

УДК 581.632.121

ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ИВИНА И БИОСИЛА НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОНДА АНАБОЛИТОВ В ЛИСТЯХ РАСТЕНИЙ ТОМАТОВ СОРТА НОВИЧОК РОЗОВЫЙ

Жижина М. Н., Омельченко А. В., Васильева Н. А.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: mnzhizhina@mail.ru*

Исследовано влияние синтетических регуляторов роста – ивина и биосила на показатели фотосинтетической продуктивности и содержание анаболитов в листьях растений томатов сорта Новичок розовый на начальных этапах онтогенеза в условиях почвенного засоления. Установлено положительное адаптирующее влияние в биологически-активной концентрации препаратов ивина (50 мкг/л) и биосила (20 мг/л мл) в условиях засоления, проявляющееся в увеличении ростовых показателей – массы сухого и сырого вещества и накоплении содержания углерода органического вещества в листьях растений томатов. Показано перераспределение фонда анаболитов на первых этапах действия засоления (100 мМ NaCl), проявляющееся в повышении содержания растворимых сахаров и уменьшении содержания белка, клетчатки и крахмала. Экзогенный стимулятор роста ивин и препарат биосил нивелируют отрицательное действие засоления, снижая содержание растворимых сахаров при солевом стрессе и положительно влияя на содержание высокомолекулярных соединений – крахмала, клетчатки и белка растений томатов сорта Новичок розовый.

Ключевые слова: томат (*Solanum lycopersicum L.*), ивин, биосил, фонд анаболитов, крахмал, клетчатка, белок, растворимые сахара.

ВВЕДЕНИЕ

К важнейшим стресс-факторам, лимитирующим рост, биологическую и фотосинтетическую продуктивность растений относится засоление [1 – 4]. Перед сельским хозяйством и биологическими науками стоит неотложная задача изучения уязвимости, адаптационной стойкости овощных, зерновых и технических сельскохозяйственных культур к действию этого фактора.

Приспособление растений к засоляющему стрессовому фактору происходит на разных уровнях организации растительного организма, проявляется во всех физиологических процессах и формируется на особенно важных для проростка начальных этапах онтогенеза [2 – 5, 15].

Одним из механизмов солеустойчивости и адаптационной регуляции функций растений в условиях стресса является возможность использования фитогормонов и их синтетических природных аналогов. Влияние препаратов биосила и ивина на показатели фотосинтетической продуктивности и содержание важнейших метаболитов обмена растений томатов малоизученно [3, 6, 7, 12]. Поэтому изучение

их физиологических адаптационных процессов на согласованность фотосинтеза и метаболизма представляет научный интерес также, как и управление этими физиологическими процессами с целью получения в дальнейшем максимальной биологической продуктивности.

Поскольку отрицательное действие солевого фактора непосредственно влияет на показатели продуктивности и содержание важнейших ключевых анаболитов – растворимых сахаров, крахмала, белка и клетчатки, то целью исследований явилось изучение действия препаратов ивлин и биосил на показатели фотосинтетической продуктивности и содержание анаболитов в листьях растений томатов на начальных этапах онтогенеза в условиях почвенного засоления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования были взяты растения томатов (*Solanum lycopersicum* L.) сорта Новичок розовый.

Исследования проводили в условиях лаборатории. Семена в количестве 50 штук помещали в чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную в растворах в соответствии со схемой опыта: 1 – контроль (отстоянная водопроводная вода); 2 – 100 мМ NaCl; 3 – 100 мМ NaCl + ивлин 50 мкг/л [6]; 4 – 100 мМ NaCl + биосил 20 мг/л [4]. Семена проращивали в термостате при температуре 25 °С.

Проросшие семена высаживали в вегетационные сосуды емкостью 500 мг (контрольного варианта – в пресную почву, опытных вариантов – в засоленную). В качестве субстрата для растений контрольного варианта была взята лугово-черноземная почва без признаков засоления в долине реки Салгир. Опытным образцом служила эта же почва, содержащая 0,2 % NaCl на единицу сухой массы почвы.

Засоление моделировалось внесением в сосуды NaCl с поливной водой. Влажность почвы в сосудах поддерживали на уровне 60% от полевой влагоемкости (ПВ). Температура в лаборатории составляла 24 – 25 °С, освещенность – 10 кЛК. Продолжительность опыта – 1 месяц.

В ходе эксперимента определяли массу сухого и сырого вещества в листьях растений, содержание углерода органического вещества, содержание растворимых сахаров, крахмала, белка и клетчатки [8, 9]. Эксперименты проводили в 3-кратной биологической повторностях. Статистическую обработку полученных результатов проводили по Г. Ф. Лакину [11], в таблицах и на рисунках представлены средние арифметические значения и их стандартные ошибки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Избыток солей в почве отрицательно влияет на растения – в результате замедляются ростовые процессы, происходит снижение фотосинтетической активности и биологической продуктивности. Различные абиотические экологические стрессовые факторы, такие как засоление, засуха, пониженная температура и влажность вызывают ответные реакции, к которым растения уже научились адаптироваться. Однако при сильном воздействии стрессора растение погибает.

Литературные источники свидетельствуют, что активность ростовых процессов растений на фоне засоления может представлять собой критерий солеустойчивости вида и сорта растения в целом [2–5, 14, 15]. Степень солеустойчивости растения зависит от интенсивности действия фактора и проявляется в угнетении роста под действием солевого стресса [3, 5, 14].

Учет прироста растительной биомассы за определённый период времени на фоне действия неблагоприятного фактора нами был показан для характеристики адаптивных возможностей растений на фоне действия солевого стресса. Засоление значительно ингибирует процесс накопления массы сухого вещества у исследуемых растений (рис. 1). В динамике опыта этот показатель снижался на 29,5–60,9 %, против контрольного варианта.

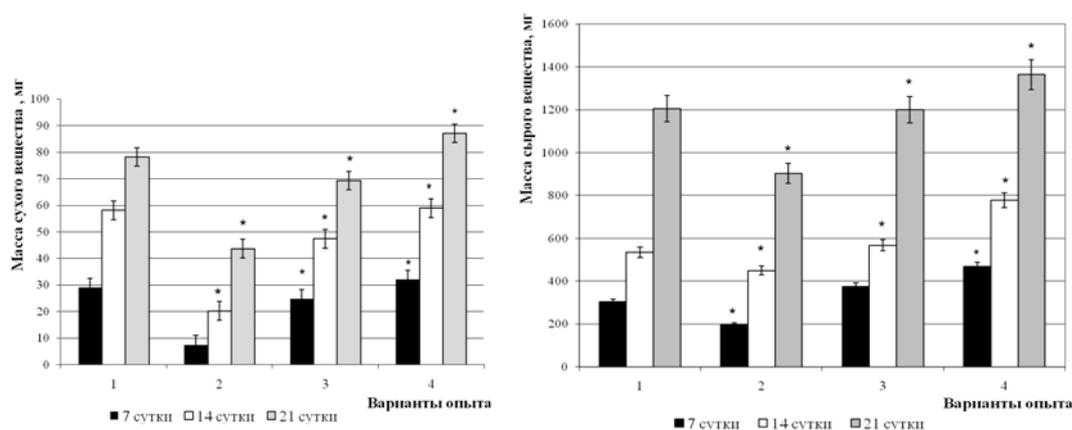


Рис. 1. Изменение массы сухого и сырого вещества томатов сорта Новичок розовый под влиянием стимуляторов роста и засоления: 1 – контроль, 2 – 100 мМ NaCl, 3 – 100 мМ NaCl + ивин; 4 – 100 мМ NaCl + биосил.

Примечание: * - достоверность различия показателя по сравнению с контрольной группой (p < 0.05)

У 14-дневных и 21-дневных растений томатов на начальных этапах онтогенеза наблюдается увеличение массы сухого вещества во всех опытных вариантах, однако на солевом фоне происходит его снижение. Одной из причин ингибирования ростстимулирующей функции может явиться изменение уровня эндогенных фитогормонов либо снижение их биологической активности [3, 5, 7, 14, 17]. Синтетический стимулятор роста ивин увеличивал накопление массы сухого вещества незначительно. Обработка биосилом в засоленной почве способствовала увеличению данного показателя в динамике опыта на 7,9–10,1 % против контрольного варианта.

Для наблюдения за интенсивностью роста и возможностью растений к адаптации в условиях стресса используют такой показатель, как изменение массы сырого вещества растений (рис. 1). Наиболее достоверные различия по вариантам в величине массы сырого вещества растений наблюдались у 21-дневных растений. Из

данных следует, что в этот период проявляется в большей степени действие соли и регуляторов роста на показатели водообмена растений, и соответственно, на массу сырого вещества томатов.

В ходе наших экспериментов было выявлено, что на фоне засоления масса сырого вещества листьев и стеблей растений томатов уменьшалась в динамике опыта на 24,9 % – 34,9 % по сравнению с контролем.

Действие регуляторов роста способствовало увеличению массы сырого вещества исследуемых растений на протяжении всего опыта. Наибольшее положительное влияние оказало применение регулятора роста биосила, который при засолении увеличивал массу сырого вещества в процессе опыта на 22,5–54,2 % против контрольного варианта. Синтетический препарат ивин также вызывал увеличение массы сырого вещества исследуемых растений на фоне засоления, но в меньшей степени.

Таким образом, нами установлено, что замачивание семян в растворах регуляторов роста способствует увеличению массы сырого вещества исследуемых растений даже по сравнению с контролем. Это связано с усилением продукционного процесса, что показано ранее, а также с повышением оводнённости растительных тканей под действием регуляторов роста на фоне засоления [3–5, 7, 12, 14, 17], что особенно выражено на фоне биосила.

Продукционный процесс растений, непосредственно связан путем обратных связей с отдельными звеньями фотосинтетического аппарата, причем на взаимодействие оказывают значительное влияние стрессовые факторы, в том числе и засоление [2–5, 14, 15].

По мнению многих исследователей регуляция фотосинтетических процессов за фитогормонами и биологически активными белковыми соединениями происходит на двух уровнях [3–5, 7, 14, 15, 17]. На первом уровне, через дистанционное влияние фитогормонов на процесс фотосинтеза осуществляется регуляция транспорта, а также отложение веществ в запас, при этом атрагирующая активность зон роста и отложение в запас веществ находится под гормональным контролем растительного организма.

Второй уровень представляет собой прямое влияние растительных фитогормонов на функцию хлоропластов через изменение состояния мембран тилакоидов, а также активность ферментов цикла Кальвина и генерацию трансмембранных потенциалов на тилакоидах гран хлоропластов [2, 17].

Это непосредственно связано с пусковой ролью в процессах ассимиляции углерода хлоропластами и взаимосвязано с их восстановительной активностью, которая прямо зависит от работы электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) хлоропластов. Скорость перемещения электронов и протонов по ЭТЦ регулируется величиной потенциала рН во внутритилакоидном пространстве хлоропласта [2, 3, 17]. Повышенная концентрация H^+ в люмене хлоропласта задерживает окислительные процессы, ход которых зависит от содержания АДФ, фосфора неорганического (Φ^H) и окисленной формы НАДФ. Цикл ассимиляции углерода, является процессом, который осуществляет включение в реакции НАДФН в хлоропластах. От активности этих окислительно - восстановительных реакций в свою очередь зависит

скорость потока электронов в ЭТЦ хлоропластов, что показывает на обратную связь между работой ЭТЦ хлоропластов и реакциями восстановления углекислоты углерода в метаболических реакциях фотосинтеза [2–5, 16, 17].

Для подтверждения этого вывода мы провели определение накопления углерода органического вещества у растений томатов сорта Новичок розовый на фоне засоления и регуляторов роста (табл. 1). Количество углерода органического вещества у исследуемых растений на засолении снижается по сравнению с контролем в динамике опыта на 18,7–20,8 %, что показывает небольшие адаптивные способности томатов сорта Новичок розовый.

Таблица 1

Динамика накопления углерода органического вещества в листьях томатов сорта Новичок розовый на фоне хлоридного засоления и стимуляторов роста

| Варианты опыта | Количество углерода органического вещества в пересчете на CO ₂ , мг·дм ² | | | | | |
|----------------------|--|--------|---------------------|--------|---------------------|--------|
| | 7-дневные растения | % от К | 14-дневные растения | % от К | 21-дневные растения | % от К |
| Контроль | 5,09 ± 0,39 | 100 | 5,24 ± 0,35 | 100 | 5,37 ± 0,37 | 100 |
| 100 мМ NaCl | 4,03 ± 0,32 | 79,2 | 4,19 ± 0,28 | 80,1 | 4,37 ± 0,38 | 81,3 |
| 100 мМ NaCl + ивин | 4,54 ± 0,30 | 89,2 | 4,79 ± 0,29 | 91,5 | 5,14 ± 0,36 | 95,7 |
| 100 мМ NaCl + биосил | 5,03 ± 0,31 | 98,8 | 5,35 ± 0,9 | 102,2 | 6,08 ± 0,39 | 113,4 |

Условные обозначения: К – контроль

Стимуляторы роста ивин и биосил достоверно увеличивали количество углерода органического вещества в листьях растений томатов. Экзогенный стимулятор роста ивин увеличивал процентное содержание данного показателя на солевом фоне – от 89,2 до 95,7 %. Препарат биосил на фоне засоления значительно увеличивал количество углерода органического вещества у 7-дневных проростков томатов до 98,8 %, а в динамике опыта у 21-дневных растений они даже превысили контроль и составили 113,4 %.

Таким образом, нами выявлено положительное влияние биостимуляторов роста ивина и биосила на фоне засоления, что проявляется в увеличении накопления содержания углерода органического вещества в листьях растений томатов.

Ростовые процессы на клеточном уровне обеспечиваются биосинтезом пластических соединений, участвующих в образовании элементов структуры – в первую очередь белка и клетчатки. Литературные данные свидетельствуют, что синтез этих соединений подвержен значительным изменениям при действии неблагоприятных факторов среды [15, 17].

Многими исследователями рассматриваются основные два этапа в ответных реакциях на действие стрессора надпороговой силы [5, 14]. Первый этап – начальный период, который включает повреждения, проявляющиеся на различных уровнях структурной и функциональной организации. Адаптационные реакции, которые позволяют растениям приспосабливаться к новым условиям стресса, происходят на втором этапе начального онтогенеза растения с участием генома и вызывают изменения в метаболизме, а также в физиологических функциях и гомеостазе.

На начальном этапе действия стрессора мы изучали состояние растений, начиная с 7-го дня от начала закладки опыта и предположили, что в это время проявляется начальная ответная реакция на действие засоления, заключающаяся в нарушении метаболизма. Ответную реакцию растений, приспособившихся к действию фактора, мы наблюдали на 21 день. В результате опыта было выявлено, что к этому времени в растительном организме уже произошли функциональные перестройки в ответ на действие стрессора и установился гомеостаз на ином уровне, соответствующий изменившимся условиям.

В результате эксперимента на фоне действия регуляторов роста и засоления было проведено сравнительное определение содержания ключевых анаболитов, участвующих в метаболических процессах у исследуемых растений: растворимых сахаров, крахмала, клетчатки, общего белка (рис. 2, 3).

В листьях томатов содержание сахарозы представляет собой результат динамического равновесия – её синтеза и гидролиза, а также оттока в потребляющие органы [8, 19, 20]. Показано, что синтез сахарозы и крахмала в клетках тесно взаимосвязаны и происходит на основе общих ранних предшественников – триозофосфатов, образующихся при фотосинтезе [5, 14]. На основании полученных данных мы можем утверждать, что под влиянием засоления уже на начальных этапах онтогенеза в растениях томатов происходит перераспределение фонда углеводов.

Полученные результаты свидетельствуют, что первой ответной реакцией томатов на солевой стресс является весьма значительное повышение содержания растворимых сахаров в листьях томатов сорта Новичок розовый (рис. 2).

На фоне засоряющего стресса (100 мМ) количество растворимых сахаров в листьях томатов повысилось на 80 % против контроля. Растворимые углеводы и пролин, в процессе адаптационного действия, функционируют как осмотики и накапливаются в большом количестве в цитоплазме в межмембранном пространстве, не оказывая отрицательного влияния на ферменты и мембраны, при этом активно уменьшают термодинамическую активность воды в вакуолярном пространстве клетки [5, 8, 14, 19, 20].

Еще одной из возможных причин накопления растворимых углеводов в листьях при засолении может быть нарушение их распределения между запасующими и растущими тканями растения, находящегося в адаптационно-приспособительной реакции [3, 5, 14].

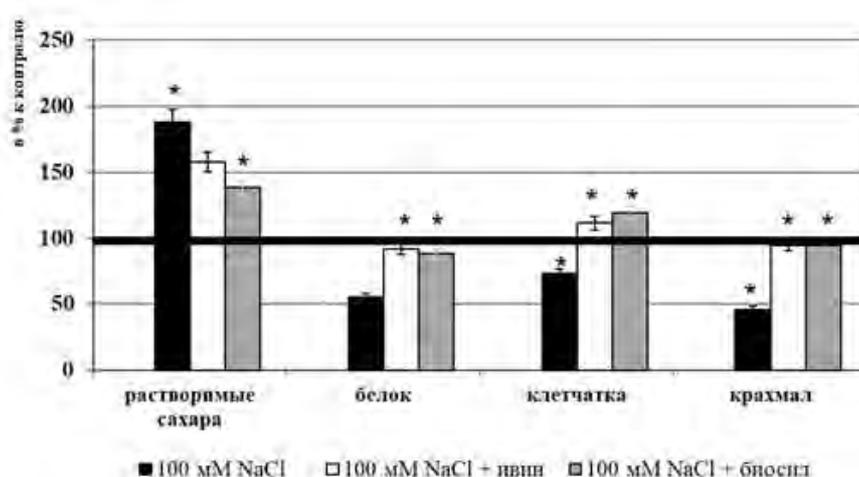


Рис. 2. Анаболиты, содержащиеся в листьях 7-дневных растений томатов сорта Новичок розовый

Примечание: * – достоверность различия показателя по сравнению с контрольной группой ($p < 0.05$)

Некоторыми исследователями показано, что повышение содержания растворимых углеводов в листьях и корнях растений, подвергнутых стрессу, указывает на их защитную роль при засолении [3, 10, 18–20]. В разных тканях растения на начальных стадиях онтогенеза растительного организма содержание растворимых углеводов заметно различается. В процессе метаболизма растения, накапливающиеся в листе углеводы в процессах, происходящих по принципу обратной связи могут подавлять основной фотоассимилирующий цикл в фотосинтезе – цикл Кальвина, если они недостаточно используются акцепторами [2, 3, 5, 16, 17].

На фоне засоления в период адаптации на 21-е сутки от начала опыта наблюдалось снижение содержания растворимых сахаров у растений томатов на 42,6 % против 7-ми дневных растений (рис. 3).

При воздействии биостимуляторов роста в динамике опыта нами было показано адаптирующее действие препарата ивина и большей степени иммуномодулирующего препарата биосила. Влияние биостимуляторов роста проявилось также в снижении процента растворимых сахаров в динамике опыта и составило около от 157,9 % у 7-дневных растений и 88,7 % у 21-дневных растений от контрольного варианта на фоне биосила и засоряющего фактора (100 mM NaCl).

На фоне действия солевого стресса (100 mM NaCl) и ивина также наблюдалось снижение содержания растворимых сахаров в динамике опыта, что составило от 157,9 % до 90,5 % и показало адаптирующий эффект растений томатов к засолению.

Предположительно мы объясняем, что стрессовое влияние засоления вызывает уменьшение содержания растворимых сахаров, даже под действием регуляторов роста из-за интенсификации процессов энергообмена; а также усиления их оттока в

корневую систему и активизации синтеза полимерных соединений, что возможно связано со стимуляцией ростовых процессов.

В условиях солевого стресса нередко наблюдается торможение выхода сахаров из хлоропластов, что приводит к накоплению в них крахмала и снижению синтеза сахарозы в цитозоле, что способствует подавлению оттока растворимых сахаров из листьев (фотосинтезирующих органов в потребляющие).

Многочисленными исследованиями показано, что накопление углеводов на первых этапах адаптации в листьях растений, подвергшихся солевому стрессу, происходит в результате подавления их оттока в процессе метаболизма [5, 10, 14, 15]. В период адаптации у 21-дневных растений отмечалось некоторое снижение содержания крахмала в листьях на фоне засоления по сравнению с 7-ми дневными растениями (рис. 3, 4).

При влиянии регуляторов роста и засоления на углеводный обмен происходит увеличение содержания крахмала против варианта с 100 мМ NaCl. В ряде работ [18–20] отмечается, что это связано с повышением способности растений к синтезу полимерных соединений под влиянием фитогормонов и их аналогов, при этом одновременно солевой фон задерживает отток углеводов из хлоропластов [5, 14].

В условиях стрессового влияния засоления действие регуляторов роста на анаболиты углеводного фонда проявляется в уменьшении содержания крахмала, что связано, по-видимому, с его мобилизацией в хлоропластах, а также с увеличением содержания клетчатки на фоне регуляторов роста, что является необходимым условием для стимуляции ростовых процессов. Это нашло подтверждение при наблюдении за динамикой роста и в увеличении сухой и сырой массы исследуемых растений (рис. 1).

На фоне солевого стресса одним из признаков повреждения, то есть первичной реакцией растений томатов является резкое снижение содержания клетчатки и белка, что наблюдается в наших исследованиях.

Клетчатка является биополимером, участвующим в процессе клеточного роста, а также новообразований элементов структуры клеточной стенки. Так, у растений томатов сорта Новичок розовый в динамике опыта наблюдалось уменьшение содержания клетчатки на фоне засоления 100 мМ NaCl.

Под влиянием экзогенного регулятора роста ивина содержание клетчатки при засолении (100 мМ NaCl) в листьях 7-дневных растений томатов увеличивалось на 44,0 %, а под влиянием препарата биосила – на 52,0 %, по сравнению с «чистым» засолением (100 мМ NaCl). В процессе адаптации в динамике опыта у 21-дневных растений наблюдалось повышение данного показателя в листьях на фоне «чистого» засоления при действии регуляторов роста ивина на 45,7 % и в большей степени под влиянием препарата биосила – на 57 %.

Следовательно, в результате адаптации растений томатов к засолению может проявляться повышение расхода ассимилятов на синтез клетчатки, которая является «строительным материалом» для растительных клеток.

Одним из наиболее значимых изменений в распределении ассимиляционного фонда в органах растений на фоне действия стрессов является снижение содержания белка. По современным представлениям снижение содержания общего

белка можно рассматривать как неспецифическую реакцию на действие любого стрессового фактора [5, 14].

Содержание белка – это многокомпонентный показатель, который связан не только с деятельностью хлоропластов, но и с функцией белоксинтезирующей системы, которая, как известно, включает ядерный и рибосомальный аппараты [12, 15, 20].

Содержание белка является одним из наиболее чувствительных звеньев анаболизма при действии неблагоприятных условий среды [16]. Анализ литературных данных показал, что возможной причиной изменений в белковом синтезе могут быть изменения, ведущие к ингибированию или стимулированию транскрипции мРНК при увеличении воздействия засоления (100 – 200 NaCl) в цитоплазме растительных клеток. Изменения в белковом синтезе у растений томатов под действием солевого стресса изучены значительно хуже, чем под действием других видов стрессов, таких как – температурные, осмотические, анаэробные, водные, тепловые, холодовые [19, 20].

Показано, что избыток свободных аминокислот в корне растений возникает как результат недостаточного их использования на синтез белка [5, 17, 20]. В наших исследованиях при действии стрессора (засоления) в листьях томатов наблюдалось снижение содержания белка на 41,0–44,8 % против контроля.

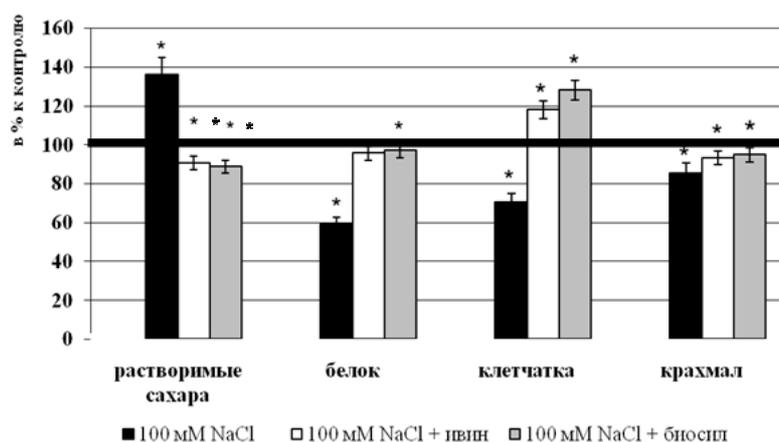


Рис. 3. Анаболиты, содержащиеся в листьях 21-дневных растений томатов сорта Новичок розовый

Примечание: * – достоверность различия показателя по сравнению с контрольной группой (p<0.05)

Адаптирующее влияние регуляторов роста на содержание белка в листьях растений томатов Новичок розовый наблюдалось на протяжении всего исследования. Экзогенный стимулятор роста ивин увеличивает данный показатель на 36,8–37,6 % против «чистого засоления». Действие препарата биосила было

выражено лучше, и составило в динамике опыта 37%–38,2% против варианта с 100 мМ NaCl (рис. 2, 3).

Таким образом, нами установлено, что наиболее чувствительным звеном в ответной реакции растений томатов на действие солевого стрессора является синтез белка, что согласуется с данными литературы [19, 20].

Исходя из полученных результатов, установлено, что первым проявлением адаптационной защитно-приспособительной реакции растений томатов сорта Новичок розовый, при действии засоления является повышение концентрации растворимых сахаров в листьях при одновременном уменьшении содержания в них крахмала, клетчатки и белка (рис. 2, 3).

Изменения в содержании важнейших анаболитов под влиянием регулятора роста ивина и иммуномодулирующего препарата биосила на фоне засоления заключались в уменьшении концентрации растворимых сахаров и в повышении содержания белка и крахмала, которое в процессе адаптации приближается к значениям контрольного варианта. Содержание клетчатки значительно увеличивается, что свидетельствует об адаптации растений к засолению и напрямую связано со стимуляцией ростовых процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено, что при действии засоления в концентрации 100 мМ NaCl физиологически активные концентрации препаратов ивин (50 мкг/л) и биосил (20 мг/л мл) оказывают положительное адаптирующее влияние на растения томатов сорта Новичок розовый, что проявляется в увеличении ростовых показателей – массы сухого и сырого вещества растений.

В результате полученных исследований выявлено положительное влияние регуляторов роста ивина и биосила ($p < 0,01$) на фоне засоления, что проявляется в увеличении накопления содержания углерода органического вещества в листьях растений томатов.

Установлено перераспределение фонда анаболитов на первых этапах действия засоления, проявляющееся в повышении содержания растворимых сахаров и уменьшении содержания белка, клетчатки и крахмала. Показано, что экзогенный стимулятор роста ивин и препарат биосил снижают содержание растворимых сахаров при солевом стрессе, положительно влияя на содержание высокомолекулярных соединений – крахмала, клетчатки и белка растений томатов сорта Новичок розовый.

Список литературы

1. Оценка площадей засоленных почв на территории европейской части России (по электронной версии карты засоления почв масштаба 1 : 2,5 млн.) / Н. Б. Хитров, Д. И. Рухович, Н. В. Калинина [и др.] // Почвоведение. – 2009. – № 6. – С. 627–637.
2. Сафаров К. Состояние энергетических функций митохондрий и хлоропластов растений при воздействии экстремальных факторов среды : автореф. дис. на соиск. учен. степени доктора биол. наук : спец. 03.00.12. «Физиология растений», 03.00.04. «Биохимия» / Сафаров К. – Ташкент, 1994. – 44 с.

3. Кабузенко С.Н. Влияние засоления и экзогенных фитогормонов на рост и некоторые физиолого-биохимические функции растений на ранних этапах онтогенеза: авторефер. дис. на соискание уч. степ. д-ра биол. наук: спец. 03.00.12 «Физиология растений» / С.Н. Кабузенко. – К., 1997. – 47 с.
4. Костюк А.Н. Ответная реакция растений на солевой стресс / А.Н. Костюк, А.Н. Остапчук, Б. А. Левенко // Физиология и биохимия культурных растений. – 1994. – Т. 26, № 6. – С. 525–541.
5. Физиология растений / [Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В., Мейчик Н. Р., Носов А.М. и др.]; под ред. И. П. Ермакова. – М. : Изд. центр «Академия», 2005. – 640 с.
6. Пат. 57370А Україна, МПК 7А01С1/00 Спосіб передпосівної обробки насіння зернових культур / Кабузенко С.М, Пономаренко С.П., Жижина М.М. заявник і патентовласник Таврійський національний університет В. І. Вернадського. – № 2002031812; заявл. 05.03.02, опубл. 15.11.2002, Бюл. № 11.
7. Регуляторы роста растений на основе N-оксидов производных пиридина. Физико-химические свойства и механизм действия / С.П. Пономаренко, Т.К. Николаенко, В. М. Троян [и др.] // Регуляторы роста растений. – К. – 1992. – С. 28–53.
8. Починок Н.К. Методы биохимического анализа растений / Н.К. Починок – К. : Наук. думка, 1976. – С. 330–338.
9. Рогожин В.В. // Практикум по физиологии и биохимии растений: учеб. Пособие / В.В. Рогожин, Т.В. Рогожина. – СПб.: ГИОРД, 2013. – 352 с.
10. Роль сахаров в адаптации фотосинтетического аппарата к стрессовым факторам / Н.Л. Пшибытко., Л.Н. Калитухо, Е.В. Волкова, Л.Ф. Кабашникова // Физиология и биохимия культурных растений. – 2003. – Т. 35, № 4. – С. 330–341.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
12. Влияние синтетических регуляторов роста ивина и БАП на показатели водообмена проростков кукурузы и ячменя на фоне хлоридного засоления / С.Н. Кабузенко, М.Н. Жижина, С. П. Пономаренко [и др.] // Физиология и биохимия культурных растений. – 2009. – № 2. – С. 146–152.
13. Рева М. И. Использование физиологически активных веществ в овощеводстве. / Рева М. И. – М.: ВНИИО, 2000. – С. 212–213.
14. Мокронос А.Т. Эндогенная регуляция фотосинтеза в целом растении / А.Т. Мокронос // Физиология растений. – 1978. – Т. 25, № 5. – С. 938–949.
15. Епринцев А.Т. Функционирование малатдегидрогеназной системы в мезофилле и обкладке листьев кукурузы в условиях солевого стресса / А.Т. Епринцев, О.С. Федорина // Физиология растений. – 2007. – Т. 54, N 6. – С. 820–827.
16. Изучение индуцибельных и конститутивных механизмов устойчивости к солевому стрессу у гравилата городского / Н.Л. Радюкина, Ю.В. Иванов, А.В. Карташев [и др.] // Физиология растений. – 2007. – Т. 54, № 5. – С. 692–698.
17. Кефели В.И. Фотоморфогенез, фотосинтез и рост как основа продуктивности растений. / Кефели В. И. – П. : Пушино, 1991. – 134 с.
18. Павлинова О.А. Биосинтез и органическая роль сахарозы в растении / Павлинова О.А., Туркина М. В. // Физиология растений. – 1998. – Т. 5, № 25. – С. 1025–1039.
19. Akladiou Samia Ageeb. Alleviation of seawater stress on tomato by foliar application of aspartic acid and glutathione / Akladiou Samia Ageeb, Abbas Salwa Mohamed // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2013. – № 3. – P. 282–298.
20. Zahra Shahba. The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) germination, growth and photosynthetic pigment under salinity stress (NaCl) / Zahra Shahba, Amin Baghizadeh, Mehdi Yosefi. // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. – 2010. – №3. – P. 4–16.

INFLUENCE OF SALINIZATIONS AND GROWTH REGULATORS OF IVIN AND BIOSIL ON REDISTRIBUTION FUND OF ANABOLICOS IN THE LEAVES OF PLANTS TOMATO VARIETIES BEGINNER PINK

Zhizhina M. N., Omelchenko A. V., Vasilyeva N. A.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia
E-mail: mnzhizhina@mail.ru*

Influence is investigated synthetic growth regulators – Ivina and Biosil on indicators of photosynthetic efficiency and the content of the most important anabolicos – soluble sugars, protein, fiber and starch in the leaves of tomato plants of the varieties Beginner Pink in the early stages of an ontogenesis in the conditions of soil salinity (100 mM NaCl), typical for many areas of the Crimean Peninsula.

Installed a positive adapting influence in the biologically-active concentrations of drugs Ivin (50 mcg/l) and Biosil (20 mg/l) in saline conditions, manifested in the increase of growth indicators – weight of dry and crude substances of tomato plants.

The growth processes of plants are inextricably linked with the photosynthetic reactions. On the background the action of the saline factor in the dynamics of experience, there is a decrease in the carbon content of organic matter in the leaves of tomato plants of the varieties Beginner pink. Under the action of the growth regulators Ivin, and mostly Biosil increase in the raising content of this indicator on salinization.

Installed, that the first response of tomatoes under the action of salinization (100 mM NaCl) is the redistribution of the anabolic fund. In the first stages (7 days), this is manifested in a significant increase in the content of soluble sugars by 80 % against the control option. The content of protein, fiber and starch is significantly reduced by the action of salting stress factor.

In 21 day-old plants exogenous growth stimulant Ivin and the preparation Biosil in the dynamics of the experiment neutralize the negative effect of salinization, reducing the content of soluble sugars in salt stress and having a positive effect on the content of high-molecular compounds – starch, fiber and protein of tomato plants of the varieties Beginner Pink.

Keywords: tomato (*Solanum lycopersicum L.*), Ivin, Biosil, fund of anabolicos, starch, cellulose, protein, soluble sugar.

References

1. Hitrov N. B., Ruhovich D. I., Kalinina N. V., Novikova A. F., E. I. Pashkova, Chernousenko Ocenka ploshhadej zasolennyh pochv na territorii evropejskoj chasti Rossii (po jelektronnoj versii karty zasolenija pochv masshtaba 1 : 2.5 mln.), *Pochvovedenie*, **6**, 627 (2009).
2. Safarov K. Sostojanie jenergeticheskijh funkcij mitohondrij i hloroplastov rastenij pri vozdejstvii jekstremal'nyh faktorov sredy : avtoref. dis. na soisk. uchen. stepeni doktora biol. nauk, p. 44 (Tashkent, 1994).
3. Kabuzenko S. N., Vlijanie zasolenija i jekzogenyih fitogormonov na rost i nekotorye fiziologo-biohimicheskie funkcii rastenij na rannih jetapah ontogeneza: avtorefer. dis. na soiskanie uch. step. d-ra biol. nauk, p. 47 (Kiev, 1997).

4. Kostjuk A. N., Ostapljuk A. N., Levenko B. A., Otvetnaja reakcija rastenij na solevoj stress, *Fiziologija i biohimija kul'turnyh rastenij*, **26**, (6), 525 (1994)
5. Alehina N. D. *Fiziologija rastenij* / [Alehina N. D., Balnokin Yu. V., Gavrilenko V. F., Zhigalova T. V., Mejchik N. R., Nosov A. M. i dr.] ; pod red. I. P. Ermakova. (Moskov, «Akademiya», 2005)
6. Pat. 57370A Ukraïna, MPK 7A01S1/00 Sposib peredposivnoï obrobki nasinnja zernovih kul'tur / Kabuzenko S. M., Ponomarenko S. P., Zhizhina M. M. zajavnik i patentovlasnik Tavrijs'kij nacional'nij universitet V. I. Vernads'kogo. – № 2002031812; zajavl. 05.03.02, opubl. 15.11.2002, Bjul. № 11.
7. Ponomarenko S. P., Nikolaenko T. K., Trojan V. M., Javorskaja V. K., Paladina T. A., Borovikov Ju. Ja., Reguljatory rosta rastenij na osnove N-oksidoz proizvodnyh piridina. Fiziko-himicheskie svojstva i mehanizm dejstvija, *Reguljatory rosta rastenij*, 53 (1992).
8. Pochinok N. K. *Metody biohimicheskogo analiza rastenij* (Kiev, Nauk. dumka, 1976)
9. Rogozhin V. V. *Praktikum po fiziologii i biohimii rastenij* / V. V. Rogozhin, T. V. Rogozhina. (SPb.: GIOR, 2013).
10. Rol saharov v adaptacii fotosinteticheskogo apparata k stressovym faktoram / N. L. Pshibytko., L. N. Kalituho., E. V. Volkova., L. F. Kabashnikova, *Fiziologija i biohimija kul'turnyh rastenij*, **35** (4), 330 (2003)
11. Lakin G.F., *Biometrija* (Moskov, Vyssh. shk., 1990).
12. Kabuzenko S. N., Zhizhina M. N., Ponomarenko S. P., Vlijanie sinteticheskikh reguljatorov rosta ivina i BAP na pokazateli vodoobmena prorostkov kukuruzy i jachmenja na fone hloridnogo zasolenija, *Fiziologija i biohimija kul'turnih rastenij*, **2**, 146 (2009).
13. Reva M. I. *Ispolzovanie fiziologicheski aktivnyh veshestv v ovoshevodstve*. (Moskov, VNIIO, 2000).
14. Mokronosov A. T. Endogennaya reguljacija fotosinteza v celom rastenii, *Fiziologija rastenij*, **25** (5), 938 (1978).
15. Eprincev A. T., Fedorina O. S. Funkcionirovanie malatdegidrogenaznoj sistemy v mezofille i obkladke list'ev kukuruzy v uslovijah solevogo stressa, *Fiziologija rastenij*, **54** (6), 820 (2007).
16. Radjukina N. L., Ivanov Ju. V., Kartashev A. V., Shevjakova N. I., Rakitin Ju. V., Kuznecov Izuchenie inducibel'nyh i konstitutivnyh mehanizmov ustojchivosti k solevomu stressu u gravilata gorodskogo, *Fiziologija rastenij*, **54**, (5), 692 (2007).
17. Pavlinova O. A., Turkina M. V. Biosintez i organicheskaya rol saharozy v rastenii, *Fiziologija rastenij*, **25** (5), (1998).
18. Kefeli V.I., *Fotomorfogenez, fotosintez i rost kak osnova produktivnosti rastenij* (Pushhino, 1991).
19. Akladious Samia Ageeb, Abbas Salwa Mohamed. Alleviation of seawater stress on tomato by foliar application of aspartic acid and glutathione, *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, **3**, 282 (2013).
20. Zahra Shahba, Amin Baghizadeh, Mehdi Yosefi. The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) germination, growth and photosynthetic pigment under salinity stress (NaCl), *Journal of Stress Physiology & Biochemistr*, **3**, 4 (2010)