

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ БОЛЕЗНЕЙ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПОСЛЕ ФОТОАКТИВАЦИИ СЕМЯН

О.А. Подвигина, доктор сельскохозяйственных наук
М.Ю. Гаврилова

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»
e-mail: vniiss@mail.ru

***Аннотация.** Представлены результаты фитопатологического изучения корнеплодов сахарной свеклы после воздействия на посевной материал лазерным излучением. Проведение лазерной обработки семян в течение 5 и 10 минут стимулировало развитие болезней корнеплодов в полевых условиях, а увеличение времени воздействия до 15 минут снижало распространенность таких болезней, как фузариозное увядание, некроз сосудистых пучков, последствие корнееда, фузариозная гниль, парша обыкновенная и формирование дупла.*

***Ключевые слова:** сахарная свекла, лазерная обработка, распространенность и развитие корнееда и болезней корнеплодов.*

Эффект лазерной стимуляции зафиксирован на различных растительных объектах (семенах, луковичках, клубнях, вегетативных частях растений и т.д.) в широком диапазоне параметров облучения. Но его нельзя считать безусловным, то есть возникающим по самому факту действия низкоинтенсивного когерентного излучения (НКИ). Многие ученые в своих экспериментах не наблюдали усиления функциональной активности растительного организма или, наоборот, отмечали повышение ростовых и других процессов. В связи с этим установлено, что действие НКИ носит опосредованный характер. Включение тех или иных систем (репарационных, иммунных и т.п.) вызывается процессами биохимической регуляции, а лазерное воздействие лишь создает условия для усиления их активности [1].

Среди прочих стимулирующих эффектов особое значение для сельскохозяйственного производства имеет повышение устойчивости растений к дестабилизирующим факторам различной природы. Существует целый ряд экспериментальных работ, доказывающих перспективность применения лазерной обработки для повышения надежности функционирования растительных организмов. Проявляться это может на фоне различных дестабилизирующих факторов, например возбудителей болезней.

Например, семилетние исследования, проведенные А.И. Бельским [2] в Сумской области Украины, показали, что облучение семян ячменя в 3,5 раза снизило поражение растений пыльной головней и в 15–20 раз уменьшило гибель проростков ячменя, проса и гречихи от фузариоза. Использование лазера повысило устойчивость ячменя к твердой головне и корневым гнилям, пшеницы – к пыльной головне, томатов – к черному бактериозу.

Лазерная обработка семян льна-долгунца в лабораторных опытах позволила снизить их заражение плесневыми грибами с 80 % в контроле до 15 % – в опыте, а бактериями, соответственно, с 72 до 0,9–6,7 %. В полевых условиях распространенность фузариозом уменьшилась в 5 раз, антракнозом и бактериозом – в 2 раза [3]. Существует целый ряд научных публикаций, подтверждающих перспективность применения лазерной обработки для повышения устойчивости томатов к вирусу табачной мозаики в среднем на 32 %, возбудителю коричневой пятнистости – на 31–40 % [4]. Установлено также повышение устойчивости риса к пирикулярриозу [5].

Японские ученые установили, что лазерная обработка семян пшеницы усиливала адаптивные реакции проростков против стресс-факторов за счет увеличения содержания воды, белка и хлорофилла, что повышало фотосинтетическую деятельность растений и их устойчивость [6].

На сахарной свекле изучение болезней корнеплодов после фотоактивации семян лазерным излучением не проводилось. В связи с этим цель исследований состояла в изучении воздействия низкоинтенсивного когерентного излучения (НКИ) на развитие болезней растений и корнеплодов в период вегетации культуры.

Работу выполняли в лаборатории семеноводства, семеноведения и механизации семеноводческих процессов ВНИИСС. В качестве материала для исследований использовали дражированные семена гибрида РМС 127. Источником низкоинтенсивного когерентного излучения служила установка ЛОС-25А с плотностью мощности 3,185 Вт. Экспозиция лазерной обработки составляла 5, 10 и 15 минут. Контролем служили необработанные семена. Опыт закладывали в трехкратной повторности на площади 56,7 м². Норма высева составила 8 семян на 1 м.

Погодные условия вегетационных периодов 2019–2021 гг. были неблагоприятными для активного роста

и развития растений сахарной свеклы. Все годы исследований характеризовались высокой температурой воздуха и малым количеством осадков (табл. 1).

Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК) в основном колебался от слабозасушливого до очень засушливого, за исключением апреля и сентября 2021 г. (табл. 2). Но июль и август этого года были очень жаркими и сухими.

В связи с прохладной погодой в мае в годы исследований отмечалась активизация патогенов, вызывающих корнеед. Распространенность болезни молодых проростков в опытных вариантах находилась в пределах 50–72 % при уровне на контрольном варианте 54–60 %.

В зависимости от погодных условий в период исследований наблюдались различные болезни корнеплодов и их распространенность. Из литературных источников известно, что гнили сахарной свеклы преимущественно развиваются в июле, когда корнеплоды интенсивно растут и в них начинается процесс сахаронакопления [7]. В годы исследований были отмечены фузариозное увядание, некроз сосудистых пучков, последствие корнееда, фузариозная гниль, парша обыкновенная и формирование дупла (табл. 3). Но проявление данных болезней различалось по годам и зависело от многих факторов – погодных условий, фитосанитарного состояния почвы и посевов, наличия фитопатогенной микрофлоры на поверхности и внутри семени, проведения агротехнических и защитных мероприятий и т.д.

Согласно литературным данным, фузариозная гниль развивается в результате проникновения грибов рода *Fusarium* в ткани корнеплодов через механические травмы и повреждения, а также на ослабленных от плохой агротехники и погодных условий растениях. Распространенность болезни в 2020 и 2021 гг. колебалась в пределах 12,75–26,30 и 4,0–14,2 % соответственно (рис. 1).

Таблица 1. Метеорологические условия вегетационного периода сахарной свеклы по данным метеостанции ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова», 2019–2021 гг.

Месяц	Средняя температура воздуха, °С	Многолетняя температура воздуха, °С	Отклонение от средне-многолетнего значения	Сумма осадков за месяц, мм	Средне-многолетнее значение, мм	Отклонение от средне-многолетнего значения
2019 год						
апрель	10,5	9,5	1,0	30,0	48,1	-1,9
май	18,5	17,3	1,2	42,6	52,1	-9,5
июнь	23,0	21,2	1,8	22,9	62,5	-39,6
июль	20,0	23,2	-3,2	70,1	59,5	10,6
август	20,4	22,2	-1,8	13,7	73,6	-59,9
сентябрь	14,3	15,4	-1,1	27,0	45,7	-18,7
2020 год						
апрель	7,0	9,4	-2,4	15,9	52,8	-36,9
май	13,7	18,6	-4,9	50,1	59,2	-9,1
июнь	23,1	21,3	1,8	23,7	65,3	-41,6
июль	22,7	22,9	-0,2	34,5	66,6	-32,1
август	20,4	22,3	-1,9	5,7	82,3	-76,6
сентябрь	16,9	15,1	1,8	5,4	43,9	-38,5
2021 год						
апрель	9,0	9,9	-0,9	70,0	48,6	21,4
май	17,1	18,0	-0,9	39,6	57,9	-18,3
июнь	21,7	21,6	0,1	65,8	56,9	8,9
июль	25,1	23,2	1,9	19,6	63,0	-43,4
август	24,6	21,8	2,8	15,4	67,0	-51,6
сентябрь	12,4	15,3	-2,9	84,5	39,8	0,0

Проведение лазерной обработки семян в течение 5 и 10 минут стимулировало уровень распространенности болезни в годы исследований до 26,3 и 14,2 %, а повышение экспозиции фотоактивации снижало данный показатель на 8,9 и 2,3 % соответственно.

Аналогичная картина наблюдалась в процессе изучения последствий корнееда, о котором свидетельствует наличие перетяжек на корне, что характерно для растений, выживших после слабого поражения этой болезнью. Активное распространение корнееда в

Таблица 2. Гидротермический коэффициент в вегетационные периоды, 2019–2021 гг.

Месяц	2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	ГТК	Обозначение ГТК	ГТК	Обозначение ГТК	ГТК	Обозначение ГТК
апрель	1,0	слабо-засушливый	0,8	засушливый	2,6	влажный
май	0,7	очень засушливый	1,2	слабо-засушливый	0,7	засушливый
июнь	0,3	сухой	0,3	сухой	1,0	слабо-засушливый
июль	1,1	слабо-засушливый	0,5	очень засушливый	0,3	сухой
август	0,2	сухой	0,9	засушливый	0,2	сухой
сентябрь	0,6	очень засушливый	0,1	сухой	2,3	влажный



Таблица 3. Наличие болезней корнеплодов в годы исследований

Год	Болезни корнеплодов					
	фузариозная гниль	фузариозное увядание	последствие корневая	некроз сосудистых пучков	парша обыкновенная	дупло
2019	-	+	-	+	-	-
2020	+	+	+	-	-	+
2021	+	-	+	+	+	-

мечена при анализе на бактерии – наличие их увеличивалось с 65 до 120 % при определении общей инфицированности и от 172 до 437 % при внутрисеменной инфекции [8].

Фузариозное увядание корнеплодов развивается на фоне засушливых условий. В июле – сентябре 2019 и 2020 гг. установилась сухая погода, в 2021 г. июль и август также были жаркими и сухими, а сентябрь характеризовался как влажный, за месяц выпало 84,5 мм осадков (табл. 1, 2). В связи с этим в 2021 г. на опытных

вариантах не было отмечено корнеплодов с признаками фузариозного увядания. Распространенность болезни в 2019 и 2020 гг. была максимальной на контрольных вариантах и достигала 25,0 и 4,2 % соответственно (рис. 3).

Фотоактивация семян лазером снижала распространенность болезни и при экспозиции 15 минут данный показатель достигал 0 и 0,65 %.

Источником некроза сосудистых пучков являются инфекция от возбудителей корневая и оставшаяся внутри корня после его линьки.

Распространенность корневая в 2019 г. на контроле составляла 54 %, а в экспериментальных вариантах – 68,50 и 60,7 % соответственно. В 2021 г. соответственно 60; 68; 72 и 56 %. Но погодные условия 2021 г. были более влажными (за исключением июля и августа), чем в предыдущем году. Поэтому и распространенность некроза сосудистых пучков была значительно выше. Увеличение времени воздействия лазерным облучением на семена до 10 минут в 2021 г. позволило снизить распространенность болезни до 14,2 % (в контроле 31 %). При 15-ти минутном воздействии наблюдался резкий скачок распространенности, который достигал 32,4 % (рис. 4). Вероятно, воздействие НКИ стимулировало активность бактерий, что согласуется с ранее полученными данными [8].

В 2019 г. отмечено снижение распространенности болезни до 3,2 % при 15-ти минутном облучении семян лазером. В 2020 г. были замечены корнеплоды с наличием дупла в головке, которые формируются при дефиците бора в почве. Распространенность этого явления находилась в прямой зависимости от экспозиции воздействия лазера. Так, в контрольном варианте данный показатель составлял 4,55 %, с увеличением времени облучения он снижался до 3,10; 0,65 и 0 %. В 2019 и 2021 гг. не было обнаружено кор-

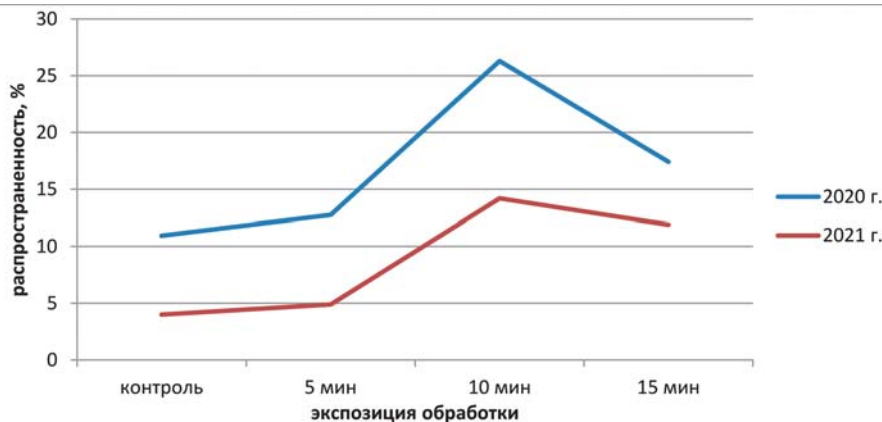


Рисунок 1. Распространенность фузариозной гнили, 2020–2021 гг.

начальный период роста растений свеклы усилило его последствие, наиболее выраженное в 2020 г., когда максимум распространенности достигал 47,43 %. Пик последствия корневая наблюдался при экспозиции обработки НКИ 10 минут, затем отмечалось резкое снижение распространенности болезни до 36,2 и 7,6 % соответственно по годам исследований (рис. 2).

Данные цифры подтверждают ранее полученные данные по изучению воздействия лазерного облучения на инфицированность семян. Было установлено, что увеличение экспозиции обработки лазером от 5 до 20 минут снижало общую и внутрисеменную инфицированность грибной микрофлорой с 74 до 65 % и со 152 до 66 % соответственно. Обратная тенденция от-

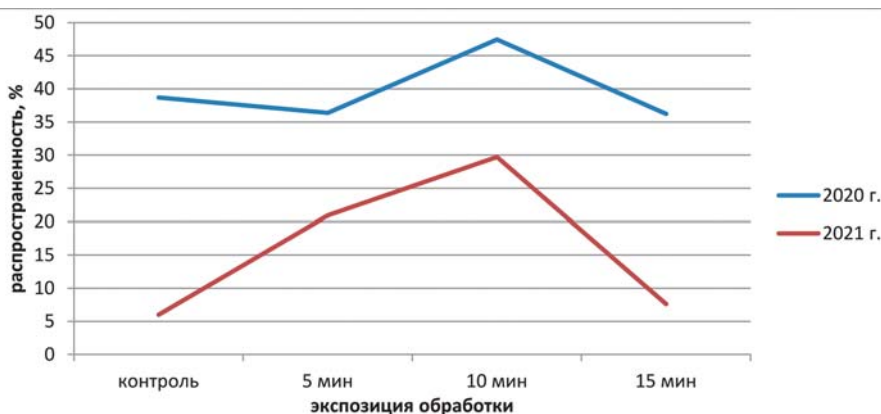


Рисунок 2. Распространенность последствия корневая, 2020–2021 гг.

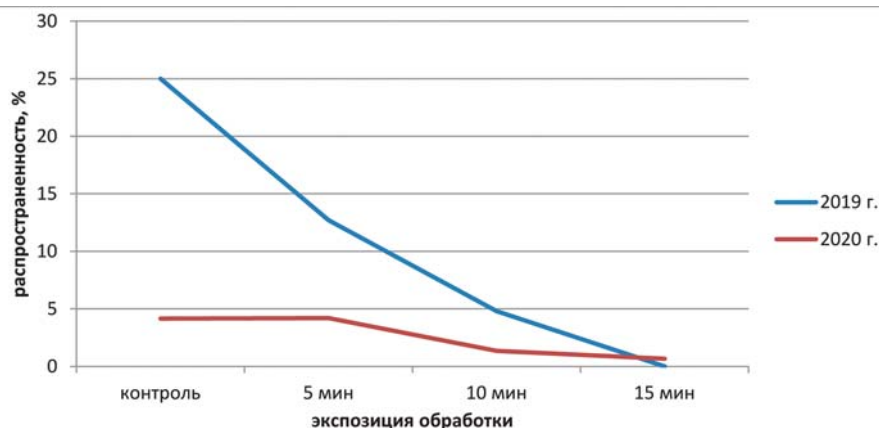


Рисунок 3. Распространенность фузариозного увядания, 2019–2020 гг.

неплодов с дуплом, поэтому делать выводы о влиянии

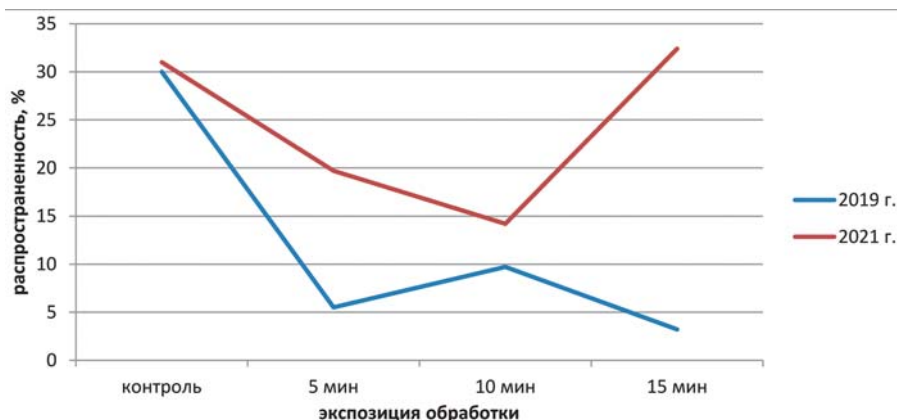


Рисунок 4. Распространенность некроза сосудистых пучков, 2019, 2021 гг.

лазерной обработки на распространенность болезни преждевременно.

При уборке опытных делянок в 2021 г. были обнаружены корнеплоды с признаками парши обыкновенной. Заражению корнеплодов актиномицетами, вызывающими ее развитие, способствовали следующие факторы: поражение корнеедом, избыточная влажность почвы, механические повреждения и кислотность почвы 7,5–8,0. Как было уже ранее описано, все благоприятные факторы для развития парши в этом году присутствовали. Поэтому распространенность болезни соответственно была в контрольном варианте 8,0 %, в экспериментальных – 1,23; 5,26 и 1,08 %. Отмечено значительное снижение распространенности болезни с увеличением времени воздействия лазерного излучения на посевной материал.

Корнеплоды, пораженные данными болезнями, при хранении в кагатах могут служить источником кагатной гнили, что значительно увеличит потери сырья и выхода сахара.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что распространенность болезней корнеплодов (фузариозное увядание, некроз

сосудистых пучков, последствие корнееда, фузариозная гниль, парша обыкновенная и формирование дупла) снижается после воздействия лазерным облучением семян с экспозицией 15 минут.

Список литературы

1. Будаговский, А.В. Лазерная стимуляция в растениеводстве; способы и технологические приемы облучения (обзорная информация) /А.В. Будаговский // Лазерные технологии в сельском хозяйстве. - М.: Техносфера, 2008. - С. 89-116.
2. Бельский, А.И. Влияние светолазерной обработки семян сельскохозяйственных культур на устойчивость растений к болезням /А.И. Бельский //Борьба с сорняками, вредителями и болезнями в интенсивном земледелии. - Горки, 1987. - С. 67-73.
3. Головки, Т.Н. О возможности применения лазерного луча в обеззараживании семян льна-долгунца /Т.Н. Головки, М.И. Андрушкин// Тез. докл. 6 Всесоюзной конф. по фотоэнергетике растений.- Львов, 1980. - С.122.
4. Грознев, В.П. Предпосевное облучение как фактор повышения устойчивости томатов против вирусной, грибковой и нематодной инфекции /В.П. Грознев, Ш.А. Якубов и др. //Тез докл. 6 Всесоюзной конф. по фотоэнергетике растений. - Львов, 1980. - С.124.
5. Журба, П.С. Авторское свидетельство № 1827744 «Способ борьбы с болезнями риса» [Текст] /П.С. Журба, С.А. Дякунчак, М.Б. Попова. - М., 19.06.1991.
6. Qiu et.al. Physiological and transcriptome analysis of He-Ne laser pretreated wheat seedling in response to drought stress. Scientific Rep. 2017/ 7(1): 1-2.
7. Стогниенко, О.И. Болезни сахарной свеклы, их возбудители / О.И. Стогниенко, Г.А. Селиванова: иллюстрированный справочник. – Воронеж: ООО «Антарес», 2008. - 112 с.
8. Подвигина, О.А. Влияние лазерного излучения на вредоносность болезней сахарной свеклы /О.А. Подвигина, О.И. Стогниенко, Е.С. Стогниенко //Сахарная свекла. - 2020. - № 3. - С.30-33.

Prevalence of diseases in sugar beet roots after seed photoactivation

О.А. Podvigina, M.Yu. Gavrilova

Summary. The results of a phytopathological study of sugar beet roots after exposure to seed material with laser radiation are presented. The laser treatment of seeds for 5 and 10 minutes stimulated the development of root diseases in the field, and an increase in the time of laser treatment to 15 minutes reduced the prevalence of such diseases as fusarium wilt, necrosis of the vascular bundles, root beetle aftiereffect, fusarium rot, common scab and hollow formation.

Key words: sugar beet, laser processing, prevalence and development of root beetles and diseases of root crops.