

ВЛИЯНИЕ АССОЦИАЦИЙ ЭФФЕКТИВНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

А.К. Саданов, И.Э. Смирнова

ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», Алматы, Казахстан

В настоящее время, состояние сельского хозяйства заставляет обратить внимание на рациональное использование природных ресурсов при производстве агропродукции. Применение интенсивных технологий в сельском хозяйстве, основанных на химизации производства, приводит к загрязнению окружающей среды, снижению почвенного плодородия и ухудшению качества продуктов питания [1, 2]. В этой связи, необходимо разрабатывать альтернативные пути повышения урожайности агропродукции. Сахарная свекла (*Beta vulgaris* L.) является основной технической культурой для производства сахара в странах умеренного климата. Однако, урожайность этой культуры в России и Казахстане по сравнению с другими странами мира низкая. По данным ФАО средняя урожайность сахарной свеклы в 2015 году в США составляла 493,0 ц/га, России -275,9 ц/га, в Казахстане – всего лишь 135,3 ц/га [3]. Применение пестицидов и стимуляторов роста для повышения продуктивности сахарной свеклы отрицательно сказывается на конечном продукте – значительно понижается сахаристость клубней и выход сахара. Альтернативой химическим агентам являются препараты на основе микроорганизмов, по сравнению с которыми микробные препараты имеют значительные преимущества: экологическая безопасность, низкая токсичность, полифункциональность и низкая стоимость [4, 5]. В последнее время, все чаще для сельскохозяйственных нужд стали использовать препараты, состоящие из агрономически ценных или эффективных микроорганизмов (ЭМ-ассоциации), обладающих комплексным действием. Использование таких ассоциаций позволяет повысить продуктивность агрокультур, улучшить качество конечной продукции и снизить потребности в минеральных удобрениях [6, 7]. Основу таких ассоциаций составляют живые клетки почвенных и ризосферных микроорганизмов, обладающие производственно-ценными свойствами [8-10]. Ранее нами были созданы ЭМ-ассоциации, состоящие из чистых культур почвенных бактерий, предназначенные для использования под культуру сахарной свеклы. Изучена способность ассоциаций к фиксации азота атмосферы, мобилизации фосфатов почвы и их антагонистическая активность к фитопатогенам сахарной свеклы [11–12]. Целью данного исследования было изучение способности ЭМ-ассоциаций к стимуляции роста и развития сахарной свеклы, и отбор наиболее перспективных ассоциаций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись ранее созданные ассоциации эффективных микроорганизмов (№ 18, 21, 58 и 72). В состав ЭМ-ассоциаций входили азотфиксирующие бактерии рода *Azotobacter*, фосфатмобилизующие бактерии рода *Bacillus* и целлюлолитические бактерии рода *Bacillus*. Соотношение штаммов бактерий в ЭМ-ассоциации – 1:1:1.

Для изучения ростостимулирующей способности ЭМ-ассоциаций, бактерии выращивали отдельно на жидких селективных средах. Целлюлолитические бактерии культивировали на среде Гетчинсона, азотфиксирующие – на среде Эшби, фосфатмобилизующие – на среде Муромцева. Культивирование микроорганизмов проводили на шейкере (180 об/мин) при температуре 28 °С. Титр суспензий клеток бактерий составлял 1×10^7 кл/мл. В опытах использовали семена сахарной свеклы сорта «Айсултан». Изучение ростостимулирующей активности ассоциаций проводили в два этапа: отбор активных ассоциаций в чашках Петри и в модельных опытах в ризосфере растений.

Для выращивания растений в чашках Петри использовали среду Ковровцева. Перед посевом семена обрабатывали суспензией ассоциации в концентрации 1×10^7 клеток на 1 г семян в течение 2 ч при комнатной температуре. В контрольном варианте семена замачивали в стерильной воде. Опыты проводили в камере роста (Constant Climate Chamber HPP-750, «Memmert», Germany). Параметры влажности, освещенности и температуры в камере соответствовали усредненным показателям весеннего периода года. Повторность опытов 3-х кратная.

В модельных опытах семена сахарной свеклы высевали в вегетационные сосуды емкостью 2 литра по 12 семян на сосуд. После прорастания семян в ризосферу проростков вносили жидкую суспензию ассоциаций с титром 1×10^7 клеток/мл из расчета 10 мл на 1000 г. почвы. Модельные опыты проводили, на открытых уличных площадках, в условиях приближенных к полевым условиям. Длительность опыта составляла 60 суток.

Всхожесть семян определяли посредством подсчета количества проросших семян в опытах и контроле. Оценку ростостимулирующего действия производили путем измерения длины стебля, корней, подсчета числа листьев на одно растение и сравнивали их с соответствующими показателями в контроле без обработки [13, 14].

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета программ «STATISTICA 10.0» [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении ростостимулирующей способности ЭМ-ассоциаций в чашках Петри в лабораторных условиях установлено, что инокуляция семян суспензией ЭМ-ассоциаций положительно влияет на всхожесть семян, рост и развитие проростков сахарной свеклы. Полученные данные представлены на рисунке 1.

Из результатов, представленных на рисунке 1, следует, что при инокуляции семян ЭМ-ассоциациями длина стебля проростков сахарной свеклы увеличилась в 4,0–4,4 раза, длина корня в 2,4–2,5 раза, а число листьев на одно растение возросло в 3,0 раза по сравнению с контролем. Также установлено, что обработка семян бактериальными суспензиями ассоциаций значительно повышала всхожесть семян. Так, всхожесть обработанных семян возросла до 68–75,6 %, в контрольном варианте всхожесть составляла только 52,3 %. Кроме того, установлена высокая пораженность проростков сахарной свеклы фузариозной гнилью, которая в контроле доходила до 60 %. В вариантах с обработкой семян ЭМ-ассоциациями пораженность проростков растений не выявлена.

Поскольку, планируется применение ЭМ-ассоциаций на полях, где присутствуют неблагоприятные факторы для развития сахарной свеклы, изучили влияние ассоциаций в ризосфере этой культуры. В опытах использовали почву, собранную в Жамбылской области, основном свеклосеющей регионе Казахстана. Установлено, что почва характеризуется невысоким содержанием питательных веществ, низкой общей численностью микроорганизмов и присутствием большого количества фитопатогенных микроорганизмов грибного происхождения. Модельные опыты проводили на открытых уличных площадках в условиях приближенных к полевым условиям. Семена высевали в вегетационные сосуды с почвой, после прорастания семян в ризосферу проростков в соответствие с методикой вносили жидкую суспензию ЭМ-ассоциаций. Длительность опытов составляла 60 суток. Полученные данные представлены на рисунке 2.

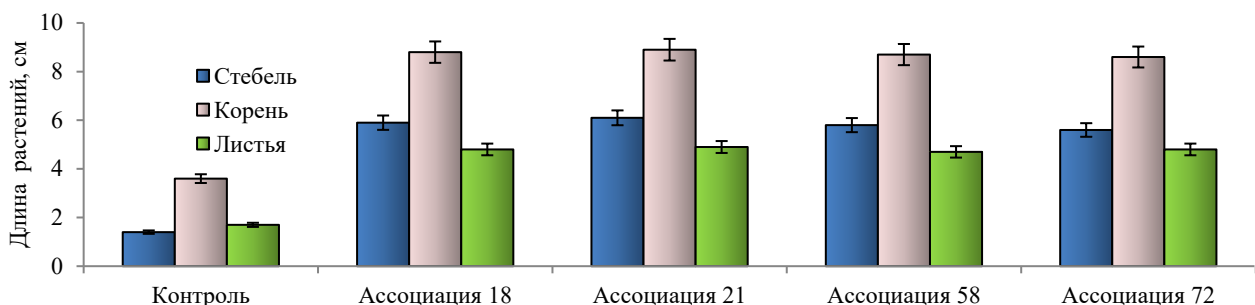


Рисунок 1 – Ростостимулирующая активность ЭМ-ассоциаций в чашках Петри

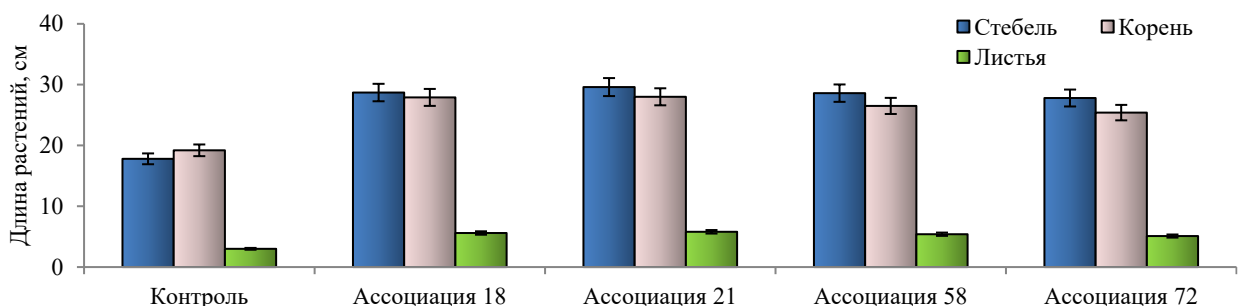


Рисунок 2 – Ростостимулирующая активность ЭМ-ассоциаций в ризосфере проростков сахарной свеклы

На рисунке 2 показано, что инокуляция суспензий ЭМ-ассоциаций в ризосферу проростков вызывала активную стимуляцию роста и развитие растений сахарной свеклы. Так, средняя длина стебля увеличилась в 1,6–1,7 раза, а корня – в 1,3–1,5 раза по сравнению с контрольным вариантом. Также, установлено повышение всхожести обработанных семян до 78,9 %, в контрольном варианте всхожесть составляла 60,4 %. Кроме того, отмечено, что пораженность растений корневыми гнилями, вызываемых фитопатогенными грибами родов *Fusarium* и *Alternaria*, отсутствовала. В то время как, в контрольном варианте она доходила до 25–30 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, показано наличие ростостимулирующей активности у исследуемых ЭМ-ассоциаций. Установлено, что инокуляция семян сахарной свеклы бактериальными суспензиями ассоциаций не только стимулирует рост и развитие растений сахарной свеклы, но и значительно повышает всхожесть семян. Кроме того, установлено существенное снижение пораженности растений сахарной свеклы корневой гнилью, что предполагает наличие у штаммов ассоциаций антифунгальной активности по отношению к грибным фитопатогенам, вызывающих эти гнили. Показано, что ассоциации № 18 и 21 обладали наиболее высокой ростостимулирующей способностью и их можно рекомендовать для практического применения.

Применение ЭМ-ассоциаций в сельском хозяйстве экологически безопасно и соответствует требованиям охраны окружающей среды, поскольку основано на естественном взаимодействии организмов в природе, не приводит к загрязнению почвы и нарушению биологического равновесия, так как используемые микроорганизмы являются полезными представителями микрофлоры почв, участвующими в процессах повышения ее плодородия. Сами штаммы, входящие в состав ЭМ-ассоциаций, оказывают щадящее и мягкое действие на растения, и в отличие от химических удобрений не накапливаются в них, что позволяет получать экологически чистую продукцию.

Работа выполнена в рамках грантового проекта МОН РК № AP05131526 «Разработка ЭМ-ассоциаций и использование их в комплексной технологии восстановления плодородия деградированных почв юго-востока Казахстана», 2018–2020 годов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lawal T.E., Babalola O.O. Relevance of biofertilizers to agriculture // Journal of Human Ecology. 2014. Vol. 47(1). P. 35–43.
2. Singh D.P., et al.. Agrowaste bioconversion and microbial fortification have prospects for soil health, crop productivity, and eco-enterprising // International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2019. Vol. 8. P. 457–472.
3. www.fao.org/about/en/ (опубл. 12.05.2018).
4. Пусенкова Л.И., и др. Повышение адаптивного потенциала посевов сахарной свеклы микробными биопрепаратами в условиях биотических и абиотических стрессов // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 1. С. 115–123.
5. Manici L.M., Caputo F., Saccà M.L. Secondary metabolites released into the rhizosphere by *Fusarium oxysporum* and *Fusarium* spp. as underestimated component of nonspecific replant disease // Plant Soil. 2017. Vol. 415(1–2). P. 85–91.
6. Hu C., Qi Y. Long-term effective microorganisms application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China // European Journal of Agronomy. 2013. Vol. 46. P. 63–67.
7. Olle C., Williams Y. Effective microorganisms and their influence on vegetable production // Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2013. Vol. 88. P. 380–386. DOI: 10.1080/ 14620316. 2013.11512979.
8. Packialakshmi N., Yasothe C. Role of effective microorganism in unfertile soil // International Journal of Phytopharmacy. 2014. Vol. 4(1). P.25–27.
9. Алещенкова З.М., и др.. Азотфиксирующие и фосфатмобилизующие бактерии для стимуляции роста сельскохозяйственных культур // Вестник Башкирского университета. 2015. Т. 20. № 1. С. 82–86.
10. Феоктистова Н.В., Марданова А.М., Хадиева Г.Ф., Шарипова М.Р. Ризосферные бактерии // Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. 2016. Т. 158. № 2. С. 207–224.
11. Смирнова И.Э., и др. Целлюлолитические бактерии, перспективные для создания ЭМ-ассоциаций и их идентификация // Международные научные исследования. 2016. № 8. С. 92–97.
12. Смирнова И.Э., и др. Выделение и изучение свободноживущих азотфиксирующих бактерий из почв свеклосеющих регионов Казахстана // Международные научные исследования. 2018. № 1–2. С. 28–32.
13. Посыпанов, Г.С. Долгодворов В.Е., Жеруков Б.Х. Растениеводство. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. 612 с.
14. Артамонова М.Н., и др. Ростостимулирующая активность ассоциативных ризобактерий *Pseudomonas pseudoalcaligenes* и *Bacillus subtilis* // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 637.
15. Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. М.: Stat Soft, 2013. 268 с.