

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРА РОСТА СИМБИОНТ-3.1.
НА НАЧАЛЬНЫЙ РОСТ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ САХАРНОЙ (*ZEA MAYS L*)

Т.В. ТАРАЗАНОВА

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Представлены результаты исследований по изучению влияния нового стимулятора роста Симбионт-3.1. в сравнении с ранее изученным Симбионт-2. на прорастание семян, рост и развитие растений кукурузы сахарной сорта Золотой початок по материалам вегетационных опытов.

Стимулятор роста Симбионт-3.1. является спиртовой вытяжкой биологически активных веществ, продуцируемых грибами-эндоспермами Щирицевых. По предварительным экспериментальным данным исследуемый препарат обладает наиболее высокой стимулирующей способностью среди стимуляторов роста типа «Симбионт». Его действие направлено на активацию прорастания семян с максимальным эффектом последствия на протяжении вегетационного периода возделываемой сельскохозяйственной культуры.

Установлено, что стимулятор роста Симбионт-3.1. ускорил процесс прорастания семян кукурузы сахарной более чем на двое суток.

За счёт активации ферментов эндосперма семян, обработанных исследуемым препаратом, прорастающие семена кукурузы сахарной сформировали ростки с мощными корнями, с более развитой надземной массой, в которых отмечены повышенная активность дыхания, фотосинтеза и ферментов, участвующих в некоторых биохимических процессах.

Действие нового препарата Симбионт-3.1. было исследовано в сравнении с базовым стимулятором Симбионт-2, действие которого изучено на многих сельскохозяйственных культурах закрытого грунта и в полевых условиях.

Последствие стимулятора роста Симбионт-3.1. проявлялось в последующие фазы развития кукурузы и выражалось опережающим развитием растений. Растения кукурузы за равный период времени сформировали 5–6 листьев, а по высоте были на 15–28 сантиметров выше растений контрольного варианта, в котором растения кукурузы имели не более 4 листьев.

По химическому составу листья кукурузы в вариантах с применением стимуляторов роста отличались повышенным содержанием водорастворимых сахаров, протеина, аскорбиновой кислоты. Также отмечено снижение концентрации целлюлозы и золы по сравнению с листьями кукурузы контрольного варианта.

Ключевые слова: кукуруза, стимулятор роста, Симбионт-3.1, активность амилаз, активность каталазы, интенсивность фотосинтеза, химический состав надземной массы кукурузы.

Введение

В мире по величине площади возделывания кукуруза занимает третье место после пшеницы и риса. В настоящее время она возделывается в 60 странах мира на зерно и для производства кормов, поскольку в силосованном виде является превосходным кормом для животных. Питательная ценность зерна кукурузы уступает этому показателю пшеницы только по содержанию белков, в составе которых низкое количество незаменимой аминокислоты триптофана. Биологическая ценность

белков зерна кукурузы меньше по сравнению с зерном пшеницы и составляет в среднем 55%. Однако зерно отличается повышенным содержанием запасных липидов.

Благодаря работе селекционеров, возделывание кукурузы продвинулось в более северные регионы нашей страны. Однако кукуруза осталась чувствительной и уязвимой в начальные фазы развития к нестабильным условиям окружающей среды и по причине медленного развития корневой системы по сравнению с надземной частью. Это послужило мотивацией для производителей применять различные регуляторы роста и развития растений, которые позволяют данной культуре на начальных этапах развития и за короткий срок развить сравнительно мощную корневую систему, повысить устойчивость к неблагоприятным условиям возделывания и к возбудителям инфекционных заболеваний. Действие многих регуляторов роста направлено также на повышение урожайности зерна кукурузы или зелёной массы для заготовки силоса [4, 17].

Применяемые в аграрном секторе регуляторы и стимуляторы роста на кукурузе ускоряют процесс прорастания семян и появления всходов в производственных условиях.

Однако вопрос остаётся актуальным на сегодняшний день. Поэтому целью наших исследований явилось изучение влияния стимулятора роста Симбионт-3.1. на развитие семян и проростков кукурузы и сравнение его действия с другим ранее изученным базовым препаратом Симбионт-2.

Методика исследований

В исследованиях использовали сорт сахарной кукурузы Золотой початок. Оригинатор – агрофирма Аэлита. Сорт среднеспелый. Вегетационный период составляет 80–95 дней. Растения устойчивые к полеганию, высотой 1,5 м. Зёрна кукурузы округлые, выполненные. Масса початка до 330 грамм. Сорт предназначен для повсеместного возделывания [7].

Стимуляторы роста Симбионт-2. и Симбионт-3.1. являются спиртовыми вытяжками биологически активных веществ, продуцируемых эндофитами растений семейства Лоховых и Щирицевых. Препараты различаются качественным составом, поскольку выделены они из разных видов растений и разными способами.

Данные препараты по механизму действия являются стимуляторами роста, так как их действие направлено на активацию начальных этапов прорастания семян с максимальным эффектом последствия на протяжении всего вегетационного периода возделываемой культуры.

Рабочая концентрация данных препаратов для обработки семян кукурузы установлена экспериментально в результате проведения ряда микровегетационных опытов, с последующим определением активности дыхания семидневных проростков кукурузы на аппарате Варбурга [9].

Препарат Симбионт-2. является базовым и фоновым в исследованиях стимулирующей способности новых препаратов, одним из которых является Симбионт-3.1., который успешно прошёл первичные исследования на огурце защищённого грунта.

Для выполнения поставленной цели проведены микровегетационные опыты, в которых использовали тепличный грунт универсальный. Применяемый грунт представляет собою верховой торф магелланикум с 15% степенью разложения, известкованный доломитовой мукой в дозе 8,5 кг/м³ грунта. Содержание в нём органического вещества составляет 88,6%, зольность – 11,4%, пористость – 93,0%, а влагоемкость – 75,0% от объёма. Абсолютно сухая масса грунта объёмом 40 см³ составила 9,7 г; влажность – 18%, пористость аэрации – 30%.

Тепличный грунт универсальный характеризуется набором макроэлементов питания и микроэлементов со следующим содержанием некоторых из них:

N-NH₄–101 мг на 1 л грунта, P₂O₅–213 мг/л, K₂O – 325 мг/л, CaO – 5141 мг/л, MgO – 306 мг/л, Fe₂O₃–205 мг/л, рН_{KCl} – 6,2, рН_{H₂O} – 6,4. Грунт предварительно заправлен комплексным удобрением «Пи – Джи – Микс», содержащим N: P₂O₅: K₂O: MgO = 14: 11: 31: 2,5: микроэлементы. Норма комплексного удобрения на 1 м³ грунта составила 1,2–1,75 кг. Преимущество данного удобрения заключается в его микрогранулярной форме, которая позволяет однородное распределение питательных веществ по всему объёму субстрата, и в высоком содержании водорастворимого фосфата (≈ 95%).

Опыты по изучению действия стимулятора роста Симбионт-3.1. на рост и развитие кукурузы состоят из трёх вариантов.

В контрольном варианте семена кукурузы были обработаны дистиллированной водой для соблюдения условий опыта. Во втором и третьем вариантах семена обработаны фоновым стимулятором Симбионт-2. и новым Симбионт-3.1. Рабочая концентрация препаратов составила 10⁻⁴. Обработка семян препаратами и дистиллированной водой заключалась в погружении семян в соответствующие растворы на 10 секунд с последующей их часовой сушкой при комнатной температуре.

Подготовленные таким образом семена кукурузы прорастивали. Прорастивание семян проводили в соответствии с ГОСТом – 12038–84 [6]. Проросшие семена сеяли в сосуды объёмом 60 см³ на глубину 1,5 см – одно семя на сосуд.

Сосуды с семенами размещали на световом столе, освещённом лампами ДРЛФ-400. Расстояние ламп до сосудов 48 см. Это обеспечивает освещённость 4000 люкс. Продолжительность освещения 16 часов.

Уход за проростками заключался в ежедневном поливе дистиллированной водой весовым методом.

Повторность опытов шести – восьмикратная, в зависимости от задачи исследований.

По истечении периода времени проростки кукурузы извлекали из сосудов, отмывали корневую систему и подвергали аналитическим исследованиям. Полученные экспериментальные результаты подвергли статистической обработке с помощью компьютерной программы STRAZ, результаты которых описаны ниже.

Результаты и их обсуждение

Для оценки влияния симуляторов роста Симбионт-2. и Симбионт-3.1. на прорастание семян кукурузы сорта Золотой початок был заложен вегетационный опыт по выше указанной схеме с последующей обработкой семян исследуемыми препаратами.

По истечении трёх суток прорастивания, семена различались по вариантам. В контрольном варианте длина зародышевого корешка в среднем составляла до 1 см, а во втором и третьем вариантах, где применили стимуляторы роста – от 1 до 1,5 см с выделяющимся «мясистым» coleoptилем.

Семидневные проростки извлекали из сосудов, отмывали корневую систему и просушивали её фильтровальной бумагой, а затем на воздухе 30 минут при комнатной температуре. Отделив надземную часть от корневой системы, растения просушивали и подвергали анализу, данные которого изложены в таблице 1.

Проростки кукурузы контрольного варианта были менее развиты и отличались от проростков других вариантов, в которых семена были предварительно обработаны стимуляторами роста. Средняя масса надземной части семидневных проростков кукурузы составила в среднем 0,43 грамма, количество корней – 7 штук, и они покрыты многочисленными корневыми волосками.

От контрольного варианта проростки кукурузы второго и третьего вариантов отличались более развитой по массе надземной частью и большим числом корней, у которых просматривались корни второго и зачатки третьего порядка.

**Влияние стимуляторов роста Симбионт-2. и Симбионт-3.1.
на развитие проростков кукурузы сахарной Золотой початок**

№ п/п	Варианты	Масса (сырая) надземной части		Число корней		Длина зародышевого корня	
		г	%	шт.	%	см	%
1	Контроль	0,43	100	7	100	10,2	100
2	Симбионт-2.	0,61	140	10	143	17,2	169
3	Симбионт-3.1.	0,65	151	12	171	18,4	181
НСР ₀₅		0,15		3		3,3	

Исследуемые стимуляторы роста способствовали развитию надземной части проростков кукурузы на 0,18–0,22 грамма, увеличению числа придаточных корней на 3–5 штук. При этом длина зародышевого корня была больше на 7–8 см по сравнению с проростками контрольного варианта. Это будет иметь большое значение в дальнейшем развитии молодых растений кукурузы, поскольку активированное функционирование зародышевых корней кукурузы и их стремительное развитие будут отражаться на развитии растений до наступления фазы цветения метёлки [2, 21].

Стимулятор роста Симбионт-3.1 проявил повышенную стимулирующую способность по сравнению с препаратом Симбионт-2. на прорастание семян и развитие проростков растений. Это объясняется тем, что исследуемые препараты отличаются качественным составом по причине различий в методиках их выделения.

По нашему мнению, содержащиеся в препаратах фитогормоны и биологически активные вещества в процессе замачивания семян кукурузы воздействовали на сигнальные белки клеток тонкой оболочки и алейронового слоя семян. Возбуждённые сигнальные белки передавали импульс ферментам эндосперма и зародыша. В результате процесс прорастания семян второго и третьего вариантов протекал с опережением контрольного варианта на двое суток. В контрольном варианте было затрачено больше времени на процесс прорастания, поскольку он протекал без дополнительного стимула.

Это соответствует научным исследованиям по влиянию регуляторов роста и развития на прорастание семян кукурузы и развитие проростков. В литературе описан стимулирующий эффект как гормонально-сигнальное воздействие на ферментные комплексы мембран и цитоплазмы клеток эндосперма, как активация гидролитических процессов запасных веществ, метаболиты которых активно используются зародышем семян для роста [17].

Во втором и третьем вариантах опыта, где применяли препараты, зародыши семян кукурузы сумели за один и тот же отрезок времени, который составлял 7 дней, развить более мощные проростки по сравнению с проростками контрольного варианта.

В семенах кукурузы содержание крахмала составляет до 65%. В процессе прорастания семян к прорастанию на стадии набухания активируются гидролитические ферменты, в том числе амилазы, катализирующие гидролиз крахмала. По интенсивности разложения сложного по строению крахмала на глюкозу оценивают суммарную активность амилаз. Образованная глюкоза, вовлекаясь в реакции фосфорилирования, преобразуется в низкоэнергетический субстрат клетки и легко вовлекается в процессы

дыхания, обмена веществ и синтеза необходимых структурных соединений для развивающегося проростка [12].

Дыхание – многогранный процесс, который сопровождается не только выделением энергии в виде АТФ и других макроэргических соединений, но и синтезом разнообразных метаболитов. В процессе прорастания семян превращение веществ активируется, а энергия генерируется через усиление дыхания.

Усиление дыхания взаимосвязано с интенсивностью окисления продуктов гидролиза аминокислот, жирных кислот, липидов, белков и других соединений с образованием токсичного для клетки пероксида водорода, который мгновенно разрушается каталазой [13].

Активность флавиновых динуклеотидов электронтранспортной цепи дыхания, деятельность митохондрий, интенсивность метаболических процессов в процессе прорастания семян, в котором активируются все биохимические процессы обмена углеводов, белков и липидов, сопряжены с активностью каталазы. С другой стороны, активность каталазы коррелирует с устойчивостью растений к воздействию факторов окружающей среды [3].

Чтобы оценить влияние исследуемых препаратов на активность гидролитических ферментов в развивающихся проростках кукурузы, был заложен опыт, содержащий три варианта (см. выше). Повторность вариантов шестикратная. В надземной части десятидневных проростков кукурузы определили суммарную активность амилаз колориметрически, активность каталазы – по методу А.Н. Баха и А.И. Опарина [10].

Данные в таблице 2 показывают, что невысокое значение активности исследуемых ферментов соответствует контрольному варианту. В вариантах с применением стимуляторов роста отмечено увеличение суммарной активности амилаз на 63–82% и активности каталазы – на 40–72%. Это объясняется тем, что в развивающихся проростках кукурузы второго и третьего вариантов, в которых семена кукурузы были обработаны стимуляторами роста, активность гидролитических ферментов возросла. Гидролиз запасных веществ семян протекал более активно по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 2

Активность ферментов в ростках кукурузы сахарной сорта Золотой початок на фоне применяемых стимуляторов роста

№ п/п	Варианты	Суммарная активность амилаз		Активность каталазы	
		мкКат/г рас.массы	% от контроля	мкКат/г рас.массы	% от контроля
1	Контроль	2,63	100	0,31	100
2	Симбионт-2.	4,29	163	0,40	140
3	Симбионт-3.1.	4,78	182	0,52	172
НСР ₀₅		0,18		0,12	

Максимальное значение показателей активностей амилаз и каталазы соответствуют третьему варианту, в котором применили препарат Симбионт-3.1. По сравнению со стимулятором роста Симбионт-2. исследуемый препарат Симбионт-3.1. проявил повышенное стимулирующее действие на процесс прорастания семян. В этом варианте суммарная активность амилаз, катализирующих гидролиз крахмала, возросла по сравнению с показателем второго варианта на 0,5 мкКат на 1 грамм растительного материала. Активность каталазы, разлагающей пероксид водорода, токсичный для клетки была выше на 0,12 на мкКат на 1 гр. Ранее проведенные опыты

на огурце свидетельствовали о повышенной стимулирующей активности препарата Симбионт-3.1. в сравнении с другими препаратами типа Симбионт [14, 15].

Фотосинтез – один из ключевых процессов, влияющих на рост и развитие растений. Его интенсивность определяют по многим показателям. В нашем опыте интенсивность фотосинтеза листьев кукурузы оценивали по концентрациям фотоассимилированного углерода и поглощённого углекислого газа, количество которых определяли фотоколориметрически после сжигания растительного материала в хромовой смеси [1]. Устьичную проводимость и скорость транспирации листьев кукурузы определили с помощью системного измерительного прибора LI – 6400XT.

Проводимость устьиц меняется под влиянием многочисленных факторов, однако скорость транспирации листьев регулируется устьичной проводимостью.

В таблице 3 варианты с применением исследуемых стимуляторов отличались более развитыми растениями кукурузы с хорошо сформированными листьями, утолщёнными стеблями по сравнению с растениями кукурузы контрольного варианта. Растения в условиях опыта смогли синтезировать и накопить углеводов на 15,5–19,3 мг/г сырой растительной массы больше по сравнению с показателем контрольного варианта.

Таблица 3

Влияние стимуляторов роста Симбионт-2. и Симбионт-3.1. на активность фотосинтеза в листьях кукурузы сорта Золотой початок

№ п/п	Варианты	Интенсивность фотосинтеза в листьях	Содержание углерода	Устьичная проводимость	Скорость транспирации
		мкМоль CO ₂ м ² /с	мг/г сырой массы	мМоль H ₂ O/м ² ·сек.	мМоль H ₂ O/м ² ·сек.
1	Контроль	0,39	29,0	0,04	1,59
2	Симбионт-2.	0,47	44,5	0,06	1,83
3	Симбионт-3.1.	0,49	48,3	0,07	2,04
	НСР ₀₅	0,1	2,5	0,01	0,01

Стимулятор роста Симбионт-3.1. способствовал увеличению концентрации углерода в надземной массе ростков кукурузы на 3,8 мг по сравнению с препаратом Симбионт-2., что составило 14%.

Заложенная тенденция к активному росту зародыша в вариантах с применением стимуляторов роста сохранялась в дальнейшем росте проростков кукурузы, которые смогли развить более мощную корневую систему с боковыми ответвлениями второго, третьего и четвёртого порядков. Это подтверждают результаты проведённых нами опытов, в которых показатели второго и третьего варианта отличаются от контрольного в сторону их увеличения, и они хорошо согласуются с показателями количества и длины корней, массы надземной части проростков кукурузы (табл. 1).

Анализируя данные таблицы 3, мы видим, что применяемые стимуляторы роста активировали не только опережающее прорастание семян кукурузы сахарной Золотой початок, но и дальнейшее развитие проростков. Растения кукурузы второго и третьего вариантов обладали повышенным «запросом» на фотоассимиляты, о чем свидетельствуют показатели концентрации поглощённого углекислого газа. Такая же закономерность выявлена и другими авторами, которые исследовали влияние иных регуляторов роста на развитие проростков различных сельскохозяйственных культур [5, 19, 20].

Интенсивность фотосинтеза, транспирация, ассимиляция углекислого газа и устьичная проводимость находятся в тесной зависимости друг от друга, и тонкая

чувствительность к изменению параметров одного из факторов приводит к изменению этой взаимосвязи.

Интенсивность фотосинтеза можно оценить и по функциональной активности листового аппарата. Для этой цели определяли устьичную проводимость и скорость транспирации листьев кукурузы на системном анализаторе LI – 6400XT. Исследования проводили в 12 часов дня, при постоянных факторах окружающей среды: температура – 22°C, влажность – через 5 часов после полива растений.

Листья кукурузы достаточно развиты, чтобы прикрепить измерительную камеру. Повторность измерений шестикратная (табл. 3).

Повышенная устьичная проводимость листьев кукурузы соответствует второму и третьему варианту. По сравнению с контрольным вариантом она больше на 30–46%. Показатели фотосинтеза и транспирации этих вариантов тоже превалировали над показаниями контрольного на 21–26% и 15–28% соответственно.

Активность образования органических соединений в процессе фотосинтеза поддерживалась процессом дыхания. Эта взаимосвязь отражается синтезом метаболитов, необходимых развивающимся растениям кукурузы, что и послужило причиной проведения следующего опыта – установить содержание веществ в листьях кукурузы.

Нами заложен опыт по выше указанной схеме, в сосудах объёмом 3 литра, заполненных грунтом универсальным. Повторность опыта четырёхкратная. Отбор листьев для анализа на химический состав проводили в фазу четвёртого-пятого листа (табл. 4). В листьях кукурузы определяли содержание водорастворимых сахаров, протеина, целлюлозы, органических кислот, аскорбиновой кислоты и зольность [11].

Концентрация водорастворимых сахаров и протеинов возрастает по вариантам, что свидетельствует об интенсивности биохимических процессов в развивающихся растениях кукурузы по сравнению с контрольным вариантом, в котором растения сформировали только 4 листа, а по высоте были на 15–28 см ниже.

На этом фоне отмечено снижение концентрации целлюлозы и золы по вариантам на 1,8–2,1 и 0,33–0,55% соответственно, по сравнению с контрольным. Это хорошо объясняется усиленным синтезом органических веществ, содержание которых выше у опережающих в развитии растений кукурузы второго и третьего вариантов.

Таблица 4

Химический состав молодых растений кукурузы «Золотой початок» в зависимости от применения стимуляторов роста Симбионт-2. и Симбионт-3.1.

№ п/п	Варианты	Содержание веществ, % на сырую массу			
		сахара	протеин	целлюлоза	зола
1	Контроль	1,90	7,41	22,14	3,44
2	Симбионт-2.	2,14	8,09	20,33	3,11
3	Симбионт-3.1.	2,30	8,16	20,03	2,92

Заключение

Резюмируя выше изложенное, можно сделать вывод о стимулирующем действии препарата Симбионт-3.1. на прорастание семян кукурузы сахарной сорта Золотой початок. Проведена сравнительная оценка стимулятора с ранее изученным Симбионт-2.

Исследованиями установлено и последствие препаратов на рост и развитие проростков кукурузы. На фоне их применения улучшался качественный состав молодых растений кукурузы.

Однако это только предварительные опыты. Дальнейшие исследования по применению стимуляторов роста Симбионт запланированы в полевых условиях с целью установить прибавку урожая кукурузы от применяемых стимуляторов и экономическую эффективность.

Выводы

1. По сравнению с контрольным вариантом стимуляторы роста Симбионт-2. и Симбионт-3.1. ускорили процесс прорастания семян кукурузы сахарной сорта Золотой початок на два дня.

2. В вариантах с применением стимуляторов роста проростки кукурузы развили более мощные корни, количество которых было больше на 1–6 штук по сравнению с проростками контрольного варианта, а прирост надземной массы составил 5–15%.

3. Суммарная активность амилазы и каталазы в прорастающих семенах кукурузы «Золотой початок» на фоне применяемых стимуляторов роста Симбионт-2. и Симбионт-3.1. возросла на 1,6–2,1 мкКат/г и на 0,09–0,2 мкКат/г растительной массы соответственно по сравнению с контрольным вариантом.

4. Стимулятор роста Симбионт-3.1. способствовал увеличению концентрации углерода в надземной массе растений кукурузы на 3,8 мг/г растительной массы, что составляет 8,5% по сравнению с препаратом Симбионт-2.

5. Интенсивность фотосинтеза, устьичная проводимость и скорость транспирации листьев растений кукурузы сахарной в условиях контрольного варианта на 21–26%, 30–46% и 15–28% соответственно ниже по сравнению с этими показателями второго и третьего вариантов.

6. Содержание целлюлозы и золы в листьях кукурузы в вариантах с применением стимуляторов роста снизились на 1,8–2,1% и 0,33–0,55% соответственно по сравнению с контрольным вариантом, что указывает на усиленный синтез органических веществ. В листьях кукурузы этих вариантов содержание сахаров и протеинов увеличилось, что свидетельствует о нарастающей интенсивности биохимических процессов в развивающихся растениях на фоне применяемых стимуляторов роста.

7. Стимулятор роста Симбионт-3.1. по сравнению с препаратом Симбионт-2. проявил повышенную стимулирующую способность для начального роста растений кукурузы.

Библиографический список

1. *Аликов Х.К.* Определение интенсивности фотосинтеза по накоплению органических веществ (по углероду)/Фотосинтез. Методические рекомендации к лабораторным занятиям. Минск – БГУ, 2003 г., с. 29–33.

2. *Архипова Н.А.* Эффективность применения предпосевной обработки семян стимуляторами роста и микроэлементами в составе вермикомпоста при возделывании кукурузы на силос в условиях Оренбургской области / Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук – Оренбург, 2004 г., – 22 с.

3. *Барская Т.А., Егорова А.А.* Влияние температуры почвы на активность ферментов каталазы и пероксидазы у холодостойких и теплолюбивых растений / Труды Карельского филиала Академии ИИ Наук СССР. Выпуск XXVII. – 1960 г., с. 25–30.

4. *Васин В.Г., Вершинина О.В., Карлов Е.В., Кошелева И.К.* Продуктивность полевых культур при применении стимуляторов роста // Материалы Всероссийской

научно-практической конференции «Биологическая интенсификация систем земледелия: опыт и перспективы освоения в современных условиях развития» – Ульяновск, 2016 г., с. 12–28.

5. *Воронин П.Ю.* Фотосинтетический континентальный сток углерода: физиологический аспект // диссертация доктора биологических наук. Москва, 2006 г. – 305 с.

6. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: М.: ИПК Издательство стандартов. Приложение 3. 2011 г. – с. 26.

7. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорты растений Москва – 2017 г., с. 142.

8. *Дыга П.П., Борисов В.Н.* Направление развития семеноводства кукурузы. 2009 г. – 102 с.

9. *Игнатъев Н.Н.* Модификация метода Варбурга с целью определения интенсивности поглощения кислорода / Доклады ТСХА. Выпуск 176. – 1972 г. – с. 51–55.

10. *Новиков Н.Н., Таразанова Т.В.* Лабораторный практикум по биохимии растений / Москва. Издательство РГАУ-МСХА, – 2012 г., с. 39–50.

11. *Плешков Б.П.* Практикум по биохимии растений. Москва «Колос», 1985 г. – с. 255.

12. *Полевой В.В., Саламатова Т.С.* Физиология роста и развития растений Л.: Издательство ЛГУ, 1991 г. – 240 с.

13. *Симонова Е.Н., Игнатъева Н.Г.* Активность ферментов в прорастающих семенах мягкой озимой пшеницы после обработки электроактивированными растворами / Агрономия, лесное хозяйство и биологические науки, № 3(15) 2011 г., – с. 81–86.

14. *Таразанова Т.В., Игнатъев Н.Н.* Особенности действия препарата Симбионт – 3. на рост и развитие растений огурца / Известия ТСХА, № 3, 2014 г. – с. 32–43.

15. *Таразанова Т.В.* Сравнительная оценка действия нового стимулятора роста Симбионт-3.1/ Известия ТСХА, № 3, 2018 г.

16. *Чупахина Г.Н.* Система аскорбиновой кислоты растений: Монография. – Калининградский университет. – Калининград, 1997 г. – 120 с.

17. *Шнаар Д.* Кукуруза (Выращивание, уборка, консервирование и использование // Издательство «ДЛВ АГРОДЕЛО», – 2009 г., – 390 с.

18. *Шнаар Д.* Зерновые культуры (Выращивание, уборка, доработка и использование) // Учебно-практическое руководство. 3-е издание. ИД ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО» Москва, – 2008 г., – 656 с.

19. *Щербakov Т.И., Пынзару Б.В.* Влияние биопрепарата Gliocladin-SC на развитие проростков пшеницы // Состояние и перспективы защиты растений. Минск – НПЦ НАН Беларуси по земледелию, 2016 г.с. 135–138.

20. *Lopes M.S., Araus J.L., van Heerden P.D.R., Foyer C.H.* Enhancing drought tolerance in C4 crops // J. Exp. Bot. 2011. V. 62. P. 31–35.

21. <http://www.agrodialog.com.ua>. Семеноведение. «Прорастание семян».

INFLUENCE OF GROWTH STIMULATOR SIMBIONT-3.1. ON THE INITIAL DEVELOPMENT OF SUGAR CORN PLANTS (*ZEA MAYS* L)

T.V. TARAZANOVA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The paper presents the study results on the impact of the new growth stimulator Symbiont-3.1. as compared with the previously studied Symbiont-2. on seed germination, growth and development of the sugar corn variety of “Zolotoy Pochatok” basing on vegetation experiments.

The growth stimulator *Simbiont – 3.1* is an alcohol extract of biologically active substances produced by the endophyte *Shchiritseykh* mushrooms. According to preliminary experimental data, *Simbiont-3.1* has the highest stimulating ability among other varieties of growth stimulators of the “*Simbiont*” type. Its action is aimed at the activation of seed germination with the maximum impact on the aftereffect during the vegetating season of a cultivated crop.

The results show that the growth stimulator *Simbiont – 3.1* accelerates the germination of sugar corn seeds for more than two days.

Due to the activation of seed endosperm enzymes by treatment with *Simbiont-3.1*, the germinating seeds of sugar corn formed sprouts with strong roots and significantly more developed elevated leave mass, in which the increased respiration activity, photosynthesis and increased activity of enzymes of some biochemical processes were noted.

The efficacy of the new growth stimulator *Symbiont-3.1* was compared with that of the basic stimulator *Simbiont-2*, the efficacy of which has been examined on many crops cultivated in a greenhouse and in field conditions.

The aftereffect of growth stimulator *Simbiont-3.1* manifested in the subsequent phases of corn development, which was expressed by the accelerated development of plants. For the equal period of time, corn plants treated with *Simbiont-3.1* formed 5–6 leaves and were by 15–28 cm higher as compared to the check variant, in which corn plants had no more than four leaves.

In terms of chemical composition, the leaves of corn of the variants treated with growth stimulator *Simbiont-3.1* contained the significantly increased level of water-soluble sugars, proteins, and ascorbic acid as compared to those in the check corn plants. It was also noted that the concentration of cellulose and ash in the leaves of corn treated with *Simbiont-3.1* was reduced as compared with those in corn leaves of the check plants.

Key words: corn, growth stimulator; number of roots, total amylase activity, catalase activity, photosynthesis intensity, chemical composition of the top part of a corn plant.

References

1. *Alikov Kh.K.* Opredeleniye intensivnosti fotosinteza po nakopleniyu organicheskikh veshchestv (po uglerodu) [Determination of photosynthesis intensity by the accumulation of organic substances (by carbon)] / Fotosintez. Metodicheskiye rekomendatsii k laboratornym zanyatiyam. Minsk – BGU, 2003, pp. 29–33.

2. *Arkhipova N.A.* Effektivnost' primeneniya predposevnoy obrabotki semyan stimulyatorami rosta i mikroelementami v sostave vermikomposta pri vozdeleyvanii kukuruzy na silos v usloviyakh Orenburgskoy oblasti [Effectiveness of pre-sowing seed treatment with growth stimulants and trace elements in the composition of vermicompost in the corn cultivation for silage in the Orenburg region. Self-review of PhD (Ag) thesis] / Avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchonoy stepeni kandidata sel'skokhozyaystvennykh nauk – Orenburg, 2004, – 22 p.

3. *Barskaya T.A., Yegorova A.A.* Vliyaniye temperatury pochvy na aktivnost' fermentov katalazy i peroksidazy u kholodostoykikh i teplolyubivyykh rasteniy [Effect of soil temperature on the activity of catalase and peroxidase enzymes in cold-resistant and heat-loving plants] / Trudy Karel'skogo filiala Akademii II Nauk SSSR. Vypusk KHKHVII. – 1960, pp. 25–30.

4. *Vasin V.G., Vershinina O.V., Karlov Ye.V., Kosheleva I.K.* Produktivnost' polevykh kul'tur pri primenenii stimulyatorov rosta [Yield of field crops when using growth stimulants] // Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Biologicheskaya intensivatsiya sistem zemledeliya: opyt i perspektivy osvoyeniya v sovremennykh usloviyakh razvitiya” – Ul'yanovsk, 2016, pp. 12–28.

5. *Voronin P.Yu.* Fotosinteticheskiy kontinental'nyy stok ugleroda: fiziologicheskii aspekt [Photosynthetic continental carbon sink: physiological aspect. DSc (Bio) thesis] // dissertatsiya doktora biologicheskikh nauk. Moskva, 2006. – 305 p.

6. GOST 12038–84. Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti [Crop seeds. Methods for determining germination]. M.: IPK Izdatel'stvo standartov. Prilozheniye 3. 2011. – P. 26.
7. Gosudarstvennyy reyestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. Tom 1. Sorta rasteniy [State register of breeding achievements approved for use. Volume 1. Plant Varieties]. Moskva – 2017, p. 142.
8. *Dyga P.P., Borisov V.N.* Napravleniye razvitiya semenovodstva kukuruzy [Direction of further development of corn seed breeding]. 2009. – 102 p.
9. *Ignat'yev N.N.* Modifikatsiya metoda Varburga s tsel'yu opredeleniya intensivnosti pogloshcheniya kisloroda [Modification of the Warburg method aimed at determining the intensity of oxygen absorption] / Doklady TSKHA. Issue 176. – 1972. – Pp. 51–55.
10. *Novikov N.N., Tarazanova T.V.* Laboratornyy praktikum po biokhimii rasteniy [Laboratory workshop on plant biochemistry] / Moskva. Izdatel'stvo RGAU – MSKHA, – 2012, p. 39–50.
11. *Pleshkov B.P.* Praktikum po biokhimii rasteniy [Workshop on plant biochemistry]. Moskva: "Kolos", 1985. – P. 255.
12. *Polevoy V.V., Salamatova T.S.* Fiziologiya rosta i razvitiya rasteniy [Physiology of plant growth and development]. L.: Izdatel'stvo LGU, 1991. – 240 p.
13. *Simonova Ye.N., Ignat'yeva N.G.* Aktivnost' fermentov v prorastayushchikh semena-kh myagkoy ozimoy pshenitsy posle obrabotki elektroaktivirovannymi rastvorami [Enzyme activity in germinating seeds of soft winter wheat after treatment with electroactivated solutions] / Agronomiya, lesnoye khozyaystvo i biologicheskiye nauki, No. 3(15) 2011. – Pp. 81–86.
14. *Tarazanova T.V., Ignat'yev N.N.* Osobennosti deystviya preparata Simbiont-3. na rost i razvitiye rasteniy ogurtsa [Effect of the Symbiont-3. drug on the growth and development of cucumber plants] / Izvestiya TSKHA, No. 3, 2014. – Pp. 32–43.
15. *Tarazanova T.V.* Sravnitel'naya otsenka deystviya novogo stimulyatora rosta Simbiont-3.1 [Comparative evaluation of the effect of the growth stimulator Simbiont – 3.1] / Izvestiya TSKHA, No. 3, 2018.
16. *Chupakhina G.N.* Sistema askorbinovoy kisloty rasteniy: Monografiya [Ascorbic acid system in plants: Monograph]. – Kaliningradskiy universitet. – Kaliningrad, 1997. – 120 p.
17. *Shpaar D.* Kukuruza (Vyrashchivaniye, uborka, konservirovaniye i ispol'zovaniye [Corn (Growing, harvesting, canning and use)] // Izdatel'stvo "DLV AGRODELO", – 2009. – 390 p.
18. *Shpaar D.* Zernovyye kul'tury (Vyrashchivaniye, uborka, dorabotka i ispol'zovaniye) [Grain crops (Cultivation, harvesting, refinement and use)] // Uchebno-prakticheskoye rukovodstvo. 3rd edition. ID 000 "DLV AGRODELO" Moskva, – 2008. – 656 p.
19. *Shcherbakov T.I., Pynzaru B.V.* Vliyaniye biopreparata Gliocladin-SC na razvitiye prorstkov pshenitsy [Influence of the biological product Gliocladin-SC on the development of wheat seedlings] // Sostoyaniye i perspektivy zashchity rasteniy. Minsk – NPTS NAN Belarusi po zemledeliyu, 2016. Pp. 135–138.
20. *Lopes M.S., Araus J.L., van Heerden P.D.R., Foyer C.H.* Enhancing drought tolerance in C4 crops // J. Exp. Bot. 2011. Vol. 62. Pp. 31–35.
21. <http://www.agrodialog.com.ua>. Semenovedeniye. "Prorastaniye semyan" [Seed science. "Seed germination"].

Таразанова Татьяна Васильевна – к.б.н., доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел.: (499) 976-29-71; e-mail: tarazan777@rambler.ru.

Tatiana V. Tarazanova – PhD (Bio), Associate Professor of the Department of Agricultural and Biological Chemistry, and Radiology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: (499) 976-29-71; e-mail: tarazan777@rambler.ru.