

Title: Associate Professor

Position: Associate Professor of Agrochemistry, Soil Science and Ecology

Affiliation: Bryansk State Agrarian University

Affiliation address: str. Sovetskaya, 2A, Kokino village, Bryansk region, Russian Federation, 243365

E-mail: vmameev@yandex.ru