

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ НОВОГО СТИМУЛЯТОРА РОСТА СИМБИОНТ – 3.1.

Т.В. ТАРАЗАНОВА

(РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева)

Представлены результаты исследований по изучению влияния нового стимулятора роста Симбионт – 3.1. на развитие проростков, ростков и урожайность зеленца огурца F1 Зозуля в условиях защищенного грунта, а также проведена сравнительная оценка влияния препаратов Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. на рост и развитие огурца.

Стимуляторы роста Симбионт – 3.1. и Симбионт – 3. являются спиртовыми вытяжками биологически активных веществ, продуцируемых эндофитами Щирицевых. Препараты различаются качественным составом по причине различия в методиках их выделения.

Действие стимуляторов роста типа «Симбионт» направлено на активацию начального этапа развития семян с максимальным эффектом последствия препаратов на протяжении всего вегетационного периода.

Исследованиями установлено, что стимуляторы роста Симбионт – 3.1. и Симбионт – 3. ускорили процесс прорастания семян более чем на сутки. Они усилили каталитическую активность многих гидролитических ферментов. Так, суммарная активность амилаз в прорастающих семенах огурца, в первые 12 часов, возросла в 3 раза по сравнению с контрольным вариантом.

Обработанные семена огурца исследуемыми препаратами сформировали ростки с мощными корнями, толстыми семядольными листьями и более развитыми по площади первыми настоящими листьями, в которых отмечены повышенные активность хлоропластов и интенсивность дыхания, а также концентрация сухих веществ увеличилась на 0,25–0,31 грамм по сравнению с этими показателями контрольного варианта.

В производственных условиях защищенного грунта стимуляторы повысили урожайность зеленца огурца F1 Зозуля на 15–23%. В этом исследовании применено математическое планирование опыта и рассчитаны коэффициенты регрессий влияния изучаемых препаратов на урожайность огурца. Это позволило установить, что повышенной стимулирующей активностью на семена огурца обладает препарат Симбионт – 3.1. по сравнению с препаратом Симбионт – 3.

Ключевые слова: *огурец защищенного грунта, стимулятор роста, Симбионт, прорастание семян огурца, проростки огурца, суммарная активность амилаз, интенсивность фотосинтеза ростков огурца, интенсивность дыхания проростков огурца, сухое вещество, урожай огурцов.*

Введение

Технология возделывания сельскохозяйственных культур в настоящее время включает применение различных регуляторов роста и развития возделываемых культур, особенно в условиях защищенного грунта. Список регуляторов роста еже-

годно пополняется новыми препаратами, которые позволяют агрономам регулировать не только фазы развития возделываемых растений, но и увеличивать прибавку урожая, улучшать его качество, продлить вегетационный период и период плодоношения. Этим формируются оптимальные условия жизнедеятельности растений с целью максимально реализовать биологический потенциал возделываемых культур. Мы же остановимся на исследованиях стимулирующего действия нового препарата Симбионт – 3.1. на развитие огурца и сравним его влияние с ранее изученными препаратами типа «Симбионт».

В производстве защищённого грунта эффективно используется около 20 регуляторов роста и развития растений. Стимуляторы роста типа «Симбионт» впервые выделены Ф.Ю. Гельцер. Последователем её идей и научных изысканий стал профессор РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Н.Н. Игнатъев, который передал эстафету исследований и все тонкости выделения препарата автору данной статьи. Эти исследования проводятся и в настоящее время: усовершенствуется технология выделения препаратов, корректируются нормы и способы их применения на различных сельскохозяйственных, плодово-ягодных культурах. Опыты проводятся как в полевых условиях, так и в закрытом грунте с целью внедрения их в производство. Совместными усилиями мы изменили и усовершенствовали условия выделения препарата. В результате был получен препарат Симбионт – 3.1., эффективность действия которого нам необходимо выяснить.

Наши препараты типа «Симбионт» являются стимуляторами роста, так как их применение направлено на активацию начальных этапов прорастания семян с максимальным эффектом последствия на протяжении всего вегетационного периода возделываемой культуры. Это одно из главных свойств препаратов типа «Симбионт».

Рабочая концентрация данных препаратов и способы их применения в условиях защищённого грунта или в полевых условиях зависят от культуры и принятой технологии возделывания конкретной культуры, а также от типа и механического состава почвы, состава и качества грунта. Рабочая концентрация наших стимуляторов устанавливается экспериментально в результате проведения ряда микровегетационных опытов. Каждый раз используется индивидуальный подход.

Наши исследования направлены на изучение влияния нового стимулятора роста Симбионт – 3.1. на примере огурца. Огурец занимает ведущее место не только по объёму его возделывания в сельском хозяйстве, но и по площади возделывания. Это широко распространённая овощная культура и в частном секторе. История культивирования огурца древняя и богатая событиями по его разностороннему применению.

На территории Российской Федерации возделывание огурца занимает 90 тысяч гектаров почвы, из них на 90% территории огурец возделывают в условиях защищённого грунта. Это не только позволяет соблюсти все микроклиматические условия, но и обеспечивает круглогодичное производство огурца с максимальной урожайностью.

Методика исследований

Для нашей цели мы использовали гибрид огурца F1 Зозуля, выведенный сотрудниками овощной опытной станции имени В.И. Эдельштейна РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева. Гибрид характеризуется дружной массивованной и длительной отдачей урожая. Зеленцы салатного назначения не желтеют и долго сохраняют товарный вид. Гибрид Зозуля возделывают не только в защищенном грунте, но и в полевых условиях. Устойчив к возбудителям заболеваний и корневым гнилям.

Стимуляторы роста Симбионт – 3.1. и Симбионт – 3. являются спиртовыми вытяжками биологически активных веществ, продуцируемых эндофитами Щири-

цевых. Препараты различаются качественным составом: набором и концентрацией биологически активных веществ, углеводов и липидов, кислот, микроэлементов по причине различия в методиках их выделения.

Опыты по изучению сравнительного действия стимуляторов роста Симбионт – 3.1. и Симбионт – 3. проводились в лабораторных условиях и включали три варианта по следующей схеме:

Таблица 1

Схема опытов

| № п/п | Варианты | Концентрация рабочего раствора препаратов |
|-------|-----------------|---|
| 1 | Контроль | ----- |
| 2 | Симбионт – 3. | 10^{-4} |
| 3 | Симбионт – 3.1. | 10^{-4} |

В контрольном варианте семена огурца не подвергали обработке стимуляторами роста. Во втором варианте семена огурца обработали стимулятором Симбионт – 3., а в третьем применили препарат Симбионт – 3.1. Семена огурца замачивали в рабочем растворе исследуемых стимуляторов в течение 30 минут.

Проращивание семян огурца проводили в соответствии с ГОСТом – 12038-84 [1]. Проросшие семена сеяли в сосуды на глубину 1,5 см – одно семя на сосуд.

В зависимости от цели исследований ростки огурца извлекали из сосудов, отмывали корневую систему и подвергали аналитическим исследованиям, результаты которых описаны ниже.

Повторность опытов восьми–десятикратная, в зависимости от задачи исследований. Опыты проводили в микровегетационных сосудах объёмом 60 см³. Сосуды наполняли тепличным универсальным грунтом в количестве 40 см³, который предварительно просеяли через сито диаметром 3 мм.

Тепличный универсальный грунт представляет собою верховой сфагновый торф – магелланикум.

Абсолютно сухая масса грунта объёмом 40 см³ составила 9,7 г; влажность – 18%, пористость аэрации – 30%, норма полива грунта на сосуд составила 20 г дистиллированной воды, которую вносили весовым способом.

Тепличный грунт универсальный представляет собою верховой сфагновый торф с 15% степенью его разложения. Содержание в нем органического вещества составляет 88,6%, зольность – 11,4%, пористость – 93,0%, а влагоёмкость – 75,0% от объёма.

Тепличный грунт характеризуется набором элементов 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.

Тепличный грунт универсальный дополнительно произвесткован доломитовой мукой в дозе 8,5 кг/м³ и предварительно обогащен 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 способствует однородному распределению питательных веществ по всему объёму субстрата и содержит вы-

сокое количество водорастворимого фосфата ($\approx 95\%$). Удобрение «Пи – Джи – Микс» характеризуется наилучшей степенью усвоения растениями элементов питания.

Производственный опыт был заложен в теплицах РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева на огурцах F1 Зозуля. Повторность опыта десятикратная. Технология возделывания огурца F1 Зозуля в теплице взята за контрольный вариант. Семена контрольного варианта замачивали в дистиллированной воде, а опытного – исследуемым стимулятором роста Симбионт – 3.1. в течение 30 минут с последующей часовой сушкой. Период прорастания семян составил двое суток. Проросшие семена контрольного и опытного вариантов высаживали в заполненные торфом универсальные горшки для рассады с перфорированным дном. Время выращивания рассады составило 14 дней. Полив растений осуществляли путем их подтопления по установленной поливной норме в производственных условиях. Рассаду в фазе 2–3,4 настоящих листьев высаживали на постоянное место из расчета – два растения рассады на 1 кв.м. Срок посадки рассады проводили одновременно с посадкой производственной рассады. Дальнейшая технология их возделывания соответствовала общепринятой в тепличном производстве.

Результаты и их обсуждение

Обработка семян огурца стимуляторами роста Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. позволила дать сравнительную оценку влияния исследуемых препаратов на прорастание семян и развитие проростков огурца F1 Зозуля, а также определить степень последствий этих препаратов в формировании урожайности зеленцов.

Для исследования был заложен опыт по вышеописанной схеме и использовались семидневные проростки огурца. Повторность опыта восьмикратная. Проростки извлекли из сосудов, освободили от грунта корни и определили массу надземной части и количество корней (табл. 2).

Особенностью прорастания огурца является опережающее развитие корня по сравнению с надземной частью растений, то есть точка роста стебля первые несколько дней заторможена в развитии, поэтому показатели веса надземной массы проростков опыта небольшие.

Данные таблицы 1 свидетельствуют с доверительной вероятностью, что семена контрольного варианта за семидневный период смогли развить проростки массой 1,31 г, количество корней у которых в среднем составило 18 штук. Это корни первого, второго порядка с зачатками третьего.

Во втором варианте под действием препарата Симбионт – 3. прирост надземной массы проростков огурца составил 5,6% и количество корней увеличилось на 12,6%.

Таблица 2

Развитие проростков огурца F1 Зозуля под действием стимуляторов роста Симбионт – 3 и Симбионт – 3.1.

| № п/п | Варианты | Масса проростков, г | Отклонения от контроля, % | Количество корней, штуки | Отклонения от контроля, % |
|-------------------|-----------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1 | Контроль | 1,31 | 100,0 | 18 | 100,0 |
| 2 | Симбионт – 3. | 1,38 | 105,6 | 19 | 112,6 |
| 3 | Симбионт – 3.1. | 1,51 | 115,3 | 24 | 133,4 |
| НСР ₀₅ | | 0,11 | - | 1 | - |

В третьем варианте опыта под влиянием препарата Симбионт – 3.1. проростки сформировали надземную часть массой 1,51 г. Это на 0,2 г больше по сравнению с проростками контрольного варианта и на 0,13 г – по сравнению с проростками второго варианта. Такая же закономерность наблюдалась и по количеству корней у проростков огурца третьего варианта, у которого количество корней возросло на 1–6 штук. Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. стимулировали развитие более сильных проростков, по сравнению с проростками огурца контрольного варианта.

Данные исследований таблицы 3 доказывают, что Симбионт – 3.1. обладает более сильным стимулирующим действием на семена огурца F1 Зозуля по сравнению с препаратом Симбионт – 3. при доверительной вероятности 0,95 по причине различий их качественном составе.

Статистически достоверные результаты подтверждают, а фенологические наблюдения свидетельствуют о влиянии препарата Симбионт – 3.1. на развитие проростков огурца в большей мере по сравнению с Симбионтом – 3. Проростки третьего варианта характеризовались хорошо развитой надземной частью с широкими семядольными листьями интенсивной окраски, утолщёнными и удлинёнными стеблями, мощной корневой системой, у которой развиты корни первого, второго и третьего порядков и с большим количеством зачатков корней четвёртого, по сравнению с проростками огурца второго варианта и проростками контрольного варианта, в котором растения имели тонкие удлинённые стебли и небольшие семядольные листья.

Это объясняется тем, что в семенах контрольного варианта после их замачивания в дистиллированной воде проходил естественный процесс развития зародыша, на который требуется временной интервал для набухания [6, 7], активации ферментов и ферментных комплексов клеток семядолей, запуска синтеза гидролитических ферментов семени и требуется время для запуска механизма клеточного митоза [5, 10].

В исследуемых стимуляторах роста типа «Симбионт» содержатся многие ферменты, биологически активные вещества, которые в процессе замачивания семян, на уровне гормональной сигнализации, мгновенно стали воздействовать на сигнальные белки мембран клеток семенной оболочки и на сигнальные белки клеток семядолей семян огурца.

В результате такого целенаправленного влияния стимуляторов типа «Симбионт» на состояние семян происходит их стремительное пробуждение к развитию зародыша и оно одновременно протекает с процессом набухания. Временной интервал прорастания семян сокращается более чем на сутки. Зародыш, получив дополнительный стимул к развитию извне в виде гормонально-сигнального воздействия от стимуляторов, быстрее запустил к действию ферментные комплексы мембран, цитоплазмы клеток семядолей, гидролитические ферменты по сравнению с семенами контрольного варианта. Зародыш стал эффективно использовать запас питательных веществ семян на развитие и рост зародыша. По стимулирующему эффекту действие исследуемого препарата Симбионт – 3.1. на семена огурца оказалось более прогрессивным по сравнению с препаратом Симбионт – 3.

Запасным веществом семян огурца являются жиры, запас которых составляет порядка 35% на фоне такого же содержания белков (33–38 %) и низкого количества запасного крахмала – до 2% [4].

Биохимические процессы в прорастающих семенах огурца изучены ещё недостаточно. Однако на начальном этапе прорастания семян отмечена повышенная активность липаз. Это закономерно подтверждается количеством запасных жиров в семенах огурца. Увеличивается концентрация витаминов, особенно аскорбиновой кислоты [9].

Запасного крахмала в семенах огурца содержится незначительное количество. Процесс его распада при прорастании семян огурца мало освещен в научной литературе. Однако роль запасного крахмала в семенах огурца играет немаловажное

значение в процессе прорастания. Он является источником строительного материала для развивающихся зародышевых корешка и почечки до момента подключения процесса фотосинтеза.

Для исследования гидролиза крахмала в семенах огурца мы провели эксперимент по вышеуказанной схеме и определили суммарную активность амилаз (табл. 3) [8]. Семена проращивали при температуре 25°C в чашках Петри в затенённом месте, поскольку свет несколько задерживает процесс прорастания.

Сначала определили активность амилаз в первые двенадцать часов прорастания семян. На этом этапе семена были набухшими, а во втором и третьем вариантах – «клювики» семян приоткрыты на разную величину. Суммарная активность амилаз резко различалась по вариантам с доверительной вероятностью отклонений этого показателя от контрольного варианта. Во втором и третьем вариантах, на фоне обработки семян стимуляторами роста активность амилаз возросла на 2,95–3,24 мкКат/мин. в 1 грамме растительной массы.

Через сутки в семенах огурца второго и третьего вариантов показался зародышевый корень небольшой величины – до 1–1,5 мм и он был плоским. В семенах огурца первого варианта отмечено раскрытие «клювиков», в них суммарная активность амилаз возросла в 1,8 раз за последующие 12 часов эксперимента. Активность амилаз у семян огурца второго и третьего вариантов стала спадать после суток их развития. По-видимому, концентрация запасного крахмала резко убавилась за счёт его гидролиза в первые сутки прорастания семян.

Таблица 3

Суммарная активность амилаз в прорастающих семенах огурца F1 Зозуля под действием стимуляторов роста

| № п/п | Варианты | Активность амилаз, мкКат/мин. в 1 г растительной массы | | |
|-------------------|----------------|--|---------|---------|
| | | 12 часов | 1 сутки | 3 сутки |
| 1 | Контроль | 1,37 | 2,49 | 2,52 |
| 2 | Симбионт -3. | 4,32 | 4,11 | 2,34 |
| 3 | Симбионт -3.1. | 4,61 | 4,08 | 1,95 |
| НСР ₀₅ | | 2,16 | 1,52 | 0,67 |

На третьи сутки эксперимента в первом варианте проростки огурца были до 1–2 мм и активность амилаз держалась на таком же уровне, как и в первые сутки эксперимента. Трёхдневные проростки второго и третьего вариантов были утолщёнными, крупными, выпуклыми и достигали в длину 0,8–1,3 см. Суммарная активность амилаз была незначительной по сравнению с показателями активности амилаз проростков контрольного варианта.

Прежде всего это можно объяснить тем, что стимуляторы роста обладают набором биологически активных веществ, фитогормонов, набором углеводов, органических кислот и др. Поэтому активировались значительно быстрее спавшие ферменты семян. Произошёл опережающий запуск синтеза набора ферментов для запуска митоза клеток зародыша семян второго и третьего вариантов по сравнению с контрольным.

Для развития зародышевого корешка необходима не только энергия, но и структурный материал, источником которого служит небольшой запас крахмала. По-видимому, этого количества запасного крахмала в семенах огурца достаточно для первого этапа его органогенеза, который заключается в набухании семян и их прорастании.

Хорошо сформированные проростки в начальный период прорастания семян второго и третьего вариантов по сравнению с контрольным уже обозначили свой потенциал дальнейшего развития с опережающим эффектом в 2–3 дня. Это, несомненно, в дальнейшем отразится и на развитии растений и их продуктивности.

Процесс фотосинтеза в растениях имеет прямое влияние на формирование урожая. Интенсивность фотосинтеза напрямую зависит от площади поверхности листьев, концентрации хлорофилла в клетках, количества хлоропластов, концентрации ферментов темновой фазы фотосинтеза С₃ растений. Полученные при фотосинтезе первичные углеводы поступают в каждый орган развивающегося растения и участвуют в построении других сложных веществ или вовлекаются в процесс дыхания, который высвобождает энергию для функционирования клетки. Таким образом, фотосинтез и дыхание растений – это два взаимозависимых процесса. Они оба зависят от факторов окружающей среды и влияют на продуктивность возделываемых растений [12].

Дальнейшей задачей исследований являлось определение влияния обработки семян стимуляторами роста на фотосинтез и дыхание развивающихся ростков огурца. Для этого был заложен опыт по вышеуказанной схеме. У пятнадцатидневных ростков огурца F1 Зозуля определили интенсивность фотосинтеза и дыхания (табл. 4).

Двухнедельные ростки огурца содержали первые настоящие листья за исключением ростков второго и третьего вариантов, у которых первые настоящие листья отличались в развитии и содержали зачатки второго листа и формирующиеся зачатки третьего.

Поскольку все условия опыта: свет, влага почвы, концентрация в атмосфере CO₂ и O₂, уровень элементов питания были одинаковыми, то различия интенсивности фотосинтеза и дыхания по вариантам должны свидетельствовать о последствии стимуляторов роста на развитие растений огурца.

Интенсивность фотосинтеза оценивалась по активности хлоропластов в листьях по методу Ягодина Б.А. и Плешкова А.С. с применением 2,6-дихлорфенола индофенолята натрия [13].

Фотохимическая активность хлоропластов характеризует работу первичных фотохимических стадий фотосинтеза, которые являются источником энергии для процессов темновой фазы восстановления CO₂. Поэтому активность хлоропластов может служить показателем интенсивности фотосинтеза.

Интенсивность дыхания определяли по скорости поглощения кислорода ростками огурца на приборе «Хроматек-Кристалл 5000»*.

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что невысокие показатели активности хлоропластов и дыхания растений огурца в условиях опыта соответствовали контрольному варианту. Во втором и третьем вариантах эти показатели увеличились в среднем на 27–36 % и на ≈ 50% соответственно. Большим эффектом последствие на развитие ростков огурца F1 Зозуля обладал Симбионт – 3.1. по сравнению с Симбионтом – 3.

Влияние стимуляторов роста Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. на интенсивность фотосинтеза и дыхания ростков огурца F1 Зозуля

| № п/п | Варианты | Активность хлоропластов, мА/г раст. массы | Отклонения от контроля, % | Скорость поглощения O ₂ мг/м ³ | Отклонения от контроля, % |
|-------------------|----------------|---|---------------------------|--|---------------------------|
| 1 | Контроль | 24,4 | 100 | 1341 | 100 |
| 2 | Симбионт -3. | 31,2 | 127 | 2575 | 192 |
| 3 | Симбионт -3.1. | 32,3 | 136 | 2761 | 206 |
| НСР ₀₅ | | 6,3 | - | 760 | - |

Интенсивность фотосинтеза у растений третьего варианта, где применили Симбионт – 3.1. выше на 9%, а интенсивность дыхания – на 14 % по сравнению с этими показателями второго варианта, в котором семена огурца были обработаны раствором стимулятора Симбионт – 3. Этот факт хорошо подтверждается данными первого опыта, изложенными в таблице 1. Растения огурца третьего и второго вариантов имели большую площадь поверхности листьев, чем у растений контрольного варианта. Исследуемые стимуляторы роста способствовали зародышу семян огурца развить максимальной величины проростки, и это, несомненно, отразилось в дальнейшем на развитии ростков огурца.

В условиях защищённого грунта интенсивность фотосинтеза у растений огурца значительно ниже, чем в условиях открытого грунта, поэтому применение препаратов Симбионт – 3. и Симбионт - 3.1. в защищённом грунте позволит увеличить интенсивность процесса фотосинтеза в возделываемых растениях. Это приведёт к усилению ростовых процессов, что дополнительно подтверждается полученными данными по интенсивности дыхания растений огурца [11].

Потребность растений огурца в питательных веществах сопровождается увеличением в них концентрации сухого вещества. Динамика поглощения растениями огурца элементов питания на протяжении вегетации неравномерна, однако, интенсивность увеличения сухой массы растений соответствует интенсивности поступления элементов питания в растения. Максимальное поступление элементов питания в растения огурца отмечено многими исследователями – в период плодоношения. В начальный этап развития ростков происходит усиленное усвоение азота и усвоение азота нарастает с развитием растений, его надземной массы. Многими исследователями установлена закономерность, что поглощение фосфора в защищённом грунте заметно меньше, а калия – значительно больше, чем в условиях открытого полеводства (табл. 5).

В нашем опыте обработанные семена огурца стимуляторами роста Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. позволили развить ростки более мощные, чем в контрольном варианте. Ростки отличались и мощной корневой системой.

На усвоение огурцами минеральных элементов питания оказывают влияние особенности корневой системы, которая развивается больше в горизонтальном направлении по сравнению с её проникновением в глубину грунта.

По данным таблицы 5, мы видим, что минимальная концентрация макроэлементов питания, накопленная в надземной части ростков, соответствует контрольному варианту. Концентрация общего азота в надземной части ростков огурца с примене-

нием исследуемых препаратов значительно увеличилась. Здесь ростки интенсивно поглотили запас элементов питания, локализованных в грунте.

Таблица 5

Потребление минеральных элементов питания ростками огурца F1Зозуля

| № п/п | Варианты | N, % | P ₂ O ₅ , % | K ₂ O, % | Сухое вещество, г |
|-------|-------------------|------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
| 1 | Контроль | 2,5 | 0,8 | 2,2 | 0,13 |
| 2 | Симбионт -3. | 2,9 | 0,6 | 2,9 | 0,38 |
| 3 | Симбионт -3.1. | 3,3 | 0,7 | 3,1 | 0,44 |
| | НСР ₀₅ | 0,3 | 0,2 | 0,3 | - |

Такая же закономерность наблюдается и по отношению калийного элемента питания. Концентрация калия возросла в ростках огурца второго и третьего вариантов на 0,7–0,9 % при 95% доверительной вероятности.

Однако концентрация фосфора в ростках огурца более стабильна по всем вариантам опыта. Фосфор активно вовлекается в состав сложных соединений, необходимых развивающемуся организму [2].

Изменение концентрации сухого вещества по вариантам свидетельствует о нарастании интенсивности энтергонических процессов синтеза в клетках ростков огурца, сопряжённых с экзергоническими процессами распада сложных веществ и энергии, которая генерируется за счёт интенсивности дыхания (табл. 4).

Для сравнения стимулирующего эффекта исследуемых препаратов Симбионт-3. и Симбионт – 3.1. нами был заложен опыт в теплицах РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева на огурцах с применением математического планирования [3]. Опыт проводили в условиях, соответствующих технологии возделывания огурцов в тепличном производстве. Схема опыта и количество вариантов описаны выше. Сбор урожая зелена проводили с мая по июль включительно.

В опыте, проводимом в производственных условиях, нами было выбрано по 10 растений с каждого варианта, повторность – пятикратная.

Физиологические наблюдения за развитием растений (табл. 6) заключались в подсчёте развивающихся огурцов и завязи по достижению главного стебля огурца шпалеры.

Таблица 6

Влияние исследуемых стимуляторов роста на развитие растений огурца F1 Зозуля

| № п/п | Варианты | Площадь листьев рассады огурца, см ² / 1 растение | Количество развивающихся плодов огурца, штуки / 1растение | Количество завязей, штуки / 1растение |
|-------|-----------------|--|---|---------------------------------------|
| 1 | Контроль | 395±10 | 6±2 | 16±4 |
| 2 | Симбионт - 3. | 445±8 | 8±1 | 19±2 |
| 3 | Симбионт - 3.1. | 472±7 | 9±1 | 20±3 |

Обработка семян исследуемыми препаратами вызвала интенсивное развитие семян с опережением на 2–3 дня по сравнению с контрольным вариантом. Проростки

сформировали более мощную рассаду с хорошо развитыми корневой системой и листовым аппаратом по сравнению с рассадой контрольного варианта. В этих вариантах наблюдалась хорошая приживаемость рассады и ускоренный рост растений.

Стремительное развитие проростков огурца вследствие обработки семян исследуемыми препаратами позволило растениям формировать большее число завязей огурцов на 19–25% по сравнению с контрольным вариантом. Это ещё раз характеризует о пролонгированном характере действия стимуляторов типа «Симбионт» на рост и развитие растений огурца.

Данные таблицы 7 свидетельствуют об урожайности огурца F1 Зозуля в условиях защищённого грунта, которая увеличивалась по вариантам. Минимальная урожайность соответствует контрольному варианту – здесь растения росли в условиях принятой технологии возделывания.

Таблица 7

Урожайность зеленца огурца F1 Зозуля под действием стимуляторов роста Симбионт - 3. и Симбионт - 3.1.

| № п/п | Варианты | Средняя урожайность, кг/м ² | Урожайность зеленца, кг /м ² | | |
|-------|----------------|--|---|------|------|
| | | | май | июнь | июль |
| 1 | Контроль | 6,46 | 5,2 | 6,4 | 7,8 |
| 2 | Симбионт -3. | 7,73 | 6,0 | 8,3 | 8,9 |
| 3 | Симбионт -3.1. | 7,96 | 6,6 | 8,1 | 9,2 |

Применение математического планирования эксперимента позволило оценить степень влияния каждого препарата на урожайность огурца (табл. 7).

Исследовали три фактора: X₁ – Симбионт – 3. и X₂ – Симбионт – 3.1., а также X₁X₂ – вероятность влияния на урожайность огурца от совместного применения двух препаратов.

Обработанные нами семена огурца перед посевом стимуляторами роста повлияли на формирование урожайности зеленцов. Конечно, было бы интересным провести опыт на значительно большей площади теплицы. Однако это будет следующей задачей исследований данных препаратов. Автор статьи готова к сотрудничеству с тепличными предприятиями, с целью повышения урожайности возделываемых культур и улучшения их качества товарной части растительной продукции.

По результатам опыта нами составлена матрица с применением кодированных переменных и уравнение регрессии для кодированных переменных:

$$\begin{array}{l}
 \text{У:} \quad 7,38 + 2,08 X_1 + 2,23 X_2 - 3,08 X_1 X_2 \\
 \text{t}_{\text{факт}} \quad \quad \quad +4,72 \quad \quad +5,07 \quad \quad -7,0 \\
 \text{t}_{\text{теорет}} \quad \quad \quad 2,31 \quad \quad 2,31 \quad \quad 2,31 \\
 \text{P} \quad \quad \quad \quad \quad 0,90 \quad \quad 0,90 \quad \quad 0,90
 \end{array}$$

Положительные коэффициенты регрессии факторов X₁ и X₂ свидетельствуют о достоверном влиянии на урожайность зеленцов огурца исследуемых стимуляторов роста Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. Прибавка урожая за период исследования составила 20–23% по сравнению с контрольным вариантом. При этом коэффициент

регрессии фактора X_2 больше чем фактора X_1 : $2,23 > 2,08$, что свидетельствует о большем влиянии на формирование урожайности огурцов препарата Симбионт – 3.1. чем Симбионт – 3. по причине различия в их качественном составе.

Отрицательное значение третьего члена уравнения: $-3,08X_1X_2$ свидетельствует о недопустимости совместного применения этих двух препаратов на растениях огурца, поскольку такое совместное их действие приведёт к угнетению развития растений, частичной заторможенности в их росте и развитии, снижению закладки женских цветков и к потере продуктивной части урожая огурца. Такие эксперименты мы проводили и ранее. Результаты неутешительны и не обоснованы тратой времени.

Третий член с отрицательным коэффициентом регрессии мы не можем принимать во внимание, поэтому уравнение регрессии примет окончательный вид:

$$Y: \quad 7,38 + 2,08X_1 + 2,23X_2$$

| | | |
|---------------------|-------|-------|
| $t_{\text{факт}}$ | +4,72 | +5,07 |
| $t_{\text{теорет}}$ | 2,31 | 2,31 |
| P | 0,90 | 0,90 |

Сравнивая значения фактических критериев Стьюдента с теоретическими критериями факторов X_1 и X_2 при доверительной вероятности 90%, мы получили дополнительное подтверждение о наличии стимулирующего эффекта исследуемых препаратов и определили вклад каждого стимулятора в формирование урожая огурца F1 Зозуля: $t_{\text{факт}} > t_{\text{теорет}}$.

Заключение

Стимуляторы роста Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. оказывают стимулирующее действие на процесс прорастания семян огурца, которые оставляют отпечаток на росте и развитии растений огурца на протяжении вегетативного периода и влияют на формирование урожайности зеленца огурца. Прибавка урожая огурца составляет от 10 до 20 и более процентов.

Данные результаты опытов свидетельствуют о возможности применения стимуляторов роста Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. в производственных условиях защищённого грунта для возделывания огурца с целью повышения урожайности зеленцов и улучшения их качества, а также продления периода плодоношения. Стимуляторы безопасны, не требуют специальных методов применения. Однако их применение требует высокой точности в создании рабочей концентрации растворов.

Эти исследования требуют дальнейших опытов, но уже в производственных условиях защищённого грунта, поскольку нами обнаружено, что не все препараты типа «Симбионт», а таковых имеется не одно поколение, одинаково действуют на растения.

В научных исследованиях нами уже выявлено, что препараты типа «Симбионт» эффективны и в сложившихся неблагоприятных условиях возделывания сельскохозяйственных культур. Они также способны повышать иммунитет культурных растений, усиливать приживаемость саженцев, увеличивать продуктивность ягодных культур. Однако, несомненно, их действие зависит от способа применения, от возделываемой сельскохозяйственной культуры и качества почвы.

Выводы

1. Исследуемые стимуляторы роста Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. – биологической природы. Их действие направлено на активацию начальных этапов онтогенеза семян в процессе их прорастания с целью получения хорошо развитой рассады огурца, способной обеспечить высокую урожайность зеленцов огурца в условиях защищённого грунта.

2. Препараты Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. ускорили процесс прорастания семян огурца на 2–3 дня по сравнению с контрольным вариантом.

3. В вариантах с применением стимуляторов роста семена развили более мощные ростки с хорошо развитыми корнями, количество которых увеличилось на 1–6 штук, и надземной массой, прирост которой составил 5–15% по сравнению с ростками контрольного варианта.

4. Суммарная активность амилаз в прорастающих семенах огурца в первые 12 часов возросла в ≈ 3 раза на фоне применяемых стимуляторов роста Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1.

5. Ростки 2 и 3 вариантов на фоне применения стимуляторов роста Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. характеризовались более развитыми по площади первыми настоящими листьями, в которых отмечены повышенные активность хлоропластов и интенсивность дыхания по сравнению с этими показателями контрольного варианта.

6. Ростки 2 и 3 вариантов на фоне обработки семян препаратами Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. характеризовались большей концентрацией сухих веществ на 0,25–0,31 г по сравнению с ростками контрольного варианта.

7. Стимуляторы роста Симбионт – 3. и Симбионт – 3.1. в производственных условиях защищённого грунта повысили урожайность зеленцов огурца F1 Зозуля на 15–23%.

8. Повышенной стимулирующей активностью обладает препарат Симбионт – 3.1. по сравнению с препаратом Симбионт – 3., поскольку коэффициент регрессии фактора X_2 – влияния на урожайность огурца стимулятора роста Симбионт – 3.1 больше, чем коэффициент регрессии фактора X_1 – влияния на урожайность огурца стимулятора роста Симбионт – 3., что составляет: $2,23 > 2,08$, при доверительной вероятности 0,9.

Библиографический список

1. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2011. С. 39.

2. Егоршина А.А., Хайруллин Р.М., Лукьянцев М.А., Кураמיшина З.М., Смирнова Ю.В. Фосфат-мобилизующая активность эндофитных штаммов *Bacillus subtilis* и их влияние на степень микоризации корней пшеницы / Журнал Сибирского федерального университета. Биология № 2. (2011–4). С. 172–182.

3. Игнатьев Н.Н. Использование метода математического планирования эксперимента при изучении почвы: учебно-методическое пособие. АНО «Издательство МСХА», 2004. С. 19.

4. Котов В.П. Биологические основы получения высоких урожаев овощных культур: учебное пособие / В.П. Котов, Н.А. Адрицкая, Т.И. Завьялова. – СПб: Лань, 2010. С. 126.

5. Ламан Н.А. Регуляция роста, развития и продуктивности растений / Материалы V Международной научной конференции. – Минск: Право и экономика, 2007. С. 220–223.

6. *Мащенко Н.Е., Боровская А.Д., и др.* Эффективное применение биорегуляторов природного происхождения при выращивании огурцов / Сборник научных трудов // Всероссийский научно-исследовательский институт селекции семеноводства овощных культур. – М.: Вып. 46, 2015. С. 407–415.

7. *Миронова М.Е.* Использование эколого-ориентированных технологий зернопроизводства как инновационных факторов увеличения ростовых показателей корневой системы растений ячменя и усиления её поглотительной деятельности / XI Международная научно-практическая Интернет конференция «Молодежь. Наука. Инновации», 2015.

8. *Новиков Н.Н., Таразанова Т.В.* Лабораторный практикум по биохимии растений. – М.: Издательство РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. 97 с.

9. *Рубин Б.А.* Физиология сельскохозяйственных растений. Том 8. Физиология овощных и бахчевых культур. – М.: МГУ, 1970. С. 519.

10. *Таразанова Т.В., Игнатъев Н.Н.* Особенности действия препарата Симбионт – 3. на рост и развитие растений огурца / Известия ТСХА. № 3, 2014. С. 32–42.

11. *Таразанова Т.В.* Применение препарата «Симбионт – 3» на огурцах защищённого грунта / Научно-практический журнал «Управление рисками в АПК». № 3–4, 2015 С. 12–17.

12. *Тарабрин А. Ю.* Фотосинтез и дыхание / Наука и жизнь. №3, 2000. С. 132–136.

13. *Ягодин Б.А., Плешков А.С.* Диагностика минерального питания растений. Методические указания. – М.: Издательство МСХА, 1989. С. 27–32.

**Автор выражает сердечную благодарность в оказании неоценимой помощи в проведении эксперимента заведующему кафедрой экологии профессору Васеневу Ивану Ивановичу.*

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE EFFECT OF THE NEW GROWTH STIMULATOR SYMBIONT-3.1

T.V. TARAZANOVA

(RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev)

In this study we showed the result of the impact of the new growth stimulator Symbiont – 3.1 on the development of seedlings, sprouts, and yield of young fruits of cucumber F1 Zozylia cultivated in conditions of protected soil. Furthermore, comparative evaluation analyses were conducted for the effects of the stimulators Symbiont – 3 and Symbiont – 3.1 on the growth and development of cucumber plant.

*The stimulator of plant growth Symbiont – 3.1 and Symbiont – 3 are extracts of biologically active substances dissolved in ethanol. The biologically active substances are formed by the endophytes *Amaranthus* family. The growth stimulator samples vary in composition of active substances due to the type of method used for substances isolation.*

The action of the growth stimulators belonging to “Symbiont” type is aimed at the activation of the primary stage of seed development with the maximum aftereffect of the growth stimulator throughout whole vegetation season.

Based on our experimental results, it was established that the growth stimulators Symbiont – 3.1 and Symbiont- 3 accelerated seed germination by more than one day. They increased the catalytic activity of many hydrolytic enzymes. For example, during the first 12 hours of cucumber seed germination the total activity of amylases increased by 3 times compared to that of the control germinating seeds.

The cucumber seeds treated with “Symbiont” type growth stimulators formed the sprouts with significantly strong roots, with thick cotyledon leaves, and with larger surface of the first real leaves compared to those of the control sprouts. Moreover, in the first real leaves of the sprouts formed from seeds treated with the growth stimulator the elevated activity of chloroplasts and higher intensity of respiration were determined in comparison with those parameters of the sprouts developed from non-treated seeds. Additionally, the concentration of dry solids in sprouts formed from Symbiont-treated seeds increased by 0.25 – 0.31 g compared to those of control sprouts. Furthermore, the growth stimulators increased the yield of young fruits of cucumber F1 Zozylia by 15-23% compared to that of untreated plants when both were cultivated in conditions of protected soil.

In this research, the mathematical planning experience was applied and the coefficients of regressions were calculated. Regression coefficients represent the influence of the growth stimulators studied on the yield of young fruit cucumber cultivated in conditions of protected soil. The mathematical planning and regression coefficients allowed us to determine that growth stimulator Symbiont – 3.1 possess the significantly higher growth promoting activity on the cucumber seeds than growth stimulator Symbiont – 3.

Key words: cucumbers cultivated in conditions of protected soil, a stimulator of growth, Symbiont, seedlings of cucumber, cucumber sprouts, the total activity of amylases, the rate of photosynthesis of cucumber sprouts, the respiratory rate of cucumber sprouts, dry matter, a harvest of young cucumber fruits.

References

1. GOST 12038-84. Seeds of agricultural crops. Methods for determination of germination: M.:IPK Publishing house of standards, 2011. – P. 39.
2. Egorshina A. A., Khayrullin R. M., M. A. Lukyantsev, Z. M. Kuramshina, Yu. Smirnov V. Phosphate-mobilizing activity of endophytic strains of *Bacillus subtilis* and their effect on the degree of minoritativ roots of wheat/Journal of Siberian Federal University. Biology №2. (2011–4). – P. 72 – 182.
3. Ignatiev N. N. Using the method of mathematical planning of experiment in the study of soil. Educational-methodical manual. ANO “IMS”, 2004. – P. 19.
4. Kotov V. P. The Biological basis for obtaining high yields of vegetable crops: a training manual / V. P. Kotov, N. Adrica, T. I. Zavyalov. Saint-Petersburg: LAN’, 2010. – P. 126.
5. Laman N. Regulation of growth, development and productivity of plants / Materials of V International scientific conference. – Minsk: law and Economics, 2007. – P. 220–223.
6. Mashchenko N. E, Borovskaya, A. D., etc. Effective use of bioregulators of natural origin for growing cucumbers/ the Collection of scientific works of all-Russian scientific research Institute of breeding, seed production of vegetable crops. Moscow. Vol. 46, 2015. – P. 407–415.
7. Mironov M. E. Use of environment-oriented technologies of grain production as innovative drivers of the increase in the growth indicators of the root system of barley plants and increase the absorptive activity/ XI international scientific and practical Internet conference “Youth. Science. Innovation” 2015.
8. Novikov N. N., Tarazanova T. V. Laboratory practicum on the biochemistry of plants. – M.: Publishing house of RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev, 2012. – P. 97.
9. Rubin B. A. Physiology of agricultural plants. Volume 8. Physiology of vegetables. M.: Moscow state University, 1970. – P. 519.
10. Tarazanova T. V., Ignatiev N. N. Features of action of the drug Symbiont – 3. on the growth and development of cucumber plants / Izvestiya TSKHA, No. 3, 2014. – P. 32–42.

11. *Tarazonova T. V.* drug “Symbiont-3” cucumbers, protected ground/ Nauchno-practical journal “risk Management in agriculture” issue № 3–4, 2015. – P. 12–17.
12. *Tarabrin A. Yu.* Photosynthesis and respiration/Science and life. No. 3, 2000. – P. 132–136.
13. *Yagodin B. A., Pleshkov A. S.* Diagnostics of mineral nutrition of plants. Methodical instructions. – M.: Publishing house of ICCA, 1989. – P. 27–32.

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

Tarazonova Tatyana Vasilievna – PhD in Biology, associate professor of the department of agricultural, biological chemistry and radiology, RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel.: (499) 976-29-71; e-mail: tarazan777@rambler.ru).