

МРНТИ: 34.27.01

Ж.З. УМИРАЛИЕВА*, А.А. ДЖАЙМУРЗИНА

Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева, Алматы, Казахстан

e-mail: zh.umiralieva@gmail.com

**ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ОЖОГА
БАКТЕРИЙ *ERWINIA AMYLOVORA* К АНТИБИОТИКАМ****doi:10.53729/MV-AS.2023.02.15****Аннотация**

Бактериальный ожог – одно из наиболее опасных заболеваний семечковых плодовых культур. Он является карантинным заболеванием для многих стран мира, так и для Казахстана. В настоящее время многочисленные очаги зарегистрированы на юге и юго-востоке республики, что представляет серьезную угрозу для плодового хозяйства республики.

Одним из радикальных методов борьбы, как с карантинным заболеванием, является выкорчевка деревьев, что приведет к большим экономическим издержкам и может оказаться не эффективным.

В США и странах Европы для борьбы с бактериальным ожогом долгое время применялся антибиотик стрептомицин. Он был незаменим для борьбы с данным заболеванием более 60 лет без сообщений о неблагоприятном воздействии на человека и окружающую среду. В США и Израиле, где стрептомицин долгое время был основным средством борьбы с бактериальным ожогом, у *Erwinia amylovora* выработалась устойчивость к этому антибиотику. В Европе, где данный антибиотик запрещен в растениеводстве, он применяется в тех случаях, когда прогнозируется высокий риск заболевания.

Целью наших исследований являлось оценить чувствительность бактерии *E. amylovora* к стрептомицину и другим антибиотикам в лабораторных условиях.

Результаты исследования показали, что испытанные антибиотики по бактерицидным свойствам превосходили стрептомицин. Высокие бактерицидные свойства проявили офлоксацин и цефазолин, что свидетельствует о возможности их использования против опасного карантинного заболевания бактериального ожога при риске возникновения эпифитотии, приводящей к гибели плодовых деревьев. Для этого нужны углубленные и всесторонние исследования.

Ключевые слова: бактериальный ожог плодовых, *Erwinia amylovora*, бактерицидные свойства, антибиотики, метод лунок.

Бактериальный ожог одно из наиболее опасных заболеваний семечковых плодовых культур. В настоящее время он зарегистрирован в более чем 50 странах мира [1]. В Казахстане возбудитель бактериального ожога включен в Перечень карантинных вредных организмов, ограниченно распространенных на территории Республики Казахстан [2]. Возбудителем болезни является энтеробактерия *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. Она более 30 лет присутствует в Бельгии, Израиле и других Европейских странах и ежегодно приносит большие экономические потери плодородию [3,4]. Вредность этого заболевания заключается в быстром распространении, больших потерях урожая, затратах на выкорчевку погибших и пораженных деревьев, а также на восстановление новых садов.

В настоящее время многочисленные очаги бактериального ожога зарегистрированы на юге и юго-востоке Казахстана [5,6], что представляет серьезную угрозу для плодового хозяйства республики. Особенно восприимчивы к бактериальному ожогу груша и яблоня сорта Апорт. Болезнь вызывает быструю их гибель. В настоящее время выкорчеваны целые плантации груши, что существенно сократило площадь грушевых садов.

Одним из радикальных методов борьбы с бактериальным ожогом, как карантинным заболеванием, является выкорчевка деревьев, что приведет к большим экономическим издержкам и может оказаться не эффективным.

Анализ литературы показывает, что эффективных средств борьбы с бактериальным ожогом до настоящего времени не разработано. Даже при выполнении комплексной программы химического контроля в сочетании с санитарией практически невозможно устранить бактериальный ожог. Необходимы новые и более эффективные подходы [7].

По мнению американских ученых разработка и реализация стратегии управления бактериальным ожогом должна проводиться в фазу цветения. В этот период эффективно использовать профилактический контроль антибиотиками, в частности стрептомицином [8]. Антибиотик стрептомицин применяется для борьбы с бактериальным ожогом с 1950 года и был основным средством борьбы с этим опасным заболеванием. Он был незаменим для борьбы с бактериальным ожогом более 60 лет без сообщений о неблагоприятном воздействии на здоровье человека и вредного воздействия на окружающую среду. Исследования по изучению стойкости антибиотиков в окружающей среде показали, что они активны на поверхности растений менее недели и быстро инактивируются в почве [9].

В США и Израиле, где стрептомицин долгое время был основным средством борьбы с бактериальным ожогом, у *E. amylovora* выработалась устойчивость к этому антибиотику [10]. Чтобы уменьшить возможность возникновения устойчивости к антибиотику у популяции *E. amylovora*, он применяется в случаях, когда прогнозируется высокий риск заболевания [9]. Стрептомицин, хотя запрещен в ЕС, в настоящее время используется в экстренных случаях, например в Германии и Австрии [10].

Целью наших исследований являлось оценить бактерицидные свойства стрептомицина и других антибиотиков на тест-объекте бактерии *E. amylovora*, возбудителя бактериального ожога плодовых культур.

Материалы и методы исследования

Изучение бактерицидной активности антибиотиков проводили на базе ИЦФЛА (Испытательный центр фитосанитарного лабораторного анализа) в лаборатории фитопатологии с использованием в качестве тест-объекта местного штамма бактерии *E. amylovora*, выделенного из пораженных бактериальным ожогом растений, произрастающих в районах Алматинской области. Испытывали антибиотики: тетрациклин, офлоксацин, ампициллин, цефазолин и стрептомицин в разных концентрациях. Оценку чувствительности антибиотиков проводили методом лунок, согласно методическим указаниям [11]. В лабораторных условиях в ламинарном боксе в стерильные чашки Петри разливали по 20 мл питательной среды (картофельный агар), затем засеивали суточной культурой тест объекта, концентрация суспензии 10^9 по стандарту мутности. На поверхность питательной среды, засеянной бактерией *E. amylovora*, по середине чашки Петри делали лунки диаметром 10 мм, в которые помещали испытуемый препарат соответствующей концентрации. В качестве контроля использовали воду. Чашки Петри выдерживали в течение часа при комнатной температуре, затем помещали в термостат при температуре 26°C, оптимальной для роста фитопатогенных бактерий. Через двое суток культивирования бактерий отмечали зоны подавления их роста вокруг лунок. Учет проводили, измеряя диаметр зоны ингибирования в мм.

Результаты и обсуждение

Результаты оценки чувствительности бактерии *E. amylovora* к антибиотикам стрептомицину, тетрациклину, офлоксацину, ампициллину и цефазолину представлены на рисунках 1 и 2.

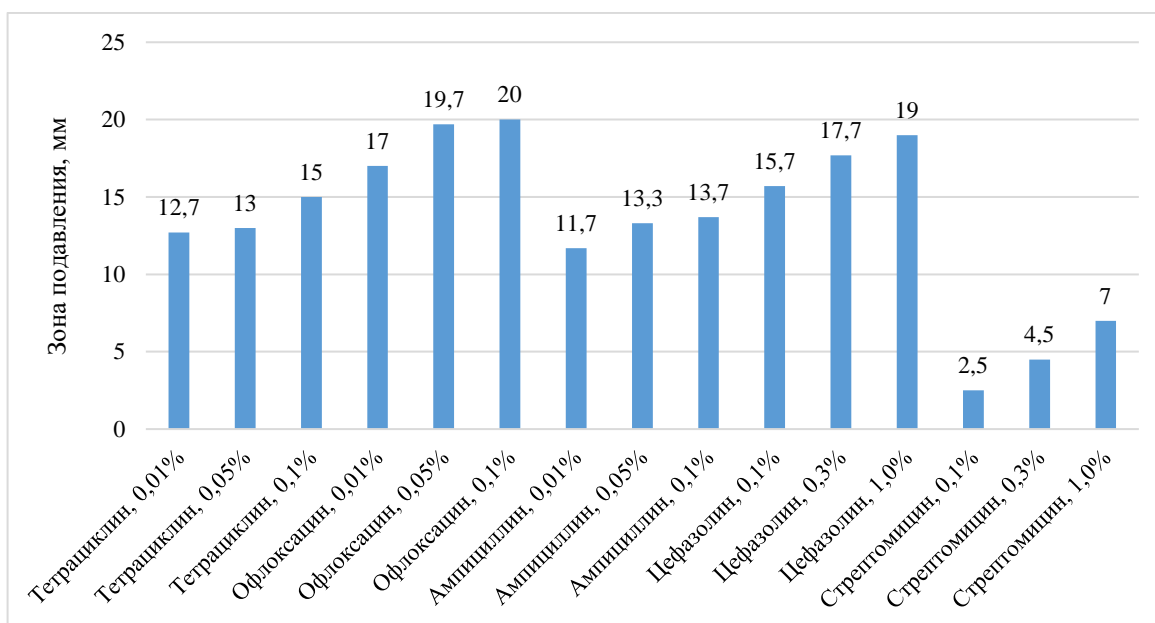


Рисунок 1 – Зоны подавления роста бактерии *E. amylovora* различными дозами антибиотиков, мм (лабораторный опыт)

Учеты зон подавления роста бактерии *E. amylovora* показали, что все они обладают бактерицидными свойствами и их эффективность зависит от концентрации препарата. Чем выше концентрация, тем более чувствителен к ним тест-объект.

Все испытанные антибиотики отличались по эффективности. Наименьшую эффективность проявил стрептомицин. В этом варианте зона подавления роста бактерий составляла 2,5 мм – 7 мм в зависимости от концентрации. Существенно не отличались по бактерицидным свойствам тетрациклин и ампициллин, где сдерживание роста бактерий в пределах 11,7 мм – 15 мм. Более чувствительна бактерия *E. amylovora* была к офлоксацину и цефазолину, где зона подавления роста тест-объекта достигала 20 мм и 19 мм соответственно, при этом наибольшую эффективность проявил офлоксацин в концентрации 0,05% и 0,1%.

Таким образом, результаты исследований показали, что все испытанные антибиотики были более эффективны, чем стрептомицин, лучшие показатели в вариантах офлоксацин и цефазолин (рисунок 2).

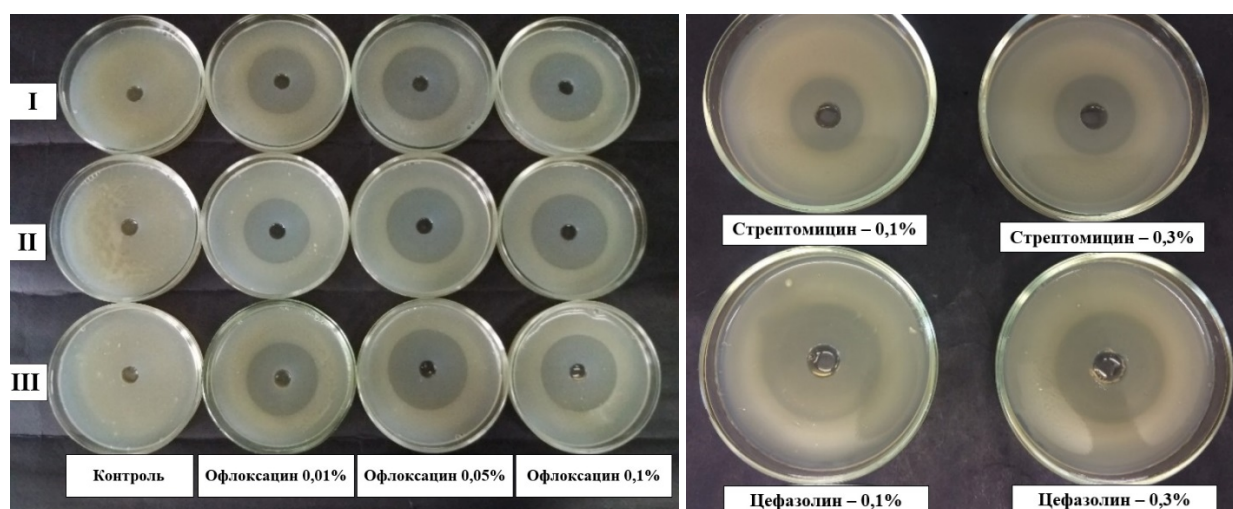


Рисунок 2 – Бактерицидные свойства антибиотиков при разных концентрациях (лабораторный опыт)

Результаты лабораторных исследований показали высокую эффективность антибиотиков офлоксацина и цефазолина против бактерии *E. amylovora*, возбудителя бактериального ожога, что свидетельствует о возможности использования их против данного заболевания.

Возбудитель бактериального ожога первоначально размножается на цветке и каждый цветок является потенциальным местом для заражения, поэтому для его предупреждения необходимо эффективное средство [12]. Использование в этот период медьсодержащих фунгицидов, которые рекомендуются против данного заболевания в высоких концентрациях [10], могут вызвать фитотоксичность, а имеющиеся биопрепараты обладают слабыми бактерицидными свойствами.

Возможно, при риске возникновения эпифитотии болезни, приводящей к гибели плодовых деревьев, для подавления очага данного карантинного заболевания и предотвращения его дальнейшего распространения следует применять высокоэффективные антибиотики. Для этого нужны более углубленные и всесторонние исследования в этом направлении.

Заключение

Результаты проведенных лабораторных исследований показали, что антибиотики офлоксацин и цефазолин обладают высокими бактерицидными свойствами в отношении бактерии *E. amylovora*, возбудителя бактериального ожога.

Финансирование

Статья подготовлена в рамках проектов по НТП (ИРН: BR06249206) «Трансферт, адаптация и внедрение передовых технологий контроля карантинных и особо опасных вредных организмов для обеспечения фитосанитарной безопасности АПК Республики Казахстан» и (ИРН: BR10764960) «Разработка и совершенствование интегрированных систем защиты плодовых, овощных, зерновых, кормовых, бобовых и карантина растений».

Литература:

- 1 Zhao Y., Tian Y., Wang L., Geng G., Zhao W., Hu B. Fire blight disease, a fast-approaching threat to apple and pear production in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 2019, 18(4): 815-820 ([https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62033-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62033-7))
- 2 Закон О карантине растений. Глава 2. Карантинные вредные организмы, ограниченно распространенные на территории РК, Приложение 1 к приказу Министра СХ РК от 30 марта 2015 года № 4–4/282. Об утверждении перечня карантинных объектов и чужеродных видов, по отношению к которым устанавливаются и осуществляются мероприятия по карантину растений, и перечня особо опасных вредных организмов (<https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500011739>)
- 3 Schoofs, H., et al. Fire blight control strategy in Belgium. *Acta Horticulturae*, 2014, 1056: 57-64 (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1056.6>).
- 4 Shtienberg, Dani, et al. The incessant battle against fire blight in pears: 30 years of challenges and successes in managing the disease in Israel. *Plant Disease*, 2014, 99.8: 1048-1058 (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1056.6>).
- 5 Drenova N.V., Isin M.M., Dzhaimurzina A.A., Zharmukhamedova G.A., Aitkulov A.K. Bacterial fire blight in the Republic of Kazakhstan. *Plant Health: Research and Practice*, 2013, 3: 44–48.
- 6 Djaimurzina, A., et al. Detection of the causative agent of fire blight – *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. in the South-East of Kazakhstan. In: *13th Int. Workshop on Fire Blight*, 2014, 1056: (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1056.18>).
- 7 Adaskaveg, J., Förster, H., Holtz, B. A., Hoffman, E., Gubler, D., & Erickson, E. Evaluation of bactericides for control of fire blight of pears and apples caused by *Erwinia amylovora*. In: *10th Int. Workshop on Fire Blight*, 2006, 704: 277–282 (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.704.39>).
- 8 Sundin G.W. Management of fire blight in humid climates in the U.S.A. In: *Int. Workshop «Fire blight: with special reference to ecological aspects and control measures»* Almaty, 2016: 26-13.
- 9 Stockwell, V. O. Overview of concerns surrounding antibiotic use for control of fire blight. In: *13th Int. Workshop on Fire Blight 1056*, 2014: 39-42 (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1056.2>).

10 Kunz, S., & Donat, C. Field results for the efficacy of fire blight control agents in the last fifteen years in Germany. In: *13th Int. Workshop on Fire Blight 1056*, 2014: 101–106 (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1056.13>).

11 Егоров Н. С. *Основы учения об антибиотиках: учебник*. М., 2004.

12 Джаймурзина А.А., Исин М.М, Копжасаров Б.К., Умиралиева Ж.З. Чувствительность фитопатогенных бактерий *Erwinia amylovora* и *Pseudomonas syringae* к медьсодержащим фунгицидам. *Мат. Межд. науч.-практ. конф. «Бактериальные и фитоплазменные болезни сельскохозяйственных культур: научные и практические аспекты»*. Москва, 2014: 33-35.

Ж.З. УМИРАЛИЕВА*, А.А. ДЖАЙМУРЗИНА

Жазкен Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ҒЗИ, Алматы, Қазақстан
e-mail: zh.umiralieva@gmail.com

БАКТЕРИЯЛЫҚ КҮЙІК АУРУЫНЫҢ ҚОЗДЫРҒЫШЫ *ERWINIA AMYLOVORA* БАКТЕРИЯЛАРЫНЫҢ АНТИБИОТИКТЕРГЕ СЕЗІМТАЛДЫҒЫ

Түйін

Бактериялық күйік – шекілдеуікті жеміс дақылдарының ең қауіпті ауруларының бірі. Бұл әлемнің көптеген елдерінде, оның ішінде Қазақстанда да, карантинді ауру болып табылады. Қазіргі уақытта еліміздің оңтүстігінде және оңтүстік-шығысында көптеген бактериялық күйік ауруының ошақтары тіркелген, бұл республиканың жеміс-жидек шаруашылығына елеулі қауіп төндіреді.

Карантиндік ауру ретінде бактериялық күйікпен күресудің радикалды әдістерінің бірі – ол ағаштарды тамырымен қопару болып табылады, бұл өз кезегінде үлкен экономикалық шығындарға әкеледі, әрі тиімді болмауы мүмкін.

Америкада және Еуропа елдерінде стрептомицин антибиотигі ұзақ уақыт бойы бактериялық күйікпен күресу үшін қолданылған. Ол 60 жылдан астам уақыт бойы, адамның және қоршаған ортаның жағымсыз әсерлері туралы хабарламасыз аталмыш аурумен күресу үшін қажет болды. Стрептомицин ұзақ уақыт бойы бактериялық күйікпен күресудің негізгі құралы болған АҚШ пен Израильде, *Erwinia amylovora* қоздырғышында осы антибиотикке төзімділікті дамытты. Бұл антибиотикке тыйым салынған Еуропада, аурудың жоғары қаупі болжанған кезде өсімдік шаруашылығында қолданылады.

Біздің зерттеулеріміздің мақсаты зертханалық жағдайда *E. amylovora* бактериясының стрептомицинге және басқа антибиотиктерге сезімталдығын бағалау болды.

Зерттеу нәтижелері бактерицидтік қасиеттері бойынша сыналған антибиотиктердің стрептомициннен жоғары екенін көрсетті. Жоғары бактерицидтік қасиеттерге офлоксацин мен цефазолин ие болғандығын көрсетті, бұл оларды жеміс ағаштарының жаппай жойылуына әкелетін эпифитотия қаупі бар қауіпті карантиндік бактериялық күйік ауруына қарсы қолдану мүмкіндігін көрсетеді. Ол үшін терең және жан-жақты зерттеулер қажет.

Кілтті сөздер: жеміс дақылдарының бактериялық күйігі; *Erwinia amylovora*; бактерицидтік қасиеттер; антибиотиктер; ұңғыма әдісі.

IRSTI: 34.27.01

Zh.Z. UMIRALIYEVA*, A.A. JAIMURZINA
Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zhazken
Zhyembayev, Almaty, Kazakhstan
e-mail: zh.umiralieva@gmail.com

SENSITIVITY OF THE FIRE BLIGHT PATHOGEN *ERWINIA AMYLOVORA* TO ANTIBIOTICS

doi:10.53729/MV-AS.2023.02.15

Abstract

Fire blight is one of the most dangerous diseases of seed fruit crops. It is a quarantine disease for many countries, including Kazakhstan. Currently, numerous outbreaks of fire blight are registered in the south and southeast of Kazakhstan, which poses a serious threat to fruit growing in the country.

One of the radical methods of combating fire blight, as a quarantine disease, is the uprooting of trees, which will lead to large economic costs and may not be effective.

In America and European countries, the antibiotic streptomycin has been used for a long time to combat fire blight. It has been indispensable for fighting fire blight for more than 60 years without reports of adverse effects on humans and the environment. In the USA and Israel, where streptomycin has long been the main means of combating fire blight, *Erwinia amylovora* has developed resistance to this antibiotic. In Europe, where this antibiotic is banned in crop production, it is used when a high risk of disease is predicted.

The aim of our research was to evaluate the sensitivity of *E. amylovora* bacteria to streptomycin and other antibiotics in the laboratory.

The results of the study showed that the tested antibiotics are superior to streptomycin in bactericidal properties. High bactericidal properties were shown by ofloxacin and cefazolin, which indicates the possibility of their use against the dangerous quarantine disease fire blight at the risk of epiphytotic disease, leading to the death of fruit trees. This requires in-depth and comprehensive research.

Keywords: fire blight; *Erwinia amylovora*; bactericidal properties; antibiotics; hole method.

Fire blight is one of the most dangerous diseases of pome fruit crops. Currently, it is registered in more than 50 countries around the world [1]. In Kazakhstan, it is included in the List of quarantine pests that are limited in the territory of the Republic of Kazakhstan [2]. The causative agent of the disease is *Enterobacteria Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. It has been present in Belgium, Israel, and other European countries for more than 30 years and annually brings great economic losses to fruit growing [3,4]. Its harmfulness lies in its rapid spread, in large crop losses, in the costs of uprooting dead and affected trees, as well as the restoration of new gardens.

Currently, numerous foci of fire blight have been registered in the south and south-east of Kazakhstan [5, 6], which poses a serious threat to the fruit growing of the republic. Pear and apple varieties of Aport are particularly susceptible to fire blight. The disease causes their rapid death. Currently, entire pear plantations have been uprooted, which has significantly reduced the area of pear orchards.

One of the radical methods of combating fire blight, as a quarantine disease, is the uprooting of trees, which will lead to large economic costs and may not be effective.

Analysis of the literature shows that no effective means of controlling fire blight have been developed to date. Even with a comprehensive program of chemical control combined with sanitation, it is almost impossible to eliminate fire blight. New and more effective approaches are needed [7].

According to American scientists, the development and implementation of fire blight management strategy should be carried out in the flowering phase. During this period, prophylactic

control with antibiotics, particularly streptomycin, is effective [8]. The antibiotic streptomycin has been used to control fire blight since 1950 and has been the primary control of this dangerous disease. It has been indispensable for the control of fire blight for over 60 years without any reported adverse effects on human health or the environment. Studies on the persistence of antibiotics in the environment have shown that they are active on the plant surface for less than a week and are rapidly inactivated in the soil [9].

In the United States and Israel, where streptomycin has long been the main treatment for fire blight, *E. amylovora* has developed resistance to this antibiotic [10]. To reduce the possibility of antibiotic resistance in the *E. amylovora* population, it is used when a high risk of disease is predicted [9]. Streptomycin, although banned in the EU, is currently used in emergency cases, for example in Germany and Austria [10].

The purpose of our studies was to evaluate the bactericidal properties of streptomycin and other antibiotics on the test-object bacterium *E. amylovora*, the causative agent of fire blight of fruit crops.

Materials and methods

The bactericidal activity of antibiotics was studied at PLATC (Phytosanitary Laboratory Analysis Testing Center) in the laboratory of phytopathology using as a test object a local strain of *E. amylovora* bacteria isolated from plants affected by fire blight, growing in areas of Almaty region. Antibiotics were tested: tetracycline, ofloxacin, ampicillin, cefazolin, and streptomycin in different concentrations. The sensitivity of antibiotics was assessed by the method of wells, according to the guidelines [11]. Under laboratory conditions, 20 ml of nutrient medium (potato agar) was poured into sterile Petri dishes in a laminar box, then seeded with a daily culture of the test object, the concentration of the suspension was 10⁹ according to the turbidity standard. On the surface of the nutrient medium seeded with the bacterium *E. amylovora*, holes with a diameter of 10 mm were made in the middle of the Petri dish, into which the test preparation of the appropriate concentration was placed. Water was used as a control. Petri dishes were kept for an hour at room temperature, then placed in a thermostat at a temperature of 26 ° C, optimal for the growth of phytopathogenic bacteria. After two days of cultivation of bacteria, zones of suppression of their growth around the wells were noted. Accounting was carried out by measuring the diameter of the inhibition zone in mm.

Results and discussion

The results of the evaluation of the sensitivity of *E. amylovora* bacteria to the antibiotics streptomycin, tetracycline, ofloxacin, ampicillin and cefazolin are presented in Figures 1 and 2.

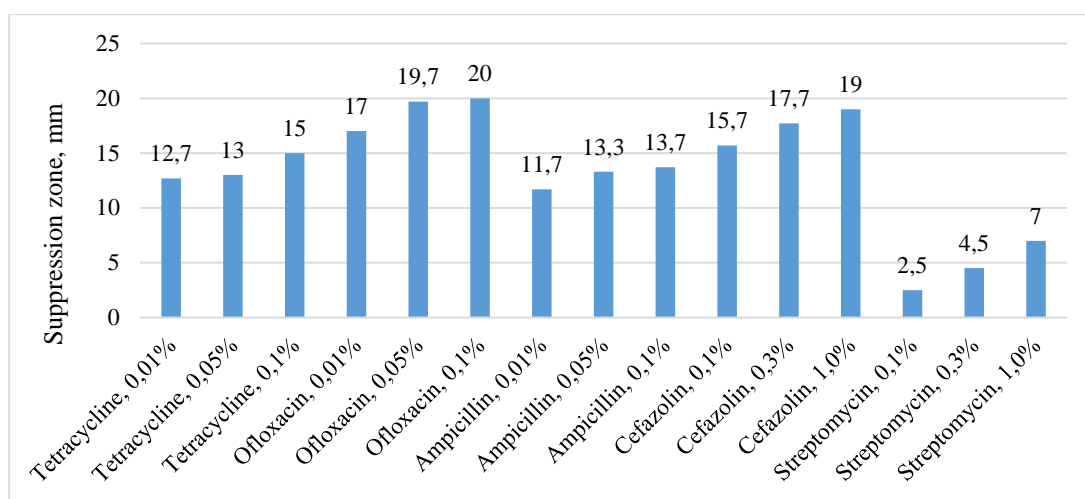


Figure 1 – Growth suppression zones of *E. amylovora* bacteria with different doses of antibiotics, mm (laboratory experience)

Studies of the growth suppression zones of *E. amylovora* bacteria showed that all of them have bactericidal properties and their efficiency depends on the concentration of the drug. The higher the concentration, the more sensitive the test object is to them.

All the antibiotics tested differed in efficacy. Streptomycin was the least effective. In this variant, the zone of bacterial growth suppression ranged from 2.5 mm to 7 mm depending on the concentration. Tetracycline and ampicillin did not differ significantly in their bactericidal properties, with bacterial growth suppression ranging from 11.7 mm to 15 mm. *E. amylovora* bacteria were more sensitive to ofloxacin and cefazolin, where the test-object growth suppression zone reached 20 mm and 19 mm, respectively with ofloxacin at a concentration of 0.05% and 0.1% being the most effective.

Thus, the results of the studies showed that all the tested antibiotics were more effective than streptomycin, the best indicators in the variants of ofloxacin, and cefazolin (Figure 2).

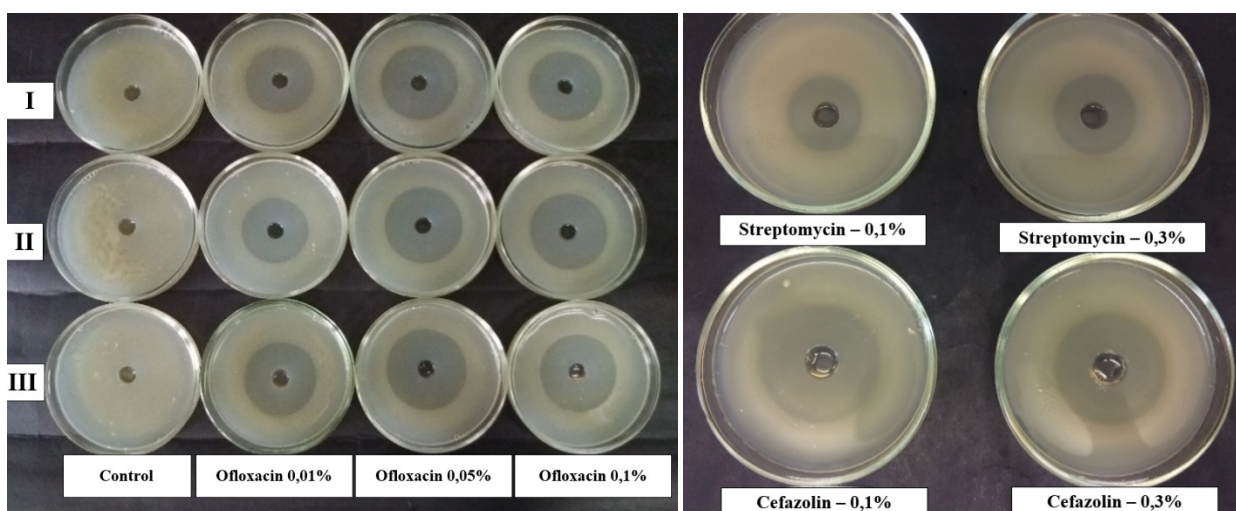


Figure 2 – Bactericidal properties of antibiotics at different concentrations (laboratory experiment)

The results of laboratory studies showed high efficacy of antibiotics ofloxacin and cefazolin against the bacterium *E. amylovora*, the causative agent of fire blight, which indicates the possibility of their use against this disease.

The causative agent of fire blight initially multiplies on the flower and each flower is a potential site of infection, so an effective remedy is needed to prevent it [12]. The use of copper-containing fungicides during this period, which are recommended against this disease in high concentrations [10], can cause phytotoxicity, and the available biopreparations have weak bactericidal properties.

Perhaps, if there is a risk of epiphytes of the disease leading to fruit-tree death, highly effective antibiotics should be used to suppress the focus of this quarantine disease and prevent its further spreading. This requires more in-depth and comprehensive research in this direction.

Conclusion

The results of the laboratory studies showed that the antibiotics ofloxacin and cefazolin have high bactericidal properties against *E. amylovora* bacteria, the causative agent of fire blight.

Funding

The article was prepared within the PTF projects (IRN: BR06249206) «Transfer, adaptation and introduction of advanced technologies for the control of quarantine and particularly dangerous organisms to ensure phytosanitary safety of the agroindustrial complex of the Republic of

Kazakhstan» and (IRN BR10764960) «Development and improvement of integrated protection systems for fruit, vegetable, grain, forage, legumes and quarantine of plant».

References:

- 1 Zhao Y., Tian Y., Wang L., Geng G., Zhao W., Hu B. Fire blight disease, a fast-approaching threat to apple and pear production in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 2019, 18(4): 815-820 ([https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62033-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62033-7))
- 2 Закон О карантине растений. Глава 2. Карантинные вредные организмы, ограниченно распространяемые на территории РК, Приложение 1 к приказу Министра SKH RK от 30 марта 2015 года № 4–4/282. Об утверждении перечня карантинных объектов и чужеродных видов, по отношению к которым устанавливаются и осуществляются меры по карантину растений, и перечня особо опасных вредных организмов (<https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500011739>)
- 3 Schoofs, H., et al. Fire blight control strategy in Belgium. *Acta Horticulturae*, 2014, 1056: 57-64 (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1056.6>).
- 4 Shtienberg, Dani, et al. The incessant battle against fire blight in pears: 30 years of challenges and successes in managing the disease in Israel. *Plant Disease*, 2014, 99.8: 1048-1058 (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1056.6>).
- 5 Drenova N.V., Isin M.M., Dzhaimurzina A.A., Zharmukhamedova G.A., Aitkulov A.K. Bacterial fire blight in the Republic of Kazakhstan. *Plant Health: Research and Practice*, 2013, 3: 44–48.
- 6 Dzhaimurzina, A., et al. Detection of the causative agent of fire blight – *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. in the South-East of Kazakhstan. In: *13th Int. Workshop on Fire Blight*, 2014, 1056: (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1056.18>).
- 7 Adaskaveg, J., Förster, H., Holtz, B. A., Hoffman, E., Gubler, D., & Erickson, E. Evaluation of bactericides for control of fire blight of pears and apples caused by *Erwinia amylovora*. In: *10th Int. Workshop on Fire Blight*, 2006, 704: 277–282 (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.704.39>).
- 8 Sundin G.W. Management of fire blight in humid climates in the U.S.A. In: *Int. Workshop «Fire blight: with special reference to ecological aspects and control measures»*, Almaty, 2016: 26-13.
- 9 Stockwell, V. O. Overview of concerns surrounding antibiotic use for control of fire blight. In: *13th Int. Workshop on Fire Blight 1056*, 2014: 39-42 (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1056.2>).
- 10 Kunz, S., & Donat, C. Field results for the efficacy of fire blight control agents in the last fifteen years in Germany. In: *13th Int. Workshop on Fire Blight 1056*, 2014: 101–106 (<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1056.13>).
- 11 Egorov N. S. Osnovy ucheniya ob antibiotikah: uchebnik. M., 2004.
- 12 Dzhaimurzina A.A., Isin M.M., Kopzhasarov B.K., Umiraliyeva ZH.Z. Chuvstvitel'nost' fitopatogennykh bakterij *Erwinia amylovora* i *Pseudomonas syringae* k med'soderzhashchim fungicidam. Mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf. «Bakterial'nye i fitoplazmennye bolezni sel'skohozyajstvennykh kul'tur: nauchnye i prakticheskie aspekty». Moskva, 2014: 33-35.