

УДК 574.42

**Особенности развития томатов при инокуляции
циано-бактериальными сообществами**¹Батаева Ю.В., ²Григорян Л.Н., ¹Яковлева Л.В., ¹Магзанова Д.К.,¹Баймухамбетова А.С., ²Андреева Е.Д.¹Астраханский государственный университет²Филиал «Россельхозцентр» по Астраханской области**Аннотация**

*В работе исследована фитостимулирующая активность циано-бактериальных сообществ на томатах (*Solanum*) в лабораторном опыте. Наибольшая всхожесть, в сравнении с бактериями *Bacillus megaterium*, стимулятором «Эпин – экстра» и контролем, обнаружена в варианте опыта с обработкой циано-бактериальным сообществом №21 с концентрацией 0,05 г/мл – 70,0% на 10е и 90,0% на 20е сутки экспозиции. В сообществе доминировали азотфиксирующие цианобактерии рода *Nostoc*. Максимальные показатели по высоте растений и количеству листьев были в вариантах с инокуляцией циано-бактериальными сообществами в концентрации 0,05 г/мл. Наиболее активными фитостимулирующими свойствами обладали сообщества №21 и №11.*

Ключевые слова: ЦИАНО-БАКТЕРИАЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА, ЦИАНОБАКТЕРИИ, ТОМАТЫ, ФИТОСТИМУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ

В настоящее время овощеводство занимает ведущее место по всей России, в том числе по Астраханской области. Для получения большего урожая применяются химические удобрения, они накапливаются в отдельных частях растений, загрязняют окружающую среду, нарушается функционирование почвенных экосистем.

Почвенные микроорганизмы в процессе развития синтезируют гормоны роста, витамины, ферменты и другие соединения с фитостимулирующими, фунгицидными,

бактерицидными свойствами [1,2,3]. Являясь природными веществами, метаболиты не накапливаются в окружающей среде и легко утилизируются другими микроорганизмами.

Большую часть почвенных микроорганизмов занимают микроводоросли, в том числе цианобактерии [4]. Они обогащают почву первичным органическим веществом, фиксируют атмосферный азот, способны синтезировать гормоны роста, активизировать процессы роста высших растений и вступать в симбиотические взаимоотношения с микроорганизмами, животными и растениями [5,6,7].

Цель исследований - исследование влияния циано-бактериальных сообществ на рост томатов в лабораторных условиях.

Материалы и методы

Объектами исследования служили лабораторные культуры циано-бактериальных сообществ и изолята бактерий вида *Bacillus megaterium*, препарат «Эпин-экстра» (гормон роста растений), семена томатов сорта «Дар Заволжья». Культуры микроорганизмов хранятся в коллекции кафедры биотехнологии, зоологии и аквакультуры АГУ.

Пластиковые стаканы объёмом 250мл заполняли 200 гр. нестерильной почвы, отобранной на опытном аграрном участке технопарка АГУ. В каждый стакан высаживали по 5 семян томатов на глубину 5 мм. Предварительно проводили стерилизацию семян в 70% этаноле в течение 3 минут. Затем семена несколько раз промывали в дистиллированной воде, после чего часть семян обрабатывали суспензией циано-бактериальных сообществ, другую часть - бактериями рода *Bacillus*, третью часть семян обрабатывали раствором «Эпин-экстра» и остальные семена - стерильной дистиллированной водой (контроль) в течение 1 часа.

Для опыта использовали циано-бактериальные сообщества, пересеянные на питательную среду Громова 6. Культивировали в течение 7 суток при естественном освещении и температуре 25°C. Для приготовления суспензии циано-бактериальные сообщества разделяли на мелкие фрагменты, помещали в 10 мл стерильной дистиллированной воды. Влажная масса сообществ составила 0,3г, 0,5г, 0,8г, сухая биомасса составила 0,05г, 0,08г, 0,13г соответственно. Для определения сухого веса сообщества высушивали при температуре 37°C в течение суток, затем доводили до постоянного веса в течение двух суток.

Для сравнения семена томатов обрабатывали изолятом бактерий вида *Bacillus megaterium*, обладающих ростостимулирующей активностью, и раствором «Эпин-экстра». Для бактериализации семян томатов использовали суспензию бактерий на основе бобового отвара с концентрацией клеток $0,9 \cdot 10^7$ кл/мл. Для приготовления суспензии вносили 2 петли биомассы исследуемого изолята, культивируемого на бобовом агаре в 200 мл бобового отвара и культивировали трое суток при температуре 28°C при постоянном перемешивании 120 об/мин на перемешивающем устройстве ПЭ 6300. Титр клеток определяли в камере Горяева [8]. Раствор «Эпин-экстра» разводили в семь раз, согласно инструкции и обрабатывали им семена.

Пролив растений под корень циано-бактериальными сообществами, бактериями *Bacillus megaterium*, раствором «Эпин-экстра» осуществляли в фазу появления 2-го настоящего листа вручную, из расчета 1мл на 1 растение. Сроки полива растения определялись визуально по состоянию почвы. В опыте фиксировали всхожесть, высоту растений и количество листьев.

Опыт проводили в четырех повторностях в течение 40 суток при естественном освещении и температуре 25°C.

Результаты и их обсуждение

Циано-бактериальные сообщества №2, №11, №15, №21, используемые в эксперименте, выделены на территории Астраханской области.

Сообщество №2 выделено из ризосферы дуба черешчатого, произрастающего на аллювиальных луговых почвах. В циано-бактериальном сообществе преобладают роды *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Gloeocapsa*, *Chroococcus*. Присутствовали зеленые водоросли *Chlorococcum*, *Scenedesmus*.

Сообщество №11 выделено из бурых полупустынных почв сельскохозяйственного назначения. Доминирующими явились цианобактерии *Microcystis*, *Phormidium*, *Spirulina*, зеленые водоросли *Chlorococcum*, *Chlorella* в виде бесформенных колоний, в которых шаровидные клетки погружены в общую слизь.

Сообществе №15 выделено из светло-каштановых почв, в котором доминирующими явились цианобактерии родов *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Microcystis*, *Gloeocapsa*.

Сообщество №21 получено из сухих биопленок рода *Nostoc*, развивающихся на светло-каштановых почвах.

Первые всходы томатов наблюдались на четвертые сутки. На 10-тые сутки в контроле число всходов составило 20,0% от числа посаженных семян (табл.1). На 20-тые сутки после посадки была отмечена фаза полных всходов в опыте и в контроле.

Наибольшая всхожесть обнаружена в варианте опыта с обработкой сообществом №21 с концентрацией 0,05 г/мл – 70,0% на 10е и 90,0% на 20е сутки экспозиции. Достаточно высокой была всхожесть в варианте с сообществом № 11. На 20е сутки экспозиции всхожесть семян, обработанных сообществом №11, с концентрациями 0,03г/мл, 0,05г/мл, 0,08г/мл, составила 50,0%, 70,0%, 40,0% соответственно. Всхожесть семян, обработанных сообществом №2 с концентрацией 0,03 г/мл составила 50,0% от общего количества посаженных семян, 0,05г/мл – 70,0%, 0,08г/мл – 10,0% на 20-е сутки экспозиции (табл.1).

Таблица 1. Всхожесть семян томата при обработке циано-бактериальными сообществами в сравнительном аспекте

Кол-во суток экспозиции	Всхожесть, %					
	Концентрация циано-бактериальных сообществ, г/мл					
	0,03		0,05		0,08	
Вариант опыта	на 10е сутки	на 20е сутки	на 10е сутки	на 20е сутки	на 10е сутки	на 20е сутки
Циано-бакт. сообщ. №2	30,0±10,0	50,0±10,0	40,0±20,0	70,0±10,0	10,0±10,0	10,0±10,0
Циано-бакт. сообщ. №11	50,0±10,0	50,0±10,0	60,0±20,0	70,0±10,0	40,0±20,0	40,0±10,0
Циано-бакт. сообщ. №15	30,0±10,0	40,0±20,0	20,0±5,3	80,0±20,0	30,0±10,0	30,0±10,0
Циано-бакт. сообщ. №21	50,0±50,0	70,0±30,0	70,0±10,0	90,0±10,0	50,0±10,0	40,0±1,1
Кол-во суток экспозиции	на 10-е сутки			на 20-е сутки		
Бактерии <i>Bacillus megaterium</i>	10,0±10,0			20,0±5,3		
Эпин-экстра	30,0±30,0			50,0±10,0		
Контроль	20,0±20,0			30,0±10,0		

Всхожесть семян на 20-е сутки экспозиции, обработанных сообществом №15 с концентрацией 0,03 г/мл, составила 40,0% 0,05 г/мл – 80,0%, 0,08 г/мл – 30,0% от общего количества посаженных семян (рис. 1).

Всхожесть семян, обработанных стимулятором «Эпин – экстра», составила 30,0% и 50,0% от числа посаженных семян.

Проведённые исследования показали, что токсичными является сообщество №2 с концентрацией 0,08 г/мл (всхожесть 10,0%), и изолят бактерий *Bacillus megaterium* (всхожесть 20,0%), так как количество всходов ниже 30%.

Анализ полученных данных показал, что на 20е сутки всхожесть семян, инокулированных циано-бактериальными сообществами, во всех вариантах выше, чем в контроле (30,0%), кроме вариантов с концентрацией 0,08 г/мл сообществ №2 и №15. Концентрация циано-бактериальных сообществ 0,08 г/мл оказывала ингибирующий эффект на растения.

Полученные данные показали, что активными являются все опытные циано-бактериальные сообщества. Причём при концентрации циано-бактериальной суспензии 0,05 г/мл наблюдалось максимальное стимулирующее действие на всхожесть семян.

На 21 день был проведён пролив суспензией циано-бактериальных сообществ, бактерий *Bacillus megaterium*, стимулятором «Эпин – экстра». На 30 сутки, на стадии первого настоящего листа, наземные части экспериментальных растений, были значительно выше контрольных. Так, средняя высота растений, пролив которых осуществлялся сообществом №2, составила: с концентрацией 0,03 г/мл – 5,5см, 0,05 г/мл – 7,2см, 0,08 г/мл – 4,3см; сообществом №11: с концентрацией 0,03 г/мл – 5,5см, 0,05 г/мл – 7,9см, 0,08 г/мл – 5,7см; сообществом №15: с концентрацией 0,03 г/мл – 5,9см, 0,05 г/мл – 7,5см, 0,08 г/мл – 5,3см; сообществом №21: с концентрацией 0,03 г/мл – 7,3см, 0,05 г/мл – 8,1см, 0,08 г/мл – 6,1см (рис. 1).

Высота растений, обработанных циано-бактериальными сообществами с концентрацией 0,05 г/мл, превышала остальные варианты. Поэтому наиболее оптимальной и эффективной концентрацией для обработки растений циано-бактериальными сообществами является - 0,05г/мл.

Результаты измерения высоты растений показали, что сообщество №21 обладает наибольшей фитостимулирующей активностью по отношению к томатам относительно

других сообществ, изолята бактерий *Bacillus megaterium*, стимулятора «Эпин – экстра» и контроля.

Листья являются важным вегетативным органом растения и играют важнейшую роль в процессе фотосинтеза, так как при фотосинтезе образуются необходимые вещества для жизнедеятельности растения. Скорость образования и количество листьев непосредственно влияют на урожайность и продуктивность культур.

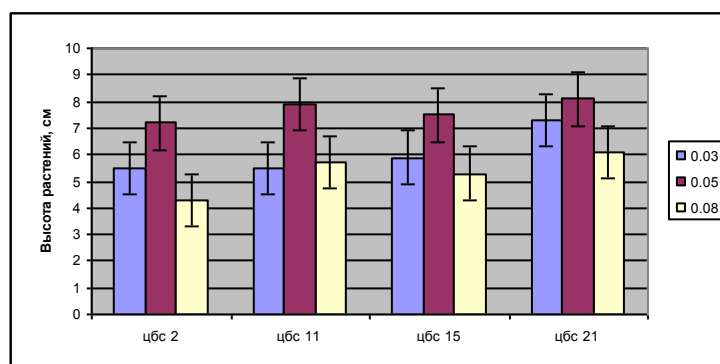


Рис. 1. Влияние инокуляции томатов циано-бактериальными сообществами на высоту растений

На 40-е сутки подсчитывали количество листьев. Исследование влияния циано-бактериальных сообществ на количество настоящих листьев томатов показало, что растения, обработанные сообществами по количеству настоящих листьев, опережают контрольные растения.

Наибольшее количество листьев было в варианте с инокуляцией сообществом №11, в котором доминировали цианобактерии *Microcystis*, *Phormidium*, *Spirulina*, зеленые водоросли *Chlorococcum*, *Chlorella* (рис.2).

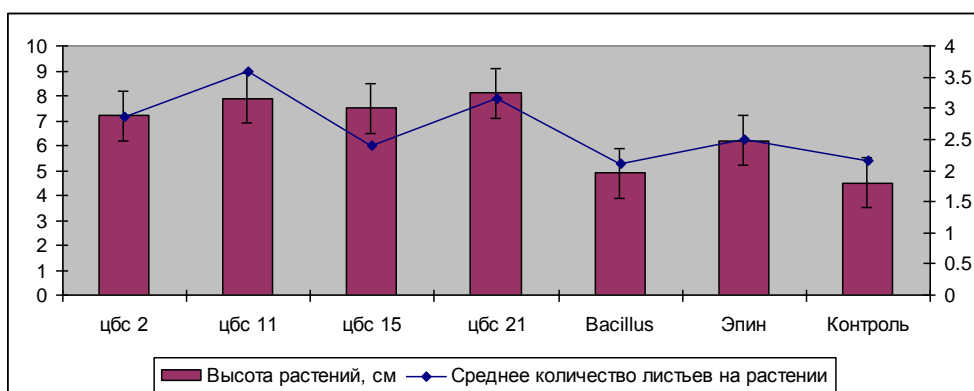


Рис. 2. Фенологические показатели растений при инокуляции 0,05 г/мл биомассы цианобактерий

При обработке данным сообществом с концентрацией 0,03г/мл, 0,05г/мл, 0,08г/мл количество листьев в среднем составило 2,20 шт., 3,60 шт., 2,10 шт., соответственно, что выше контроля. Активным было сообщество №21 с концентрациями 0,03г/мл, 0,05г/мл, 0,08г/мл, количество листьев у растений, обработанных данным сообществом, составило: 2,30 шт., 3,15 шт., 2,25 шт., соответственно. Самые низкие показатели количества листьев у растений, обработанных бактериями рода *Bacillus* (2,10 шт.).

Выводы

Таким образом, установлено, что внесение циано-бактериальных сообществ в почву и обработка ими семян перед посевом способствует более активному росту растения в начале вегетации, и тем самым ускоряет процесс прорастания семени и адаптации растения к условиям среды. Максимальные показатели по всхожести, высоте растений, количеству листьев были в вариантах с инокуляцией циано-бактериальными сообществами в концентрации 0,05 г/мл. Наиболее активными фитостимулирующими свойствами обладали сообщества №21 и №11. В сообществе №21 доминировали азотфиксирующие цианобактерии рода *Nostoc*. В сообществе №11 доминирующими явились цианобактерии *Microcystis*, *Phormidium*, *Spirulina*, зеленые водоросли *Chlorococcum*, *Chlorella*

Список использованных источников

1. Григорян Л.Н. Исследование компонентного состава метаболитов бактерий *Nocardia umidischolae*, с целью поиска экологически безопасных средств защиты растений / Л.Н. Григорян, Ю.В. Батаева, Е.Д. Андреева, Д.Х. Закарьяева, З.О. Тураева, С.В. Антонова // Экологическая химия. 2020. № 29 (1). - С. 1–15.
2. Батаева Ю.В. Хромато-масс-спектрометрическое исследование экзогенных метаболитов альго-бактериальных сообществ в накопительной культуре / Ю.В. Батаева, Е.А. Курашов, Ю.В. Крылова // Вода: химия и экология. 2014. № 9 (75). - С. 59-68.
3. Рогожина Е.В. Особенности культивирования штаммов стрептомицетов и получения их метаболитов / Е.В. Рогожина, Л.С. Самарина // Субтропическое и декоративное садоводство. 2016. № 58. - С. 100-106.
4. Батаева Ю.В. Биоразнообразие цианобактерий в почвах Астраханской области / Ю.В. Батаева, И.С. Держинская, Мвале Камуквамба // Юг России: экология, развитие. 2010. № 4. - С. 76-78.

=====

5. Трефилова Л.В. Использование цианобактерий в агrobiотехнологии: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.23 / Л.В. Трефилова. Саратов. 2008. - 162 с.

6. Панкратова Е.М. Цианобактерия *Nostoc paludosum* Kutz как основа для создания агрономически полезных микробных ассоциаций на примере бактерий рода *Rhizobium* / Е.М. Панкратова, Л.В. Трефилова, Р.Ю. Зяблых, И.А. Устюжанин // Микробиология. 2008. Том 77. № 2. - С. 266-272.

7. Батаева Ю.В. Исследование колонизации ризопланы растений семейства пасленовые (*Solanaceae*) цианобактериями / Ю.В. Батаева, М.Д. Фомина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. №11 (121). - С. 77-82.

8. Нетрусов А.И. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для высших учеб. заведений / А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук [и др.]; под ред. А.И. Нетрусова. - М.: Академия, 2005. - 352 с.

=====

Цитирование:

Батаева Ю.В., Григорян Л.Н., Яковлева Л.В., Магзанова Д.К., Баймухамбетова А.С., Андреева Е.Д. Особенности развития томатов при инокуляции циано-бактериальными сообществами // АгроЭкоИнфо. – 2020, №2. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/2/st_219.pdf.