

шаруашылығы малдарын жем-шөппен қамтамсыз етудің негізгі көзі болып табылады. Осыған байланысты жайылымдардың қазіргі жай-күйін зерттеу өзекті міндет болып табылады. Батыс Қазақстан облысы жайылымдарының өсімдік және топырақ жамылғысының өзгеру дәрежесі зерттеумен анықталды. Зерттеу деректері көрсеткендей, облыс аумағында өсімдік және топырақ жамылғысының ең нашар көрсеткіштері бар жайылымдар 3 жартылай шөлейтті аймақта анықталған. Алдын ала деректер бойынша жайылымдық жерлердің жай-күйінің нашарлауының негізгі себебі ауыл шаруашылығы малдарын жаюдың жүйесіз ұйымдастырылуы болып табылады. Сонымен қатар, облыс жайылымдық алқаптарының жай-күйінің нашарлауының табиғи факторы - аридті климаттың әсерінің күшеюі болып табылады.

## RESUME

Grassland, which is the main part of the global ecosystem, occupying 37% of the Earth's Earth, makes a significant contribution to food security, providing most of the energy and protein needed by ruminants to produce meat and dairy products. As elsewhere, the problems of combating pasture degradation and the rational use of pasture ecosystems are also relevant for Western Kazakhstan. In the West Kazakhstan region, rangelands are the main sources of feed for agricultural production animals. In this regard, the study of the current state of pastures is an urgent task. Studies have established the degree of change in vegetation and soil cover of pastures in the West Kazakhstan region. According to research data, in the pasture area with the worst indicators of vegetation and soil cover installed in the territories of 3 semi-desert zones. According to preliminary data, the main reason for the deterioration of pasture conditions is the unsystematic organization of agricultural pasture animals. Along with this natural factor in the deterioration of the pasture conditions of the semi-desert zone is an increase in the influence of the arid climate.

УДК 632.3: 635.34

Орынбаев А.Т., магистр, старший преподаватель

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»,  
г.Уральск, Республика Казахстан

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СТЕБЛЕВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КАПУСТЫ К СОСУДИСТОМУ БАКТЕРИОЗУ

### Аннотация

Стеблевая устойчивость капусты к сосудистому бактериозу препятствует системному распространению патогена *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, локализуя его лишь в инфицированных листьях. В работе, проведенной в 2017-2018 гг. проводили поиск эффективных методов оценки стеблевой устойчивости в селекционном материале белокочанной капусты для селекции растений. Было показано, что как укол в пазуху листа, так и срез семядольных листьев могут быть использованы для оценки этого типа устойчивости. Однако, второй метод более производителен при массовом скрининге селекционного материала. Выявлено, что стеблевая устойчивость у линии Цр1 носит расоспецифический характер. Эта линия при всех методах инокуляции показала абсолютную устойчивость к 0, 1 и 3 -ей расам и была восприимчивой к 4-ой расе *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

**Ключевые слова:** капуста, сосудистый бактериоз, стеблевая устойчивость, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

**Введение.** Сосудистый бактериоз капусты, вызываемый *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson (*Xcc*), относится к наиболее вредоносным заболеваниям капусты белокочанной [1]. Патоген способен к сохранению в семенах, растительных остатках и сорных растениях семейства Капустные.

Возбудитель использует различные пути проникновения в растения: механические травмы растительной ткани, повреждения насекомыми и гидатоды. Нередко, в случае выращивания капусты на полях, где в предыдущие годы наблюдалось заболевание,

проникновение *Xcc* происходит через корни [2]. Распространение патогена в поле происходит с дождем, ветром, поливной водой, машинами по уходу за растениями, а при выращивании рассады – за счет верхнего полива в теплице [3].

После проникновения в растение патоген распространяется по сосудистой системе, вызывая V-образные хлорозы на периферии листовой пластинки, некрозы жилок листа и кочерыги. Это не только снижает урожай, качество и товарный вид свежей продукции, но и ухудшает лежкость в период хранения за счет снижения устойчивости к слизистому бактериозу. В условиях теплой и влажной погоды заболевание способно снижать урожай капусты до 50%.

К мерам защиты от заболевания относятся севооборот, с возвращением капусты на прежнее место не ранее чем через 2 года, диагностика зараженности семян и их протравливание, опрыскивание растений в поле с использованием биопрепаратов на основе антагонистических бактерий. Большие перспективы имеет также использование надуксусной кислоты, бактериофагов и эфирных масел [4- 6].

Возбудитель представлен несколькими физиологическими расами, к настоящему времени их известно 11. Первоначально сообщалось [7] о 5 расах (0, 1, 2, 3 и 4). Затем работой Дж. Висенте с соавторами [8] была предложена новая классификация, включающая 6 рас (1-6). Дальнейшие исследования добавили к классификации Висенте еще расы 7, 8, 9, 10 и 11 [9]. В России чаще отмечались расы 1 и 4.

Безусловно, наиболее радикальным методом защиты от этого заболевания является создание и выращивание устойчивых сортов и гибридов  $F_1$  капусты. Для этого необходим поиск источников и доноров устойчивости с учетом расового состава возбудителя, изучение характера наследования устойчивости.

Для создания искусственного инфекционного фона используют ряд методов инокуляции, включающих различные пути проникновения возбудителя. Так известно использование уколов иглой в жилку или пазуху листа, надрезание краев листьев ножницами, травмирование пинцетом с обмотанной на нем ватой, опрыскивание бактериальной суспензией растений в стадии гуттации, замачивание семян в суспензии клеток патогена, обмакивание травмированных корней рассады в суспензию перед высадкой и некоторые другие. Важным моментом при выборе метода инокуляции является установление высокой связи между оценкой устойчивости образца при искусственном заражении и степенью его поражаемости в поле на естественном инфекционном фоне. Показано, что используемые методы оценивают разные механизмы устойчивости, а результаты оценки в поле сильнее коррелируют с результатами инокуляции через гидатоды, чем через травмированные жилки [10].

Часто при наблюдении за инфицированными растениями можно наблюдать следующую картину. При одинаковой степени поражения инокулированных листьев у одних образцов быстро развивается системное поражение и все отрастающие листья проявляют симптомы заболевания, в то время как у других инокулированные листья отмирают, а проявления системного инфицирования не происходит. Это явление, впервые описанное А.Н. Игнатовым, получило название «стеблевая устойчивость» [11]. В отличие от устойчивости, реализуемой в жилках и гидатодах этот тип устойчивости способен обеспечить длительную защиту в полевых условиях и поэтому, особенно привлекателен.

К настоящему времени известно несколько методов оценки селекционного материала капусты на «стеблевую устойчивость», однако вызывает сомнение нерасоспецифический характер этого типа устойчивости.

Целью данной работы являлось сравнение эффективности методов оценки стеблевой устойчивости в селекционном материале белокочанной капусты.

**Материалы и методы.** В 2017-2018 гг. оценивали устойчивость селекционных линий Цр1, Цв9, АПТ, Нац (все из коллекции Селекционной станции имени Н.Н. Тимофеева) и гибридов  $F_1$  Тайфун и  $F_1$  Репорт к сосудистому бактериозу.

Рассаду выращивали в теплице в кассетах с размером ячейки 5,5см x 5,5см x 5,5см. Полив и подкормки проводили по мере необходимости.

Для инокуляции использовали штаммы *Xcc* 277 NZ (раса 4), Ram 1-3 (раса 3), 276 NZ (раса 1), ХУ 2-1 (раса 0) из коллекции лаборатории защиты растений РГАУ-МСХА им.

К.А. Тимирязева. Бактерии перед использованием выращивали на среде YDC в термостате при температуре 26°C в течение 48 часов. Концентрацию бактериальной суспензии измеряли при помощи денситометра (DEN – 1B, Biosan) и доводили до 10<sup>6</sup> КОЕ/мл.

Оценку листового, корневого и стеблевого типа устойчивости линий и гибридов проводили в стадии 2-3 настоящих листьев заражением через травмирование жилок, корни и стебель методами, описанными А.Н. Игнатовым, 2016.

При заражении через корни их подрезали и помещали в бактериальную суспензию плотностью 10<sup>6</sup> КОЕ/мл на 30 мин, после чего растения высаживали в кассеты.

Для оценки стеблевой устойчивости при появлении второго настоящего листа проводили укол в пазуху листа препаративной иглой, смоченной в бактериальной суспензии, либо срезали семядольный лист у основания черешка лезвием, смоченным в бактериальной суспензии.

Для оценки листовой устойчивости проводили укол в жилку препаративной иглой, смоченной в бактериальной суспензии.

Учет симптомов заболевания проводили, начиная с 10 суток после инокуляции каждые 5 дней.

**Результаты исследований.** Результаты испытания устойчивости линий и гибридов капусты к сосудистому бактериозу при инокуляции различными методами, проведенного в 2017-2018 гг. представлены в таблице 1.

Было установлено, что при инокуляции уколом в жилку листа гибриды F<sub>1</sub> Репорт и F<sub>1</sub> Тайфун восприимчивы к расам 1, 3 и 4 и не поражаются расой 0. Линии Цв9, Апт и Нац восприимчивы ко всем 4-м расам, а линия Цр 1 устойчива к трем расам (0, 1 и 3), но поражается расой 4 (таблица 1). Это подтверждает опубликованные ранее данные о расоспецифическом характере устойчивости у линии Цр 1 [12].

При испытании этих генотипов на устойчивость методами укола в пазуху листа, среза семядольного листа и замачивания корней линия Цр1 показала листовую, стеблевую и корневую устойчивость к 0, 1, 3 расам, но поражалась 4-ой. Гибрид F<sub>1</sub> Тайфун показал листовую и корневую устойчивость только к 0 расе, гибрид F<sub>1</sub> Репорт – только листовую устойчивость к 0 расе.

При инокуляции через корни линия АПТ показала устойчивость ко всем расам патогена, а линия Нац была устойчива только к 4-й расе. Остальные испытуемые селекционные образцы были восприимчивы ко всем расам Xcc при разных методах инокуляции (таблица 1).

По мнению А.Н. Игнатова, 2016 стеблевая устойчивость контролируется действием одного доминантного гена Rs (Resistance in stem) и является нерасоспецифической, стабильной при высокой температуре и проявляется при самой ранней стадии развития растений.

Полученные нами данные указывают, что данный тип устойчивости является расоспецифическим.

Оба метода оценки стеблевой устойчивости: укол в пазуху листа и срез семядольных листьев показали схожие результаты. Так при инокуляции методом среза семядольного листа линия Цр1 показала абсолютную стеблевую устойчивость к расам 0, 1 и 3, а расой 4 было поражено от 40 до 70 % растений, что также отражало картину, которая наблюдалась и при инокуляции через травмированные жилки (таблица 1).

Таблица 1. Пораженность сосудистым бактериозом растений капусты через 15 дней после инокуляции, %.

Линии и гибриды капусты	Укол в жилку				Укол в пазуху				Срез семядольного листа				Замачивание корней			
	Раса 0	Раса 1	Раса 3	Раса 4	Раса 0	Раса 1	Раса 3	Раса 4	Раса 0	Раса 1	Раса 3	Раса 4	Раса 0	Раса 1	Раса 3	Раса 4
2017 г.																
Ф1 Тайфун	0	100	100	100	80	80	90	80	40	80	90	80	0	40	20	10
Цр 1	0	0	0	100	0	0	0	20	0	0	0	70	0	0	0	10
Цв 9	100	100	100	100	90	80	70	80	100	100	100	100	60	70	70	40
Апт	100	100	100	100	70	80	65	90	70	90	70	80	20	0	10	0
Нац	100	100	100	100	70	80	75	80	40	80	100	100	60	40	20	0
2018 г.																
Ф1 Репорт	0	100	100	100	50	75	70	70	10	35	50	45	35	35	20	5
Ф1 Тайфун	0	100	100	100	40	40	70	60	10	50	70	80	0	10	0	20
Цр 1	0	0	0	100	0	0	0	55	0	0	0	40	0	0	0	0
Цв 9	100	100	100	100	80	70	80	75	100	100	100	100	45	55	50	25
Апт	100	100	100	100	60	65	65	80	90	95	60	65	0	0	0	0
Нац	100	100	100	100	40	60	55	75	90	80	70	60	20	15	5	0

С практической точки зрения представляла интерес сравнительная трудоемкость этих двух методов оценки стеблевой устойчивости при массовом скрининге селекционного материала. Средние данные хронометража, представлены на рисунке 1.

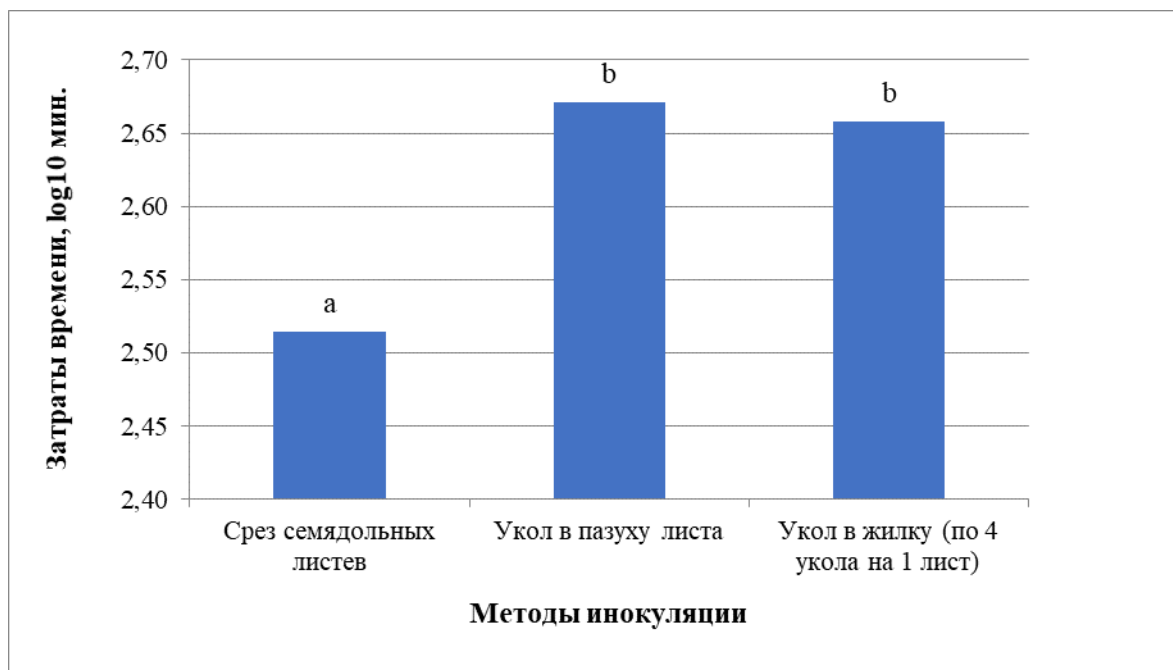


Рисунок 1 - Затраты рабочего времени, необходимого для инокуляции 110 растений рассады капусты различными методами

Результаты показали, что метод срезания семядольного листа требует значительно меньше рабочего времени по сравнению с уколом в пазуху листа при одинаковой эффективности инокуляции. Вместе с тем к недостаткам обоих способов следует отнести тот факт, что инокуляция растения возможна только одной расой. При инокуляции уколом в жилку листа растение можно инокулировать несколькими расами патогена в зависимости от числа листьев.

#### **Выводы:**

1. Показано, что укол в пазуху листа и срез семядольных листьев могут быть использованы для оценки стеблевой устойчивости. Однако, второй метод более производителен при массовом скрининге селекционного материала.

2. Выявлено, что стеблевая устойчивость у линии Цр1 носит расоспецифический характер. Эта линия показала абсолютную устойчивость при всех методах инокуляции к 0, 1 и 3 –ей расам и оказалась восприимчивой к 4-ой расе.

3. Выявлен феномен корневой устойчивости. У линии Апт, восприимчивой ко всем расам при инокуляции через укол в жилку листа, срез семядольного листа и укол в пазуху листа наблюдалось отсутствие симптомов заболевания при инокуляции травмированных корней.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1 Vicente J.G., Holub E.B. *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (cause of black rot of crucifers) in the genomic era is still a worldwide threat to brassica crops // *Molecular Plant Pathology*. - 2013. - Vol.14.1. - P. 2–18.

2 Ignatov A.N., Panchuk S.V., Vo Thi Ngok Ha, Mazurin E.S., Kromina K.A., Dzhililov F.S. Black rot of brassicas in Russia – epidemics, protection, and sources for resistant plants breeding // *Картофель и овощи*. - 2016. - № 2. - С. 15-16.

3 Roberts S.J., Hiltunen L.H., Hunter P.J., Brough J. Transmission from seed to seedling and secondary spread of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in brassica transplants: effects of dose and watering regime // *European Journal of Plant Pathology*.- 1999. - Vol.105. - P. 879–89.

4 Во Тхи Нгок Ха, Джалилов Ф.С. Антибактериальная активность эфирных масел и их использование для обеззараживания семян капусты от сосудистого бактериоза // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 2014. - Вып. 6. - С. 59-68.

5 Орынбаев А.Т., Джалилов Ф.С. Обеззараживание семян капусты от сосудистого бактериоза // Картофель и овощи. - 2018. - № 1. - С. 23-25.

6 Орынбаев А.Т., Джалилов Ф.С. Защита рассады капусты от сосудистого бактериоза // Современные технологии и средства защиты растений – платформа для инновационного освоения в АПК России: матер. междунар. науч.-практ. конф. - СПб – Пушкин, 2018. - С. 115-116.

7 Kamoun S., Kamdar H.V., Tola E., Kado C.I. Incompatible interactions between crucifers and *Xanthomonas campestris* involve a vascular hypersensitive response: Role of the hrpX locus // Mol. Plant-Microbe Interact. - 1992. - Vol. 5.1. - P. 22–33.

8 Vicente J.G., Conway J., Roberts S.J., Taylor J.D. Identification and origin of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* races and related pathovars // Phytopathology. - 2001. - Vol.91. - № 5. - P. 492–499.

9 Cruz J., Tenreiro R., Cruz L. Assessment of diversity of *Xanthomonas campestris* pathovars affecting Cruciferous plants in Portugal and disclosure of two novel *X.campestris* pv. *campestris* races // Journal of Plant Pathology. - 2017. - Vol.99.2. - P. 403-414.

10 Джалилов Ф.С., Корсак И.В., Монахос Г.Ф. Сравнение методов оценки устойчивости капусты к сосудистому бактериозу // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 1995. - Вып. 2. - С.147-153.

11 Ignatov A., Kuginuki Y., Hida K. Vascular stem resistance to black rot in *Brassica oleracea* // Can. J. Bot. - 1999. - Vol. 77. - P. 442–446.

12 Монахос Г.Ф., Во Тхи Нгок Ха, Джалилов Ф.С. Проявление симптомов сосудистого бактериоза у капустных растений с различными генами устойчивости в зависимости от концентрации инокулюма *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. - 2015. - Вып. 1. - С. 26-34.

## ТҮЙІН

Қырыққабаттың түтікті бактериозға сабақты төзімділігі *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* патогенінің жүйелі таралуына жол бермейді, оны тек залалданған жапырақтарда окшаулайды. 2017-2018 жж. жүргізілген жұмыста өсімдіктер селекциясы үшін басты капустаң селекциялық материалдарын сабақты төзімділікке бағалаудың тиімді әдістері іздестірілді. Төзімділіктің бұл түрін бағалау үшін әдейлеп залалдаған кезде жапырақтың сабақпен жанасқан қуысынан шаншу, сондай-ақ өсімдіктің тұқымжарнақ жапырағын кесу әдістерін пайдаланылу мүмкін екендігі көрсетілді. Алайда, екінші әдіс селекциялық материалдарды жаппай скрининг кезінде анағұрлым тиімді. Цр1 линиясында сабақты төзімділік патоген рәсасына байланысты екні анықталды. Бұл линияны инокуляцияның барлық әдістерінде патогеннің (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) 0, 1 және 3-ші рәсасына абсолюттік төзімділікті көрсетті және 4-ші рәсасына төзімсіз болды.

## RESUME

The «stem resistance» of cabbage to black rot prevents the systemic spreading of the pathogen *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* localized in the infected leaves. At 2017-2018, we searched for effective methods for «stem resistance» assessment in plant breeding material cabbage accessions research. It has been shown that two methods: leaf sinus pricking and the excised cotyledons assay can be used to assess this type of resistance. However, the second method is more efficient for mass screening of breeding material reaction. It is revealed that stem resistance in the line Tsr1 is race-specific. This line under all methods inoculation has shown immunity to races 0, 1, and 3, and was susceptible to race 4 of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.