

## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-4-28-34>  
УДК: 635.11:632.488

Л.Н. Тимакова\*, К.Л. Алексеева,  
Л.М. Соколова

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО) 140153, Россия, Московская область, Раменский район, д. Верея, стр. 500

## \*Автор для переписки:

ljubovtimakova@rambler.ru

**Конфликт интересов.** Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов при написании данной работы.

**Вклад авторов:** Тимакова Л.Н.: формулирование идеи, проведение исследований в полевых условиях, подготовка первоначального текста статьи. Алексеева К.Л.: информационный поиск, обобщение полученных результатов, написание и оформление текста статьи. Соколова Л.М.: выполнение лабораторных опытов, проведение учетов, подготовка фото для статьи

**Для цитирования:** Тимакова Л.Н., Алексеева К.Л., Соколова Л.М. Оценка устойчивости инбредных линий свеклы столовой к церкоспорозу (*Cercospora beticola* Sacc.) в полевых и лабораторных условиях. *Овощи России*. 2024;(4):28-34. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-4-28-34>

**Поступила в редакцию:** 15.04.2024

**Принята к печати:** 29.05.2024

**Опубликована:** 08.07.2024

Lyubov N. Timakova\*, Ksenia L. Alekseeva,  
Lyubov M. Sokolova

All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center 500, Vereya village, Ramensky urban district, Moscow region, Russia

## \*Corresponding Author:

ljubovtimakova@rambler.ru

**Conflict of interest.** The authors declare that there are no conflicts of interest.

**Authors' Contribution:** Timakova L.N.: formulation of an idea, conducting research in the field, preparation of the initial text of the article. Alekseeva K.L.: information search, generalization of the obtained results, writing the original text of an article and final design of the manuscript. Sokolova L.M.: performing laboratory experiments, accounting based on the results of experiments, preparing of photo illustrations for the article.

**For citation:** Timakova L.N., Alekseeva K.L., Sokolova L.M. Assessment of the resistance of inbred beet lines to (*Cercospora beticola* Sacc.) in field and laboratory conditions. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(4):28-34. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-4-28-34>

**Received:** 15.04.2024

**Accepted for publication:** 29.05.2024

**Published:** 08.07.2024

# Оценка устойчивости инбредных линий свеклы столовой к церкоспорозу (*Cercospora beticola* Sacc.) в полевых и лабораторных условиях

Check for updates



## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Церкоспорозная пятнистость листьев (*Cercospora beticola*) – повсеместно распространенное заболевание свеклы столовой, снижающее урожайность корнеплодов во многих регионах свеклосеяния. Ежегодные потери от церкоспороза составляют до 30-40%, а в годы эпифитотий – 50% и более. Гриб имеет сложную внутривидовую структуру, включает множество патотипов и рас, что следует учитывать при селекции на устойчивость. Основным методом создания устойчивых форм свеклы столовой к *C. beticola* является отбор церкоспоростойких линий при естественном проявлении болезни и на искусственных фонах. В условиях открытого грунта проведение оценки устойчивости свеклы столовой к церкоспорозу не всегда возможно, так как в отдельные жаркие и засушливые годы церкоспороз проявляется слабо. Поэтому для ускорения селекционного процесса важное значение имеют лабораторные методы оценки.

**Цель исследований** – провести иммунологический анализ линий свеклы столовой в полевых и лабораторных условиях для отбора устойчивого материала.

**Материал и методика.** Оценка сортообразцов свеклы столовой на устойчивость к церкоспорозу проводилась в условиях открытого грунта на базе Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства – филиале ФГБНУ ФНЦО (Московская обл.). В лабораторных условиях проводилось искусственное инфицирование отделенных листьев свеклы столовой. Объектами исследования явились инбредные линии свеклы столовой 1-6 поколения.

**Результаты и обсуждение.** В результате оценки и отбора выделены линии № 713 и 790 свеклы столовой с повышенной устойчивостью к церкоспорозу. Установлено, что для практической селекции необходимо постоянно и строго вести отбор по признаку устойчивости к церкоспорозу. В лабораторных условиях разработан метод искусственного заражения отделенных листовых пластинок, который позволяет в короткие сроки проводить предварительную оценку большого числа образцов свеклы столовой на устойчивость к церкоспорозу.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

свекла столовая, церкоспороз, селекция на устойчивость, иммунологическая оценка сортообразцов, естественный и искусственный инфекционный фон, экспресс метод оценки устойчивости

## Assessment of the resistance of inbred table beet lines to cercosporosis (*Cercospora beticola* Sacc.) in field and laboratory conditions

## ABSTRACT

**Relevance.** Cercospora leaf spot (*Cercospora beticola*) is a widespread disease of table beet that reduces the yield of root crops in many beet-growing regions. Annual losses from cercosporosis amount to 30-40%, and in the years of epiphytotic diseases – 50% or more. The fungus has a complex intraspecific structure, includes many pathotypes and races, which should be taken into account when breeding for resistance. The main method of creating resistant forms of table beet to *C. beticola* is the selection of cercospore-resistant lines in the natural manifestation of the disease and on artificial backgrounds. In open ground conditions, it is not always possible to assess the resistance of table beet to cercosporosis, since cercosporosis is weak in some hot and dry years. Therefore, laboratory assessment methods are important to accelerate the breeding process. The purpose of the research is to carry out an immunological analysis of beet lines in the field and laboratory conditions for the selection of sustainable material.

**Materials and methods.** The assessment of beet variety samples for resistance to cercospora blight was carried out in open ground conditions on the basis of the All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – branch of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center (Moscow region). In laboratory conditions, artificial infection of separated red beet leaves was carried out. The objects of the study were inbred lines of red beets of the 1<sup>st</sup>-6<sup>th</sup> generation.

**Results and discussion.** As a result of evaluation and selection, red beet lines No. 713 and 790 with increased resistance to cercospora blight were identified. It has been established that for practical breeding it is necessary to constantly and strictly select for resistance to cercospora blight. In laboratory conditions, a method of artificial infection of separated leaves has been developed, which allows for a short period of time to carry out a preliminary assessment of a large number of beetroot samples for resistance to cercospora blight.

## KEYWORDS:

table beet, cercosporosis, selection for resistance, immunological assessment of cultivars, natural and artificial infectious background, express method of resistance assessment

## Введение

Церкоспорозная пятнистость листьев (церкоспороз) – повсеместно распространенное заболевание свеклы столовой, снижающее урожайность корнеплодов во многих регионах свеклосеяния. Ежегодные потери от церкоспороза составляют до 30-40%, а в годы эпифитотий – 50% и более [1]. Усиление вредности церкоспороза свеклы столовой за последние годы в различных регионах России связано как с изменением климата, так и с широким использованием гибридов западной селекции, которые характеризуются восприимчивостью к болезням и не пригодны для длительного хранения [2, 3, 4].

Симптомы церкоспороза проявляются в виде образования на листьях нижнего и среднего яруса розетки характерных некротических пятен округлой формы 2-6 мм в диаметре с характерной каймой темно-красного или бурого цвета (рис. 1). По мере развития болезни число пятен на поверхности листовых пластин быстро увеличивается, сильно пораженные листья усыхают и отмирают. У больных растений сокращается площадь ассимиляционной поверхности, снижается интенсивность фотосинтеза, нарушаются процессы формирования корнеплодов, что приводит к недобору товарной части урожая, вызывает снижение качества корнеплодов и их сохраняемости [5,6,7].



**Рис. 1. Церкоспорозная пятнистость листьев свеклы столовой (автор фото: Тимакова Л.Н.)**  
**Fig. 1. Cercospora leaf spot of red beet (photo by Timakova L.N.)**

Возбудитель церкоспороза – фитопатогенный гриб *Cercospora beticola* Sacc., в цикле развития имеет только бесполое конидиальное спороношение. Конидии нитевидной или игловидной формы с перегородками, размером 3-5x27-250 мкм (рис. 2), переносятся на здоровые растения аэрогенным путем, вызывая их заражение [8].

Обильному спороношению *C. beticola* и быстрому распространению болезни в посевах свеклы столовой способствует теплая и влажная погода и увлажнение листовой розетки. При оптимальных условиях для прорастания конидий и внедрения инфекции – (температура воздуха +20...+25°C, относительная влажность воздуха 90%) инкубационный период



**Рис. 2. Игольчатые конидии *C. beticola* в поле зрения светового микроскопа при увеличении 16 x 40 (автор фото: Соколова Л.М.)**  
**Fig. 2. Needle-shaped conidia of *C. beticola* in the field of view of a light microscope at a magnification of 16 x 40 (photo by L.M. Sokolova)**

составляет 3 дня. Возбудитель церкоспороза *C. beticola* поражает, не только столовую свеклу, но и сахарную, свеклу кормовую, а также мангольд, шпинат и многие виды сорных растений семейства Маревые [7, 9, 10]. Зимует гриб в виде мицелия и стромовидных образований на сохраняющихся растительных остатках

Гриб имеет сложную внутривидовую структуру, включает множество патотипов и рас, что следует учитывать при селекции на устойчивость [11,12,13]. Основным методом создания устойчивых форм свеклы столовой к *C. beticola* является отбор церкоспорозоустойчивых линий при естественном проявлении болезни и на искусственных фонах. В условиях открытого грунта проведение оценки устойчивости линий свеклы столовой к церкоспорозу не всегда возможно, так как в отдельные жаркие и засушливые годы церкоспороз проявляется слабо. Поэтому для ускорения селекционного процесса важное значение имеют лабораторные методы оценки селекционного материала на устойчивость к патогену [14, 15]. Описание этих методов для свеклы столовой в литературе отсутствует, поэтому их разработка имеет важное значение.

**Цель исследований** – провести иммунологический анализ линий свеклы столовой в полевых и лабораторных условиях для отбора устойчивого материала и включения его в дальнейший селекционный процесс создания межлинейных гибридов F<sub>1</sub>, устойчивых к церкоспорозу,

## Условия, материалы и методы исследований

Оценка сортообразцов свеклы столовой на устойчивость к церкоспорозу проводилась в полевых условиях в 2018-2023 годах на базе Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства – филиале ФГБНУ ФНЦО (Московская обл.). Почва опытного участка относится к типу аллювиальных луговых, среднесуглинистая, насыщенная, влагоем-

кая. Глубина пахотного слоя – 27 см, глубина залегания грунтовых вод – более 2 м. Отличается высоким содержанием гумуса – 3,5–3,8%, близким к нейтральной реакцией солевой вытяжки – 5,5–6,1, общего азота – 0,19–0,24%, нитратного азота – 2,0–2,8 мг/100 г, содержание подвижных форм фосфора – 17,6–19,1 мг/100 г, калия – 7,0–8,2 мг/100 г соответственно.

Агроклиматические условия в годы проведения исследований были различными. В 2018 году все летние месяцы были теплыми и солнечными с неравномерным выпадением осадков. Средняя температура июля и августа составляла +20...+25 °С. Первые симптомы церкоспороза были отмечены в посевах свеклы столовой в первой декаде июля. К концу вегетационного периода распространенность болезни достигала 100%.

Погодные условия в 2020 году в целом были также благоприятными для развития болезни. Показатели атмосферных осадков в мае-июле существенно превышали среднееголетние показатели, и первые симптомы церкоспороза были отмечены в посевах свеклы столовой во второй декаде июня. В августе осадков выпало на 30-60% меньше среднееголетних значений, что замедлило распространение болезни во второй половине вегетационного периода.

В 2022 году преобладала жаркая и сухая погода. Количество выпавших осадков было значительно ниже нормы и составило в июне, июле, августе соответственно 50,8%, 87,8% и 19,9% от среднееголетних значений. Среднесуточная температура воздуха со 2-ой декады июня по 3-ю декаду августа превышала многолетнюю норму. В этих условиях развитие болезни имело депрессивный характер.

**Объектом** исследований явились односторонние инцухт линии 1-6 поколений, источниками которых стали образцы Хавская, Креолка, Монополи, Модана, 594 (табл. 1).

Таблица 1. Перечень сортообразцов инцухт линии  
Table 1. List of varieties of breeding line

№ образца	Источник – сорт, гибрид	Поколение
708	Хавская	2
713	Хавская	2
714	Креолка односемянная	1
715	Креолка односемянная	1
734	Монополи	2
736	Монополи	2
739	594-1-3	6
790	594-1-1	6
805	Модана	1



А – Отделенная листовая пластина  
(1 способ – опрыскивание суспензией спор *C. beticola*)



Б – Отделенные листья  
(2 способ – опрыскивание суспензией спор *C. beticola*)

**Рис. 3. Способы заражения отделенных листьев свеклы столовой**  
**Fig. 3. Methods for infecting separated beet leaves**



**Рис. 4. Приготовление суспензии спор *C. beticola***  
**Fig. 4. Preparation of *C. beticola* spore suspension**

Семена высевали в третьей декаде мая. Оценка поражения листовой розетки растений церкоспорозом проводили методом визуальной диагностики в фазу технической спелости корнеплодов. В работе использовали стандартную 5-балльную шкалу поражения (по Салунской (1959) [16]).

При выполнении лабораторных исследований за основу была принята методика искусственного инфицирования отделенных листовых пластин. Выборку листьев проводили в полевых условиях рендомизировано, с каждого сортообразца отбирали по 30 листьев без признаков поражения.

Материал в лабораторных условиях, отмывали от почвенных частиц и просушивали на стерильной фильтровальной бумаге в течение 3 часов до полного высыхания.

В опытах использовали два способа поддержания жизнеспособности отделенных листовых пластин.

Первый способ – раскладка листьев в лабораторные кюветы на фильтровальную бумагу (рис.3 А). Перед закладкой опыта кюветы и пленку дезинфицировали спиртом, фильтровальную бумагу стерилизовали при температуре 150°C, 2 часа. В кюветы укладывали фильтровальную бумагу, увлажняли её дистиллированной стерильной водой, затем черешок листа обматывали мокрой ватой (для предотвращения потери тургора) и раскладывали в кюветы.

Второй способ – размещение листовых пластин в лабораторных пробирках на гидрогеле (рис. 3 Б). Перед закладкой опыта в пробирки насыпали гидрогель по 0,1 г, затем заливали дистиллированную стерильную воду и оставляли на сутки для набухания. По истечении времени в пробирки с гелем помещали листовые пластины.

Для приготовления суспензии спор *C. beticola* использовали листья свеклы столовой, сильно пораженные церкоспорозом. Идентификацию

гриба проводили в поле зрения светового микроскопа. Пораженные листья резали на мелкие фракции, помещали в лабораторный стакан с дистиллированной стерильной водой, встряхивали на качалке в течение 1 часа, после чего центрифугированием отделяли надосадочную жидкость, содержащую споры патогена (рис. 4).

Концентрацию спор в суспензии подсчитывали в камере Горяева. Опрыскивание листовых пластин суспензией спор патогена (титр 10<sup>6</sup> спор/мл) проводили ручным пульверизатором. В контроле листья опрыскивали дистиллированной стерильной водой. Затем листовые пластины в кюветах или пробирках с гидрогелем накрывали полиэтиленовой пленкой для поддержания влажности и ставили на инкубацию в световую комнату, где поддерживалась температура воздуха +25°C.

Полевые и лабораторные учеты проводили в баллах по следующей шкале: 0 до 0,8 – практически устойчивые; 0,9–1,5 – слабовосприимчивые; 1,6–2,4 – средневосприимчивые; 2,5–3,2 – восприимчивые; 3,3– 4,0 – сильновосприимчивые.

#### Результаты исследований

Первичную оценку инбредных линий (I<sub>1</sub>-I<sub>6</sub>) свеклы столовой на поражаемость церкоспорозом проводили в 2018 году (табл. 2).

Как показали проведенные учеты, в 2018 году все образцы свеклы столовой поражились церкоспорозом. Распространённость болезни варьировала от 30% (№790) до 100% (№708, 713, 714, 715, 734). Наиболее восприимчивой к поражению церкоспорозом оказалась линия 708 со средним баллом поражения 2,5 и распространённостью болезни 100%. Ещё у 4-х образцов отмечен балл поражения 1,0-1,5 со 100% распространённостью болезни. Незначительное поражение листовой розетки церкоспорозом отмечено у номера 790 (табл. 2).

Расчет среднеарифметического значения распространённости болезни по всем изучаемым образцам, показал, что в условиях 2018 года балл поражения церкоспорозом составил 1,1.

Отбор генотипов, устойчивых к церкоспорозу в 2018 году позволил снизить средний балл поражения растений в 2020 году, в среднем по образцам до 0,3. Устойчивым к *C. beticola* оказался номер 713, у которого не выявлено признаков поражения возбудителем. Единичные пятна церкоспороза на листовой пластинке были отмечены у № 739, 790, 805 (балл поражения 0,1). Наибольший балл поражения отмечен у линий 714 (0,8) и 715 (1,0), полученные на основе сортопопуляции Креолка.

В 2022 году количество линий в номерах увеличилось и составляло от 2 (№734, №805) до 13 шт. (№715).

В результате оценки отмечено, что у линий произошло расщепление на устойчивые и восприимчивые к церкоспорозу формы. Если рассматривать

Таблица 2. Средний балл поражения листовой розетки свеклы столовой во время вегетации растений (2018, 2020, 2022 годы)  
Table 2. Average score of damage to the leaf rosette of red beets during the plant growing season (2018, 2020, 2022)

Номер линии	2018		2020		2022			
	распространенность болезни, р%	средний балл поражения	распространенность болезни, р%	средний балл поражения	распространенность болезни, р%		средний балл поражения	
					Среднее	min-max	среднее	min-max
708	100	2,5	13,3	0,13	79,5	50-100	0,8	0,5-1,0
713	100	1,0	0	0	50	0-100	0,7	0-1,0
714	100	1,0	40	0,8	71,3	50-100	0,8	0,5-1,2
715	100	1,5	18-100	0,2-1,0	85,3	87-100	0,96	0,9-1,7
734	100	1,5	39,8	0,5	57,5	25-90	0,5	0,2-0,9
736	80	0,8	20	0,4	90	60-100	0,9	0,6-0,1
739	50	0,5	13	0,1	44,3	14,5-100	0,4	0,1-1,0
790	30	0,3	6	0,1-0,2	20	0-100	0,2	0-1,1
805	50	0,5	13-26,7	0,1-0,3	40	30-50	0,4	0,3-0,5
Средняя	78,8	1,1		0,3			0,6	

средние показатели, то в целом отмечено снижение данного показателя по сравнению с 2018 годом, но увеличение по сравнению с 2020 годом.

Проведенная иммунологическая оценка не выявила невосприимчивых сортообразцов свеклы столовой. Установлено, что при отборе в полевых условиях повышается устойчивость образцов к церкоспорозу. Средний балл поражения снизился к 2020 году с 1,1 до 0,3. Но потомства линий без признаков поражения в дальнейшем не всегда полностью устойчивы к поражению патогеном. Например, линия 713, которая в 2020 году выделялась как невосприимчивая, расщепилась на невосприимчивую (балл поражения 0) и слабовосприимчивую (балл поражения от 0,5 до 1,0). В связи с этим, для практической селекции необходимо постоянно и строго вести отбор по признаку устойчивости к церкоспорозу.

В лабораторных условиях иммунологическую оценку проводили по линиям из номеров 708, 714, 715, 734. В полевых условиях линии 708-2, 714-1, 734-4 характеризовались как слабовосприимчивые

к поражению церкоспорозом с баллом поражения от 0,5 до 0,9, линия 715-2 характеризовалась как средневосприимчивая с баллом поражения церкоспорозом 1,7. В лабораторных условиях первые симптомы поражения были отмечены на 5-е сутки после инфицирования листьев в виде единичных некротических пятен (рис 5а). На 7-е сутки от момента закладки опыта, было выявлено, что на образце 734-4 некротические пятна покрывали менее 20% поверхности листовой пластины. Балл поражения этого образца составил 1,4, что позволяет считать его слабовосприимчивыми (табл. 3).

У образцов 708-2 и 714-1 наблюдалось обесцвечивание листьев, некротические пятна покрывали от 21% до 40% листовой пластины. Балл поражения у этих образцов составил 1,6-1,8, что свидетельствует об их средней восприимчивости к патогену. В лабораторных условиях наблюдали побурение листовых пластинок у номера 715-2 (рис. 5). Балл поражения у этого образца составил 2,8.

При искусственном заражении листовой пластинки балл поражения выше, по сравнению с оцен-



**Рис. 5. Симптомы церкоспороза на инфицированных листовых пластинках**  
 (А – единичные некрозы; Б – сильная степень некротизации)  
**Fig. 5. Symptoms of *Cercospora beticola* on infected leaf blades**  
 (A – single necrosis; B – severe degree of necrosis)

**Таблица 3. Оценка восприимчивости сортов свеклы столовой к церкоспорозу методом отделенных листьев**  
**Table 3. Assessment of the susceptibility of beet varieties to *Cercospora beticola* using the separated leaf method**

Наименование образца	Балл поражения	Степень восприимчивости	Симптомы
734-4	1,4	слабовосприимчивый	Листья сохраняют зеленую окраску, некротические пятна, мелкие 2-3 мм в диаметре, покрывают менее 20% поверхности листовой пластинки.
708-2	1,8	средневосприимчивый	Листья приобретают светло-зеленую и желтую окраску, некротические пятна 3-5 мм в диаметре, покрывают от 21% до 40% листовой пластинки
714-1	1,6	средневосприимчивый	-----«»-----
715-2	2,8	восприимчивый	Некроз покрывает более 40% поверхности листовой пластинки и придает ей бордово-бурую окраску

кой в полевых условиях. Это связано с тем, что в лабораторных условиях (межсезонный период) делается принудительное заражение агрессивным штаммом, который поражал свеклу столовую в период вегетации. Заражение в лаборатории проводилось при контролируемом уровне температуры и влажности. На естественном фоне сдерживающим фактором дальнейшего развития болезни могли стать погодные условия, а именно повышение температуры и снижение влажности воздуха, которые позволили снизить порог вредоносности. Результаты иммунологической оценки сортов свеклы столовой в лабораторных условиях согласуются с данными полевых испытаний на естественном инфекционном фоне. Разработанный метод искусственного заражения отделенных листовых пластин в лабораторных условиях позволяет в короткие сроки проводить предварительную оценку большого числа исходных сортов свеклы

столовой на устойчивость к церкоспорозу. Метод инфицирования отделенных листьев свеклы столовой суспензией спор *Cercospora* (с применением гидрогеля) может быть рекомендован для первичной оценки устойчивости селекционного материала, а также новых сортов и гибридов свеклы столовой.

### Выводы

Определены сорта свеклы столовой с повышенной устойчивостью и отобран линейный материал для ведения дальнейшей селекции на устойчивость к церкоспорозу. Установлено, что для практической селекции необходимо постоянно и строго вести отбор по данному признаку. Для ускорения селекционного процесса создания сортов и гибридов с повышенной устойчивостью к болезни предложен лабораторный экспресс метод оценки устойчивости селекционного материала

## • Литература

- Ахатов А.К., Ганнибал Ф.Б., Мешков Ю.И., Джалилов Ф.С., Чижов В.Н., Игнатов А.Н., Полищук В.П., Шевченко Т.П., Борисов Б.А., Стройков Ю.М., Белошاپкина О.О. Болезни и вредители овощных культур и картофеля. Москва, Товарищество научных изданий КМК, 2013. 463 с. ISBN 978-5-87317-918-3. <https://elibrary.ru/ubbgid>
- Апасов И.В., Смирнов М.А. Производственно-техническая база свекловодства России. *Сахар*. 2020;(10):26-31. <https://elibrary.ru/boeeql>
- Малько А.М. Потребность Российской Федерации в семенах сахарной свеклы – наличие и качество. *Сахарная свекла*. 2016;(3):17-19. <https://elibrary.ru/wzsuudb>
- Тимакова Л.Н., Борисов В.А., Фильрозе Н.А., Успенская О.Н., Соколова Л.М. Оценка качества сортов свеклы столовой в условиях Московской области. *Картофель и овощи*. 2020;(7):28-32. <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.83.92.004> <https://elibrary.ru/jytrroo>
- Pethybridge S.J., Sharma S., Hansen Z., Vaghefi N., Hanson L. Improving fungicide-based management of *Cercospora* leaf spot in table beet in New York, USA. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 2019;42(3):353-366.
- Sharma S., Heck D.W., Branch E., Kikkert J.R., Sarah J. *Cercospora* Leaf Spot of Table Beet. *Plant Pathology*. 2022;(22). <https://doi.org/10.1094/PHI-P-2022-02-0101>
- Pethybridge S.J., Sharma S., Hansen Z., Kikkert J.R., Olmstead D.L., Hanson L.E. Optimizing *Cercospora* leaf spot control in table beet using action thresholds and disease forecasting. *Plant Disease*. 2020;104(6):1831-1840. <https://doi.org/10.1094/pdis-02-20-0246-re>
- Knight N.L., Koenick L.B., Sharma S., Pethybridge S.J. Detection of *Cercospora beticola* and *Phoma betae* on Table Beet Seed using Quantitative PCR. *Phytopathology*. 2020;110(4):943-951. <https://doi.org/10.1094/phyto-11-19-0412-r>
- Pethybridge S.J., Vaghefi N., Kikkert J. Management of *Cercospora* Leaf Spot in Conventional and Organic Table Beet Production. *Plant Disease*. 2017;101(9):1642-1651. <https://doi.org/10.1094/pdis-04-17-0528-re>
- Heck D.W., Kikkert J.R., Hanson L., Pethybridge S.J. Development of a Sequential Sampling Plan using Spatial Attributes of *Cercospora* Leaf Spot Epidemics of Table Beet in New York. *Plant Disease*. 2021;(105):2453-2465.
- Pethybridge S.J., Vaghefi N., Kikkert J. Horticultural Characteristics and Susceptibility of Table Beet Cultivars to *Cercospora* Leaf Spot in New York. *HortTechnology*. 2017;27(4):530-538.
- Козарь Е.Г., Ветрова С.А., Енгальчева И.А., Федорова М.И. Оценка устойчивости селекционного материала свеклы столовой к церкоспорозу на фоне эпифитотии в условиях защищенного грунта Московской области. *Овощи России*. 2019;(6):124-132. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-124-132> <https://elibrary.ru/xxchhd>
- Vaghefi N., Kikkert J.R., Hay F.S., Carver G.D., Koenick L.R., Bolton M.D., Hanson L.E., Secor G.A., Pethybridge S.J. Cryptic diversity, pathogenicity, and evolutionary species boundaries in *Cercospora* populations associated with *Cercospora* leaf spot of *Beta vulgaris*. *Fungal Biol*. 2018;122(4):264-282. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2018.01.008>
- Демидова Е.С., Садыкина, Е.И., Сайчук А.И. Методы селекции томата на устойчивость к альтернариозу. Приднестровский НИИСХ, Тирасполь, 2006. 100 с.
- Стогниенко О.И., Мелькумова Е.А., Корниенко А.В. Экспресс метод лабораторного скрининга устойчивости селекционного материала сахарной свеклы к церкоспорозу // Мат-лы Всероссийской научно-практической конференции «Индукцированный иммунитет сельскохозяйственных культур – важное направление в защите растений»- Большие Вяземы, Московской области, 2006. С.113-115.
- Салунская Н.И. Пятнистость листьев, или церкоспороз. Свекловодство. Под. ред. Савченко Е.Н. Киев: ВНИС. 1959. 431 с.

## • References

- Akhatov A.K., Hannibal F.B., Meshkov Yu.I., Jalilov F.S., Chizhov V.N., Ignatov A.N., Polishchuk V.P., Shevchenko T.P., Borisov B.A., Stroikov Yu.M., Beloshapkina O.O. Diseases and pests of vegetables and potato. Moscow, Association of Scientific Publications of the KMK, 2013. 463 p. ISBN 978-5-87317-918-3. (In Russ.) <https://elibrary.ru/ubbgid>
- Apasov I.V., Smirnov M.A. Production and technical base of beet farming in Russia. *Sugar*. 2020;(10):26-31. (In Russ.) <https://elibrary.ru/boeeql>
- Malko A.M. Need of the Russian Federation in sugar beet seeds. *Sugar beet*. 2016;(3):17-19. (In Russ.) <https://elibrary.ru/wzsuudb>
- Timakova L.N., Borisov V.A., Filroze N.A., Uspenskaya O.N., Sokolova L.M. Assessment of the quality of beet varieties in the Moscow region. *Potato and vegetables*. 2020;(7):28-32. (In Russ.) <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.83.92.004> <https://elibrary.ru/jytrroo>
- Pethybridge S.J., Sharma S., Hansen Z., Vaghefi N., Hanson L. Improving fungicide-based management of *Cercospora* leaf spot in table beet in New York, USA. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 2019;42(3):353-366.
- Sharma S., Heck D.W., Branch E., Kikkert J.R., Sarah J. *Cercospora* Leaf Spot of Table Beet. *Plant Pathology*. 2022;(22). <https://doi.org/10.1094/PHI-P-2022-02-0101>
- Pethybridge S.J., Sharma S., Hansen Z., Kikkert J.R., Olmstead D.L., Hanson L.E. Optimizing *Cercospora* leaf spot control in table beet using action thresholds and disease forecasting. *Plant Dis*. 2020;104(6):1831-1840. <https://doi.org/10.1094/pdis-02-20-0246-re>
- Knight N.L., Koenick L.B., Sharma S., Pethybridge S.J. Detection of *Cercospora beticola* and *Phoma betae* on Table Beet Seed using Quantitative PCR. *Phytopathology*. 2020;110(4):943-951. <https://doi.org/10.1094/phyto-11-19-0412-r>
- Pethybridge S.J., Vaghefi N., Kikkert J. Management of *Cercospora* Leaf Spot in Conventional and Organic Table Beet Production. *Plant Disease*. 2017;101(9):1642-1651. <https://doi.org/10.1094/pdis-04-17-0528-re>
- Heck D.W., Kikkert J.R., Hanson L., Pethybridge S.J. Development of a Sequential Sampling Plan using Spatial Attributes of *Cercospora* Leaf Spot Epidemics of Table Beet in New York. *Plant Disease*. 2021;(105):2453-2465.
- Pethybridge S.J., Vaghefi N., Kikkert J. Horticultural Characteristics and Susceptibility of Table Beet Cultivars to *Cercospora* Leaf Spot in New York. *HortTechnology*. 2017;27(4):530-538.
- Kozar E.G., Vetrova S.A., Engalycheva I.A., Fedorova M.I. Evaluation of the resistance of the breeding material beetroot to *Cercospora* amid epiphytoty in greenhouses the Moscow region. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(6):124-132. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-6-124-132> <https://elibrary.ru/xxchhd>
- Vaghefi N., Kikkert J.R., Hay F.S., Carver G.D., Koenick L.R., Bolton M.D., Hanson L.E., Secor G.A., Pethybridge S.J. Cryptic diversity, pathogenicity, and evolutionary species boundaries in *Cercospora* populations associated with *Cercospora* leaf spot of *Beta vulgaris*. *Fungal Biol*. 2018;122(4):264-282. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2018.01.008>
- Demidova E.S., Sadykina, E.I., Saichuk A.I. Methods of tomato breeding for resistance to alternariasis. Pridnestrovian Research Institute, Tiraspol, 2006. 100 p. (In Russ.)
- Stognienko O.I., Melkumova E.A., Kornienko A.V. Express method of laboratory screening of the resistance of sugar beet breeding material to cercosporosis. Materials of the All-Russian scientific and practical conference "Induced immunity of agricultural crops – an important direction in plant protection"- Bolshye Vyazemye, Moscow region, 2006. pp.113-115. (In Russ.)
- Salunskaya N.I. Leaf spot, or cercosporosis. Beet growing. Ed. Savchenko E.N. Kiev: VNIS. 1959. 431 p. (In Russ.)

**Об авторах:**

**Любовь Николаевна Тимакова** – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, SPIN-код: 9553-8830, <http://orcid.org/0000-0003-3628-6728>, автор для переписки, [ljubovtimakova@rambler.ru](mailto:ljubovtimakova@rambler.ru)

**Ксения Леонидовна Алексеева** – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник, SPIN-код: 8212-0261, <https://orcid.org/0000-0001-5474-0256>, [alexenleon@yandex.ru](mailto:alexenleon@yandex.ru)

**Любовь Михайловна Соколова** – доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, [isokolova74@mail.ru](mailto:isokolova74@mail.ru), SPIN-код: 2187-0416, <https://orcid.org/0000-0001-6223-4767>

**About the Authors:**

**Lyubov N. Timakova** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, SPIN-code: 9553-8830, <http://orcid.org/0000-0003-3628-6728>, Corresponding Author, [ljubovtimakova@rambler.ru](mailto:ljubovtimakova@rambler.ru)

**Ksenia L. Alekseeva** – Dr. Sci. (Agriculture), Chief Researcher, SPIN-code: 8212-0261, <https://orcid.org/0000-0001-5474-0256>, [alexenleon@yandex.ru](mailto:alexenleon@yandex.ru)

**Lyubov M. Sokolova** – Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, [isokolova74@mail.ru](mailto:isokolova74@mail.ru), SPIN-code: 2187-0416, <https://orcid.org/0000-0001-6223-4767>