



Защита растений Plant protection

DOI: 10.22363/2312-797X-2023-18-2-174-185

EDN MMDGWU

УДК 635.25:632.3

Научная статья / Research article

Влияние *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *allii* на проращивание 12 сортов лука репчатого

Н.Д. Кавиза¹  , М. Заргар¹ , С.И. Приходько²,Е.Н. Пакина¹ , С. Диаките¹ ¹Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация²Всероссийский центр карантина растений,

г. Быково, Московская область, Российская Федерация

 [njkhavhiza@rocketmail.com](mailto:njkavhiza@rocketmail.com)

Аннотация. Бактериальный ожог лука — проблемное заболевание, причиняющее ущерб производству лука во многих странах. Заболевание передается через семена, поэтому с ним трудно справиться. Исследование основано на изучении влияния бактерий на проращивание различных коммерческих сортов лука. Двенадцать коммерческих сортов были получены с рынка и инокулированы бактериями, а затем проверены на процент проращивания и энергию проращивания. Для большинства сортов лука уровень ингибирования проращивания увеличивался с увеличением концентрации бактерий. На 5-й день наблюдений всхожесть семян лука сорта Карантанский при их инокулировании бактериями в концентрации 10^8 КОЕ/мл значительно отличалась от контрольного варианта. В то же время при использовании бактерий в концентрации 10^6 КОЕ/мл всхожесть семян была схожей с контролем. На 14-й день наблюдений было выявлено, что у большинства сортов лука самая высокая концентрация (10^8 КОЕ/мл) вызывала наивысший уровень ингибирования, в то время как при 10^6 КОЕ/мл наблюдались умеренные уровни, а при низшей концентрации (10^4 КОЕ/мл) — наименьшее ингибирование. У сорта Халцедон семена не прорастали ни при одной из бактериальных концентраций по сравнению со всхожестью 8 % в контроле. Что касается энергии проращивания, на 5-й день наблюдений самая высокая концентрация инокулята оказала

© Кавиза Н.Д., Заргар М., Приходько С.И., Пакина Е.Н., Диаките С., 2023

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

наибольшее влияние на 3 сорта: Мячковский 300, Кармен МС и Халцедон с энергией прорастания 3, 2 и 0 % соответственно. У большинства сортов самая высокая концентрация бактерий 10^8 КОЕ/мл оказала наименьшее влияние на энергию прорастания, за ней следуют 10^6 КОЕ/мл, а наибольшее — 10^4 КОЕ/мл на 14-й день наблюдений. Однако для сортов Карантанский и Халцедон не было различий во влиянии концентраций, хотя все обработки значительно отличались от контроля ($p < 0,05$).

Ключевые слова: *Allium cepa*, семена лука репчатого, бактериальный ожог лука, всхожесть, энергия прорастания семян

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 19 декабря 2022 г., принята к публикации 3 марта 2023 г.

Для цитирования: Кавиза Н.Д., Заргар М., Приходько С.И., Пакина Е.Н., Диаките С. Влияние *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *allii* на проращивание 12 сортов лука репчатого // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2023. Т. 18. № 2. С.174—185. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-2-174-185

Influence of *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *allii* on germination of 12 onion varieties

Nyasha J. Kavhiza¹  , Meisam Zargar¹ , Svetlana I. Prikhodko²,
Elena N. Pakina¹ , Simbo Diakite¹ 

¹RUDN University, Moscow, Russian Federation

²All-Russian Plant Quarantine Center, Moscow Region, Russian Federation

 njkavhiza@rocketmail.com

Abstract. Onion bacterial blight is a problematic disease affecting onion production in many countries. The disease is seed-transmitted, hence difficult to control. The study was based on the effects of bacteria on germination percentage and germination energy of various commercial onion varieties. Twelve commercial varieties were obtained from the market and inoculated with bacteria and then tested for germination percentage and germination energy. For most onion varieties, the level of germination inhibition increased with increasing bacterial concentration. On the 5th day of recording, the germination of onion seeds of the variety Karantansky which were inoculated with bacteria at a concentration of 10^8 CFU/ml differed significantly from the germination of seeds in the control variant. At the same time, seed germination was similar to the control when using bacteria at a concentration of 10^6 cfu/ml. On the 14th day of record, it was found that the highest concentration (10^8 CFU/ml) caused the highest level of inhibition in most onion seeds, while moderate levels were observed at 10^6 CFU/ml and the lowest concentration (10^4 CFU/ml) caused the least inhibition. In the cultivar Khaltседон, seeds did not germinate at any of the bacterial concentrations compared to 8 % germination in the control. Regarding germination energy, the highest concentration of inoculum on the 5th day of record had the greatest effect in 3 varieties: Myachkovsky 300, Carmen MS and Khaltседон with germination energy of 3, 2 and 0 %, respectively. In most varieties, the highest bacterial concentration of 108 CFU/ml had the least effect on germination energy, followed by 10^6 CFU/ml and the highest of 10^4 CFU/ml on the 14th day of record. However, there were no differences in the effect of concentrations for the varieties Karantansky and Khaltседон, although all treatments differed significantly from controls ($p < 0.05$).

Keywords: *Allium cepa*, onion seeds, onion bacterial blight, germination, seed germination energy

Conflicts of interest. The authors declare no conflicts of interest.

Article history: Received: 19 December 2022. Accepted: 3 March 2023.

For citation: Kavhiza NJ, Zargar M, Prikhodko SI, Pakina EN, Diakite S. Influence of *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *allii* on germination of 12 onion varieties. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2023; 18(2):174–185. doi: 10.22363/2312-797X-2023-18-2-174-185

Введение

Лук — одна из важных овощных культур, выращиваемых во всем мире [1]. *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *allii* — бактерия, поражающая урожай лука и других представителей рода *Allium* [2–4]. Эта бактерия вызывает бактериальный ожог лука, болезнь, передающуюся через семена [5, 6]. Явление торможения прорастания семян бактериями широко распространено в природе. Существуют ризобактерии, которые естественным образом подавляют прорастание некоторых видов растений, например ингибирование прорастания *Striga hermonthica*, вызванное сапрофитными флуоресцентными видами *Pseudomonas* [7]. Некоторые бактерии, стимулируя рост определенных видов растений, подавляют рост паразитических или конкурирующих видов растений, например, *Azospirillum brasilense*, положительно влияя на семена сорго, подавляет прорастание *Striga harmonthica* [8].

По данным исследований [9], механизм ингибирования прорастания семян *Orobanche aegyptiaca* бактериями *Azospirillum brasilense* связан с рядом синтетических пептидов, которые могут конкурировать за место связывания стимулятора прорастания. Использование *Rhizobium leguminosarum* в производстве гороха подавляло рост *O. crenata*, паразитирующего на горохе растения. Снижение уровня всхожести у *O. crenata* может быть связано с повышенной активностью пероксидазы и высокой активностью фенилаланин-аммиак-лиазы в корнях, повышенных при инокуляции *Rhizobium leguminosarum* [10]. Бактерии, переносимые семенами, обычно подавляют прорастание, продуцируя фитогормоны, фитотоксины или цианиды. Более того, они могут конкурировать с растением за питательные вещества или косвенно за счет сокращения колонизации полезных ризобий или микоризы [11].

Цель нашего исследования — изучение влияния *X. euvesicatoria* pv. *allii* на прорастание семян лука. В задачи исследования входило выяснить степень влияния возбудителя на параметры всхожести семян лука репчатого. Исследование проводится *in vitro*, что дает представление о динамике того, что может происходить в почве. Исследование раскрывает потенциальные последствия, которые могут быть вызваны при выращивании семян лука в почвах, зараженных бактериями.

Материалы и методы исследования

Штамм CFBP 6369 [12] культивировали в течение 48 ч на среде YPGA. Затем бактерии использовали для приготовления десятикратных серийных разведений. Для каждого разведения 50 мкл высевали на среду YGPA для подсчета чашек, чтобы определить количество колониеобразующих единиц (КОЕ) на разведение.

Схема опыта. Эксперимент был организован по полной рандомизированной схеме (CRD) с трехкратной повторностью. Были приготовлены три концентрации бактерий: 10^8 , 10^6 и 10^4 КОЕ/мл. В качестве отрицательного контроля использовали дистиллированную воду. Заготовлены семена 12 товарных сортов лука репчатого (табл. 1). Для каждого сорта концентрации повторяли 3 раза. В каждую чашку Петри помещали по сто семян.

Таблица 1

Table 1

Товарные сорта лука, использованные в исследовании		Commercial onion varieties used in the study	
№	Сорт	№	Variety
1	Пьеро	1	Pyero
2	Русская зима	2	Russkaya zima
3	Карантанский	3	Karantansky
4	Кармен М.С.	4	Karmen M.S.
5	Летний бриз	5	Letny briz
6	Стригуновский местный	6	Strigunovsky mestnyi
7	Април	7	April
8	Штутгартер Ризен	8	Shtutgarter Rizen
9	Мячковский 300	9	Myachkovsky 300
10	Даниловский 301	10	Danilovsky 301
11	Халцедон	11	Khaltседон
12	Эллан	12	Ellan

Искусственное заражение. В каждую чашку Петри, содержащую 100 семян, наносили аликвоты по 5 мл бактериальной взвеси. Затем чашки Петри инкубировали при комнатной температуре в течение 2 ч. По истечении инкубационного периода с семян сливали бактериальную взвесь. Затем семена оставляли сушиться при комнатной температуре.

Инкубация. Сухие инокулированные семена затем переносили в чашки Петри, дно которых выстланы фильтровальной бумагой диаметром 9 см. В чашки Петри добавляли дистиллированную воду. Затем чашки Петри помещали в инкубатор при температуре 21 °С в темных условиях. Семена инкубировали в течение 14 дней.

Запись и анализ данных. Проводились ежедневные рутинные проверки и при необходимости добавлялась вода. Первую регистрацию с учетом энергии прорастания проводили на 5-е сутки. Вторая и последняя запись была сделана на 14-й день. Объединенные данные были проанализированы с использованием программного обеспечения Minitab версии 18. Среднее разделение было выполнено с использованием теста Tukey.

Результаты исследования и обсуждение

Влияние концентрации инокулята на прорастание семян лука. На 5-й день наблюдений все 3 концентрации бактерий значительно подавляли прорастание семян лука. Для большинства сортов лука уровень ингибирования прорастания семян увеличивался с увеличением концентрации бактерий (табл. 2). Всхожесть семян лука сорта Карантанский при их инокулировании бактериями в концентрации 10^8 КОЕ/мл значительно отличалась от контрольного варианта. В то же время при использовании бактерий в концентрации 10^6 КОЕ/мл всхожесть семян была схожей с контролем. Для таких сортов, как Кармен МС и Халцедон, не было выявлено существенных различий между концентрациями, хотя все обработки значительно отличались ($p < 0,05$) от контроля. Для этих двух сортов уровень ингибирования был более выраженным. У Кармена МС процент всхожести снизился с 17 в контроле до 2...4 % в вариантах. У Халцедона на 5-й день наблюдений не было отмечено прорастания во всех трех концентрациях.

Таблица 2

Всхожесть семян лука репчатого на 5-й день наблюдений

Сорт	Всхожесть,%, при концентрации бактерий			
	10^8	10^6	10^4	Контроль
Пьеро	62с	71b	77b	91a
Русская зима	56b	58b	69a	85a
Карантанский	9b	14a	16a	17a
Кармен М.С.	2b	3b	4b	17a
Летний бриз	17с	23b	26ab	27a
Стригуновский местный	24с	26bc	30ab	35a
Април	21b	30ab	35a	37a
Штутгартер Ризен	14с	20b	25b	30a
Мячковский 300	3с	14b	16b	29a
Даниловский 301	42с	73b	79a	80a
Халцедон	0b	0b	0b	2a
Эллан	7с	16b	22a	25a

*Разные буквы в одной строке обозначают статистически значимые различия.

Table 2

Germination capacity of onion seeds on the 5th day of record

Variety	Germination,%, at the concentration of bacteria			
	10^8	10^6	10^4	Control
Pyero	62с	71b	77b	91a
Russkaya zima	56b	58b	69a	85a
Karantansky	9b	14a	16a	17a
Karmen M.S.	2b	3b	4b	17a
Letny briz	17с	23b	26ab	27a

Variety	Germination,%, at the concentration of bacteria			
	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁴	Control
Strigunovsky mestnyi	24c	26bc	30ab	35a
April	21b	30ab	35a	37a
Shtutgartner Rizen	14c	20b	25b	30a
Myachkovsky 300	3c	14b	16b	29a
Danilovsky 301	42c	73b	79a	80a
Khaltседон	0b	0b	0b	2a
Ellan	7c	16b	22a	25a

*Different letters on the same line indicate statistically significant differences.

На 14-й день наблюдений различные концентрации инокулята оказывали значительное ингибирование ($p < 0,05$) всхожести семян различных сортов лука, как показано в табл. 3. Кроме того, для большинства семян сортов лука наблюдались различия в уровне ингибирования всхожести при разных концентрациях инокулята. Таким образом, наибольшая концентрация (10^8 КОЕ/мл) вызывала самый высокий уровень ингибирования, в то время как при 10^6 КОЕ/мл наблюдались умеренные уровни, а при наименьшей концентрации (10^4 КОЕ/мл)— наименьшее ингибирование. У сорта Кармен МС характер ингибирования прорастания семян сместился на 14-й день наблюдений, где была самая низкая всхожесть (4 %) при концентрации инокулята 10^8 КОЕ/мл, хотя всхожесть семян при концентрации 10^6 и 10^4 КОЕ/мл были статистически схожи. У семян сорта Халцедона аналогичная картина, наблюдаемая на 5-й день наблюдений, сохранялась и на 14-й день наблюдений: семена не прорастали ни при одной из концентраций бактерий по сравнению с показателем всхожести 8 % в контроле.

Таблица 3

Всхожесть на 14-й день наблюдений

Сорт	Всхожесть,%, при концентрации бактерий			
	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁴	Контроль
Пьеро	80c	84bc	86b	96a
Русская зима	59d	66c	75b	92a
Карантанский	54b	56b	57b	83a
Кармен М.С.	4c	6bc	8b	45a
Летний бриз	55c	61b	68a	73a
Стригуновский местный	45b	48b	51b	87a
Апрел	45c	51bc	55b	82a
Штуттгартер Ризен	21c	52b	67a	69a
Мячковский 300	4d	22c	35b	85a
Даниловский 301	50d	76c	83b	94a
Халцедон	0b	0b	0b	8a
Эллан	23c	26c	46b	53a

*Разные буквы в одной строке обозначают статистически значимые различия.

Germination capacity of onion seeds on the 14th day of record

Variety	Germination,%, at the concentration of bacteria			
	10 ⁸	10 ⁶	10 ⁴	Control
Pyero	80c	84bc	86b	96a
Russkaya zima	59d	66c	75b	92a
Karantansky	54b	56b	57b	83a
Karmen M.S.	4c	6bc	8b	45a
Letny briz	55c	61b	68a	73a
Strigunovsky mestnyi	45b	48b	51b	87a
April	45c	51bc	55b	82a
Shtutgarter Rizen	21c	52b	67a	69a
Myachkovsky 300	4d	22c	35b	85a
Danilovsky 301	50d	76c	83b	94a
Khaltsedon	0b	0b	0b	8a
Ellan	23c	26c	46b	53a

*Different letters on the same line indicate statistically significant differences.

Влияние концентрации бактерий на энергию прорастания. Как показано на рис. 1, на 5-й день наблюдений различные концентрации инокулята влияли ($p < 0,05$) на энергию прорастания 12 сортов лука. Концентрация инокулята и энергия прорастания были обратно пропорциональны, т.е. увеличение концентрации бактерий соответствовало низкой всхожести семян лука. Самая высокая концентрация инокулята оказала наибольшее влияние на 3 сорта, а именно Мячковский 300, Кармен МС и Халцедон с энергией прорастания 3, 2 и 0 % соответственно.

На 14-й день наблюдений все концентрации инокулята значительно снижали энергию прорастания семян у сортов лука (рис. 2). У большинства сортов самая высокая концентрация бактерий 10⁸ КОЕ/мл оказала наименьшее влияние на энергию прорастания, за ней следуют 10⁶ КОЕ/мл, а наибольшее — 10⁴ КОЕ/мл. Однако для сортов Карantanский и Халцедон не было различий во влиянии концентраций, хотя все обработки значительно отличались от контроля ($p < 0,05$). Энергия прорастания была выше в контроле на 2...8 % на сорте Халцедон по сравнению с обработанными бактериями.

Результаты исследований показали, что три концентрации бактерий значительно подавляли прорастание семян 12 сортов лука. Автор [13] инокулировал семена перца и томата *Xanthomonas campestris vesicatoria* и отметил, что ингибирование прорастания увеличивалось с увеличением концентрации бактерий. Этот аспект наблюдался для большинства протестированных нами сортов, и результаты совпадали с [13].

Некоторые сортовые различия можно отнести к разным обработкам [14]. Есть сорта, которые одинаково реагировали на каждую концентрацию бактерий. На 5-й день учета у сортов Кармен МС и Халцедон подавление всхожести было равно-

мерным при разных концентрациях. Однако на 14-й день самая высокая концентрация, по-видимому, оказала влияние на Кармен МС, поскольку она значительно отличалась от двух других концентраций 10^6 и 10^4 КОЕ/мл. Однако у Халцедона характер прорастания не изменился, поскольку он оставался однородным при 3 концентрациях на 14-й день. Можно сделать вывод, то сорт Халцедон является наиболее восприимчивым к *X. euvesicatoria* pv. *allii*.

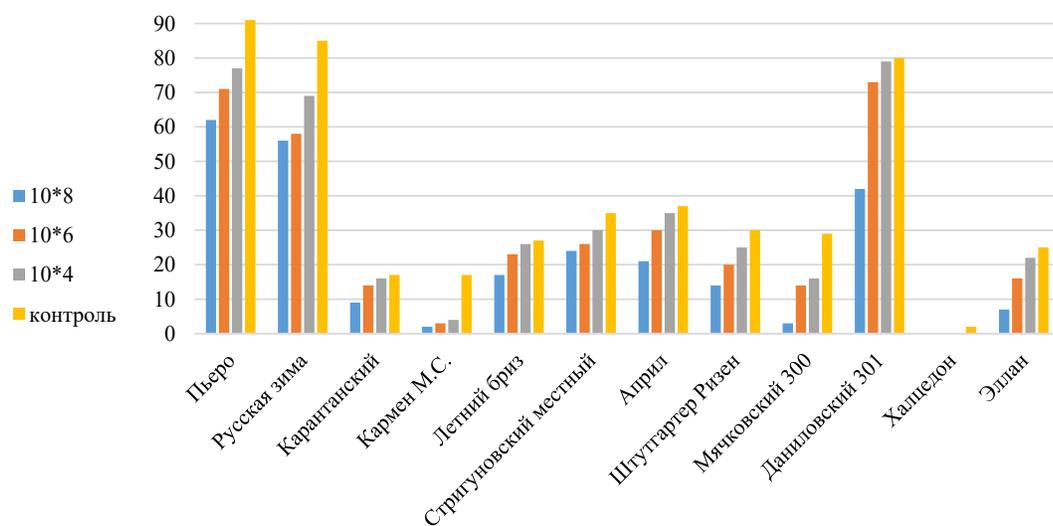


Рис. 1. Энергия прорастания при различных концентрациях на 5-й день наблюдений, %
Источник: сделано авторами

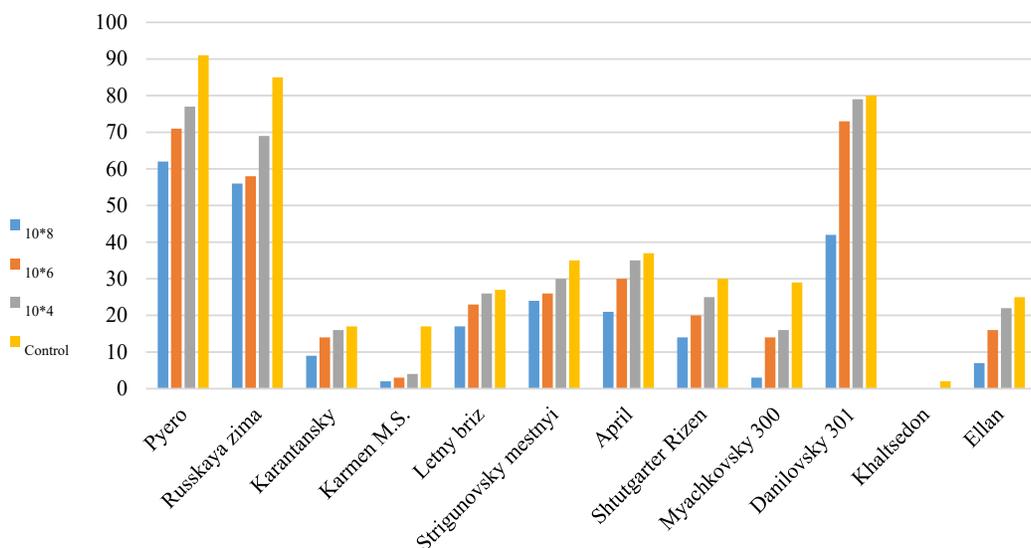


Fig. 1. Germination rate at various bacteria concentrations on the 5th day of record, %
Source: made by the authors

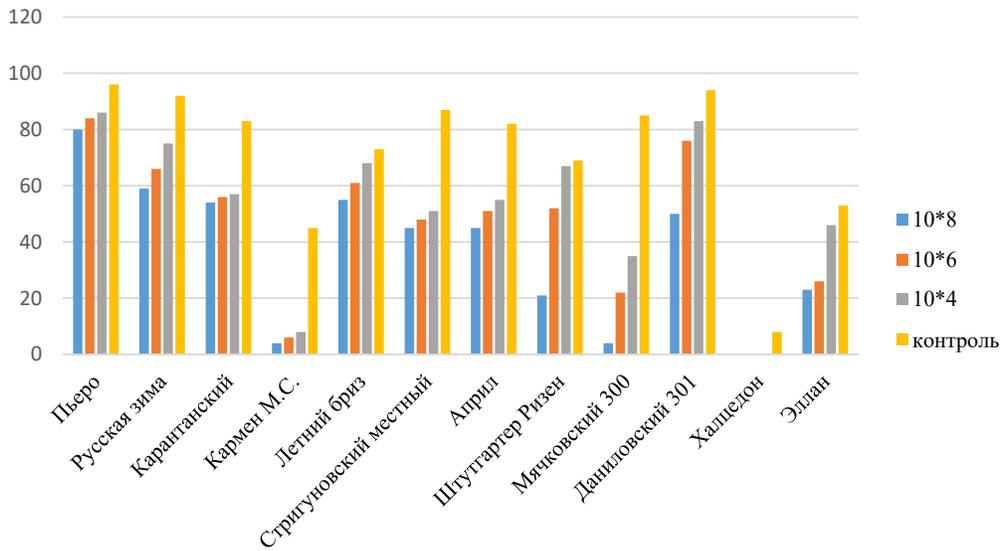


Рис. 2. Уровень прорастания при различных концентрациях бактерий на 14-й день наблюдений, %
 Источник: сделано авторами

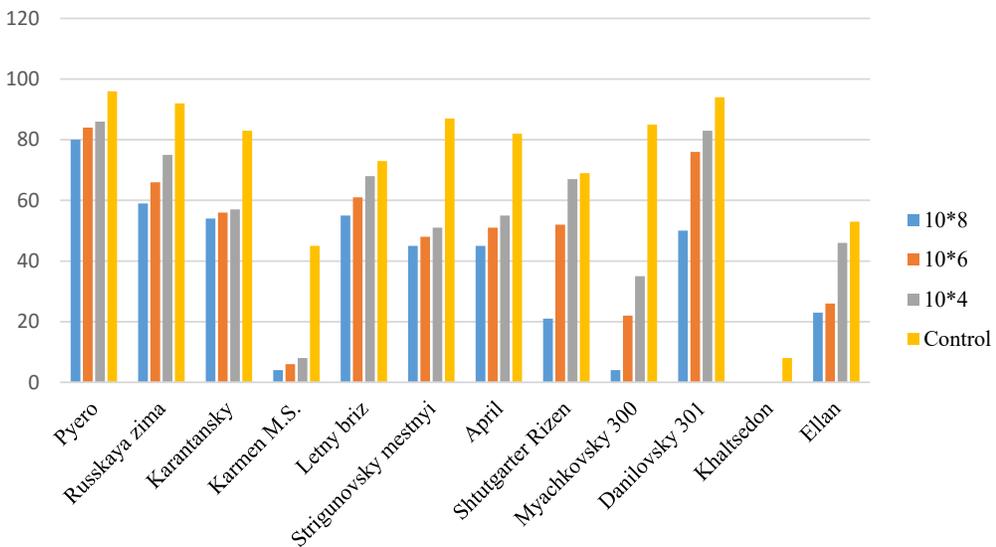


Fig. 2. Germination rate at various bacteria concentrations on the 14th day of record, %
 Source: made by the authors

На энергию прорастания семян 12 сортов влияла концентрация бактерий. В [9] упомянули о факторе *A. brasilense*, который существенно влияет на энергию прорастания *O. aegyptiaca*. Некоторые низкомолекулярные пептиды вырабатываются

бактериями, которые связываются с местом прорастания семян, влияя на прорастание в течение определенного периода времени и снижая энергию прорастания. Чем выше концентрация инокулята, тем ниже энергия прорастания сортов. Высокая концентрация инокулята совпадает с длительным ингибированием прорастания, следовательно, с низкой энергией прорастания.

Хотя энергия прорастания в целом увеличилась у большинства сортов, она не изменилась у халцедона, который оставался постоянным на нуле. Более того, тот факт, что разные концентрации оказывали однородное влияние на энергию прорастания Карантанского и Халцедона, может свидетельствовать о восприимчивости двух сортов даже при низких концентрациях. Это согласуется с выводами [7], в результате чего было доказано, что *S. hermonthica* очень чувствительна к флуоресцентным *Pseudomonas spp.* используется в исследовании. Кроме того, у Халцедона самая низкая энергия прорастания (0), что свидетельствует о высокой восприимчивости этого сорта к бактериям *X. euvesicatoria* pv. *allii*.

Заключение

Исследование показало, что бактериальная инокуляция 12 товарных сортов лука оказала значительное влияние на всхожесть и энергию прорастания. У большинства сортов лука самая высокая концентрация 10^8 КОЕ/мл бактерий вызывала самый высокий уровень ингибирования прорастания, тогда как при самой низкой концентрации 10^4 было достигнуто наименьшее ингибирование. Более того, самая высокая концентрация значительно снижала силу прорастания сортов. Показано, что самая низкая концентрация 10^4 оказывает наименьшее влияние на энергию прорастания сортов. Таким образом, результаты показывают, что присутствие бактерий в почве или питательной среде может привести к снижению всхожести и энергии прорастания семян.

Библиографический список / References

1. Nikus O, Mulugeta F. *Onion seed production techniques. A Manual for Extension Agents and Seed Producers*. Asella, Ethiopia; 2010.
2. Kadota I, Uehara K, Shinohara H, Nishiyama K. Bacterial Blight of Welsh Onion: A New Disease Caused by *Xanthomonas campestris* pv. *allii* pv. nov. *J Gen Plant Pathol*. 2000;66:310–315. doi: 10.1007/PL00012970
3. Pruvost O, Robène I, Escalon A, Leduc A, Gagnevin L, Vernière C, et al. The Dynamic World of the Genus *Xanthomonas*. In: Schwartz HF, Gent DH, Alvarez AM, Leduc A, Royer M, Vowell TS, et al. (eds.) *Virulence Mechanisms of Plant-Pathogenic Bacteria*. The American Phytopathological Society; 2016. p.381–418. doi: 10.1094/9780890544495.021
4. Robène-Soustrade I, Legrand D, Gagnevin L, Chiroleu F, Laurent A, Pruvost O. Multiplex Nested PCR for Detection of *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* from Onion Seeds. *Appl Environ Microbiol*. 2010;76(9):2697–2703. doi: 10.1128/AEM.02697–09
5. Gent DH, Schwartz HF, Ishimaru CA, Louws FJ, Cramer RA, Lawrence CB. Polyphasic Characterization of *Xanthomonas* Strains from Onion. *Phytopathology*. 2004;94(2):184–195. doi: 10.1094/PHYTO.2004.94.2.184
6. Humeau L, Roumagnac P, Picard Y, Robène-Soustrade I, Chiroleu F, Gagnevin L, et al. Quantitative and molecular epidemiology of bacterial blight of onion in seed production fields. *Phytopathology*. 2006;96(12):1345–1354. doi: 10.1094/PHYTO-96-1345

7. Ahonsi MO, Berner DK, Emechebe AM, Lagoke ST. Selection of rhizobacterial strains for suppression of germination of *Striga hermonthica* (Del.) Benth. seeds. *Biological Control*. 2002;24(2):143–152. doi: 10.1016/S1049-9644(02)00019-1
8. Miché L, Bouillant ML, Rohr R, Salle G, Bally R. Physiological and Cytological Studies on the Inhibition of *Striga* Seed Germination by the Plant Growth-promoting Bacterium *Azospirillum brasilense*. *European Journal of Plant Pathology*. 2000;106:347–351. doi: 10.1023/A:1008734609069
9. Dadon T, Nun NB, Mayer AM. A factor from *Azospirillum brasilense* inhibits germination and radicle growth of *Orobanchae aegyptiaca*. *Israel Journal of Plant Sciences*. 2004;52(2):83–86. doi: 10.1560/Q3BA-8BJW-W7GH-XHPX
10. Mabrouk Y, Zourgui L, Sifi B, Delavault P, Simier P, Belhadj O. Some compatible *Rhizobium leguminosarum* strains in peas decrease infections when parasitised by *Orobanchae crenata*. *Weed Research*. 2007;47(1):44–53. doi: 10.1111/j.1365-3180.2007.00548.x
11. Patil VS. Isolation, characterization and identification of rhizospheric bacteria with the potential for biological control of *Sida acuta*. *J Environ Res Develop*. 2014;8(3):411–417.
12. Roumagnac P, Gagnevin L, Pruvost O. Detection of *Xanthomonas* sp., the Causal Agent of Onion Bacterial Blight, in Onion Seeds Using a Newly Developed Semi-selective Isolation Medium. *European Journal of Plant Pathology*. 2000;106:867–877. doi: 10.1023/A:1008743120242
13. Bashan Y. Inhibition of seed germination and root development caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in pepper and tomato. *Journal of phytopathology*. 1986;116(3):228–237. doi: 10.1111/j.1439-0434.1986.tb00915.x
14. Bashan Y, Okon Y. Inhibition of seed germination and development of tomato plants in soil infested with *Pseudomonas* tomato. *Ann Applied Biology*. 1981;98(3):413–417. doi: 10.1111/j.1744-7348.1981.tb00773.x

Об авторах:

Кавиза Ньяша Джон — аспирант, агробиотехнологический департамент, аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: njkavhiza@rocketmail.com
ORCID: 0000-0002-8505-3253

Заргар Мейсам — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, агробиотехнологический департамент, аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: zargar_m@rudn.ru
ORCID: 0000-0002-5208-0861
Scopus ID: 57203177348

Приходько Светлана Игоревна — заведующая лабораторией бактериологии, Всероссийский центр карантина растений, Российская Федерация, 140150, Быково, ул. Пограничная, д. 32; e-mail: svetlana.prik@yandex.ru
Пакина Елена Николаевна — доктор биологических наук, профессор, агробиотехнологический департамент, аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: e-pakina@yandex.ru
ORCID: 0000-0001-6493-6121
Scopus ID: 56805238100

Диаките Симбо — аспирант по защите растений, агробиотехнологический департамент, аграрно-технологический институт, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: 1042215234@pfur.ru
ORCID: 0000-0003-1462-1329
Scopus ID: 57605101300

About authors:

Kavhiza Nyasha John — PhD scholar, Department of Agrobiotechnology, Agrarian and Technological Institute, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: njkavhiza@rocketmail.com
ORCID: 0000-0002-8505-3253

Zargar Meisam — Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Agrobiotechnology, Agrarian and Technological Institute, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: zargar_m@rudn.ru

ORCID: 0000–0002–5208–0861

Scopus ID: 57203177348

Prikhodko Svetlana Igorevna — Head of the Laboratory of Bacteriology, All-Russian Plant Quarantine Center, 32 Pogranichnaya st., Bykovo, Moscow Region, 140150, Russian Federation; e-mail: svetlana.prik@yandex.ru

Pakina Elena Nikolaevna — Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Agrobiotechnology, Agrarian and Technological Institute, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: e-pakina@yandex.ru

ORCID: 0000–0001–6493–6121

Scopus ID: 56805238100

Diakite Simbo — Doctoral Student of plant protection, Department of Agrobiotechnology, Agrarian and Technological Institute, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: 1042215234@pfur.ru

ORCID: 0000–0003–1462–1329

Scopus ID: 57605101300