

**СТИМУЛЯЦИЯ РОСТА РАПСА БАКТЕРИЯМИ
РОДА *PSEUDOMONAS* – АНТАГОНИСТАМИ ФИТОПАТОГЕНОВ**

Ю.М. Кулешова, В.А. Рыбакова, И.Н. Феклистова, Д.В. Маслак, М. Урмонас*

Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

**UAB “Agroconsult LT”, Вильнюс, Литва*

e-mail: YuliaKuleshova@yahoo.co.uk

Введение

Современные технологии земледелия нуждаются в препаратах, которые обладают способностью активизировать потребление растениями всех факторов роста и развития. Для этих целей используют различные стимуляторы роста. Активаторы корнеобразования составляют пока незначительную, но чрезвычайно востребованную часть рынка регуляторов роста, поскольку посадка, пересадка, размножение растений черенкованием и др. требует быстрой адаптации растительного организма, что напрямую зависит от скорости и интенсивности развития корневой системы. Следует отметить, что, в связи с возросшими требованиями потребителей к качеству продукции, особое внимание уделяется экологичности и безопасности используемых препаратов, их составу, механизму действия и происхождению. Соответственно, наиболее перспективными являются биологически активные препараты на основе непатогенных микроорганизмов естественной ризосферной микрофлоры растений. Препараты на основе природных бактериальных штаммов безопасны для человека и животных, не нарушают экологическую среду, и потому могут применяться как в открытом грунте, так и для тепличных хозяйств, декоративного и комнатного растениеводства.

Хорошо известна способность почвенных бактерий рода *Pseudomonas* синтезировать широкий спектр веществ, стимулирующих корнеобразование растений, в частности ауксины, гиббереллины, цитокинины, витамины, полисахариды, свободные аминокислоты и др. [4, 11]. Помимо корнеобразования, микроорганизмы этой группы являются природными антагонистами фитопатогенов и способны активировать естественную неспецифическую устойчивость растений к фитопатогенам и неблагоприятным климатическим условиям [5, 9, 12], что обеспечивает полифункциональность биологических препаратов на основе бактерий *Pseudomonas*. Принимая во внимание перечисленное выше, целью настоящей работы являлся поиск бактерий *Pseudomonas*-антагонистов фитопатогенов, способных стимулировать корнеобразование растений.

Методы исследования

В работе использованы штаммы бактерий *Pseudomonas* «флуоресцирующей группы» коллекции биологического факультета БГУ, а также штамм *P. chlororaphis* 449, любезно предоставленный профессором, доктором биол. наук, заведующей НИЛ регуляции экспрессии генов Института молекулярной генетики РАН Хмель И.А.

В зависимости от целей эксперимента бактерии выращивали при 28°C в жидкой или агаризованной полноценной среде на основе гидролизата кильки, а так же минеральных средах М9 с мелассой в качестве источника углерода и Канедо с сукцинатом Na (среда А) [8, 10]. Для определения фитотоксичности штаммов использовали перечень тестов (определение способности мацерировать растительную ткань; определение способности вызывать некроз растительной ткани и определение целлюлолитической активности), описанных в [2]. Способность к азотфиксации оценивали с использованием среды Эшби, фосфатмобилизующую активность – среды Муромцева [5, 7].

Для изучения антифунгальной активности использовали метод «двойной культуры»: исследуемые бактерии засеивали на агаризованную среду А в виде штриха на расстоянии 2,5 см от центра чашки. Бактерии инкубировали 48 ч при температуре 28°C, после чего обрабатывали парами хлороформа в течении 30 мин и проветривали до исчезновения запаха

растворителя. Затем в центр обработанной чашки уколом помещали мицелий исследуемого гриба и инкубировали в течение 10 суток при 28°C. Для определения степени антифунгальной активности бактерий использовали следующую формулу:

$$\text{Эффект, \%} = D_0 / D_k * 100\% , (1)$$

где D_0 – диаметр роста тест-культуры по направлению к антагонисту,

D_k – диаметр роста тест-культуры в противоположную сторону от антагониста.

Для изучения влияния обработки бактериями, растения выращивали согласно ГОСТ 12038-84 [6]. Предварительно семена обрабатывали водным раствором $KMnO_4$ (0,1%) в течение 20 минут и промывали стерильной водой, после чего проводили обработку культуральной жидкостью бактерий в течение 4 часов. Перед использованием бактериальную культуру разводили в 100 и 1000 раз стерильной водой. Результаты оценивали по изменениям параметров роста 10-дневных проростков.

Для определения влияния бактерий на рост растений использовали формулу (1), где принимали:

D_0 – параметр роста растений, обработанных бактериальной культурой;

D_k – параметр роста растений в контроле, без обработки бактериями.

Результаты и обсуждение

Антагонистическую активность изучали у различных штаммов *Pseudomonas*, депонированных в коллекцию биологического факультета БГУ. В качестве фитопатогенной бактериальной тест-культуры использовали *Clavibacter sp.*, выделенный из зараженных растений, культивируемых на площадях Минской овощной фабрики. Некоторые виды данного рода бактерий являются карантинными и представляют серьезную угрозу как для тепличных хозяйств, так и для посевов открытого грунта и, в частности, для картофеля [1]. Бактерии-антагонисты выращивали на полноценной и минимальной среде А, так как при разных условиях культивирования микроорганизмы могут синтезироваться различные факторы антагонизма.

Антифунгальную активность исследовали с использованием в качестве тест-культуры *Fusarium oxysporum*, т.к. данный вид является широко распространенным почвенным патогеном и вызывает гнивание корней и увядание многих видов растений.

Представленные в таблице 1 данные свидетельствуют о наличии антагонистической активности у всех исследуемых бактериальных штаммов. При этом 16 из 23 исследованных штаммов были способны синтезировать факторы антагонизма на минеральной среде культивирования, а 18 – проявляли как антибактериальные, так и антифунгальные свойства.

Таким образом, антагонистическая активность наиболее широкого спектра регистрировалась у бактерий *P. versicatoria* ВКМВ-546, *P. aureofaciens* В-161, *P. fluorescens* ВКМВ-896, *P. fluorescens* В-24, *P. putida* В-37, *Pseudomonas putida* В-40, *P. chlororaphis* ВКМВ-897, *P. fluorescens* 8305, *P. aurantiaca* В-162, *P. sp* 139, *P. chlororaphis* 449 что делает их наиболее перспективными с биотехнологической точки зрения.

Известно, что помимо синтеза фитогормонов, витаминов и др., стимуляция роста растений почвенными бактериями может осуществляться за счет способности последних растворять фосфаты, переводя фосфор в биодоступную форму, а также за счет фиксации азота. Скрининг имеющейся коллекции представителей *Pseudomonas* на способность расти в отсутствие азота и мобилизовать фосфор, показал, что большинство изучаемых бактерий обладают обеими исследуемыми активностями (таблица 2). Вместе с тем, бактерии *P. aureofaciens* В-161, *P. aurantiaca* ВКМВ-876, *P. aurantiaca* В-162, *P. sp* 139, *P. chlororaphis* 449 не могли растворять фосфаты, однако были способны расти на среде без азота, и, возможно, фиксировать атмосферный азот. Бактерии штаммов *P. putida* В-21, *P. putida* В-40, *P. aurantiaca* ВКМВ-560, напротив, оказались не способными к фиксации азота, однако эффективно мобилизовали фосфаты.

Таблица 1 – Идентификация антагонистической активности бактерий рода *Pseudomonas*

Штамм бактерий	Антибактериальная активность ¹		Антифунгальная активность ²		
	Среда А	Полноценная среда	Радиус роста к антагонисту, мм	Радиус роста от антагониста, мм	Относительный рост фитопатогена, %
<i>P. versicatoria</i> ВКМВ-546	+	+	33	36	91,7
<i>P. aureofaciens</i> В-161	+	+	33	36	91,7
<i>P. fluorescens</i> ВКМВ-561	+	-	34	36	94,4
<i>P. fluorescens</i> В-172	-	+	36	36	100
<i>P. fluorescens</i> ВКМВ-896	+	+	34	36	94,4
<i>P. aurantiaca</i> ВКМВ-876	-	+	23	34	67,64
<i>P. fluorescens</i> В-24	+	+	33	35	94,28
<i>P. aurantiaca</i> В-14	-	+	22	33	66,67
<i>P. putida</i> В-37	+	+	20	34	58,82
<i>P. putida</i> В-38	-	-	24	34	70,58
<i>P. putida</i> В-21	-	+	33	32	103,13
<i>P. putida</i> В-40	+	+	29	35	82,85
<i>P. chlororaphis</i> ВКМВ-897	+	+	32	36	88,89
<i>P. aurantiaca</i> ВКМВ-560	-	+	32	30	106,67
<i>P. fluorescens</i> В-28	-	+	37	35	105,71
<i>P. fluorescens</i> 8305	+	+	29	36	80,56
<i>P. aurantiaca</i> ВКМВ-548	+	-	30	34	88,23
<i>P. aurantiaca</i> В-162	+	+	21	35	60,0
<i>P. putida</i> КМВУ 4308	+	-	30	36	83,33
<i>P. putida</i> F19	+	-	28	37	75,68
<i>P. putida</i> C11	+	-	27	37	72,98
<i>P. sp</i> 139	+	+	22	36	61,11
<i>P. chlororaphis</i> 449	+	+	24	36	66,67

Примечание: 1 – В качестве тест-культуры использован штамм *Clavibacter sp.*, 2 – В качестве тест-культуры использована культура *Fusarium oxysporum*; «+» – наблюдается зона задержки роста фитопатогена, «-» – зона задержки роста фитопатогена отсутствует

Таблица 2 – Способность бактерий улучшать минерализацию почвы

Штамм бактерий	Способность к мобилизации фосфора		Способность расти на среде без азота
	24 часа	10 суток	
1	2	3	4
<i>P. versicatoria</i> ВКМВ-546	+	+	+
<i>P. aureofaciens</i> В-161	-	-	+
<i>P. fluorescens</i> ВКМВ-561	+	+	+
<i>P. fluorescens</i> В-172	+	+	+
<i>P. fluorescens</i> ВКМВ-896	+	+	+
<i>P. aurantiaca</i> ВКМВ-876	-	-	+
<i>P. fluorescens</i> В-24	+	+	+
<i>P. aurantiaca</i> В-14	-	+	+
<i>P. putida</i> В-37	-	+	+
<i>P. putida</i> В-38	+	+	+
<i>P. putida</i> В-21	+	+	-
<i>P. putida</i> В-40	+	+	-
<i>P. aurantiaca</i> ВКМВ-560	+	+	-
<i>P. aurantiaca</i> ВКМВ-548	-	+	+

Продолжение таблицы 2			
Штамм бактерий	Способность к мобилизации фосфора		Способность расти на среде без азота
	24 часа	10 суток	
1	2	3	4
<i>P. fluorescens</i> 8305	-	+	+
<i>P. fluorescens</i> B-28	+	+	+
<i>P. chlororaphis</i> ВКМВ-897	+	+	+
<i>P. aurantiaca</i> B-162	-	-	+
<i>P. putida</i> КМВУ 4308	+	+	+
<i>P. putida</i> F19	+	+	+
<i>P. putida</i> C11	+	+	+
<i>P. sp</i> 139	-	-	+
<i>P. chlororaphis</i> 449	-	-	+

Примечание: «+» – наличие активности, «-» – отсутствие активности

Вместе с тем, фитопатогенные представители *Pseudomonas* также могут обладать антагонистической активностью, способностью мобилизовать фосфаты и расти в отсутствие азотистых соединений. Для исключения патогенных для растений бактерий из дальнейших исследований был проведен анализ факторов их патогенности (таблица 3).

Таблица 3 – Идентификация факторов патогенности бактерий

Штамм бактерий	Факторы фитопатогенности					Фитопатоген
	мацерация		целлюлолитическая активность	некроз	пектатлитическая активность	
	картофель	морковь				
<i>P. versicatoria</i> ВКМВ-546	-	-	±	-	-	-
<i>P. aureofaciens</i> B-161	-	-	-	-	-	-
<i>P. fluorescens</i> ВКМВ-561	+	-	-	-	-	-
<i>P. fluorescens</i> B-172	-	-	-	-	-	-
<i>P. fluorescens</i> ВКМВ-896	+	-	-	-	-	-
<i>P. aurantiaca</i> ВКМВ-876	-	-	-	-	-	-
<i>P. fluorescens</i> B-24	-	-	±	-	-	-
<i>P. aurantiaca</i> B-14	-	-	-	-	-	-
<i>P. putida</i> B-37	-	-	-	+	-	-
<i>P. putida</i> B-38	-	-	-	+	-	-
<i>P. putida</i> B-21	+	-	-	-	-	-
<i>P. putida</i> B-40	+	-	±	-	-	-
<i>P. aurantiaca</i> ВКМВ-560	-	-	-	-	-	-
<i>P. aurantiaca</i> ВКМВ-548	+	+	-	-	-	-
<i>P. fluorescens</i> 8305	-	-	±	-	-	-
<i>P. fluorescens</i> B-28	-	-	-	-	-	-
<i>P. chlororaphis</i> ВКМВ-897	+	-	-	±	-	-
<i>P. aurantiaca</i> B-162	-	-	±	-	-	-
<i>P. putida</i> КМВУ 4308	+	-	-	-	-	-
<i>P. putida</i> F19	+	-	±	-	-	-
<i>P. putida</i> C11	-	-	±	-	-	-
<i>P. sp</i> 139	+	-	±	-	-	-
<i>P. chlororaphis</i> 449	-	-	±	-	-	-

Примечание: «+» – регистрируется фактор патогенности, «-» – фактор патогенности отсутствует «±» – зона просветления наблюдается непосредственно под колонией

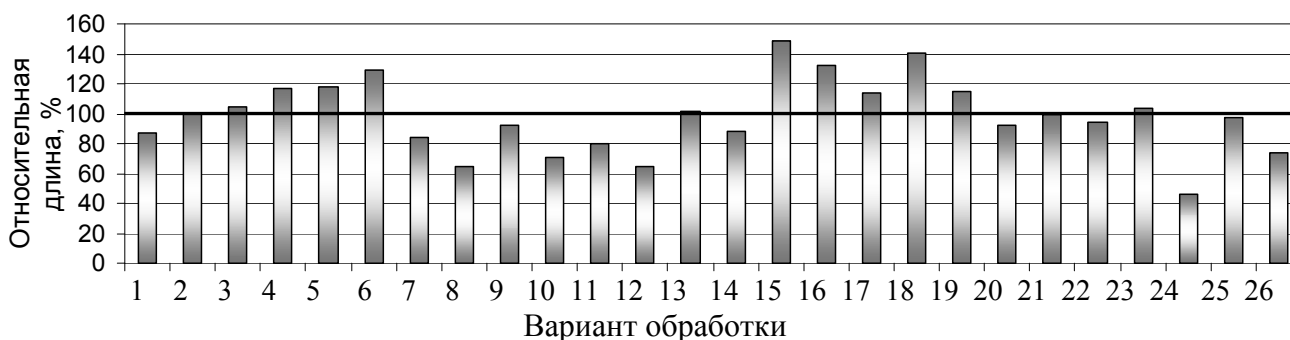
Следует отметить, что при изучении целлюлолитической активности наблюдались зоны неокрашенного агара непосредственно под бактериальной колонией. Такой эффект может быть достигнут, если бактерии продуцируют малое количество целлюлолитических ферментов, либо в случае продукции большого количества полисахаридов и липидов, препятствующих проникновению красителя в агар под колонией. Учитывая оба варианта интерпретации данных, приведенных в таблице 3, можно заключить, что ни один из изучаемых штаммов не обладал комплексом свойств, необходимым для проявления фитопатогенности.

Таким образом, по совокупности полезных для растений свойств, наиболее перспективными для потенциального использования в качестве основы биогенных стимуляторов корнеобразования выглядят штаммы *P. aurantiaca* В-162, *P. putida* КМБУ 4308, *P. putida* F19, *P. putida* С11, *P. sp* 139, *P. chlororaphis* 449, *P. fluorescens* 8305, *P. fluorescens* 896, *P. fluorescens* В-24, *P. versicatoria* ВКМВ-546, *P. putida* В-40, *P. chlororaphis* ВКМВ-897. Восемь из перечисленных штаммов бактерий были использованы для дальнейшего исследования стимуляции роста растений.

Для изучения влияния метаболитов бактерий на рост корней растений в качестве тест-культуры использовали озимый рапс. Поскольку на разных средах культивирования бактерии могут продуцировать различный спектр метаболитов, для экспериментов использовали среду М9 с мелассой, так как данная среда часто используется в промышленности при получении биопрепаратов, и Канедо с сукцинатом Na (среда А), поскольку янтарная кислота является предшественником сидерофоров с антагонистической активностью – пиовердинов. Перед использованием бактериальную культуру разводили в 100 и 1000 раз стерильной водой и обрабатывали семена в течение 4 часов. О влиянии обработки судили по изменениям параметров роста 10-дневных проростков. Поскольку среда культивирования бактерий содержит источники микро- и макроэлементов, то она, сама по себе, без бактерий, может влиять на рост растений. Для исключения влияния среды культивирования на изменение ростовых параметров рапса при обработке бактериальной культурой, данные, полученные в опытах с бактериями, делили на показатели соответствующих контрольных выборок, обработанных средой культивирования без бактерий.

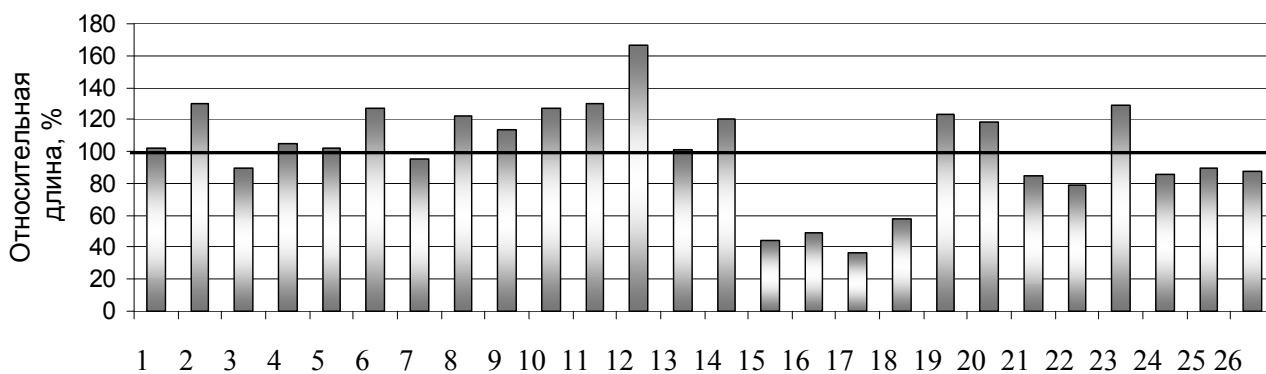
Как свидетельствуют данные, представленные на рисунке 1, длина стебля растений, семена которых были обработаны бактериями *P. sp* 139 в среде А, *P. putida* КМБУ 4308 в среде А, *P. chlororaphis* 449 в среде М9 и в среде А, *P. fluorescens* В-24 в среде М9 (разведение в 100 раз) увеличилась на 14-49%. При этом наиболее выраженный стимулирующий эффект, увеличение длины стебля на 48,9%, фиксировался при обработке бактериями *P. chlororaphis* 449, выращенными в среде М9 и разведенной в 100 раз перед использованием. Наблюдаемый эффект может объясняться способностью данных микроорганизмов фиксировать атмосферный азот и улучшать питание растений. Не исключено также, что бактерии *P. chlororaphis* 449 синтезируют гиббереллины, под действием которых, как известно, удлиняется надземная часть растений. В пользу последнего свидетельствует тот факт, что корни рапса при обработке бактериями данного штамма не удлинялись (рисунок 2).

Следует отметить, что удлинение стебля растений не всегда рассматривается как положительное качество. В частности, более длинностебельные зерновые склонны к полеганию, что снижает урожайность таких посевов. В то же время, интенсивно развивающаяся корневая система обеспечивает лучшую адаптацию растений к условиям среды, лучшее питание и, соответственно, лучший урожай. Исходя из перечисленного, нами ставилась задача поиска эффективного стимулятора роста корней растений среди бактерий-антагонистов фитопатогенов. Для достижения данной цели был проведен сравнительный анализ корнестимулирующей активности отобранных бактерий (рисунок 2).



1 – обработка бактериями *P. putida* F19 в среде А (разведение в 100 раз); 2 – *P. putida* F19 в среде А (разведение в 1000 раз); 3 – *P. sp* 139 в среде А (разведение в 100 раз); 4 – *P. sp* 139 в среде А (разведение в 1000 раз); 5 – *P. putida* КМБУ 4308 в среде А (разведение в 100 раз); 6 – *P. putida* КМБУ 4308 в среде А (разведение в 1000 раз); 7 – *P. putida* С11 в среде А (разведение в 100 раз); 8 – *P. putida* С11 в среде А (разведение в 1000 раз); 9 – *P. putida* С11 в среде М9 (разведение в 100 раз); 10 – *P. putida* С11 в среде М9 (разведение в 1000 раз); 11 – *P. aurantiaca* В-162 в среде А (разведение в 100 раз); 12 – *P. aurantiaca* В-162 в среде А (разведение в 1000 раз); 13 – *P. aurantiaca* В-162 в среде М9 (разведение в 100 раз); 14 – *P. aurantiaca* В-162 в среде М9 (разведение в 1000 раз); 15 – *P. chlororaphis* 449 в среде М9 (разведение в 100 раз); 16 – *P. chlororaphis* 449 в среде М9 (разведение в 1000 раз); 17 – *P. chlororaphis* 449 в среде А (разведение в 100 раз); 18 – *P. chlororaphis* 449 в среде А (разведение в 1000 раз); 19 – *P. fluorescens* В-24 в среде М9 (разведение в 100 раз); 20 – *P. fluorescens* В-24 в среде М9 (разведение в 1000 раз); 21 – *P. fluorescens* В-24 в среде А (разведение в 100 раз); 22 – *P. fluorescens* В-24 в среде А (разведение в 1000 раз); 23 – *P. fluorescens* 896 в среде М9 (разведение в 100 раз); 24 – *P. fluorescens* 896 в среде М9 (разведение в 1000 раз); 25 – *P. fluorescens* 896 в среде А (разведение в 100 раз); 26 – *P. fluorescens* 896 в среде М9 (разведение в 1000 раз)

Рисунок 1 – Изменение длины стебля проростков рапса относительно соответствующего контроля



Примечание – как в рисунке 1

Рисунок 2 – Изменение длины корня проростков рапса относительно соответствующего контроля

Представленные результаты указывают на стимуляцию роста корней рапса при обработке семян бактериями *P. putida* F19, *P. putida* КМБУ 4308, *P. putida* С11, *P. aurantiaca* В-162, *P. fluorescens* В-24, *P. fluorescens* 896.

Интересно отметить, что, в подавляющем большинстве случаев, лучшими корнестимулирующими свойствами обладали бактерии, выращенные в среде А и разведенные в 1000 раз перед использованием. Наиболее выраженный стимулирующий развитие корней эффект (удлинение корня на 66,8%) наблюдался при обработке семян культурой *P. aurantiaca* В-162, выращенной в среде А и разведенной в 1000 раз.

Наблюдаемый феномен может быть связан со способностью изучаемых бактерий синтезировать в среде А пиовердины, комплексы которых с железом могут служить источником этого микроэлемента для растений. Кроме того, нами не исключается возможность синтеза бактериями ауксинов, витаминов и/или свободных аминокислот, что, в совокупности со способностью к фиксации азота может способствовать ускоренному развитию корневой системы.

Таким образом, установлено, что непатогенные бактерии рода *Pseudomonas* – антагонисты грибных и бактериальных фитопатогенов способны стимулировать корнеобразование растений. Среди исследованных бактерий наиболее активным стимулятором роста корней являлись *P. aurantiaca* В-162, обработка которыми семян рапса вызывала удлинение корней 10-дневных проростков на 66,8%.

Выводы

Осуществлен скрининг коллекции бактерий рода *Pseudomonas* на способность проявлять антагонистические свойства относительно грибных и бактериальных фитопатогенов, мобилизовать фосфаты и расти на среде без источников азота. Показано, что ни один штамм из изучаемых представителей *Pseudomonas* не обладает комплексом свойств, необходимых для проявления фитопатогенности. По совокупности полезных свойств отобраны наиболее перспективные в качестве основы для биопрепаратов штаммы.

У 9 штаммов *Pseudomonas*-антагонистов фитопатогенов, способных улучшать минерализацию почв, изучена стимулирующая рост растений активность и проведен ее сравнительный анализ. С использованием модельной культуры рапса показано, что бактерии *P. chlororaphis* 449 обладают наиболее выраженной среди исследуемых штаммов способностью стимулировать рост надземной части проростков, а обработка бактериями *P. aurantiaca* В-162 приводит к наиболее интенсивному удлинению корней 10-дневных проростков рапса – на 66,8%. *P. aurantiaca* В-162 могут быть предложены для использования в качестве основы биогенного препарата – стимулятора корнеобразования растений.

Список литературы

1. Дренова, Н.В. К 10-летию бактериологической коллекции ФГБУ «ВНИИКР» / Н.В. Дренова // Карантин растений. Наука и практика. – 2014. – № 1 (7). – С. 20 – 25.
2. Желдакова, Р.А. Фитопатогенные микроорганизмы / Р. А Желдакова, В. Е. Мямин. // Мн.: БГУ. – 2006. – 116 с.
3. Кулешова Ю.М., Феклистова И.Н. Индукция системной устойчивости растений рапса к фитопатогенам метаболитами бактерий *P. putida* и *P. aurantiaca* В-162 // Труды БГУ. Серия «Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем». – 2011. – Т. 6., Ч. 1. – С. 168 – 173.
4. Максимова, Н.П. Генетические подходы к созданию штаммов-продуцентов биологически активных соединений у бактерий *Pseudomonas* / Н.П. Максимова, Е.А. Храмцова, И.Н. Феклистова, В.В. Лысак, О.В. Фомина. Ю.М. Кулешова, С.С. Жардецкий, Е.Г. Веремеенко, М. Садрия // Труды БГУ. Серия «Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем». – 2009. –Т. 4., Ч. 2. – С. 15–55.
5. Основные микробиологические и биохимические методы исследования почв: метод. рекоменд. / Ж. П. Попов [и др.]. – Л., 1987. – 46 с.
6. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12098-84. – Введ. 01.07.1986. – Министерство сельского хозяйства СССР, 1984. – 60 с.
7. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии / Й. Сэги. – М.: Колас, 1983. – 104 с.
8. Kaneda, T. A methanol utilizing bacterium / T. Kaneda, J. Roxburg // Canad. J. Microbiol. – 1959. – Vol. 5, № 2. – P. 187–198.

9. Lavicoli, A. Induced systemic resistance in *Arabidopsis thaliana* in response to root inoculation with *Pseudomonas fluorescens* CHA0 / A. Lavicoli [et al.] // МРМІ. –2003. –Vol.16, № 10. – P. 851–859.
10. Sambrook J. Molecular cloning: a laboratory manual. 2nd ed / J. Sambrook, E. Fritsch, T. Maniatis // Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor Publications. NY. – 1989. – 468 p.
11. Suzukil, S. Indole-3-acetic acid production in *Pseudomonas fluorescens* HP72 and its association with suppression of creeping bentgrass brown patch / S. Suzukil, Y. Hel, H. Oyaizul // Current Microbiol. – 2003. – Vol.47, №2. – P.138–143.
12. van Loon, L.C. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria / L.C. van Loon, P.A.H.M. Bakker, C. M. J. Pieterse //Annu. Rev. Phytopathol. – 1998. – Vol.36, № 1. – P. 453–83.

**STIMULATING OF RAPE GROWTH
BY *PSEUDOMONAS* BACTERIA – ANTAGONISTS OF PHYTOPATHOGENS**

Y. Kuleshova, V. Rybakova, I. Feklistova, D. Maslak, M. Urmonas*

Belarusian state university, Minsk, Republic of Belarus

** UAB “Agroconsult LT”, Vilnius, Lithuania*

e-mail: YuliaKuleshova@yahoo.co.uk

Screening of collection of the genus *Pseudomonas* bacteria for the ability to show the antagonistic properties with respect to fungal and bacterial plant pathogens, to mobilize phosphates and to grow on medium without nitrogen sources was done. Phytopathogenic factors of studied bacterial strains were examined.

At 9 strains of *Pseudomonas*-antagonists of plant pathogens, that can improve the mineralization of soil, stimulating plant growth explored and comparative analysis of activity was carried out. It was shown that among the test strains *P. chlororaphis* 449 bacteria have the most pronounced ability to stimulate the growth of the aerial parts of the plants. Treatment of the bacteria *P. aurantiaca* B-162 leads to the most intensive elongation of roots 10-day-old seedlings rape - 66.8%. Bacteria *P. aurantiaca* B-162 can be proposed for use as the basis for the biogenic preparation for plant rooting stimulation.