

114.9
187
949809

Н. Н. Лучина

Болезни льна



Н. Н. Лучина

Болезни льна



Ленинград, «Колос»
Ленинградское
отделение,
1981

949809

ВОЛОГОДСКАЯ
областная библиотека
им. И. В. Бабушкина



633.5

Л87

ББК 44.9

Л87

УДК 632.4:/633.52

Рецензенты: старшие научные сотрудники ВНИИЛа кандидаты сельскохозяйственных наук *Е. М. Корнеева* и *Т. Т. Попова*, старший агроном-фитопатолог Управления защиты растений объединения «Союзсельхозхимия» *И. Ф. Кузнецова*

Лучина Н. Н.

Л89 Болезни льна. — Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1981. — 88 с., ил. — (Б-чка по защите растений).

Ежегодно посевы льна-долгунца на значительных площадях поражаются различными болезнями: фузариозным увяданием, антракнозом, полиспорозом, пасмо, бактериозом, ржавчиной. В брошюре все болезни льна систематизируются по группам на основе биологических особенностей возбудителей. Для каждой группы приводятся особенности биологии, симптомы болезней, агротехнические и химические меры борьбы, пути создания устойчивых сортов, которые имеют большое значение в условиях концентрации посевов и специализации хозяйств. Описанные меры борьбы могут применяться во всех льносеющих районах.

Брошюра рассчитана на специалистов по защите растений.

Л 40307—029 146—81. 3803040000
035(01)—81

ББК 44.9
632

Производство льняных тканей увеличивается с каждым годом, но также увеличивается и спрос населения на них.

В сырьевом балансе текстильной промышленности льняное волокно среди натуральных волокон занимает 2-е место после хлопка и является одним из самых крепких и стойких на износ. Льняная пряжа при равнозначной толщине по прочности почти в 2 раза выше, чем хлопчатобумажная, и в 3 раза выше, чем шерстяная. Льняные ткани отличаются гигиеничностью и высокой носкостью.

В семенах льна-долгунца содержится 35..40% жира, до 20% белка. Масло используется главным образом на технические цели: для приготовления красок, лаков и олифы; оно применяется в мыловаренной, бумажной, резиновой, электротехнической и других отраслях промышленности, а также для консервирования отдельных сельскохозяйственных продуктов, в кулинарии и кондитерской промышленности. Семена льна используются в медицине. Льняной жмых идет на корм скоту, в корм идет и полова.

Придавая важное значение дальнейшему подъему льноводства и развитию промышленности, занимающейся первичной обработкой льна, ЦК КПСС и Совет Министров СССР в 1975 г. приняли постановление «Об увеличении производства и закупок льна-долгунца, улучшении его качества и о развитии промышленности по первичной переработке льна». Постановлением намечено увеличить производство и улучшить качество льнопродукции путем интенсивного развития отрасли и перевода льноводства на промышленную основу. Также поставлена задача повысить эффективность селекционной работы со льном-долгунцом в научно-исследовательских учреждениях.

Намечено осуществить мероприятия, которые позволят улучшить качество льняной соломы и тресты, разработать более эффективные агротехнические и химические меры борьбы с сорняками, вредителями и болезнями.

В настоящей работе обобщены результаты многолетних исследований автора и литературные источни-

ки по вопросам болезней льна и методам борьбы в различных направлениях: селекция устойчивых сортов, агротехнические и химические меры, большая роль отводится мероприятиям по повышению болезнеустойчивости в семеноводстве.

| Фузариоз

Распространение и вредоносность. На льне встречаются различные формы проявления фузариозов: увядание, побурение коробочек и веточек метелки, фузариоз по ржавчине.

Фузариозное увядание — самая опасная и распространенная болезнь льна, встречающаяся во всех льносеющих странах: США, Канаде, Ирландии, Бельгии, Голландии, ГДР и ФРГ, Франции, Болгарии, Чехословакии, Польше, Японии, Индии, Австралии.

В СССР это заболевание отмечено в Смоленской, Калининской, Московской, Брянской, Новгородской, Кировской, Ярославской, Ивановской, Костромской, Горьковской, Вологодской, Калужской, Псковской, Ленинградской и других областях; Краснодарском крае, УССР, БССР, Прибалтийских республиках; Башкирской АССР, Марийской АССР, Удмуртской АССР.

Причиной широкого распространения фузариозного увядания являются наличие оптимальных условий для развития возбудителя, повторные посевы или частое возвращение на прежнее поле неустойчивых сортов льна, расстил больной соломы в полях севооборота.

Например, в Шкловском районе Могилевской области в связи с высокой раснаханностью земель в хозяйствах района (77...84,3%) колхозы вынуждены производить расстил льносоломы во всех полях севооборотов, в том числе по предшественникам льна, что привело к сильному заражению почвы. В результате в 1971 г. во всех хозяйствах, производящих посевы льна сорта Светоч, проявилось сильное поражение льна фузариозным увяданием, что значительно снизило урожай семян и волокна, а также качество льнопродукции. В отдельных хозяйствах на значительных площадях посевы льна этого сорта погибли. Например, в колхозе им. Фрунзе из 315 га семенных посевов сорта Светоч II репродукции погибло и не подлежало уборке 90 га, 204 га было поражено на 60...80%. В колхозе «Заря» 20 га элитных посевов и в колхозе «Победа» 90 га III репродукции были поражены фузариозом в сильной степени (75...88%), а на 7 га лен погиб. В 1972 г. в районе сорт Светоч был заменен среднепораженными сортами Л-1120, К-6 и Вперед. В результате фузариозное увядание в последующие годы сильного вреда не причиняло.

Среди болезней льна фузариозное увядание является одной из самых вредоносных. На тех участках, где в почве встречается *Fusarium oxysporum* f. *lini*, лен может увядать с самого раннего возраста. В этом случае урожай погибает полностью. По данным Всесоюзного НИИ льна (ВНИИЛ), при сильной зараженности льна фузариозом урожай соломы снижается на 48,7%, при средней — на 13,3% и при слабой — на 9,6%. Недобор семян при сильной зараженности равен 82,6%; при средней — 32,5% и слабой — 15,1%. Выход волокна при сильной зараженности соломы снижается на 77%, средней — на 56% и слабой — на 30%. Если волокно, полученное из здоровой соломы, было оценено 20-м номером, то при слабом заражении — 17-м, среднем — 16-м, а при сильном — только 10-м (Виноградов В. П., 1934).

На Украине, по данным Житомирской опытной станции, в отдельные годы при сильном поражении урожай семян льна снижался на 8,6%, а волокна — на 38,8%, при средней степени поражения урожай семян снижался на 45,8%, волокна — на 49% (Стеценко В. А., 1969).

По данным Е. М. Корнеевой (1968), в Калининской области фузариозное увядание снижало урожай соломы на 40%, семян — на 56%, при этом качество волокна ухудшалось на 3 номера.

По нашим наблюдениям, у больных (бурых) растений снижаются семенная продуктивность и урожай соломы. У сортов со слабой степенью устойчивости потери урожая значительно выше, чем у сортов со средней и высокой степенью устойчивости (табл. 1).

Симптомы и патогенез. Возбудитель фузариозного увядания льна — гриб *Fusarium oxysporum* Schl. f. *lini* (Bilal) относится к группе *Fungi imperfecti*, порядку *Acervulales*.

Развитие гриба представлено двумя стадиями: конидиальной и хламидоспорами. Макро- и микроконидии в течение вегетации образуются в воздушном мицелии. Макроконидии по форме серповидные, эллиптически изогнутые или почти прямые, с равномерно суживающейся верхней и нижней клеткой, с ясно выраженной ножкой, с 1...2...3 перегородками, длиной 17...50 мкм.

Микроконидии одноклеточные, размером 5...12 × 2...3,5 мкм, всегда образуются в избытке. На питательной среде конидии прорастают менее чем за 2 ч.

Таблица 1. Потери урожая у различных сортов в зависимости от степени поражения фузариозным увяданием (1971—1973 гг.)

Сорт	Степень устойчивости	Развитие болезни, %	Урожайность, ц/га				Потери урожая, %	
			здоровых растений		больных растений		солома	семена
			солома	семена	солома	семена		
Светоч	Очень слабая	93,1	63,1	5,8	7,2	0,5	86,3	84,9
Т-10	То же	90,2	73,5	4,2	12,4	0,8	74,9	76,2
К-6	Средняя	49,4	66,2	5,1	32,2	2,5	25,2	24,5
Оршанский 2	»	56,9	58,8	5,8	27,4	3,5	30,8	39,6
И-7	Высокая	4,4	62,0	5,3	59,5	5,0	0,2	0,3

Макроконидии дают более одной зародышевой трубки, а микроконидии — одну.

Воздушный мицелий ватообразный (при старении становится пленчато-паутинистым), белый, иногда розово-карминово-лилового, реже светло-желтого цвета.

Перезимовывает гриб в стадии хламидоспор в растениях и почве. Они образуются обильно и бывают промежуточные или верхушечные, гладкие или шероховатые, одноклеточные, неокрашенные, имеют двойную оболочку. Хламидоспоры, которые образуются в гифах и конидиях, на концах и в середине 3-клеточной макроконидии имеют размер 25...40×3...4,5 мкм. Хламидоспоры внутренние, или полярные, эллиптической формы, 5...10 мкм в диаметре.

В условиях СССР фузариозное увядание поражает лен от всходов до созревания (рис. 1). Существует 4 типа поражения: раннее, позднее, частичное и одностороннее увядание.

Раннее увядание наблюдается на всходах уже через 6 дней после их появления. У растений семядоли загибаются внутрь, затем они бурют и отмирают. Если почва влажная, то отмершие растения покрываются белым мицелием, на котором образуется обильное спороношение. При заболевании в фазе елочки листья начинают желтеть, а стебель остается еще зеленым, затем они бурют и опадают, стебель становится также

бурым. Больные растения легко выдергиваются из почвы. Во влажную и теплую погоду у основания стебля можно наблюдать спороношение гриба.

При ранней гибели растений в поле наблюдается изреженность стеблестоя, или очажное выпадение.

Позднее увядание начинается в период цветения и продолжается до созревания льна. В это время для больных растений характерно сочетание общего некроза тканей стебля с повышенной жесткостью и хрупкостью.

Когда заражение растений происходит во время цветения, оно образует коробочки, но семена бывают щуплыми, или они вообще не завязываются.

Если заражение растений происходит незадолго до уборки, то потери семян незначительные. По сравнению со здоровыми растениями потери семян в этом случае составляют 8,3% у восприимчивых и 0,4% — у устойчивых сортов; у больных растений образуется 3 коробочки, у здоровых — в среднем 4,2; количество семян в коробочке — соответственно 6...7 и 10. При раннем и позднем увядании корни больных растений разрушаются и приобретают пепельно-серую окраску.

Частичное увядание характеризуется тем, что в ранние фазы развития отмирает главный стебель, а из боковой почки при благоприятных условиях вырастает новый здоровый стебель. Если погода прохладная, то новые побеги не заражаются, при жаркой отмирают и они. В отдельные годы частичное увядание преобладает.

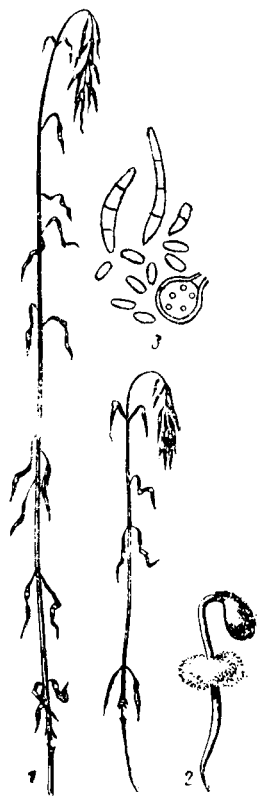


Рис. 1. Фузариозное увядание льна (по Н. А. Левину и др., 1970):

1 — увядание растения в фазе елочка и быстрого роста; 2 — проросток с фузариозным пушком; 3 — конидии и хламидоспоры

Одностороннее увядание — это разновидность позднего увядания. При одностороннем увядании половина стебля поражается и становится обесцвеченной или бурой, а половина — зеленой или желтой. Одностороннее увядание встречается повсеместно. В отдельные влажные годы число больных растений достигает 3...4%.

Из всех рассмотренных типов поражения позднее увядание (побурение стеблей) в количественном отношении в любой год преобладает по сравнению с ранним, частичным и односторонним.

Возбудитель — *F. oxysporum* f. *lini* — является почвообитающим полупаразитным грибом. При влажной погоде он образует очень много макро- и микроконидий, особенно около почвы. При неблагоприятных условиях (низкая или высокая температура, недостаток влаги и питания) образуются хламидоспоры, которые в почве или в искусственных условиях могут сохраняться длительное время.

На незараженные участки полей севооборота возбудитель фузариозного увядания может распространяться конидиями и частями мицелия с водой, ветром и животными, наиболее эффективный метод распространения — семенами и частями растений. Много конидий и частей мицелия сохраняется на щуплых и морщинистых семенах, так как они там легче удерживаются. Конидии прилипают к семенам при уборке и обмолоте. Семена восприимчивых сортов служат резерваторами инфекции. Кроме того, в семенах как примесь могут быть обломки больных растений. Основным путем распространения *F. oxysporum* f. *lini* является расстил больной соломы на здоровой почве. Развитие возбудителя в почве начинается весной при оптимальной для него температуре и влажности.

Проникновение гриба в растение происходит через корневые волоски. Исследование анатомической структуры пораженных увяданием растений (Корнеева Е. М., 1968) показало, что мицелий гриба в растениях восприимчивых сортов распространяется диффузно внутри клеток ксилемы, по которой проходят проводящие сосуды стебля. У устойчивых сортов мицелий гриба располагается чаще в клетках коровой паренхимы.

По данным Э. Гоймана (1954), возбудитель увядания растений поселяется первоначально в сосудистых

пучках и постепенно распространяется по ним кверху, но токсины, вырабатываемые ими, переносятся по растению на далекое расстояние и вызывают в периферических органах (прежде всего в листьях) глубокие патологические изменения задолго до того, как сам возбудитель попадает в соответствующую ткань. Основным токсином *F. oxysporum* f. *lini* является фузариновая кислота. Симптомы увядания растений находятся в прямой зависимости от концентрации фузариновой кислоты в растении. Пока растение находится в оптимальных условиях, защитные реакции его сдерживают образование токсинов грибка: когда же растение ослаблено, патоген начинает усиленно развиваться, происходят образование и распространение токсинов гриба, и растение увядает.

Устойчивые сорта не создают условий для образования грибом фузариновой кислоты и других токсинов. Л. В. Караджова (1965) установила, что у устойчивых сортов льна фитонцидная активность выше, чем у неустойчивых.

На развитие фузариозного увядания оказывают влияние погодные условия, почвенные факторы и физиологическое состояние растений; поэтому, чтобы осуществилось заражение и прогрессировала болезнь, необходимо благоприятное сочетание: паразит — хозяин — внешняя среда.

В пределах вида *F. oxysporum* f. *lini* отдельные изоляты отличаются по типу спороношения и росту колоний на искусственных средах, образованию микро- и макроконидий, появлению пигмента на различных средах, патогенности. Это свидетельствует о том, что у данного вида существуют физиологические расы.

Экологические факторы, влияющие на проявление болезни. Температура является одним из решающих факторов в распространении болезней. Она может определить как внутрисезонные колебания в развитии болезни, так и географическое распространение фузариозного увядания.

В наших опытах влияние температуры на рост и развитие *F. oxysporum* f. *lini* определялось на искусственной питательной среде в политермостате. Оптимальной температурой для развития этого возбудителя является 25...26°C, минимум 6...10°C, максимум выше 30°C, (табл. 2).

Таблица 2. Влияние температуры на развитие *F. oxysporum* f. *lini* (1970—1971 гг.)

Температура в термостате, °С	Размер колоний, см ² , через			Микроскопическая характеристика мицелия через 5 и 9 сут	Проросло конидий, %, через			Микроскопическая характеристика прорастания конидий через 24 ч
	3 сут	5 сут	9 сут		5 ч	7 ч	24 ч	
6...10	0,13	0,22	0,22	На 5-е сутки конидии проросли короткими проростками, образовались хламидоспоры	0,0	0,0	0,0	Нет проросших конидий
10...13	0,14	0,24	0,99	На 5-е сутки незначительный рост мицелия, образовались хламидоспоры	0,0	0,0	0,0	Единичные, чуть наклюнувшиеся конидии
16...18	0,87	3,90	9,30	На 5-е сутки мицелий развитый, образовались микроконидии	0,0	0,0	30	Ростковые трубки хорошо развиты, превышают длину конидий
-19...22	2,05	4,84	10,95	На 5-е сутки мицелий хорошо развит, масса микро- и макроконидий, на 9-е сутки образовались хламидоспоры	0,0	0,0	65,6	Активный рост грибницы, мицелий с перегородками
25...26	3,56	8,16	17,91	Мицелий хорошо развит, масса микро- и макроконидий; на 9-е сутки образовались хламидоспоры	4,4	26,7	76,6	Грибница хорошо развита, мицелий с хорошим тургором, ветвящийся
32...33	1,65	6,78	19,30	Мицелий с толстыми стенками, содержимое клеток мицелия и конидий зернистое	7,7	5,7	76,0	Мицелий ветвящийся, но содержимое зернистое

Развитие фузариозного увядания в зависимости от метеорологических условий в разные годы бывает различным. В 1967 г. единичное увядание растений в условиях Минской области было отмечено в начале июня, но сильное развитие болезни началось в III декаде июля и максимум наблюдался во II декаде августа. Метеорологические условия этого года были следующие: среднесуточная температура равнялась 14,3°C, в I декаде июня осадков выпало 17,6 мм, во II декаде — осадков выпало 4,5 мм; среднесуточная температура составила 15°C; во II декаде — соответственно 18,1 мм и 18,5°C.

В течение июля развитие фузариоза сдерживалось недостатком влаги. После обильного выпадения осадков во II и особенно в III декаде июля (56,8 мм) при среднесуточной температуре 18,9°C (21,6...27,8°C) количество увядших растений ко II декаде августа увеличилось до 66,0%.

В 1968 г. количество увядших растений в июле было значительно больше, чем в июле 1967 г., чему способствовали обильное выпадение осадков во II декаде июня и среднесуточная температура 18...20°C.

В 1969 и 1970 гг. развитие увядания было примерно одинаковым, хотя в 1969 г. в I декаде июля количество осадков почти равнялось 0, зато в предыдущей декаде их выпало больше; температура I декады июля была около 18°C; во II декаде июля температура несколько понизилась, но осадков выпало около 50 мм; с 25 июня началось сильное увядание растений.

В 1970 г. среднесуточная температура июня была выше 16°C, а июля — выше 18°C, осадки выпадали более равномерно в течение всего вегетационного периода. Начиная со II декады июня кривая увядания пошла круто вверх, и к моменту теребления количество увядших растений достигло 80%. Различие динамики проявления болезни по годам объясняется в основном изменением температурного режима в вегетационный период.

Из табл. 2 видно, что *F. oxysporum* f. *lini* при низкой температуре 6...13°C не развивается, но так же слабо при этой температуре развивается *ленинградский* тип. Низкие температуры ослабляют растения, поэтому при наступлении жаркой погоды после похолодания может наблюдаться вспышка фузариозного увядания. Влияние температуры на развитие болезни проявляется главным образом в том, что она вызывает предрасположение к заболеванию у растения-хозяина, повышает его восприимчивость.

Температура влияет и на ход болезни: с одной стороны, оказывает влияние на патоген, с другой — на растение-хозяина. Если температура сильно отклоняется от оптимальной для роста патогена, то развитие болезни может быть или замедлено, или вовсе предотвращено; если же она сильно отклоняется от оптимума в сторону повышения для роста хозяина, то и распрост-

раненность заболевания и интенсивность поражения могут возрастать. На развитие патологического процесса оказывают влияние осадки. Наибольшее развитие фузариозного увядания наблюдается при относительной влажности почвы 60%. В некоторые годы прямой зависимости между количеством увядших растений и осадками не наблюдается.

После жаркой сухой погоды с последующим обильным выпадением осадков начинается массовое отмирание растений. Фузариозное увядание в зонах возделывания льна может развиваться ежегодно. Только в зависимости от температуры и влажности вегетационного периода оно может появляться в первой или второй фазе онтогенеза.

Агротехника как экологический фактор оказывает влияние на пораженность фузариозом.

В Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева (ТСХА) в течение 1958—1962 гг. проводились опыты с удобрениями на участке 50-летней бессменной культуры льна. В результате выяснилось, что на участках с высокой плотностью микроорганизмов удобрения незначительно увеличивали фузариоустойчивость восприимчивых сортов льна. На неудобренной почве и по фону различных удобрений всегда отмечалась значительная гибель льна сорта Светоч и других неустойчивых сортов. Известкование повышало устойчивость растений к болезням, особенно тех сортов, которые на неизвесткованной почве погибали на 80...90%. Однако в годы, благоприятные для развития фузариоза, восприимчивые сорта и на известкованной почве практически полностью выпадают (Доспехов В. А., 1963).

Имеются данные Житомирской областной государственной опытной станции (Стеценко В. А., 1964) о снижении заболевания льна фузариозом при внесении фосфорных удобрений. В опытах зараженность фузариозом снизилась при рядковом внесении суперфосфата (22,5 кг/га P_2O_5), а также снизилось заболевание льна фузариозом и повысился урожай от применения марганезированного и боратовомарганезированного суперфосфата (60 кг/га P_2O_5).

По действию микроэлементов на лен и снижении заболеваний, в частности фузариозного увядания, имеется как отечественная, так и зарубежная литература.

П. С. Удинцов изучал действие меди, бора, цинка, марганца* и молибдена на устойчивость растений льна к фузариозу и на возбудителя этого заболевания. Эти химические вещества, с одной стороны, повышают устойчивость растений льна к болезням, действуя непосредственно на растение, а с другой стороны, подавляют фузариоз и другие болезни (антракноз, бактериоз), действуя на клетки этих микроорганизмов как яды, понижающие вязкость протоплазмы, вследствие чего наступает гибель клеток или физиологическая депрессия паразитов (Маленев Ф. Е., 1961).

Ю. Кин и У. Сакстон (1971) в Канаде провели серию опытов по определению влияния бора и кальция на развитие возбудителя фузариоза льна. В результате проведения лабораторных опытов выяснилось, что влияние бора на развитие патогена является, видимо; результатом его воздействия в большей степени на растение-хозяина, чем на возбудителя. Бор необходим растениям для транслокации сахаров из листьев в другие части, и недостаток его ведет к накоплению углеводов в старых листьях, что вредно отражается на развитии корней и более молодых листьев. При недостатке бора подавляется рост корней льна, они обесцвечиваются и ненормально ветвятся. Как показали результаты опытов, поражение растений фузариозом было наибольшим в варианте с низким содержанием бора. Высокие дозы кальция также значительно снижали заболевание льна фузариозом, но при условии, что снабжение растений бором было оптимальным или даже избыточным.

Физиологическая роль цинка в растениях многогранна. Цинк входит в состав ряда ферментов, принимает непосредственное участие в синтезе хлорофилла и оказывает влияние на фотосинтез и углеводный обмен. Влияние цинка на устойчивость льна-долгунца к фузариозу изучали М. С. Дунин, М. Р. Младенов (1968). Исходя из полученных результатов и сопоставляя их с имеющимися в литературе данными, можно полагать, что в вариантах без цинка или при его недостатке токсины гриба не инактивируются или инактивируются слабо. Это подтверждается тем, что сорта Л-1120 и Светоч в таких случаях сильно поражаются

* Марганец по ГОСТу 20432—75 относится к макроэлементам. (Прим. ред.).

фузариозом. Устойчивость сорта Светоч возросла при внесении цинка.

В лабораторных опытах по влиянию цинка на рост *F. oxysporum* f. *lini* было установлено, что при недостатке в почве усвояемой формы цинка растения льна сильно поражаются фузариозом; доза 2,25 мг цинка на 1 кг песка в 2...3 раза повышает устойчивость льна к фузариозному увяданию, а также тормозит рост гриба на питательной среде.

Фосфорные удобрения и их правильное соотношение с микроэлементами (цинк, медь, бор, марганец), сроки посева и другие факторы повышают жизнеспособность растений, и такие растения меньше поражаются фузариозом.

В подавлении фузариозного увядания большое значение имеет и чередование культур в севообороте. Вопрос о льноутомлении почвы в СССР был поднят А. К. Клетчиковым еще в 1923 г. Основную роль в почвенном льноутомлении играет *F. oxysporum* f. *lini*, другие виды также являются опасными, но для сильно ослабленных растений. При насыщении севооборотов льном происходит накопление вредной микрофлоры. Падение урожаев и гибель льна при бессменной культуре не имеют ничего общего со снижением плодородия; химические, физико-химические и другие свойства, характеризующие окультуренность почвы участка бессменного льна, существенно не отличаются от свойства почвы длительного севооборота (Доспехов Б. А., 1963). Поэтому главной причиной гибели льна в условиях бессменных посевов является поражение их болезнями.

Агротехнические мероприятия (улучшение качества и соблюдение сроков выполнения работ, увеличение доз удобрений, известкование, применение гербицидов, обработка семян льна ядохимикатами) несколько повышают устойчивость растений, но не устраняют основной причины гибели льна. Только возделывание устойчивых сортов спасает лен от гибели. Например, устойчивый к фузариозу сорт И-7 в течение 5 лет (1958—1962 гг.) нормально развивался на участке с полувековой монокультурой и ежегодно давал высокие урожаи семян и волокна, особенно на известкованной и хорошо удобренной почве.

Активность того или иного гриба объясняется почвенным фунгистазисом. Фунгистатические свойства поч-

вы и влияние корневых выделений различных сельскохозяйственных культур на почвенные патогенные микроорганизмы изучали А. А. Бенкен (1969), С. В. Горленко (1973) и др.

По сообщениям многих авторов, в состав корневых выделений входят минеральные и органические соединения. Корневые выделения растений оказывают влияние на почвенную микрофлору и таким образом подавляют или стимулируют ее активность.

Нас интересовал вопрос: какое влияние оказывают различные полевые культуры на проявление фузариозного увядания льна и как их корневые выделения влияют на прорастание конидий патогена.

На инфекционном фузариозном фоне (*F. oxysporum* f. *lini* на 1 г абсолютно сухой почвы приходилось 6000 колоний) были высеяны следующие культуры: лен (сорт Светоч — неустойчивый и сорт Айяги — устойчивый к фузариозному увяданию), ячмень, яровая пшеница, рожь, овес, люпин, сераделла, клевер.

За период вегетации растения сорта Светоч погибли полностью, а у сорта Айяги поражение составило только 5%. После уборки урожая корни различных предшественников выкапывали и отряхивали с них почву, затем набивали ею горшочки, которые помещали в теплице. Во все горшочки по всем предшественникам был посеян лен сорта Светоч. Температура в течение опыта колебалась от 18 до 23,5°C.

Раньше всего начали увядать растения в горшочках, где почва была взята из-под льна сорта Светоч, затем на почве из-под льна сорта Айяги (табл. 3). На 19-й и в последующие дни на этих вариантах количество отмерших растений было одинаковым. Это свидетельствует о том, что корни устойчивого и неустойчивого сорта, видимо, не выделяют фунгицидных веществ, препятствующих развитию *F. oxysporum* f. *lini*.

Сильно увядал лен также после яровой пшеницы, люпина и ячменя. Несколько меньше было увядших растений в начальной фазе развития льна на почве из-под ржи и сераделлы. Наименьшее количество увядшего льна в течение всего опыта было на почве из-под овса. После 30-дневного выращивания лен погиб почти во всех горшочках и только на почве из-под овса осталась половина растений, они были зелеными, и у них не наблюдалось признаков увядания.

Таблица 3. Влияние предшественников на проявление фузариозного увядания льна (1975—1976 гг.)

Культура, из ризосферы которой взята почва	Отмирание растений льна (сорт Светоч). % после всходов через				
	5 дней	12 дней	19 дней	26 дней	33 дня
Лен:					
сорт Светоч	2,5	73,7	91,2	100,0	100,0
сорт Айяги	0	57,5	87,5	100,0	100,0
Яровая пшеница	1,2	43,7	86,2	93,7	100,0
Ячмень	0	32,5	67,5	87,5	95,0
Рожь	0	16,2	45,0	72,5	90,0
Овес	0	11,2	27,5	41,2	52,5
Люпин	0	37,5	68,7	82,5	93,7
Сераделла	1,2	23,7	60,0	82,5	93,7

Поскольку зерновые и бобовые культуры оказали разное влияние на проявление фузариозного увядания, необходимо было выяснить роль корневых выделений этих культур. Изучение корневых выделений вышеперечисленных культур на прорастание конидий *F. oxysporum f. lini* проводили по методике С. В. Горленко (1973). За контроль брали прорастание конидий в дистиллированной воде (табл. 4).

В вытяжках корневых выделений зерновых культур, особенно овса, сильно задерживалось прорастание ко-

Таблица 4. Действие корневых выделений различных культур на прорастание конидий *F. oxysporum f. lini* (1975—1976 гг.)

Культура	Прорастание конидий. % к контролю, при разведении			
	1:1	1:3	1:7	1:15
Лен: сорт Светоч	74,3	88,7	124,7	125,0
сорт Айяги	75,3	83,7	120,8	128,9
Яровая пшеница	16,8	37,8	80,0	89,1
Ячмень	14,5	54,2	61,2	77,5
Рожь	17,1	75,5	84,4	92,4
Овес	0	6,4	16,3	41,2
Люпин	61,6	75,7	87,5	93,2
Сераделла	67,5	87,5	195,0	120,0

нидий. Прорастание же хламидоспор слабо наблюдалось в вытяжках ячменя, яровой пшеницы, люпина, но было обильным в вытяжках корней льна. Таким образом, растения льна стимулируют развитие *F. oxysporum* f. *lini*.

При повторном посеве льна по льну в те же горшочки характер поражения изменяется. Количество сохранившихся растений через 30 дней у сорта Светоч было меньшим, чем у Айяги, но разница по вариантам была значительно меньше, чем при первом посеве. Эти показатели свидетельствуют о том, что при повторном посеве льна количество *F. oxysporum* f. *lini* в почве быстро нарастает.

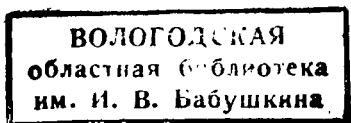
Для подавления возбудителя фузариозного увядания льна требуются многократные посевы непоражающихся культур. Корневые выделения зерновых культур, особенно овса, оказывают угнетающее действие на развитие почвенного гриба *F. oxysporum* f. *lini*, поэтому в севооборотах с льном необходимо включать овес.

Возможность увеличения посевных площадей льна в севооборотах является необходимым условием при специализации и концентрации производства льна. Во ВНИИЛе (Долгов Б. С., 1975) увеличили посевные площади льна в севообороте до 28%, т. е. в 7-польный севооборот включили 2 поля льна, но высевали устойчивые к фузариозному увяданию сорта льна И-7 и ВНИИЛ-11. В результате выяснилось, что при повторных посевах льна урожай не снизился и качество не ухудшилось, это способствовало увеличению производства льнопродукции в севообороте в 2 раза. Работы в этом направлении продолжаются во ВНИИЛе и в Белорусском НИИ земледелия.

Создание исходного материала, устойчивого к фузариозному увяданию. Из всего комплекса агротехнических и биологических мероприятий по снижению вредности фузариозного увядания наиболее существенным и совершенным является использование в производстве устойчивых сортов, так как любые другие методы не дают большого эффекта и неизбежно повышают себестоимость продукции.

Создание сортов льна-долгунца в Советском Союзе, начатое в 30-х годах, в настоящее время ведется во Всесоюзном научно-исследовательском институте льна; на Псковской, Томской, Житомирской, Могилевской об-

949809



ластных государственных опытных сельскохозяйственных станциях, в Белорусском и Украинском научно-исследовательских институтах земледелия.

Изучение исходного материала на устойчивость к фузариозному увяданию невозможно без искусственного заражения.

Создание искусственного инфекционного фона. В СССР методами искусственного заражения впервые начали заниматься в ВИРе С. П. Зыбина и Н. И. Соколова-Виноградова. Они опрыскивали растения водной суспензией спор и выдерживали их во влажной камере, но заражения не было; при внесении инфекции в ранку уколом в нижнюю часть стебля заражения также не было; эффективность заражения была высокой при внесении инфекции в почву (Зыбина С. П., 1935). Во ВНИИЛе Т. Т. Поповой (1950), Л. В. Караджовой и Е. М. Корнеевой (1969) разработаны методы создания фузариозного инфекционного фона, где заражение почвы можно осуществлять чистой культурой гриба, фузариозной соломой и инфицированной почвой.

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте масличных культур инфекционный участок создавался путем внесения зараженной почвы из расчета 4 кг на 1 м² (Рыжеева О. И., 1966).

Кубанская опытная станция ВИРа использует зараженную почву с инфекционного участка для создания УФ (участок фузариозный) или создает фузариозный фон путем посева бессменной культуры льна (Стам Я. М., 1963).

Л. М. Кураш (1968) в ТСХА создала инфекционный фон двумя методами: в первом случае использовала льноутомленную почву с участка 50-летней монокультуры (3...4 кг/м² в первый год и 7...8 кг/м² в последующий); во втором случае брали смесь 10 штаммов *F. oxysporum f. lini*, выращенных на овсе, затем смешивали и за 5...6 дней до посева льна вносили в почву (150...200 г/м²). На фоне с льноутомленной почвой у неустойчивых сортов (Светоч и Прядыльщик) гибель растений была в 2...3 раза больше, чем на фоне с чистой культурой. Автор объясняет это тем, что патогенность чистой культуры, размноженной в искусственных условиях, ослабляет почвенная микрофлора. Инфекционный фон, созданный таким путем, гораздо слабее, чем фон с льноутомленной почвой.

М. Р. Младенов (1968) отмечает, что при выращивании льна по льну в течение 4 лет создается хороший инфекционный фон для оценки устойчивости сортов льна к фузариозному увяданию, не отличающийся от инфекционных фонов, созданных путем внесения чистой культуры *F. oxysporum f. lini* и льноутомленной почвы участка с 50-летней монокультурой льна.

Перед нами стал вопрос, какой из перечисленных методов наиболее эффективен и экономически выгоден для выявления устойчивых форм льна-долгунца.

В течение трех лет на четырех инфекционных фонах высевалось 15 сортов льна-долгунца, различающихся по устойчивости к фузариозному увяданию. Каждый сорт высевался в 2-кратной повторности. Размер делянки 0,5 м², ширина междурядий 12,5 см, в каждой повторности высевалось по 4 рядка длиной 1 м. Норма посева 100 семян на 1 м. Время посева — II декада мая. После полных всходов проводился подсчет растений, а затем через каждые 10 дней до цветения и через 15 дней до уборки подсчитывалось количество растений, увядших от фузариоза. Учитывался каждый рядок отдельно, таким образом сравнивались 8 рядков.

Степень поражения льна фузариозным увяданием учитывалась по следующей шкале: 0 — здоровые растения; 1 — одностороннее или частичное побурение; 2 — бурые растения с коробочками; 3 — отмершие растения за вегетацию. Индекс болезни (% развития) высчитывался по общепринятой формуле

$$X = \frac{\sum ab \cdot 100}{MC},$$

где X — развитие болезни, %;

a — число растений с одинаковой степенью поражения;

b — балл поражения;

M — число растений в пробе;

Σ — сумма произведений числовых показателей;

C — высший балл учетной шкалы.

Развитие болезни (%) является основным показателем для характеристики устойчивости данного образца льна к увяданию.

Для более удобной группировки изучаемых образцов Л. М. Стам (1963) на Кубанской опытной станции предложил шкалу фузариозоустойчивости для масличного льна.

Мы несколько изменили эту шкалу и использовали ее для оценки льна-долгунца (табл. 5).

Для быстрого создания инфекционного фузариозного фона можно пользоваться любым методом, т. е. почву можно инфицировать почвой с участка многолетней

Таблица 5. Шкала устойчивости льна к *F. oxysporum f. lini*

Группа	Степень устойчивости	Развитие болезни, %
5-я	Высокая	0...20
4-я	Выше средней	21...40
3-я	Средняя	41...60
2-я	Слабая	61...80
1-я	Очень слабая	81...95
0	Устойчивости нет	96...100

монокультуры льна, чистой культурой фузариума и фузариозной соломой (табл. 6). Созданный таким способом инфекционный фон пригоден для оценки в первый же год.

Использование монокультуры в качестве фона экономически выгодно. В почве в этом случае существует естественный баланс микроорганизмов, однако для создания инфекционного фона требуется не менее трех лет. В 1968 г. количество фузариума в почве было несколько выше при заражении чистой культурой и фузариозной соломой и наименьшее при 2-летней монокультуре льна. В 1969 г. такая закономерность сохранилась, но резко возросло содержание фузариума при 3-летней монокультуре льна. На 3-й год после создания инфекционного фона количество фузариума в почве выравнилось по всем вариантам.

Содержание в почве *Trichoderma lignorum* как антагониста *F. oxysporum f. lini* резко снизилось на 2-й год, а на 3-й год этот гриб уже не был обнаружен в почве.

На искусственно созданном инфекционном фузариозном фоне с 1967 по 1972 г. ежегодно испытывалось по 200...300 селекционных номеров и сортов льна.

Наследование устойчивости к фузариозному увяданию при гибридизации. Поскольку устойчивость обусловлена наследственными факторами, то с помощью гибридизации ее можно комбинировать с другими желательными признаками.

Т а б л и ц а 6. Пораженность фузариозным увяданием сортов льна-долгунца при различных способах заражения почвы (1968—1970 гг.)

Сорт	Развитие фузариоза, %			Раз- вити- е бо- лез- ни (сред- нее по 4 фо- нам), %	Груп- па	Степень ус- тойчивости	
	при инфицировании						
	поч- вой	чис- той куль- турой	соло- мой				
Светоч	84,9	87,8	92,2	83,8	87,1	1-я	Очень сла- бая
Т-10	88,8	88,5	90,4	88,0	88,9	1-я	То же
Юбилейный	84,5	87,9	96,1	83,0	87,8	1-я	»
Белорус- ский 2	81,2	71,7	83,5	71,0	76,8	2-я	Слабая
Т-9	64,2	80,7	70,9	81,2	74,2	2-я	»
Торжок- ский	64,9	67,6	74,1	67,7	68,5	2-я	»
Успех	64,1	72,6	69,1	58,0	65,9	2-я	»
ВНИИЛ-8	57,5	66,0	65,4	49,5	59,6	3-я	Средняя
Оршан- ский 2	41,5	50,6	57,8	54,7	51,1	3-я	»
Надежный	44,9	49,9	41,2	50,0	46,5	3-я	»
П-359	43,1	49,9	53,2	41,9	47,0	3-я	»
К-6	34,0	37,2	43,1	34,2	37,1	4-я	Выше сред- ней
И-9	35,0	29,4	34,9	30,1	32,3	4-я	То же
Л-1120	22,5	26,9	37,4	25,7	28,1	4-я	»
И-7	6,0	6,3	5,7	6,1	6,0	5-я	Высокая
В сред- нем	54,4	58,2	61,0	54,7	—	—	—

Изучение наследования устойчивости к фузариозно-му увяданию у льна было начато в США в 30-х годах текущего столетия.

В Советском Союзе некоторые вопросы селекции льна на устойчивость к инфекционным заболеваниям решались в ВИРе (Зыбина С. П., 1936); во ВНИИЛе в 30—40-х годах — селекционерами Н. Д. Матвеевым и П. В. Малыхом; на Кубанской опытной станции ВИРа в 1963—1966 гг. И. М. Стамом и Н. М. Алпатьевым (1966, 1967) изучались закономерности исследования устойчивости к фузариозному увяданию у гибридов льна масличного при скрещивании сортов, различающихся по этому признаку. В результате проведенной ра-

боты им сделаны следующие выводы: при скрещивании двух устойчивых форм гибриды 1-го поколения обладали высокой устойчивостью, во 2-м и 3-м поколениях устойчивость гибридных растений несколько снижалась; при скрещивании двух неустойчивых образцов льна гибридное потомство во всех поколениях было неустойчивым; в скрещиваниях неустойчивого с устойчивым в 1-м поколении доминировала устойчивость, а во 2-м и 3-м устойчивость снижалась. У О. И. Рыжеевой (1969) во ВНИИМКе в комбинациях скрещиваний устойчивых сортов с поражающимися гибриды 1-го поколения отличались различной степенью устойчивости; при скрещивании двух устойчивых или неустойчивых гибридов потомство поражалось фузариозом подобно вышеописанному.

Мы начали работу по гибридизации в 1972 г., скрещивали различные по устойчивости к увяданию сорта льна. Гибриды 1-го поколения высевали на здоровой почве, 2-го и 3-го — на инфекционном фоне. Всего было проведено 36 комбинаций.

Гибриды 2-го поколения от неустойчивых со среднеустойчивыми дали промежуточные формы, но с последующим отбором на инфекционном фоне получены растения выше средней устойчивости; при скрещивании неустойчивого и устойчивого сорта во 2-м поколении получены также промежуточные по устойчивости формы, а в 3-м поколении отобраны высокоустойчивые; гибриды двух устойчивых сортов во всех поколениях были устойчивыми (табл. 7).

Таким образом, при селекции на устойчивость к фузариозному увяданию в скрещивании должен обязательно участвовать хотя бы один устойчивый компонент и последующий отбор, начиная со 2-го поколения, надо обязательно проводить на жестком инфекционном фоне.

Получение исходного материала методом отбора на инфекционном фоне. По созданию фузариозоустойчивых сортов методом отбора на инфекционных фонах работали П. В. Малых (1949), Я. М. Стам (1958, 1963, 1966), О. И. Рыжеева (1960, 1966, 1969), Л. А. Савенко (1965, 1966), В. А. Стеценко (1964, 1969) и др. В результате использования жесткого инфекционного фона созданы первые устойчивые к фузариозному увяданию сорта масличного льна Кубанский 1, Кировоградский 2.

Т а б л и ц а 7. Наследование устойчивости к фузариозному увяданию при скрещивании сортов льна с различной степенью устойчивости (1971—1973 гг.)

Скрещивание сортов по степени поражаемости	Гибридная комбинация						Второе поколение		Третье поколение	
	Материнская форма			Отцовская форма			% поражения	Степень устойчивости	% поражения	Степень устойчивости
	Сорт	% поражения	Степень устойчивости	Сорт	% поражения	Степень устойчивости				
Неустойчивый × неустойчивый	Т-10	79,0	2	Оршанский 1	81,3	1	79,6	2	84,4	1
	806/3	81,6	1	Оршанский 4	75,9	2	79,7	2	78,5	2
	Вьера	100,0	0	Конкурсный	70,5	2	90,4	1	100,0	0
Неустойчивый × среднеустойчивый	Т-10	79,0	2	К-6	59,4	3	54,1	3	22,1	4
	806/3	81,6	1	Оршанский 2	58,3	3	62,2	2	22,4	4
	Оршанский 1	81,3	1	К-6	59,4	3	66,6	2	54,9	3
Неустойчивый × устойчивый	Т-10 ^а	79,0	2	И-7	19,7	5	44,4	3	10,7	5
	Оршанский 1	81,3	1	И-7	19,7	5	42,5	3	17,9	5
	806/3	81,1	1	ВНИИЛ-3	18,8	5	37,9	4	15,7	5
Устойчивый × устойчивый	ВНИИЛ-3	18,8	5	И-7	19,7	5	20,8	5	2,2	5
	И-9	23,6	4	ВНИИЛ-3	18,8	5	25,3	4	9,6	5

Примечание. Шкала степени устойчивости: 5 — устойчивый (0...20% развития болезни); 4 — устойчивость выше средней (21...40%); 3 — средняя устойчивость (41...60%); 2 — слабая устойчивость (61...80%); 1 — очень слабая устойчивость (81...85%).

Т. Т. Попова (1958) доказала возможность повышения устойчивости сортов льна к фузариозному увяданию путем обработки семян вакцинами возбудителя. Позднее Л. В. Караджова (1969) обрабатывала молодые растения льна фильтратом культуральной жидкости возбудителя *F. oxysporum f. lini* и проводила отбор оставшихся здоровых растений, которые в дальнейшем были устойчивыми.

На Могилевской опытной станции (Неофитова В. К., Карочан В. Н., 1969) методом индивидуального отбора на инфекционном фоне в течение 3...5 лет выделены из неустойчивых сортов льна устойчивые к фузариозному увяданию линии.

П. Р. Ильина (1958) считает возможным методом отбора повысить устойчивость селекционных сортов льна-долгунца к фузариозу в процессе первичного семеноводства, а Н. М. Алпатьев (1967) предлагает размещать питомники отбора на инфекционных участках; при этом ценные признаки и свойства сортов не ухудшаются. Чтобы отбраковать восприимчивые или промежуточные по устойчивости линии, весьма важно проводить отбор устойчивых форм на сильном инфекционном фоне и при оптимальных условиях для развития возбудителя.

На искусственно созданном инфекционном фузариозном фоне, где содержание *F. oxysporum f. lini* на 1 г абсолютно сухой почвы равнялось 6...8 тыс. колоний, в течение 1969—1973 гг. мы проводили отбор устойчивых форм двух неустойчивых сортов Светоч и Т-10 и среднеустойчивого И-9; в 1971—1975 гг. с этой же целью работу начали с новыми сортами Оршанский 2, К-6 и Вперед (табл. 8).

У всех сортов повысилась устойчивость к фузариозному увяданию. Сильнопоражаемые сорта Светоч и Т-10 в результате отборов стали устойчивыми, разница в поражении между исходными формами и отбором составляла 91,8...88,4%.

Среднепоражаемые сорта Вперед, Оршанский 2 и К-6 также повысили устойчивость, но несколько меньше, разница по поражению составила соответственно 34,7 и 51,9%. У сильнопоражаемых сортов эффект отбора значительно выше.

Повысился урожай семян и соломы; у сорта Светоч в отборах по сравнению с исходным материалом уро-

Таблица 8. Результаты непрерывного отбора устойчивых форм на инфекционном фузариозном фоне в течение 5 лет (1969—1974 гг.)

Сорт	Вариант	Раз- вити е фуза- риоз- ного увя- дания, %	Поражен- ных к ис- ходному материа- лу, ±%	Урожайность			
				ц/га		%	
				семян	соло- мы	семян	соло- мы
Светоч	Исходный материал	93,1	—	1,1	7,2	100	100
Т-10	Отбор	1,3	—91,8	8,6	38,5	782,0	534,7
	Исходный материал	90,2	—	2,2	12,4	100	100
И-9	Отбор	1,8	—88,4	7,6	40,6	345,4	327,4
	Исходный материал	20,8	—	7,3	25,4	100	100
Оршан- ский 2	Отбор	0,8	—20,0	8,1	35,2	111,0	138,5
	Исходный материал	65,4	—	1,8	8,2	100	100
К-6	Отбор	27,2	—38,2	5,5	18,6	305,5	226,8
	Исходный материал	61,1	—	1,8	10,8	100	100
Вперед	Отбор	9,2	—51,9	6,9	24,4	383,3	225,9
	Исходный материал	63,5	—	2,0	13,0	100	100
	Отбор	28,8	—34,7	6,5	24,2	325,0	186,1
По соломе	R=4,1% НСР ₀₅ =0,6 ц/га						

жай семян повысился в 7,8 раза, соломы — в 5,3 раза; у сорта Т-10 — в 3,4 и 3,2 раза соответственно. У среднепоражаемых сортов урожай семян и соломы повысился соответственно в 3,8...3,0 и 2,2...1,8 раза.

В результате отбора у сорта И-9 устойчивость повысилась только на 20%, а урожай увеличился в 1,1...1,3 раза. Это объясняется тем, что исходный материал поражался всего лишь на 20,8%, т. е. сорт до отбора имел устойчивость выше средней. У слабопоражаемых сортов эффект отбора был значительно меньше.

Устойчивые к фузариозному увяданию формы могут служить родоначальниками новых сортов или могут быть использованы в гибридизации.

Следует отметить, что отбор на инфекционном фоне может быть использован как путь создания устойчивых сортов, но он весьма длительный. Наиболее перспектив-

ным является гибридизация, где одновременно могут быть учтены все полезные признаки в будущем сорте. Создание устойчивых сортов является основным и надежным методом борьбы с фузариозным увяданием.

| Антракноз

Распространение и вредоносность. Антракноз распространен во всех странах, возделывающих лен. В 1925 г. А. Н. Клетчев описал это заболевание в СССР. С тех пор антракноз в нашей стране встречается ежегодно и повсеместно; например, в 1962—1964 гг. на 15,9...31,9 % обследованной площади количество больных растений составило 5,5...19,5%. В 1962—1963 гг. в Калининской области наблюдалась массовая гибель всходов льна от антракноза. Это было вызвано сильной зараженностью семян урожая весьма дождливых 1961 и 1962 годов (Дударев Е. И., 1967).

В 30-х годах М. Н. Медиш и Н. А. Дорожкин указывали, что антракноз — самое распространенное заболевание льна в БССР; по их сведениям, в то время зараженность посевов достигала 84,2% от всех обследованных посевов. По данным наблюдательных пунктов МСХ БССР, зараженность посевов в отдельные годы составляла: в 1958 г. — до 84,6% (наибольшее поражение было в хозяйствах Брестской области); в 1959 г. зараженность всходов доходила до 65...70% (наибольшее поражение было в хозяйствах Минской и Могилевской областей); в 1960 г. — 4,9...14,6% (наибольшая зараженность была в Глубокском районе Витебской области); в 1961 г. пораженность посевов была в пределах 3,1...29,5% (наибольшее поражение в Минской области).

По нашим наблюдениям, зараженность посевов антракнозом в Минской области составляла: в 1971 г. — 14,8%; в 1972 г. — 36,1%; в 1973 г. — 52,1%.

Обследование посевов в БССР, проведенные сотрудниками Белорусского НИИ защиты растений, показали, что это заболевание льна было распространено повсеместно: в фазе всходов — елочки в 1971 г. было поражено в Витебской области от 7,3 до 65% растений, в Минской — 10,7...29,6%, Могилевской — 1,6...7,3%, Гродненской — 16,9...72,7%, Брестской — 18,5...23,7%. Таким образом, антракноз во всех областях, возделывающих лен, проявляется в посевах ежегодно.

В связи с плановой и массовой работой по протравливанию семян зараженность всходов льна за последние годы резко уменьшилась.

В 60-х годах, когда не было налажено массовое протравливание семян, изреживание растений или полная гибель была частым явлением в хозяйствах. Например, в 1959 г. в Минской области в колхозах Минского района заболевание проявилось очень рано, выпадения растений были на 60...70%, а в Молодечненском — до 78%. В результате такого поражения лен запахивали.

Выжившие растения сильно отстают в росте и развитии в течение всей вегетации, в конечном счете это отрицательно сказывается на урожае льнопродукции.

По данным Ю. Т. Карпуниной (1970), при сплошном побурении растения были короче здоровых на 14 см, а урожай волокна меньше на 37,5%, но выход волокна по отношению к соломе не снижался. Данные инструментальной оценки показали, что поражение льна антракнозом не отражается на качестве чесаного волокна. Метрический номер волокна от больных и здоровых растений был почти одинаковым. Это объясняется тем, что грибок, поселяясь в стеблях, не затрагивает лубяных волокон. Семена, полученные с больных растений, особенно побуревших, на 80% и более были заражены антракнозом и имели низкую всхожесть.

Симптомы и патогенез. Антракноз льна вызывается грибом *Colletotrichum lini* Manns et Bolley. Syn. *Colletotrichum linicola* Pethybr. et Lafferty, *C. lini* (Westerd.) Tochin. Относится к группе *Fungi imperfecti*, порядку *Ascervulales*.

Цикл развития *C. lini* в период вегетации представлен мицелием, на котором развиваются споролоча (подушкообразные сплетения грибницы) с темно-бурыми щетинками и конидиями. В споролочах на коротких конидиеносцах развиваются конидии. *C. lini* имеет только конидиальное спороношение. В виде конидий грибок может сохраняться на семенах, листьях, стеблях. В виде мицелия он зимует в оболочке или зародыше семени и в покровных тканях стебля, не проникая в древесину. После перезимовки в семенах и на растительных остатках весной при наступлении благоприятных условий грибок начинает расти и плодоносить, заражая конидиями новые растения. В течение вегетации происходит многократная генерация конидий. Конидии одноклеточ-

ные, бесцветные, в общей массе имеют оранжевую, желтоватую или красноватую окраску. Содержимое их имеет зернистую структуру с 1...2 каплями жира. По строению они простые, по форме продолговатые, прямые или слабоизогнутые, закругленные на полюсах. Размеры 14,3...21,4×2,9...5,7 мкм. Щетинки прямые или согнутые, кверху утончающиеся, с 2...3 перегородками, длиной 64,3...157,3 мкм и толщиной у основания 2,9...7,1 мкм. Возбудитель паразитирует на льне во все фазы его развития (рис. 2).

Вследствие семенной инфекции болезнь проявляется на проростках, у которых образуются вдавленные ярко-оранжевые пятна или перетяжки вокруг стебелька. Поражение может охватить проросток, в этом случае он погибает, еще не пробившись на поверхность почвы.

При более слабом поражении семян семядоли выносятся на поверхность почвы, на них появляются разной величины пятна и язвочки. На семядолях пятна ржаво-оранжевые или темно-кирпичные, сливающиеся. Семядоли имеют вид обожженных, затем они засыхают и опадают. На всходах могут образовываться перетяжки, охватывающие стебелек кольцом. Если перетяжка образуется на уровне почвы или выше ее, всходы погибают, а если же ниже, то растение может выжить за счет образования дополнительных корешков выше перетяжки.

В случае почвенной инфекции или при переходе возбудителя от больного растения к здоровому на подземных частях растения могут образовываться ярко-оранжевые пятна и язвы.

Пораженные растения в период вегетации сильно отстают в росте, вследствие чего на поле наблюдается многоярусность стеблестоя (начиная с фазы елочки и до конца вегетации). У молодых растений антракноз проявляется на листочках в виде бурых расплывчатых пятен, заражаются вначале нижние листья, а затем болезнь поднимается выше. Отмершие листочки прилипают к стеблю. Гриб проникает только в эпидермальный слой клеток, поэтому на стеблях образуется мраморная пятнистость. При сухой погоде в период созревания льна мраморная пятнистость отмечается только у основания стебля, при более влажной она распространяется выше, а иногда пятна сливаются, и стебель становится полностью коричневым; в этом случае поражение антракнозом похоже на фузариозное увядание, но отличает-



Рис. 2. Антракноз (по Н. А. Левину и др., 1970):

1 — прорастание больных семян; 2 — больные всходы; 3 — антракноз проростков; 4 — пятнистость листьев; 5, 6 — колонии гриба на агар-агаре вокруг больных семян; 7 — спороношение гриба; 8 — пятнистость стеблей и засыхание листьев; 9 — мраморная пятнистость

ся тем, что стебли у льна более мягкие, чем при поражении фузариозом.

В период цветения льна, особенно при влажной и теплой погоде, гриб поселяется на чашелистиках; затем переходит на стенки коробочек и семена.

На срезе больной, еще не зрелой коробочки видны зеленые или зеленовато-желтоватые здоровые семена и семена больные — полностью или частично бурые, иногда встречаются коробочки без семян.

Когда семена слабо поражены, они не отделяются при очистке и являются носителями первичной инфек-

ции. Когда лен созревает во влажную погоду при высокой температуре, то происходит раннее поражение семян, в этом случае вместо них остаются только бурые пленочки или образуются очень шуплые шероховатые семена, которые при механической очистке идут в отход.

Количество больных семян и степень их поражения зависят от условий, способствующих максимальному развитию возбудителя, а также от устойчивости растения-хозяина.

Возбудитель сохраняется в плодовой оболочке семени. По данным Э. Гоймана (1954), *S. lini* сохраняется в семени до 6 лет; семена, зараженные на 50%, через 12 мес хранения были поражены на 46%, через 20 мес — на 35%, 30 мес — 27% и только через 60...70 мес имели зараженность 2...3%, но при этом в них сильно снизилась всхожесть.

Такой способ передачи инфекции, т. е. когда возбудитель сохраняется в семенной оболочке, способствует массовому распространению возбудителя с посевным материалом. Но поскольку возбудитель располагается в поверхностных слоях, а не внутри семени, его успешно можно выявить путем проведения микологического анализа семян во влажной камере (Методические указания по фитопатологическим работам со льном-долгунцом. М.: Колос, 1969).

Конидии гриба прорастают очень быстро, и в течение вегетации вследствие многократной генерации они образуются в массовом количестве; при благоприятных условиях происходит массовое заражение растений конидиями; инкубационный период возбудителя 4...7 дней.

Ю. Т. Карпунина (1970) отмечает способность возбудителя антракноза развиваться на отмерших остатках различных растений (горох, клевер, марь белая, гречишка развесистая), которые гриб использует в качестве питательного субстрата и на которых обильно споронсит. Эта способность подтверждает принадлежность гриба к полупаразитным микроорганизмам.

Экологические факторы, влияющие на проявление болезни. Чаще всего температура является решающим фактором в определении сезонного и регионального распространения болезни. Нами был поставлен опыт с чистой культурой *S. lini*; посев гриба был произведен на картофельный агар, чашки Петри помещались в по-

литермостат, и на 7-е и 9-е сутки проводились измерения колоний и микроскопирование (табл. 9).

S. lini хорошо развивается при температуре 17...20°C, но оптимальной является температура 25°C. При дальнейшем повышении температуры развитие гриба ослаб-

Таблица 9. Развитие *Colletotrichum lini* на картофельном агаре в зависимости от температуры (1974—1975 гг.)

Температура, °С	На 7-е сутки		На 9-е сутки	
	Размер колоний, см ²	Микроскопическая характеристика	Размер колоний, см ²	Микроскопическая характеристика
13	0	Мицелий совершенно не развит, конидии не проросли	0	Мицелий не развит
15	0,34	Слабый рост мицелия, спороношения нет	0,46	Мицелий развит очень слабо
17	2,05	Мицелий развит, имеется спороношение, конидии в хорошем тургоре	3,45	Мицелий и спороношение хорошо развиты
20	3,59	Мицелий хорошо развит, обильное спороношение, конидии с хорошим тургором	5,40	То же
33	0	Мицелий совершенно не развит, конидии не проросли	0	Мицелий не развит

ляется и выше 30°C совершенно затухает, конидии не прорастают, содержимое их вакуолизируется, и конидии ссыхаются (табл. 10).

Инкубационный период *S. lini* при оптимальной температуре 20...25°C равняется 4...7 дням. По данным О. Я. Стрельской (1961), при искусственном заражении всходов льна при температуре 3...8°C болезнь не проявилась — всходы оставались здоровыми; при 9...11°C поражение составило 21%, при дальнейшем повышении температуры возросло количество пораженных растений; 100%-ная гибель всходов наблюдалась при температуре 25,5°C.

Большое влияние оказывают колебания температуры и на растения. Так, по данным того же автора, воздействие переменных температур на всходы усиливало зараженность растений, особенно в том случае, когда

Таблица 10. Прорастание конидий *Colletotrichum lini*

при

Время	13°C	15°C	17°C
Через 5 ч	Нет проросших конидий	Нет проросших конидий	Единичные, чуть «наклонувшиеся» конидии
Через 7 ч	То же	То же	Единичные проросшие конидии
Через 24 ч	»	Единичное прорастание конидий с очень короткими ростковыми трубками	20% проросших конидий, длина ростковых трубок 35 мкм

низкие температуры сменялись высокими. Это обстоятельство можно объяснить тем, что при действии низких температур растения ослабевают, тургор клетки падает, с повышением же температуры активность возбудителя возрастает и через ослабленные ткани он легко проникает в растения, вследствие этого возрастают степень и количество пораженных растений.

Если посев производится пораженными семенами и в весенний период стоит неустойчивая погода с резкими колебаниями температуры, то зараженность всходов может быть очень высокой.

Влажность окружающей среды оказывает непосредственное влияние на восприимчивость растений. Для прорастания конидий *S. lini* требуется капельно-жидкая влага. В природных условиях сильные росы или легкие дожди особенно благоприятствуют прорастанию конидий, в результате чего заражаются листья, стебли и коробочки льна. Умеренная почвенная влага способствует прорастанию конидий гриба и заражению подземных частей растения.

Развитие гриба при разной относительной влажности воздуха мы проверяли на чистых культурах, выращиваемых на картофельном агаре. Самое лучшее развитие его наблюдалось при 95...100 %-ной влажности воздуха.

По данным О. Я. Стрельской (1961), влажность почвы 60% от полной влагоемкости была наиболее благо-

различной температуре (1974—1975 гг.)

20°C	25°C	33°C
Проросло 36,7% конидий, длина ростковых трубок 8,1 мкм	Проросло 51,1% конидий, длина ростковых трубок 16,2 мкм	Нет проросших конидий
Проросло 45,3% конидий, длина ростковых трубок 8,5 мкм	Проросло 77,5% конидий, длина ростковых трубок 27,1 мкм	То же
Проросло 67,2% конидий, ростковые трубки длинные, 50 мкм	Проросло 83,0% конидий, ростковые трубки очень длинные	»

приятной для заражения растений при температуре воздуха 14...17°C. Заражение растений проявилось на 8-й день, а на 17-й день наблюдалось 100%-ное поражение, причем 40% растений погибло.

В опыте с изучением кислотности среды выяснилось, что обильный рост гриба на картофельном агаре наблюдался при рН 4,0...4,5, при дальнейшем повышении и понижении кислотности развитие его ослабевало. При обследовании посевов замечено, что на кислых почвах антракноз на льне проявляется сильнее.

Экологические условия развития *S. lini* почти всегда соответствуют погодным условиям в весенний период и период созревания, поэтому проявление антракноза на льне может встречаться ежегодно.

Сортовая устойчивость льна к антракнозу. Из литературных данных известно, что в СССР антракнозом поражаются все районированные сорта льна-долгунца, но имеются указания на различия в степени их поражения. О. Я. Стрельская (1961) в условиях естественного поражения изучила 117 образцов льна различного географического происхождения и пришла к выводу, что в годы, благоприятные для развития возбудителей, все образцы могут поражаться на 100% и что пораженность сортов по годам колеблется в зависимости от условий произрастания.

Ю. Т. Карпунина (1970) испытывала коллекцию льна различного происхождения и отмечает, что все

отечественные и зарубежные образцы поражаются на 100%, но сильнее всех образцы индийского происхождения. Гибель образцов отечественного происхождения при благоприятных для патогена условиях составляла 50...80%. Наибольшую устойчивость проявили американские образцы: Linota 19999 и Cristal 6295.

Несмотря на высокую восприимчивость сортов льна различного географического происхождения, селекция на устойчивость льна к такому широко распространенному и вредоносному заболеванию должна проводиться. Прежде всего необходимо выявлять и создавать источники устойчивости на инфекционных фонах.

Во ВНИИЛе (Карпунина Ю. Т., 1970) искусственное заражение почвы проводили разными методами: чистой культурой возбудителя и больной соломой, размельчением и внесением больных всходов, внесением споровой взвеси в лунку при посеве, заражением семян до посева, опрыскиванием споровой взвесью всходов льна.

В «Методических указаниях по фитопатологическим работам со льном-долгунцом» (1969) для создания инфекционного фона рекомендуется применять 4-недельную чистую культуру возбудителя антракноза, выращенную на овсе. Заражение почвы и посев проводятся одновременно. Инфекционный материал из расчета 3 г на 1 м вносится на глубину 3...5 см, слегка присыпается землей и затем производится посев семян.

Поскольку антракноз льна в сильной степени проявляется не ежегодно, а зависит от метеорологических условий, то для правильной полевой оценки образцов требуется несколько лет. С целью ускоренной оценки селекционного материала мы создавали инфекционный фон по методике ВНИИЛа с применением искусственного торможения прорастания семян.

Сущность этого метода сводится к следующему: семена помещают в горячую воду, происходит временное их ослабление, они медленно прорастают и проростки бывают слабые, полупаразитные же микроорганизмы сильнее поражают ослабленные растения.

Такой прием позволяет преодолеть случайности при оценке сортообразцов, так как чем жестче выявлена потенциальная восприимчивость, тем меньше неудач при выборе исходного материала.

Работу по разработке методики мы выполняли на 20 сортах, различно поражающихся антракнозом. Семе-

на льна прогревали в воде при температуре 50°C в течение 20 мин, затем охлаждали и просушивали в кварцевом песке, который периодически просеивали. Подготовленные таким образом семена хранились до посева. Инокулюм готовили на овсяных зернах. Заражение почвы и посев семян проводили одновременно. На 1 м вносили 4 г инокулюма и высевали 200 семян.

В качестве контроля высевали семена, не подвергавшиеся прогреванию. На делянках с перегретыми семенами всходы появились позднее на 2...3 дня, а полные — на 5...7 дней. Сильнопораженные проростки чаще всего не могут пробиться на поверхность и погибают, в этом случае необходимо учитывать скрытые потери.

При учете пораженности всходов антракнозом использовали пятибалльную шкалу ВНИИЛа (1969) с некоторыми изменениями: 0 — здоровые растения; 1 — очень мелкие пятна на одной или обеих семядолях, оранжевые штрихи на корешках; 2 — крупные пятна на семядолях или отмирание одной семядоли; хорошо заметные пятна на корнях и стеблях; 3 — отмирание обеих семядолей или поражение точки роста; перетяжки на главном корне, но не выше разветвления основной массы корней; глубокие, но не окаймленные язвы на стебле и корне; 4 — очень сильная степень поражения; перетяжки разной величины на подсемядольном колене выше разветвления основной массы корней; 5 — растения погибли.

Скрытое поражение вычисляли по разнице между количеством всходов при посеве обычными семенами и перегретыми, это количество растений оценивали баллом 5. Развитие болезни вычисляли по общепринятой формуле.

Для более удобной группировки полученных результатов применяли следующую шкалу устойчивости:

<i>Развитие болезни, %</i>	<i>Степень устойчивости</i>
0...20	Выше средней
21...40	Средняя
41...60	Слабая
61...100	Очень слабая

Наиболее благоприятным для роста и развития льна был 1971 год, средняя зараженность всходов антракнозом составляла 14,8%, а в неблагоприятном 1973 году — 52,1%.

Все 20 сортов соответствовали средней степени устойчивости, но в отдельные годы развитие болезни и степень устойчивости изменялись. Так, например, сорт Светоч в 1971 г. был поражен на 5,2%, а в 1973 г. — на 53,1%; К-6 — на 10,1 и 63,6%; Оршанский 2 — на 17,6 и 57,3% (табл. 11).

Таблица 11. Испытание сортов льна-долгунца на устойчивость к антракнозу с учетом скрытых потерь (1971—1973 гг.)

Сорт	По методике ВНИИЛ		С искусственным торможением прорастания	
	Развитие болезни, %	Степень устойчивости	Развитие болезни, %	Степень устойчивости
Светоч	32,4	Средняя	63,0	Очень слабая
И-9	35,4	»	46,6	Слабая
Т-10	41,4	Слабая	55,5	»
К-6	34,6	Средняя	62,0	Очень слабая
Оршанский 2	36,0	»	53,6	Слабая
Вперед	32,4	»	52,6	»
ВНИИЛ-11	33,7	»	64,7	Очень слабая
1288/12	35,4	»	73,7	»
Оршанский 1	33,0	»	59,6	Слабая
Оршанский 3	42,1	Слабая	61,3	Очень слабая
Оршанский 4	31,4	Средняя	37,4	Средняя
Шокинский	32,3	»	57,3	Слабая
И-7	34,7	»	65,2	Очень слабая
Л-1120	36,6	»	55,4	Слабая
Svalof (Швеция)	31,7	»	52,8	»
Madzigon (Чехословакия)	24,4	»	62,2	Очень слабая
Surgonog (Австралия)	34,9	»	48,9	Слабая
Solido (Нидерланды)	33,7	»	32,4	Средняя
Shcegonne (США)	33,6	»	57,6	Слабая
Princess (Ирландия)	33,7	»	44,0	»

Сильно поражались растения из семян, подвергавшихся высокой температурной обработке. Например, в 1971 г. сорт Светоч был поражен при посеве обычными семенами на 5,2%, а прогретыми — на 24,5%; К-6 — на 10,1 и 40,8%, Оршанский 2 — на 17,6 и 30,4%. Таким образом, используя метод торможения первой фазы развития проростков путем прогревания семян в го-

рячей воде, оценку сортов можно проводить ежегодно и с более точными результатами.

Агротехнические мероприятия. Все агротехнические приемы, способствующие росту и развитию растений, препятствуют распространению возбудителей болезни в посевах.

Степень проявления антракноза на всходах зависит главным образом от погодных условий весны и зараженности посевного материала. Если семена созревали во влажную погоду и сильно заражены, а весной наблюдалась неустойчивая температура, то следует ожидать сильного поражения посевов в фазе всходов; особенно вредно, когда семена ложатся в непрогретую почву, а затем резко повышается температура, в этом случае активизируется возбудитель.

Научные исследования и практика передовых льноводов показывают, что при достаточно высокой агротехнике, посеве современными районированными сортами льна и комбайновой уборке посевов высокие урожаи волокна и семян можно получить при норме посева 20...21 млн. всхожих семян (95...110 кг) на 1 га. В наших исследованиях при этой норме получены семена наилучшего качества. При таком загущении семена образуются главным образом на ветвях 1-го и 2-го порядков, на это обстоятельство еще в 1947 г. указывал М. С. Дунин. Но антракноз в фазе всходов и перед уборкой также проявляется сильнее в загущенных посевах. В период всходов в густопереплетающихся корнях происходит заражение одного растения от другого. В годы с теплой и влажной весной заражение всходов антракнозом возрастает. В конце вегетации при густом стеблестое создается влажный микроклимат, что также благоприятно сказывается на развитии патогена.

При внесении удобрений необходимо соблюдать правильное их соотношение. Зная влияние отдельных элементов питания на рост и развитие растений льна, можно соответствующим изменением доз минеральных удобрений создавать наиболее благоприятные условия питания, способствующие получению высоких и устойчивых урожаев льна-долгунца.

Если растения не обеспечить необходимыми элементами питания, то они неизбежно становятся более восприимчивыми к заболеваниям. Ю. Т. Карпунина (1970) изучала влияние на проявление антракноза фосфорных,

калийных и микроудобрений. Проведенные исследования показали, что режим питания оказывает существенное влияние на поражение льна антракнозом. Применение полного минерального удобрения не снижало гибели всходов льна, добавление же к ним микроэлементов заметно снижало заражение. Наименьшее количество погибших всходов было отмечено при предпосевном внесении в почву сернокислого цинка (1 кг/га Zn), бургы или борной кислоты (0,5 кг/га H_3BO_3), сернокислой меди (3,0 кг/га Cu), совместно сернокислого цинка (1 кг/га Zn) с молибденовокислым аммонием (0,5 кг/га Mo) соответственно на 7,9; 12,9; 14,6 и 11,9%.

Оздоровительное действие на всходы было отмечено при внесении в почву удвоенной дозы калийных удобрений (120 кг/га K_2O).

Лен-долгунец выращивается в целях получения двух почти равноценных продуктов: волокна и семян. Поэтому убирать его нужно в такой период созревания, когда стебли льна содержат наибольшее количество хорошего волокна, а коробочки могут дать семена, годные для посева и технических целей.

По данным ТСХА, ВНИИЛа, бывш. Псковской льняной опытной станции и других учреждений, лучшим сроком уборки производственных посевов льна признано считать раннежелтую спелость. В этой спелости лен дает максимальный выход волокна лучшего качества. Семена вполне сформировавшиеся и пригодны для посева.

Имеются указания ВНИИЛа на то, что запаздывание с уборкой ведет к более сильному поражению льна болезнями. В нашем опыте зараженность семян в начале раннежелтой спелости была 2%, а в полной — через 2 нед после первого срока уборки зараженность семян равнялась 4%. При поздней уборке также увеличилось количество зараженных стеблей; если при уборке льна 28 июля зараженность была 20,4%, то спустя 14 дней зараженность стеблей увеличилась до 30%.

Еще в период вегетации нужно обращать особое внимание на семенные участки. Засыпать семена необходимо со здоровых посевов ранних сроков сева. Но подготавливая семена к будущему урожаю, необходимо учитывать особенности погодных условий вегетационного периода. Так, например, 1974 г. в БССР характеризовался обильным выпадением осадков. По дан-

ным Борисовской метеостанции Минской области, среднесуточная температура мая была ниже нормы на $4,3^{\circ}\text{C}$, июня — на $2,6^{\circ}\text{C}$, июля — на $2,2^{\circ}\text{C}$. Количество осадков, выпавших в мае—июле, составило 1133 мм при норме 400 мм. Вследствие этого вегетационный период льна увеличился на 12...15 дней. При этом наблюдалось полегание посевов. Посевы льна нередко убирались до наступления ранней желтой и желтой спелости, что не могло сказаться на физиологическом состоянии семян. Семена урожая 1974 г. были значительно легче, чем из урожая предыдущего года. Посевы льна этого года были сильно поражены антракнозом и другими болезнями. На больных растениях наблюдалось массовое образование больных, особенно антракнозом, семян. После сушки они становятся щуплыми и при механической очистке идут в отход. Источником инфекции главным образом являются слабо- и среднепораженные семена, внешне не отличающиеся от здоровых.

А. А. Арзуманова (1975) рекомендует проводить воздушно-тепловое вентилирование свежубранных семян (температура нагрева семян не должна превышать $30...35^{\circ}\text{C}$) весной после хранения, так как семена прогреваются медленно.

| Полиспороз

Распространение и вредоносность. Возбудитель полиспороза льна впервые был изучен и описан Х. Лафферти в 1921 г. Это было вызвано тем, что с развитием льноводства в Ирландии полиспороз нанес большой ущерб урожаю, являясь причиной изломов и бурой пятнистости стеблей. До этого времени болезнь не была описана, хотя она и имела распространение в других странах, сеющих лен, о чем свидетельствовал зараженный посевной материал, ввозимый в Ирландию из других стран. В настоящее время это заболевание распространено во всех странах, сеющих лен. В нашей стране еще в 1915 г. А. А. Ячевским был отмечен полиспороз в посевах льна, но начали обращать внимание на это заболевание примерно с 1924 г.

Дальнейшие работы в этом направлении проводились О. Н. Казиной во ВНИИЛе (1941—1946 гг.) и на бывш. Псковской сельскохозяйственной опытной станции (1924—1941 и 1946—1950 гг.). Автор указывает на

эпифитотический характер этой болезни. Зараженность льна полиспорозом в 1951 г. в отдельных колхозах Псковской области составляла 39...99,5 %.

Полнспороз встречается во всех льноводческих районах СССР и особенно распространен в Приуралье, Псковской, Смоленской, Калининской областях, БССР и других зонах.

Проведенное нами обследование посевов в БССР дает основание сказать, что полиспороз в республике распространен повсеместно, но степень поражения зависит от многих причин: метеорологических условий года, сроков посева, качества семенного материала, удобрений и других факторов. По данным наблюдательных пунктов БССР, полиспороз и в настоящее время в отдельных хозяйствах имеет значительное распространение.

Полиспороз — очень вредоносное заболевание льна. Вред этой болезни выражается в отрицательном влиянии ее как на количество, так и на качество льнопродукции.

В. П. Виноградов (1934) отмечает, что каждый процент семян, зараженных паразитными болезнями, снижает урожай соломы и семян на 0,5 %.

По данным О. Н. Казиной (1948), при сильном поражении посевов льна полиспорозом урожай семян и соломы снизился на 50 %. По данным того же автора, семена, зараженные полиспорозом на 15...25%, снижают урожай соломы на 13...15% и урожай семян на 20...25%.

Полиспороз также является причиной выпадения растений в течение всего вегетационного периода вследствие отмирания всходов и изломов корневой шейки. Количественные и качественные потери волокна зависят от степени поражения стеблей, при сильном их поражении снижается качество волокна на 3...4 номера. Сильное заражение коробочек снижает массу семян на 5...6 %.

Симптомы и патогенез. Возбудитель полиспороза льна — гриб *Aureobasidium pullulans* var. *lini* (Laff.) Sck. Syn. *Polispora lini* Laff., *Kabatiella lini* (Laff.) Karak. Относится к группе *Eungi imperfecti*, порядку *Moniliales*.

Гриб имеет только конидиальное спороношение. При неблагоприятных условиях мицелий распадается на

хламидоспоры. Мицелий в виде хламидоспор зимует в оболочке семени, на стеблях, веточках и коробочках растений. Может сохраняться возбудитель и в почве. Весной хламидоспоры прорастают в мицелий, на котором группами образуются конидиеносцы с конидиями. Мицелий многочленистый и короткочленистый, бесцветный, слаборазвитый; конидиеносцы короткие, простые, иногда разветвленные, слабовздутые на вершине, вместе с образовавшимися конидиями разрывают эпидермис; конидии образуются на вершине конидиеносцев от 1 до 7, чаще 3...5. В чистой культуре колонии гриба вначале белые и имеют студенистый вид, со временем становятся черными.

Полиспороз на льне встречается главным образом в двух формах: изломы и пятнистость (побурение стеблей). Полиспороз можно встретить в течение всего вегетационного периода льна и во всех фазах развития растений, начиная от всходов и до полного созревания (рис. 3).

Первые признаки этой болезни наблюдаются уже на всходах: на семядолях появляются пятна, вначале темно-серые, затем в середине пятна ткань постепенно бурет, а по краям остается темный ободок. Когда пятно имеет темно-серую окраску, конидиальное спороношение гриба наблюдается по всей его поверхности, а когда пятно становится коричневым, спороношение заметно только на темном ободке. На отмершей ткани спороношения нет. По форме полиспорозные пятна большей частью округлые, ограниченные. На семядолях они имеют сходство с антракнозом, но антракнозные пятна более расплывчатые, неопределенной формы, без окаймления и имеют оранжево-бурый цвет.

В период всходов полиспорозные пятна на семядолях встречаются чаще ближе к месту прикрепления к стеблю, в этом же месте поражается стебель. Вначале он бурет, семядольные листочки засыхают и отваливаются, а пораженная ткань делается хрупкой, и стебель ломается. Изломы от полиспороза наблюдаются во всех фазах развития льна, начиная с фазы елочек и до уборки. Надломленные растения падают на землю и отмирают. В период цветения на листьях появляются пятна, чаще всего в месте прикрепления их к стеблю; впоследствии листья засыхают и опадают, а на стебле остаются пятна; если же листья не опадают, то они

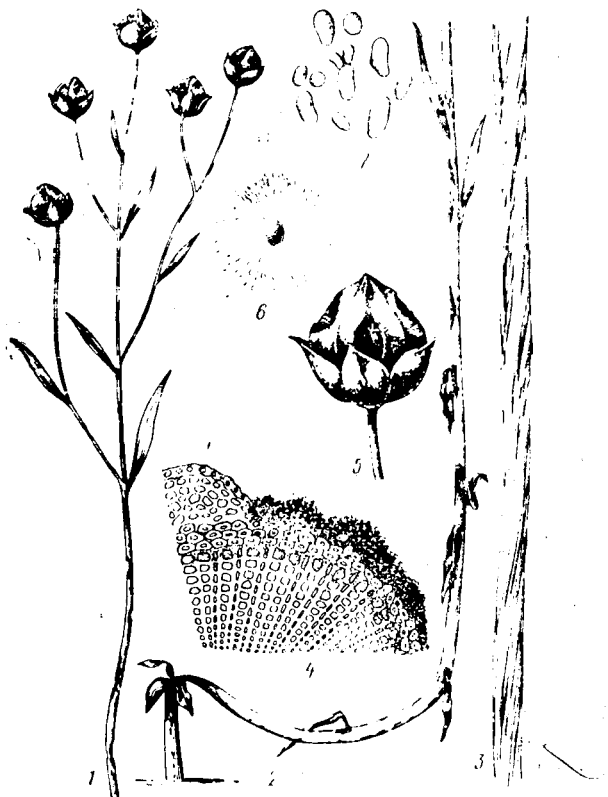


Рис. 3. Полиспороз (по Н. А. Левину и др., 1970):

1 — бурая пятнистость стебля и коробочек; 2 — изломы корневой шейки; 3 — бурая присуха на волокне; 4 — часть поперечного среза пораженного стебля; 5 — полиспороз на коробочке; 6 — колонии полиспоры вокруг семени льна на агаре; 7 — конидии

прилипают к стеблю, и под ними также образуются бурые пятна.

В период созревания льна полиспорозные пятна на стеблях вначале желтовато-коричневого цвета, затем становятся буровато-коричневыми, иногда с темным окаймлением, углубленными, шероховатыми. При сильном поражении пятна сливаются, стебель становится почти сплошь бурым. Первые пятна на стеблях появляются в период зеленой спелости льна, а наиболее заметными становятся в фазе раннежелтой спелости.

На веточках метелки пятна появляются несколько позднее, чем на стеблях. При сильном поражении в

начале раннежелтой спелости веточки метелки сплошь покрываются пятнами; когда они сливаются, веточки становятся совершенно бурыми и часто ломаются. В это время темные пятна появляются и на чашелистиках, а с них грибок переходит на коробочки, со стенок коробочек — на семена. Коробочки, пораженные полиспорозом, имеют коричневую окраску. В общем массиве льняного поля больные коробочки хорошо заметны, особенно в зеленой и раннежелтой спелости растений.

Коробочки, сильно пораженные полиспорозом, содержат щуплые семена, а коробочки со слабой и средней степенью поражения — более выполненные, но на них видны темные пятна, особенно когда семена еще имеют зеленоватый или желтый цвет. При созревании льна семена приобретают коричневую окраску и тогда слабopораженные семена становятся почти неотличимыми от здоровых. В зависимости от времени проникновения инфекции распределение грибка в семенах может быть также различным. Если заражение произошло рано, то грибок проникает в более глубокие слои семенной оболочки и даже в зародыш; при более позднем заражении инфекция может быть только поверхностной.

В период вегетации происходит многократная генерация конидиальной стадии грибка, вследствие чего наблюдается быстрое нарастание инфекции. По фазам развития льна характер поражения растений полиспорозом изменяется (табл. 12).

Зимующей стадией грибка являются хламидоспоры. Весной при высеве зараженных семян хламидоспоры прорастают, заражая в первую очередь семядоли и подсемядольное колено. Передача инфекции может осуществляться также растительными остатками. Если почва была заражена растительными остатками, то количество больных всходов составило 19,6%, а при посеве зараженными семенами количество больных растений в этой же фазе равнялось 34,6%. Таким образом, больные семена являются основным источником первичной инфекции.

Пораженные всходы служат источником дальнейшего распространения и нарастания вторичной инфекции.

Экологические факторы, влияющие на проявление болезни. В зависимости от метеорологических условий

Таблица 12. Нарастание инфекции полиспороза по фазам развития льна, % (1959—1960 гг.)

Фаза развития льна	Форма проявления болезни
Всходы	Пятна на семядолях и листьях
Елочка	
Быстрый рост	Изломы корневой шейки
Елочка	
Быстрый рост	
Цветение	
Зеленая спелость	В том числе отмирание растений с изломами
Быстрый рост	
Цветение	
Зеленая спелость	
Цветение	
Зеленая спелость	
Зеленая спелость	
Зеленая спелость	
Зеленая спелость	
Зеленая спелость	

вегетационного периода варьирует размер вреда от полиспороза. Сильнее всего болезнь проявляется в период теплой и влажной погоды. Пониженные температуры ослабляют растения, что также способствует усилению заражения.

Развитие гриба с повышением температуры до оптимальной усиливается (табл. 13). Минимум для раз-

Таблица 13. Влияние температуры на рост и развитие возбудителей полиспороза (1958—1959 гг.)

Температура, °С	Прорастание конидий, длина проростков, мм		Диаметр колоний, см			
	через 24 ч	через 48 ч	на 3-й день	на 7-й день	на 9-й день	на 12-й день
6...9	144	180	1,6	3,3	4,0	5,8
18...20	200	810	3,0	4,5	6,3	6,4
23...26	486	577	4,5	5,2	5,3	5,6

вития гриба равен 4°C, оптимум 20...23°C и максимум 26...28°C. Если от 4 до 26°C конидии начинают прорастать, то при температуре 28°C гриб почкуется и колонии

гриба быстро темнеют, все клетки приобретают толстую оболочку (рис. 4). С повышением среднесуточной температуры сокращается инкубационный период (табл. 14).

Таблица 14. Влияние температуры на инкубационный период *Aureobasidium pullulans* (1958—1959 гг.)

Дата заражения	Дата появления пятен на листьях	Инкубационный период, дней	Среднесуточная температура, °С
17/VI	29/VI	12	14
13/VII	21/VII	8	19

Для прорастания конидий необходима капельно-жидкая влага. В природных условиях сильные росы или легкие дожди благоприятствуют прорастанию спор, в результате чего наблюдается более сильное заражение льна полиспорозом.

На проявление болезни большое влияние оказывает влажность почвы. Недостаток почвенной влаги способствует появлению изломов в области корневой шейки. В местах поражения происходит обезвоживание ткани; коровая часть, пораженная грибом, делается хрупкой, и стебель переламывается. При массовом поражении посевы полегают, что мешает машинной уборке льна.

Долгунцовые и масличные льны поражаются полиспорозом в разной степени, но иммунных сортов к этому заболеванию нет. Нами в условиях искусственного заражения было испытано 36 сортов льна-долгунца. Все образцы поразились в сильной (35...50%) и средней степени (21...34%). Районированные сорта поразились в средней и сильной степени в зависимости от метеорологических условий.

Инфекционный фон для изучения сортовой устойчивости создавали по методике, разработанной ВНИИЛом (1958 г.). Заражение семян проводили споровой взвесью чистой культуры возбудителя полиспороза, повторное заражение также методом опрыскивания проводили в фазе елочки — быстрого роста. Основной учет болезни проводили перед уборкой, для этого пользовались четырехбалльной шкалой: 0 — здоровые растения; 1 — слабая степень — пятна любого размера и количества, но только на веточках соцветий; на стеблях пятна отсутствуют; 2 — средняя степень — не бо-

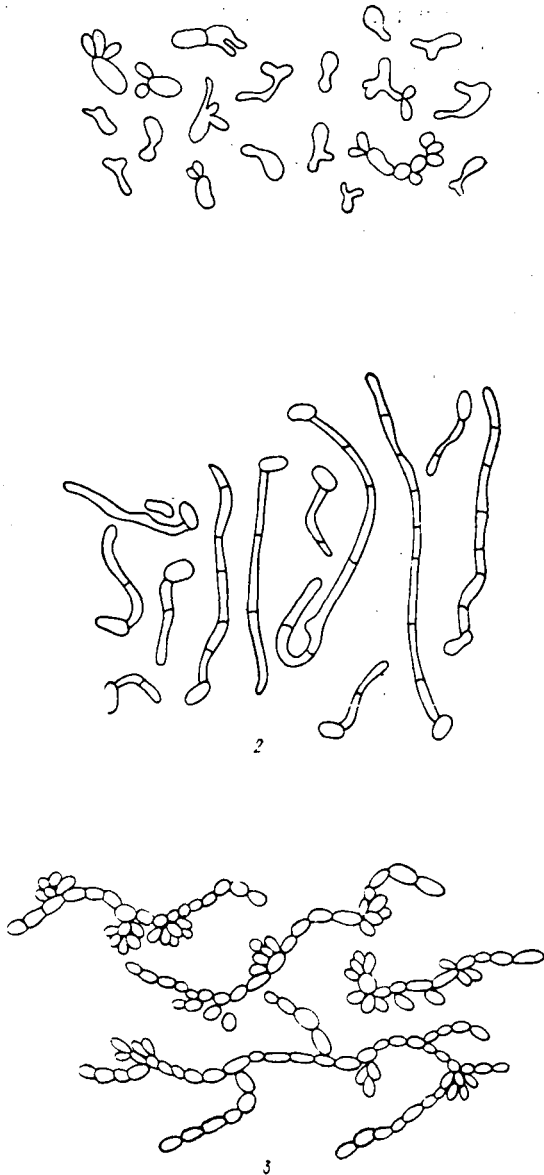


Рис. 4. Развитие гриба *Aureobasidium pullulans*:
 1 — прорастание конидий; 2 — почкование конидий; 3 — хламидоспоры

лее пяти пятен на стеблях, пятна не охватывают стебли по окружности; 3 — сильная степень — свыше пяти пятен на стеблях любого размера и одно, охватывающее стебель пятно; 4 — очень сильная степень — отмирание растений от изломов в области корневой шейки.

Развитие болезни (в %) высчитывали по общепринятой в фитопатологии формуле. Для группировки полученных результатов использовали следующую шкалу устойчивости:

<i>Развитие болезни, %</i>	<i>Степень устойчивости</i>
0...20	Высокая
21...35	Средняя
36...100	Слабая

Агротехнические и химические мероприятия. Сроки посева оказывают влияние на степень поражения льна полиспорозом. Например, в условиях Витебской области при посеве в сверхранние сроки (12...15 апреля) растения были поражены сильнее (на 15%), чем при посеве в оптимальные (27...30 апреля). Это объясняется тем, что при сверхраннем посеве семена попадают в неблагоприятные условия произрастания. Всходы льна при этом начали появляться на 12...14-й день, так как в течение всего периода среднесуточная температура воздуха равнялась 5...10°C, а минимальная 2°C. Многолетними опытами ВНИИЛа доказано, что дружные всходы льна появляются после того, как верхний слой почвы прогреется до 8°C и выше.

Ослабленные всходы сильнее поражаются полиспорозом. Зараженность семядолей при мелкой заделке (1 см) в 3 раза меньше, чем при глубокой (4 см). Это объясняется тем, что при выносе семядолей на поверхность почвы происходит их поранение, что способствует проникновению возбудителя в растения. При мелкой же заделке семян всходы появляются дружно и оболочки с семядолей быстро сбрасываются.

В период вегетации меньше поражаются посевы при оптимальной густоте стеблестоя. Разреженные и загущенные посевы поражаются сильнее.

Уборку производственных посевов лучше производить в раннежелтой спелости, семеноводческих — в желтой. С запаздыванием уборки урожая увеличивает количество пораженных стеблей и семян.

Поскольку основным источником инфекции полиспороза являются семена, то необходимо их протравливать, для этого использовать препараты, рекомендованные МСХ СССР.

В начале 50-х годов во ВНИИЛе, на бывш. Псковской и бывш. Белорусской льняных опытных станциях проводились испытания различных препаратов по борьбе с болезнями льна в период вегетации. Лучшим препаратом против полиспороза и других болезней явилась хлорокись меди при двукратном опрыскивании 1%-ной суспензией.

Наши опыты показали, что опрыскивание льна хлорокисью меди против полиспороза наиболее эффективно в фазе бутонизации и цветения. В 1972—1974 гг. ВНИИЛ разработал методику авиационного опрыскивания фунгицидами против болезней льна (Журавлев А. П., Карпунина Ю. Т. и др., 1975).

В качестве фунгицида применялся 90%-ный смачивающийся порошок хлорокиси меди с добавками микроудобрений: борной кислоты и сернокислого цинка. При опрыскивании посевов льна в фазе всходов и бутонизации получены положительные результаты, но срок и кратность обработки нужно конкретизировать в каждой зоне и в зависимости от погодных условий.

| Пасмо

Распространение и вредоносность. Пасмо льна, вызываемое *Septoria linicola*, известно во многих странах.

О. Б. Натальина (1931) указывает, что болезнь впервые была обнаружена в Аргентине в 1909 г., к 1920 г. она широко распространилась в этой стране и затем была обнаружена в Уругвае и Перу. В США пасмо было обнаружено в штате Дакота в 1916 г. на устойчивых к фузариозу сортах льна. Было установлено, что это заболевание завезено с семенами из Аргентины.

В Канаде пасмо обнаружено в 1928 г. и в настоящее время является весьма вредоносным. Сильное поражение льна пасмо в этой стране снижает не только урожай семян, но также содержание масла и йодного числа в нем, что приводит к большим экономическим потерям.

В Новой Зеландии болезнь получила распространение в 1931 г., но сильный вред причинила в 1960—1961 гг., когда потери урожая достигли 25%.

В Австралию болезнь была завезена в 1940 г. из Канады семенами. В Африке пасмо распространено незначительными очагами. В Кению в 1941 г. его завезли с американскими семенами, в Марокко — в 1947 г. и Танганьiku — в 1948 г. (ныне Танзания).

В Европе пасмо было впервые обнаружено в 1936 г. в Югославии, где болезнь причинила большой вред; в этой же стране очаг был обнаружен в 1950 г., где посев производился семенами, привезенными из Америки. В Германии пасмо обнаружено в

1936 г., позже находили в посевах в 1938—1939 г. а в 1951 г. обнаружено на территории ГДР. В Венгрии болезнь стала известной с 1939 г., в отдельных районах посевы были настолько поражены, что не дали никаких семян. К настоящему времени вредоносное заболевание широко распространено в этой стране. Весьма существенный вред посевам льна пасмо приносит в Дании. В Португалии очаг пасмо найден в 1941 г. В Ирландии пасмо обнаружено в 1945 г. Несколько позднее очаги его найдены во Франции, в Польше оно обнаружено в 1955 г. В Чехословакии болезнь появилась в 1947 г., она была завезена с семенами. Наибольший вред был причинен в 1951 г. сорту Шумпорский новый, с тех пор болезнь в ЧССР встречается ежегодно.

В Советском Союзе впервые пасмо было обнаружено в 1930 г. О. Б. Натальиной (1931) на коллекционном участке бывш. Приморского опорного пункта Дальневосточного отделения института защиты растений (г. Уссурийск). В этом же году на тех же образцах аргентинского льна болезнь была обнаружена в окрестностях Владивостока и на Северном Кавказе. В 1958 г. пасмо обнаружено на посевах масличного льна Кубанской опытной станции ВИРа, а в 1958 г. — в Ростовской области (Хохряков М. К. и др., 1963). В 1972—1973 гг. пасмо в посевах льна обнаружено в Псковской, Калининской, Витебской и Могилевской областях, в 1974 г. зарегистрировано во всех областях БССР. В 1973 г. на экспериментальной базе «Жодино» Белорусского научно-исследовательского института земледелия (Минская область) мы обнаружили пасмо на 15 сортах масличного льна, поражение их было весьма значительным.

По данным С. Г. Цветкова (1976), пасмо в БССР распространено на 5% от всей занимаемой площади посева льна со средневзвешенным процентом поражения 6,2. Качество соломы поражаемых растений снижается на 0,25...0,75 номера в зависимости от степени поражения.

На значительное распространение этого заболевания в хозяйствах Могилевской и Гомельской области в 1977 г. имеются указания наблюдательных пунктов МСХ БССР.

Симптомы и патогенез. Возбудителем пасмо является гриб *Septoria linicola* (Speg.) Gar. Syn. *Phlyctoena linicola* Speg. [сумчатая стадия *Mycosphaerella linorum* (Wg.) Gar.], порядка *Pucciniales*, из группы *Fungi imperfecti*.

Гриб в основном развивается только в конидиальной стадии. Зимует мицелий в оболочке семени или зародыше. Пикниды с пикноспорами перезимовывают на растительных остатках льна: стеблях, веточках, коробочках. В течение вегетации льна заражение растений происходит пикноспорами, которые образуются в массе, особенно к концу вегетации.

Пикниды гриба на растении приплюснутые, вначале закладываются под эпидермисом, после их созревания эпидермис лопается и выходное отверстие пикнид остается открытым. Размер пикнид 62...123 мкм. При созревании пикнид внутри них создается высокое давление, вследствие чего пикноспоры, погруженные в жидкость, выстреливаются наружу и затем рассеиваются с каплями дождя. Пикноспоры, характерные для рода *Septoria*, имеют удлиненную палочковидную форму с закругленными концами, прямолинейные или изогнутые, 1...3 перегородки. Размер пикноспор 12,8...19,2 × 1,5...3 мкм.

Гриб хорошо выделяется со стеблей льна. Если отрезки стеблей льна поместить на сутки во влажную камеру, пикниды раскрываются и споры в виде слизистой массы выходят из пикнид, в этом состоянии их легко перенести на агаровую среду. Гриб хорошо культивируется на картофельном агаре, но растет очень медленно: за 7 сут при 25°C диаметр колонии достигает только 10...12 мм.

Колонии гриба вначале светлые, со временем становятся серыми и впоследствии чернеют. Тип спороношения меланкониальный, конидии большего размера, чем пикноспоры, длина их 16...22 мкм. Растения хорошо заражаются конидиями, выращенными на агаровой среде.

Пасмо поражает лен-долгунец в течение всего вегетационного периода (рис. 5). Первое появление болезни в поле наблюдается на семядольных листочках и на подсемядольном колене, на этих частях появляются коричневые пятна, а позднее на них образуются пикниды. В этой фазе развитие болезни проходит как бы незаметно, так как поражаемые растения встречаются редко.

В фазе елочки можно найти растения с отмершим стеблем, усеянным пикнидами, а из пазух семядольных листочков вырастает несколько боковых стебельков.



Рис. 5. Пасмо (по Н. А. Левину и др., 1970):

1 — пятнистость листа; 2 — больное растение в фазе цветения; 3 — пятно на семядольном листочке; 4 — больное растение в фазе елочки; 5 — часть стебля с конидиями; 6 — пораженная коробочка; 7 — пикниды гриба на погибших стеблях; 8 — разрез пикниды

Поражение корневой шейки часто приводит к излому стебля, что наблюдается в течение всей вегетации. Болезнь на растении распространяется снизу вверх конидиями гриба с брызгами влаги, и таким образом происходит заражение вышерасположенных листьев. На листьях появляются вначале темно-зеленые расплывчатые пятна, затем они становятся коричневыми, листья скручиваются и опадают. Распространение болезни в период вегетации способствует образованию повторных генераций пикноспор в присутствии влаги. В период цветения и позже появляются на стеблях корич-

невые пятна, затем на них — пикниды. Пятна могут быть единичными мелкими или крупными, при сильном поражении сливающимися, вследствие чего стебель становится бурым, при массовом образовании пикнид он приобретает белесую окраску. При поражении растений пасмо наблюдались также поражение и опадение бутонов.

В период созревания льна болезнь появляется на веточках, чашелистиках и коробочках, с которых возбудитель переходит на семена. Больные семена по внешнему виду не отличаются от здоровых, однако источником распространения болезни в новых районах являются главным образом семена, а также растительные остатки в виде механических примесей.

Зараженность семян различных сортов различна (табл. 15). С прибавлением механической примеси в

Таблица 15. Влияние различных способов передачи инфекции на поражаемость льна пасмо, % (1975—1976 гг.)

Сорт	Посев семенами		
	с больных растений (без примесей)	с примесью пораженных остатков	с раскладкой больных растений в рядки
Леона	25,0	63,4	58,8
Оттава 770 В	35,0	75,0	70,7
Абиссинский	27,3	78,7	55,1
Голден Болли	72,0	85,7	78,0
Ньюленд	7,0	68,2	68,0
Бледно-голубой Кримпед	17,6	80,8	86,4
Акмолинск	21,4	67,5	57,8
J. W. S.	14,0	54,4	44,9
Буда	15,6	94,0	52,9
Морей	16,9	72,2	84,4
Кення	69,1	90,2	81,1
Бледно-голубой Таммса	44,7	85,5	78,5
Бомбей	57,5	90,7	62,3
Италия Рим	91,8	97,1	98,3
Уилстон Голден	22,9	90,9	73,2

виде обломков коробочек и веточек увеличивается инфекционная нагрузка, а следовательно, и пораженность растений. Раскладка перезимовавшей соломы с пикнидами возбудители также способствовала повышению зараженности льна. Если в поле будет оставаться боль-

ная солома (на поверхности почвы или мелкозаделанная), то она тоже будет являться источником первичной инфекции.

Экологические факторы, влияющие на распространение болезни. В период вегетации распространение болезни зависит от экологических факторов и, в первую очередь, от температуры и влажности. В наших опытах рост колоний гриба на 20-е сутки наблюдался в пределах 15...27°C, но наилучшее развитие было при температуре 21...25°C. Незначительное увеличение колоний гриба было при 10°C, но гриб совершенно не развивался при 30°C. Изучение инкубационного периода в зависимости от температуры проводили в климатической камере. Сорты К-6 и Оршанский 2 заражали путем опрыскивания растений из пульверизатора взвесью пикноспор (30 спор в поле зрения микроскопа при $\times 400$), выращенных на картофельно-агаровой среде. После опрыскивания на 24 ч создавали влажную камеру. На обоих сортах симптомы болезни в виде точечных желто-бурых пятен появились одновременно, однако при температуре 13°C инкубационный период равнялся 15 сут, при 19°C — 9 сут и при 23°C — 5 сут. Изучение влияния влажности на прорастание конидий *S. linicola* проводили в лабораторных условиях. Заданную влажность воздуха в чашках Петри создавали с помощью NaCl в различных концентрациях (32, 24, 8 и 0%, что соответствовало влажности воздуха 80, 85, 90 и 100%). Раствор помещался в нижнюю чашку, а в верхнюю заливался агар-агар (13 мл). После затвердения агар-агара обе половинки чашек (они должны быть одинаковыми) на 48 ч заклеивали изоляционной лентой, по истечении срока производили посев гриба на агар-агар и чашки снова заклеивали.

Через 24 ч при 95%-ной влажности воздуха проросло 6,6%, а при 100%-ной — 48,1% конидий. Лучше всего конидии проросли в капле воды. Рост колоний на агаровых средах увеличивался по мере возрастания относительной влажности воздуха, наибольший размер колоний был при 100%-ной влажности воздуха.

Развитие болезни в естественных условиях при оптимальных сроках посева достигает максимума в период созревания льна, этому способствует сочетание благоприятных условий для развития возбудителя (повышенная температура воздуха и частое выпадение

осадков), а также накопление инфекции за вегетационный период. Вследствие чего поздние сроки посева поражаются пасмо сильнее, чем ранние (табл. 16).

Сортовая устойчивость и обеззараживание семенного материала. В течение 1975—1976 гг. мы испытали 23 сорта льна-долгунца и 15 сортов масличного льна. Инфекционный фон создавали путем раскладки больной

Таблица 16. Влияние сроков посева льна-долгунца на проявление пасмо перед уборкой (1975—1976 гг.)

Срок посева	Развитие болезни, %		Характер поражения
	К-6	Оршанский 2	
25/IV	32,0	35,8	Единичные пятна на подсемядольном колене и стебле
5/V	36,8	36,0	То же
15/V	68,6	61,7	Пятна на стеблях, иногда сливающиеся
25/V	72,2	68,0	Стебли бурые, ломаются у корневой шейки

соломы, перезимовавшей в естественных условиях, в рядки во время посева. Признаки болезни сначала появлялись на семядольных листочках, а затем на подсемядольном колене, наибольшее заражение растений наблюдалось в конце вегетации. Учет болезни проводили по следующей шкале: 0 — здоровые растения; 1 — поражены листья и слабо веточки соцветия; 3 — много пятен на стеблях, но не слившихся; 4 — весь стебель бурый с плодоношением гриба; 5 — изломы корневой шейки, растения без семян.

Развитие болезни определяли по общепринятой формуле.

Все сорта долгунцового и масличного льна поражаются пасмо (табл. 17). Среди испытанных сортов имеются иммунные (Кения К-6347, Бомбей К-4069, Голден Болли К-5640, Леона К-6297, Ньюленд К-3968, Италия Рим К-6346, Бледно-голубой Таммса К-4019, Уилстон Голден К-4074) и с полевой устойчивостью к ржавчине (К-6, Оршанский 2, Л-1120, ВНИИЛ-11), а также с высокой и средней устойчивостью к фузариозу (Айяги,

Таблица 17. Испытание сортов льна-долгунца на устойчивость к пасмо (1975—1976 гг.)

Сорт	Раз- витие бо- лезни, %	Сорт	Раз- витие болез- ни, %
Лен-долгунец:		Лен масличный:	
806/3	74,2	Бледно-голубой Крим- пед К-4016	86,4
Мир	70,2	Морей К-6297	84,4
И-9	64,4	Бледно-голубой	78,5
Торжокский	63,2	Таммса К-4019	
1288-12	62,5	Оттава К-77043	70,7
Айяги	60,6	Ньюленд К-3968	68,0
ВНИИЛ-11	60,1	Уилстон Голден	63,0
Унрин	59,8	К-4074	
Каррон	59,2	Бомбей К-4069	52,3
Арине	58,2	Кения К-6347	61,1
Светоч	57,4	Голден Болли К-5640	58,8
Л-1120	56,6	Леона К-6297	58,0
Т-10	56,4	Акмолинск К-6524	57,8
К-6	55,4	Абиссинский К-6391	55,1
Оршанский 2	53,1	Буда К-3471	52,9
Богатырь	53,4	Италия Рим К-6346	48,3
Тверца	52,3	J.W.S. К-4167	44,9
Икар	52,3		
Фландес	51,8		
Двина	50,6		
Версайлес	49,9		
Фортуна	46,6		
Витебский	45,6		

ВНИИЛ-11, И-9, Тверца, Л-1120, К-6, Оршанский 2, Двина, Унрин).

Поскольку источником инфекции в первую очередь служат семена, а также растительные остатки, то основным мероприятием по борьбе с пасмо являются обеззараживание семян и фитосанитарные мероприятия.

Для обеззараживания семян от пасмо применяют химические препараты и термическое прогревание. В первом случае семена протравливали гранозаном (1,5 кг/т) и фентиурамом (3 кг/т) (табл. 18).

Термическое обеззараживание проводили следующим образом: температуру воды доводили до 48...50°C, затем семена малыми партиями в свободно завязанных марлевых мешочках погружали в горячую воду на 20...25 мин; затем семена вынимали, охлаждали и смешивали с песком, чтобы ликвидировать ослизнение и

Таблица 18. Пораженность растений пасмо перед уборкой после обеззараживания семян льна (1975—1976 гг.)

Сорт	Развитие болезни, %		
	Контроль (необра- ботанные семена)	Семена протрав- ленные	
		грано- заном	фентиу- рамом
Леона К-6297	51,7	6,2	13,1
Оттава К-77043	70,7	9,1	26,3
Абиссинский К-6391	66,4	6,6	38,8
Голден Болли К-5640	83,6	11,7	57,2
Ньюленд К-3968	74,3	10,1	54,9
Бледно-голубой Кримпед К-4016	66,8	9,8	26,7
Акмолинск К-6524	73,1	12,4	49,7
J.W.S. К-6346	78,5	11,7	33,3
Буда К-3471	75,6	18,4	37,2
Морей К-6297	80,0	23,9	46,9
Кения К-6347	67,7	22,2	43,2
Бледно-голубой Таммса К-4019	72,9	8,0	41,9
Бомбей К-4069	69,9	8,4	45,6
Италия Рим К-6346	63,5	2,5	33,4
Уилстон Голден К-4074	80,0	5,0	34,3
Среднее	71,6	11,1	38,8

придать им сыпучесть. По мере подсыхания песок отсевался, и хотя мелкие частицы песка прилипали к семенам, это не мешало высеву их сеялкой. У некоторых семян снижалась всхожесть, но в связи с их физиологическим состоянием при прогревании. Обеззараженные таким образом семена были свободны от возбудителя пасмо, так как ни в год обработки их, ни при пересеве на второй год пораженных растений не было обнаружено (развитие болезни 0,0%).

| Бактериоз

Распространение и вредоносность. Бактериоз встречается во всех зонах выращивания льна-долгунца в СССР. По данным опорных пунктов ВИЗРа, в 1937 г. в Ленинградской области пораженность составляла 6,3%, в Калининской — 11,3% (Попова Т. Т., 1949). Сильная вспышка заболевания бактериозом была отмечена в Калининской области в 1964 г. (Дударев Е. И., 1967).

В БССР до 70-х годов бактериоз встречался редко и только в тех местах, где лежали кучи извести или вносили известь большими дозами весной непосредственно под лен. В настоящее время в связи с массовым известкованием почв и неравномерным внесением известковых удобрений наблюдается сильное поражение льна бактериозом. Так, по данным В. И. Янович и В. В. Добрян (1975), бактериоз отмечен во всех областях БССР. В Могилевской и Минской областях количество больных растений составило 12,8...17,4%, в Гродненской и Брестской — 30,1...36,2%.

Чаще всего заболевание носит очаговый характер распространения во всех зонах льносеяния. Проявление болезни наблюдается во всех фазах развития растений.

Бактериоз — очень вредоносное заболевание. При поражении всходов растения погибают, при заражении в более поздние фазы развития снижается урожай семян и льноволокна. Еще в 1935 г. Е. Ф. Березова установила, что бактериоз снижает урожай льнопродукции до 40%, а от зараженных семян гибель всходов достигает 26%. По нашим данным, в очагах поражения бактериозом в 1967—1974 гг. урожай семян снизился на 20%, а соломы — на 38%.

По данным М. А. Лебедевой (1975), общая высота стебля снижается на 30%, техническая — на 50%, урожай соломы — на 40% и семян — на 18%. В. И. Янович и В. В. Добрян (1975) определяли вредоносность заболевания в колхозах «Рассвет» Новогрудского района Гродненской области и «Победа» Шкловского района Могилевской области. В очагах было 100%-ное заражение растений в фазе всходов — елочки и бутонизации — цветения. Вследствие этого у растений снились общая и техническая длина стебля, количество коробочек. Потери урожая соломы в первом случае составили 31,5%, во втором — 29,5%, потери семян соответственно были 65,3 и 94,9%, а выход волокна — 55,6 и 46%.

Симптомы и патогенез. Бактериозы льна впервые в СССР были детально изучены в 1932—1939 гг. во ВНИИЛе Е. Ф. Березовой, М. К. Савченковой, Л. В. Судаковой, Е. В. Пудовой. Е. Ф. Березова (1935) выявила, что возбудителем бактериоза является спорообразующая палочка — *Clostridium masegans* Schard., относящаяся к группе маслянокислых бактерий. Это факультетно-облигатный анаэроб.

тативный анаэроб, сбраживающий углеводы и пектиновые вещества. Патогенность этих бактерий была доказана рядом лабораторных и полевых опытов. М. А. Лебедева (1975), изучая бактериальные болезни льна, выделила из растений следующих возбудителей: *Bacterium macerans*, *B. polymyxa*, *B. mesentericus*, *Pseudomonas fluorescens*. Все перечисленные виды являются почвенными сапрофитными микроорганизмами.

Из зараженных семян были выделены: *Bacterium macerans*, *B. polymyxa*, *Microkoccus oremovis*, *Flora bactericum diffusum*, *Erwina herbicola*, *Bacterium mycoides*.

Эти сапрофитные бактерии могут вызывать различные типы проявления болезней на льне. Е. Ф. Березовой в 1935 г. было установлено два типа бактериозов: первый — на проростках в виде отмирания кончика корня и на семядолях в виде язвочки с бурой каймой; вредность такого типа заболевания невелика, так как при благоприятных условиях растения могут образовывать новую корневую систему; второй тип — отмирание точки роста стебля в фазе всходов и в период бутонизации (рис. 6); при этом рост стебля прекращается, а верхушка курчавится; верхняя часть стебля при развитии болезни желтеет и засыхает, нижняя часть остается зеленой. Во время созревания происходит опадение бутонов и головок. Отмирание точки роста приводит к ветвлению стебля и сильному его огрубению, вследствие чего снижаются выход и качество волокна.

На природу заболевания льна с симптомами пожелтения и отмирания верхушки стебля имеется несколько точек зрения: одни авторы считают причиной инфицирование растений бактериями; другие — физиологическое расстройство вследствие несоответствия питания и переизвесткования почв, создающего благоприятные условия для развития факультативных паразитов. По данным М. А. Лебедевой (1975), переизвесткование почв способствует размножению сапрофитных бактерий, являющихся возбудителями бактериоза льна, или так называемого известкового бактериоза. Из пораженных растений ею выделены бактерии, которые могут вызывать следующие симптомы болезни на льне: пожелтение и отмирание растений в ранние фазы развития; пожелтение и отмирание верхушки стебля; понижение верхушки стебля вследствие перетяжки на нем, некроз

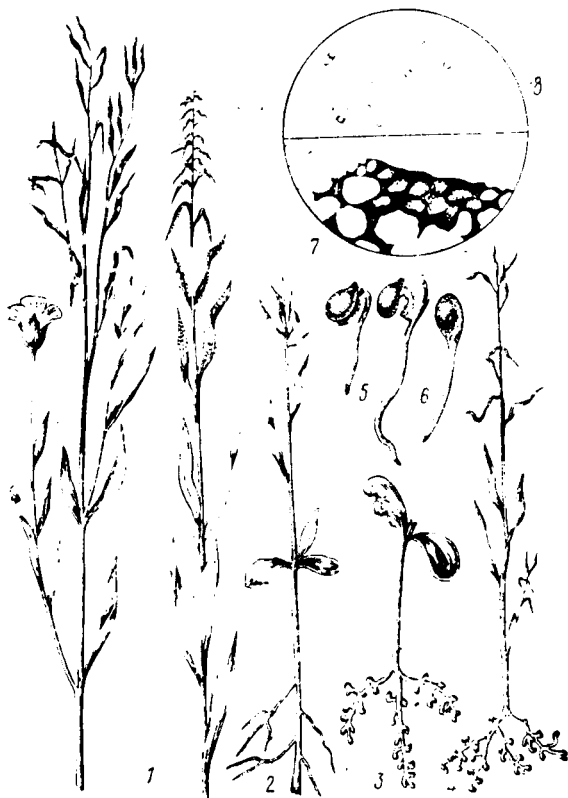


Рис. 6. Бактериоз (по Н. А. Левину и др., 1970):

1 — отмирание верхушки растения; 2 — отмирание кончика корня; 3 — отмирание точки роста и узловатость корней; 4 — отмирание верхушки стебля и отмирание корней; 5 — язвы на семядолях и отмирание кончика корня; 6 — бурое загнивание проростка; 7 — разрушение клеток точки роста бактериями; 8 — бактерии и споры

листьев; болезнь проростков и всходов (ложное прорастание семян, уродливость, язвы на семядолях, штрихи на корнях и бурое загнивание); ослизнение семян. Бактерии, вызывающие различные типы заболеваний, являются широкораспространенными сапрофитными видами.

Экологические факторы, влияющие на проявление болезни. При благоприятных условиях сапрофитные бактерии переходят к паразитическому образу жизни. Таким условием в первую очередь является избыточное внесение извести. В течение 10 лет мы наблюдали поражение льна бактериозом в поле в виде очагов. Как выяснилось впоследствии, в этих местах раньше лежали

кучи извести. В колхозе «Рассвет» Новогрудского района Гродненской области в 60-е годы на поля вносились местные торфотуфы в количестве 60...70 т/га с содержанием CaCO_3 30...40%. Разбрасывали их неравномерно, и на поле лежали кучи. На протяжении многих лет на этих местах лен страдает от бактериоза. В 1975 г. А. М. Михайлова выявила следующее: всходы льна на переизвесткованных участках появились дружно, но в фазе елочки очагами начало наблюдаться угнетение растений, они отставали в росте, высота их была 8...15 см, а у здоровых — 20...25 см. Затем у больных растений отмирала точка роста и из пазух листьев появились новые стебли. Очаговое заболевание льна бактериозом наблюдалось на многих участках этого и других колхозов. Больные растения поглощали кальция и магния больше, чем здоровые.

По данным Е. Ф. Березовой (1935), при избытке извести в растениях льна повышается концентрация растворимых сахаров и нарушается транспортировка углеводов. Возбудители бактериоза, обычно входящие в состав корневой микрофлоры, не получая достаточного количества углеводов в корневых выделениях, переходят к паразитизму и вызывают заболевание растений.

Я. В. Пейве, Е. Ф. Березовой и Л. В. Судаковой установлено, что поражение льна бактериозом усиливается при известковании большими дозами, недостатке бора и резких колебаниях влажности. П. С. Удинцов наблюдал, что внесение микроэлементов — бора, меди, марганца и цинка — совместно с семенами способствует снижению поражения льна бактериозом и другими болезнями (Маленов, Ф. Е. 1961).

Н. С. Авдонин, Н. Е. Анпилогов (1974) установили, что положительное действие на фоне высоких доз извести имеет внесение калийных, магниевых и борных удобрений.

В условиях Минской области Н. П. Кукреш (1976) изучал эффективность минеральных удобрений на фоне известкования 0,75...1,0 гидrolитической кислотности и установил отрицательное последствие извести при исключении из комплекса НРК калийных удобрений или внесении их в малых дозах. В этом случае в растениях льна создается широкое соотношение между азотом и калием, равное 1:2, при котором на льне наблюдаются симптомы известкового бактериоза.

Исследованиями, проведенными во ВНИИЛе (Лебедева М. А., Корнеева Е. М. и др., 1972), установлено, что на всех почвах льноводческой зоны, особенно на известкованных дерново-подзолистых, лен испытывает недостаток бора. Внесение бора резко снижало вредное действие избыточных доз извести и пораженность льна бактериозом. Оптимальная доза бора 0,35...0,7 кг/га или 3 кг/га борной кислоты, 20...30 кг/га осажженного бора та магнезия и 5 кг/га буры. По данным Е. М. Корнеевой (1972), хорошие результаты в борьбе с бактериозом дает применение бора при протравливании семян. Заблаговременное (за 6 мес до посева) протравливание семян 80%-ным ТМТД [3 кг/т + бор (бура 1 кг/ц)] почти в 2 раза снизило пораженность семян и всходов бактериозом.

При проведении известкования почв необходимо соблюдать равномерное распределение известковых материалов и вносить их согласно рекомендуемым нормам. В хозяйствах, сеющих лен, нужно остерегаться сбрасывания известковых удобрений кучами.

| Ржавчина

Распространение и вредоносность. Ржавчина распространена повсюду на всех видах льна. Это заболевание обнаружено во всех странах мира, сеющих лен.

Впервые болезнь обнаружена в посевах льна в 1901 г. в Северной Америке, затем в Швеции в 1910—1913 гг., в странах Южной Америки и Ирландии в 1917—1920 гг., в Китае в 1931 г. Сильное распространение ржавчины льна наблюдается сейчас в Швеции. Ржавчина на льне распространена во всех странах Европы, а также в Австралии и странах Африки.

В нашей стране впервые это заболевание отметил А. А. Ячевский в 1914 г. в Витебской и Псковской областях, К. Г. Ренард в 1927 г. зарегистрировал ржавчину в Смоленской области, в последующие годы другими авторами сообщалось о распространении ржавчины в Свердловской, Ивановской и Горьковской областях. До внедрения в производство устойчивых сортов распространение ржавчины льна было значительным. В 1971—1973 гг. Г. В. Будевич по БССР было обследовано 602 га посевов льна, ржавчина была отмечена на 76,1% обследованной площади. В ряде хозяйств наблю-

далось сильное развитие болезни; например, в 1971 г. в колхозе «17 сентября» Столинского района Брестской области сорт Т-10 на площади 10 га был поражен на 53,1%, а сорт Светоч на 22 га — на 49,7%.

В колхозе им. Калинина Верхневолжского района Витебской области в 1971 г. сорт И-9 на 10 га был поражен на 63,4%, а на площади 90 га — на 15,3%; в 1973 г. в этом же хозяйстве сорт И-9 на площади 29 га был поражен на 68,7%; такую же картину поражения льна можно было наблюдать и в других районах. Различия в поражении посевов зависели от агротехники возделывания льна, метеорологических условий, а также микроклимата (в поймах рек поражение сильнее); существенная разница была между сортами: сильно поражались восприимчивые сорта (Т-10, И-9, Светоч).

Вредоносность ржавчины выражается в снижении выхода волокна, ухудшении его качества и снижении семенной продуктивности льна. В наших опытах при сильной степени поражения стеблей у поражаемых сортов Светоч, Т-10, И-9 выход волокна снижался на 1,5...5,9%, расчетная добротность пряжи — на 24,1...31,8%, масса 1000 семян — на 2,5...6,8%, потери семян составили 12,4...22,6%.

Симптомы и патогенез. Возбудитель ржавчины льна — гриб *Melampsora lini* (Schum.) Desm., порядка Uredinales из класса Basidiomycetae. В цикле развития гриб имеет 5 стадий спороношения, которые развиваются только на льне (рис. 7).

Спермогонимальная стадия проявляется весной в фазе елочки на стеблях и настоящих листочках в виде желтовато-бурых пятен с каплями жидкости на поверхности.

Эцидиальная стадия проявляется через 2...3 дня. Вокруг спермогонимальных пятен образуются пустулы ярко-желтого цвета с эцидиоспорами желтоватого цвета с шиповатой оболочкой.

Уредостадия в естественных условиях развивается в I и II декадах июня, в фазе быстрого роста — бутонизации льна. Уредопустулы разбросаны беспорядочно с верхней и нижней стороны листьев, на стеблях и чашелистиках. Подушечки оранжевого цвета, округло-овальной формы. Уредоспоры округло-овальные, оранжевые с бесцветной, слегка шиповатой оболочкой. В уредопустулах находятся крупные парафизы, которые

способствуют выбрасыванию уредоспор. Уредоспоры прорастают только в капле влаги, поэтому частые дожди или туманы способствуют поражению растений ржавчиной. Оптимальная температура для прорастания уредоспор 15...20°С, выше 25°С тормозится как начальное прорастание их, так и дальнейший рост ростковых трубок. При 15...20°С через 8 дней наблюдается 100 %-ное заражение растений, при 25°С были поражены только единичные растения, а при 30°С заражение отсутствовало.



Рис. 7. Уредо- и телейтостадия *Melampsora lini*

Такие требования возбудителя к температуре свидетельствуют о его приспособленности паразитировать на льне-долгунце, возделывание которого приурочено к умеренной по климатическим условиям зоне.

Длина инкубационного периода зависит от температуры. Самая короткая инкубация наблюдалась при температуре 20°С (6 дней), снижение температуры до 11°С или повышение до 25°С удлиняло инкубацию до 13 дней. Повышенная освещенность также сокращала инкубацию. В самом благоприятном 1972 году в течение вегетации наблюдалось 7 генераций уредостадии ржавчины.

Телейтопустулы в естественных условиях начинают появляться в фазе цветения, вначале на нижней части стебля. По мере созревания льна количество телейтопустул увеличивается.

Телейтопустулы имеют вид черных глянцевидных коростинок, которые плотно прикреплены к стеблю, часто охватывая его кольцом. На волокне они остаются в виде так называемого «мухоседа». Вред усиливается из-за развития фузариоза по ржавчине, вследствие чего в местах поражения волокно рвется, снижается выход и качество длинного волокна.

Телейтостадия является зимующей стадией гриба. Прорастание телейтоспор весной зависит от того, при

каких условиях проходила стадия покоя. Хорошо прорастают телейтоспоры, перезимовавшие на соломе под снегом. Поэтому необходимо тщательно проводить уборку растительных остатков.

Жизнеспособные телейтоспоры после перезимовки прорастают в базидии с базидиоспорами. При температуре 15...20°C и наличии влаги прорастание их происходит через 1...3 сут. Базидии с базидиоспорами на телейтопустулах в массе образуют желто-бурое опушение.

Селекция льна-долгунца на устойчивость к ржавчине. Надежной защитой льна-долгунца от ржавчины является выведение и внедрение в производство устойчивых сортов. Важным этапом в селекционной работе является оценка исходного и селекционного материала. Оценка образцов льна на устойчивость к ржавчине проводится в провокационно-инфекционном питомнике, где лен высевается в поздние сроки (25 мая — 1 июня), обычным рядовым способом (с междурядьями 20 см) на фоне повышенных доз азота (N₉₀). Во время посева в междурядья вносится солома с пустулами телейтоспор и в период вегетации посевы дополнительно заражаются уредоспорами.

Для учета больных растений по телейтостадии утверждена следующая шкала оценки, разработанная ВНИИЛом (1969 г.): 0 — здоровые растения; 1 — слабая степень — единичные мелкие следы пятен ржавчины на стеблях и метелках, на продуктивной части стебля 1...2 хорошо выраженных пятна размером 0,5 см, такие же пятна на веточках метелки; 2 — средняя степень — пятна ржавчины на продуктивной части стебля хорошо обозначены, размер их до 0,5 см, количество 3...5 штук или только одно, не охватывающее стебель, пятно размером более 1 см; 3 — сильная степень — на продуктивной части стебля более 5 пятен ржавчины размером не менее 0,5 см или одно, охватывающее стебель, размером 1 см и более; 4 — очень сильная степень — на продуктивной части стебля не менее 5, не охватывающих стебель, пятен ржавчины, размером более 1 см или более одного, охватывающего стебель, пятна ржавчины размером более 1 см.

Развитие болезни высчитывается по общепринятой в фитопатологии форме (см. с. 19). Для распределения большого материала по степени устойчивости нами разработана следующая шкала:

<i>Группа устойчивости</i>	<i>Степень устойчивости</i>	<i>Развитие болезни, %</i>
0	Иммунный	0,0
1	Высокая	1...10
2	Выше средней	11...20
3	Средняя	21...30
4	Слабая	Больше 30

Из сортов отечественной селекции не выявлено иммунных. Высокую устойчивость к ржавчине показали следующие сорта: Вперед, Успех, К-6, Оршанский 2, ВНИИЛ-14, Надежный, ВНИИЛ-11, ВНИИЛ-2 (развитие болезни 1...6,8%). Эти сорта обладают полевой устойчивостью. Степенью устойчивости выше средней обладают сорта: Солидо, Л-1120, Оршанский 3, Сдвиг (развитие болезни 14...18,4%). Образцы со средней степенью поражения также обладают полевой устойчивостью.

Из коллекции ВИРа обладают иммунитетом следующие номера: К-6640, К-6297, К-3968, К-4074, К-3971, К-6346, К-6347, К-4069, К-4019 (рис. 8). Эти образцы обладают протоплазматической устойчивостью. Иммунные и высокоустойчивые образцы представляют ценный материал для селекции.

Основным показателем полевой устойчивости является интенсивность поражения. Поражение сортов в поле на провокационном фоне в среднем за 3 года составило: К-6 — 1,3%; Оршанский 2 — 4,2% и Вперед — 0,8%. В условиях теплицы эти сорта поражались на 100%. Интенсивность поражения растений не изменялась при заражении семядольных листочков и в фазе быстрого роста. Сильнопоражаемые сорта в полевых условиях были поражены в следующих размерах: Светоч — на 45%, Т-10 — на 41,4%, И-9 — на 50,1%, в условиях теплицы они поражались на 100%.

При изучении элементов полевой устойчивости выяснилось следующее: уредопустулы на восприимчивых сортах были крупнее, чем на устойчивых (например, у сорта И-9 — $1,1 \times 0,9$ мм; К-6 — $0,5 \times 0,5$ мм); у сортов, проявивших высокую устойчивость к ржавчине в полевых условиях, инкубационный период был на 2 дня длиннее, чем у восприимчивых (у сортов К-6 и Оршанский 2 инкубационный период равнялся 8 дням, а у И-9 и Т-10 — 6...7 дням); на восприимчивых к ржавчине сортах для заражения необходим более короткий

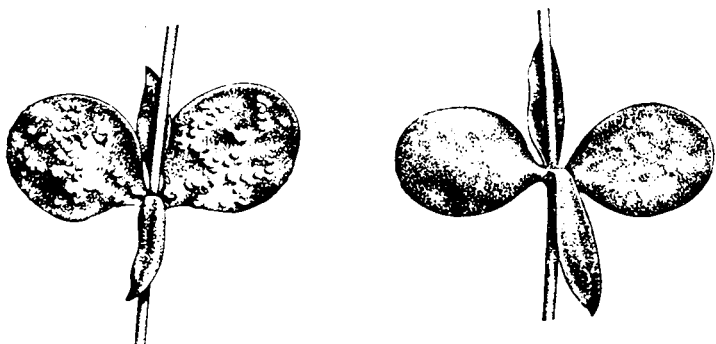


Рис. 8. Типы устойчивости льна к ржавчине:
справа — иммунный; *слева* — слабоустойчивый

минимальный период увлажнения (2,5...3), чем на устойчивых (4...5). Таким образом, количество генераций на восприимчивых сортах за вегетационный период бывает значительно больше, чем на устойчивых, вследствие чего на этих сортах накапливается большое количество инфекции. При искусственном заражении иммунных сортов в местах внедрения паразита образовались некротические пятна, наблюдалось даже отмирание целых участков листьев, но спороношения гриба не было, изменение температуры в теплице не влияло на изменение реакции сортов. Когда сорта проявляют иммунитет при любых экологических условиях, то это свидетельствует об их протоплазматической реакции.

Основным методом создания устойчивых сортов льна к ржавчине является гибридизация. При этом важным является вопрос о том, как происходит наследование устойчивости в гибридном потомстве. Наследование устойчивости у льна к ржавчине Г. В. Будевич изучала на 22 гибридных комбинациях, полученных от скрещивания сортов, различающихся по степени устойчивости. Ею установлено, что устойчивость гибридов в 1, 2 и 3-м поколениях зависит от степени устойчивости родительских форм. При скрещивании сортов, когда обе родительские формы были восприимчивы к ржавчине (например, Белорусский 2×Юбилейный), гибриды 1-го поколения поражались в сильной степени. Во 2-м поколении из таких комбинаций выделялись единичные здоровые растения, которые, по-видимому, не поразились случайно, так как 3-е поколение было поражено

на 100%. При скрещивании поражаемых сортов с устойчивыми в 1-м поколении доминировала устойчивость независимо от того, в качестве отцовской или материнской формы использовался устойчивый сорт. Во 2-м поколении в таких комбинациях выделялось 45,1...86,5% устойчивых растений. В 3-м поколении выделялось от 50 до 85,1% непоражаемых растений из устойчивого потомства 2-го поколения (табл. 19). Таким образом, при выведении ржавчиноустойчивых сортов необходимо, чтобы в гибридизации участвовал хотя бы один устойчивый компонент.

С целью получения улучшенного гибридного потомства также проводились скрещивания между растениями, выращенными из семян, которые подвергались термообработке (температура воды 50°C, экспозиция 1 ч). В пределах каждого сорта получались слабые термомутанты. В год термообработки и во 2-м поколении после нее проводили реципрокные скрещивания: Спартак (устойчивый) × К-6 (устойчивый); К-6 × Спартак; Светоч (неустойчивый) × Оршанский 2 (устойчивый) и т. д. Получены гибриды 1-го и 2-го поколений. Контролем служили гибриды 1-го и 2-го поколений от тех же сортов, из семян, не подвергавшихся термической обработке.

В 1-м поколении гибриды от скрещивания термоустойчивых форм имели повышенную полевою всхожесть по сравнению с гибридами от исходных сортов. Гибриды 1-го поколения от термоустойчивых форм превысили гибриды от исходных форм по общей и технической длине стебля (4,4 против 0,8 см). Наблюдалась тенденция к увеличению выхода волокна. Во 2-м поколении общая и техническая длина была также выше у гибридов от термоустойчивых форм на 2,2...5,2 см по сравнению с гибридами от исходных форм. Количество высокорослых растений было также большим от термоустойчивых форм как по общей длине (свыше 80 см) — на 2,4...24,1%, так и по технической длине (свыше 70 см) — на 6...33,7%. Таким образом, использование термической обработки, предшествующей гибридизации, способствует получению высокопродуктивных гибридов. В настоящее время на большей части площадей высеваются устойчивые к ржавчине сорта льна (ЛД-147, ВНИИЛ-11, Л-1120, К-6, Оршанский 2 и др.), но в связи с образо-

Таблица 19. Наследование устойчивости к ржавчине при (1971—1973 гг.)

Материнская форма			Отцовская форма		
Сорт	Развитие болезни, %	Группа устойчивости	Сорт	Развитие болезни, %	Группа устойчивости
Успех	7,4	1-я	Торжокский	51,6	4-я
Торжокский	51,6	4-я	Успех	7,4	1-я
И-9	42,0	4-я	Надежный	10,6	1-я
Надежный	10,5	1-я	И-9	42,0	4-я
Т-10	67,4	4-я	Оршанский 2	5,5	1-я
Оршанский 2	5,5	1-я	Т-10	67,4	4-я
Юбилейный	57,5	4-я	Белорусский 2	48,6	4-я
Белорусский 2	48,6	4-я	Юбилейный	57,5	4-я
К-6	2,3	1-я	Г-9	58,5	4-я
Т-9	58,5	4-я	К-6	2,3	1-я

ванием новых рас паразита селекция устойчивых сортов должна проводиться постоянно.

Необходимо соблюдать и элементарные агротехнические мероприятия: производить посевы в наиболее ранние сроки; избегать избыточных азотных удобрений и уничтожать растительные остатки, так как ржавчина передается только с пораженными растениями; инфекция может быть на стеблях, обломках веточек соцветий или на стенках коробочек. В семенном материале в качестве источника инфекции может быть только механическая примесь растительных остатков. Поэтому важным мероприятием является тщательная очистка семян.

Менее распространенные болезни

Аскохитоз. Возбудитель болезни — *Ascochyta linicola* Naum. et Vass. Встречается повсеместно на единичных растениях. Поражение льна отрицательно сказывается на выходе и качестве волокна, так как волокно размочаливается. Источник инфекции — больные семена и послеуборочные остатки льна; в период вегетации распространение происходит ветром, каплями дождя, насекомыми. Способствует развитию болезни по-

скрещивании сортов льна с различной степенью поражения

Первое поколение		Второе поколение		Третье поколение от здоровых растений, выделенных во втором поколении	
Развитие болезни, %	Группа устойчивости	Развитие болезни, %	Группа устойчивости	Развитие болезни	Процент устойчивых растений
2,9	1-я	10,0	87,5	5,8	85,1
8,8	1-я	26,6	65,0	4,7	84,0
5,1	1-я	11,2	66,2	13,3	65,0
3,1	1-я	17,0	71,5	11,5	61,8
12,0	2-я	20,3	49,0	7,4	74,3
8,2	1-я	20,3	49,0	12,9	59,4
50,6	4-я	76,4	5,7	—	—
23,5	3-я	82,1	3,0	—	—
1,4	1-я	20,0	72,3	9,3	72,7
2,3	1-я	27,2	61,2	20,0	50,0

вышенная влажность, поэтому это заболевание чаще встречается в годы с обильным выпадением осадков во время созревания льна.

Фомоз. Возбудитель — *Phoma usitatissimum* Pidopl. Syn. *Phoma linicola* Marchal et Verplanecke. Поражает созревающие растения, они преждевременно засыхают, на пораженных стеблях, как и при аскохитозе, появляется спороношение гриба в виде черных точек — пикнид. Первичная инфекция передается главным образом через растительные остатки.

Серая плесень. Возбудитель — *Botrytis cinerea* Pers. Болезнь проявляется в виде загнивания растений. На больных местах образуется серый налет, состоящий из конидиеносцев и конидий гриба. На разостланной соломе, а затем на тресте в местах поражения образуются черные склероции. Волокно под влиянием гриба разрушается. Наиболее благоприятны для развития болезни годы с большим количеством осадков как во время вегетации льна, так и в период вылежки на стлищах.

Белая мокрая гниль. Возбудитель — *Sclerotinia libertiana* Fuck. Болезнь проявляется в основном на полегшем льне. На пораженной обесцвеченной поверхности и внутри таких стеблей развивается белая войлочная грибница, потом на ней образуются черные скле-

рости, которые трудно отделяются от стебля. В пораженной тресте полностью разрушается волокно. Болезнь сильнее проявляется на низких и заболоченных местах. Больную солому нельзя расстилать на стлище.

Крапчатость проростков. Возбудитель — *Fungus sterilis* Win., который не имеет спороношения и размножается вегетативно. Заболевание очень вредоносно, так как поражаются молодые растения в фазе всходов. На семядольных листочках, подсемядольном колене, стебле и корнях всходов наблюдаются кирпично-красные штрихи или пятна. Пораженные проростки покрываются грязно-белой грибницей и погибают, не пробившись на поверхность почвы. Поражению семян способствует уборка их с повышенной влажностью.

Мучнистая роса. Возбудитель — *Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lini* Jacz. Встречается на зеленых растениях и появляется после периода повышенной температуры и малого выпадения осадков. Чаше это заболевание встречается на селекционных посевах в теплицах. Внешние признаки болезни заключаются в образовании на листьях, стеблях и соцветиях белого порошистого налета грибницы и конидиального спороношения гриба. Позднее грибница становится коричневатой, и на ней появляются шарообразные плодовые тела, в которых содержатся сумки с сумкоспорами. Сумчатая стадия гриба относится к роду *Sphaerotheca* sp.

Возбудитель болезни сохраняется на растительных остатках.

Повышение устойчивости сортов к болезням в семеноводстве

Использование термоотбора в повышении болезнеустойчивости и урожайности. Семена потомства в пределах сорта по своей природе являются разнокачественными, наследственность их весьма неодинаковая. Если хорошо очищенные семена по крупности, массе, засоренности и всхожести можно отнести к 1-му классу, по морфологическим признакам оценить высшим баллом 5, то физиолого-генетическая наследственность таких семян неизвестна. Если принять во внимание только морфологические различия, то любая партия семян состояла бы из арифметической суммы слагаемых, обозначенных различными баллами. Если бы качество

семян зависело только от морфологических признаков (крупности, выравненности и т. д.), то путем сортировки на очистительных машинах можно было бы легко выделить лучшие семена. И. Г. Строна (1966) отмечает, что путем отбора крупных семян не создан ни один сорт и, видимо, не улучшен существующий. Еще Ч. Дарвин сказал, что если бы отборы так легко получались, то этот трудный процесс не заслуживал бы никакого внимания, все зависело бы от степени накопленности (Тимирязев К. А. Избранные труды. М.: Сельхозгиз, 1949, т. 4, с. 138).

Внутреннее качество семян морфологически однородного материала обуславливается условиями развития данного организма не только в год получения потомства, но и в ряде предшествующих поколений, т. е. в филогенезе. Это зависит, с одной стороны, от качества семян, с другой — от условий выращивания (разные почвенные условия и метеорологические факторы), т. е. разнокачественные семена выращиваются в разнокачественных микроусловиях. При ежегодном пересеве происходит их усреднение и в то же время естественный отбор тех особей, которые по какому-либо признаку попали в число лучших.

Если бы для каждого растения можно было бы подобрать идеально одинаковые условия, то отбор по морфологическим признакам семян был бы целенаправленным и давал бы существенные результаты. Но поскольку мы имеем дело с разнокачественными семенами и условиями почвы, то отбор по морфологическим признакам семян или по корневой системе — путь весьма длительный и не всегда успешный.

Первые опыты по термоотбору семян в горячей воде П. В. Паком были поставлены с ячменем в 1945 г. на бывш. Белорусской государственной селекционной станции. Установлено, что при воздействии физического фактора, в данном случае высокой температуры в водной среде, можно дифференцировать семена внутри сорта, при этом семена проявляют разнокачественность. Экстремальный фактор выявляет наиболее жизненные семена, которые дают более продуктивное потомство в последующих поколениях (Пак П. В., 1950, 1953).

Работу по термоотбору семян в пределах сорта льна в Белорусском научно-исследовательском институте земледелия мы начали в 1961 г. Термический отбор

семян в сорте при погружении их в горячую воду может быть слабым (отсев до 30 % слабожизненных), средним (40...50 %) и жестким (более 50 %).

Семена, выдержавшие высокую температуру и не потерявшие всхожести, являются более жизненными, и развитие потомства от них будет проходить на более высокой ступени по сравнению с исходным материалом.

Второй этап отбора — торможение первой фазы развития проростков семян. Перегретые семена в почве в первый год прорастают медленно и недружно, всходы появляются на 3...5, а при пониженной температуре — на 7...10 дней позднее обычных. Полевая всхожесть перегретых семян в наших опытах была на 20...30% ниже.

В почве происходит дополнительная дифференциация проростков. Ослабленные влиянием термофактора проростки сильнее подвергаются действию сапрофитных и полупаразитных микроорганизмов, за счет чего происходит дополнительный отсев больных проростков.

Третий этап — это отсев наименее жизненных растений в период после всходов. Не приспособившиеся к неблагоприятным внешним условиям в вегетационный период растения быстрее погибают под действием высоких или низких температур, от недостатка или избытка влаги, пораженности болезнями и других факторов окружающей среды. В результате такого многоступенчатого отбора остаются особи, наиболее приспособленные, т. е. обладающие повышенной жизненностью, а следовательно, и продуктивностью.

Перед нами была поставлена задача дифференцировать семена внутри сорта льна-долгунца по термоустойчивости и устранить часть их, заведомо слабожизненных, установить взаимосвязь термоустойчивости семян с болезнеустойчивостью.

При погружении в воду в отличие от других культур семена льна ослизняются и при высушивании склеиваются. Поэтому перед нами стояла вторая задача — устранить ослизненность семян, придать им сыпучесть. С этой целью мы поставили специальный опыт по обработке семян различными веществами. В нашем опыте было пять вариантов: 1-й — семена обычные (контроль); 2-й — семена, замоченные в холодной воде в течение 1 ч и обработанные песком; 3-й — семена перегретые в воде при температуре 50°C (экспозиция 1 ч) и

обработанные соответственно фосфоритной мукой, торфяной золой и песком (табл. 20).

Обрабатывать перегретые семена можно всеми испытанными веществами. При этом торфзола и фосфоритная мука одновременно действуют и как удобрения, о чем свидетельствует повышенная лабораторная и полевая всхожесть. При термическом влажном перегреве

Таблица 20. Влияние термического фактора в год обработки на всхожесть, зараженность болезнями и степень выживаемости льна, сорт Светоч (1961—1962 гг.)

Вариант	Всхожесть, %		Отсев, %	Увяло от фузариоза, %	Сохранность к уборке, %	Степень выживаемости, %	
	лабораторная	полевая					
Семена обычные (контроль)	99,0	78,5	—	2,0	60,5	77,1	
Замоченные в холодной воде (1 ч) и обработанные песком	99,5	78,0	—	2,0	60,0	76,9	
Перегретые в воде (50°C, 1 ч) и обработанные:	фосфоритной мукой	85,0	58,0	14,0	3,5	50,5	87,0
	торфозолой	76,0	50,5	23,0	5,5	45,0	89,1
	песком	68,5	45,0	30,5	7,5	42,0	93,3

$P=0,6 \dots 5,5\%$

происходит отсев маложизненных семян, снижается полевая всхожесть, повышается зараженность фузариозом, меньше сохраняется растений к уборке, однако степень выживаемости (отношение убранных растений к взошедшим) — показатель качественного улучшения сорта был наибольшим. Отсев семян при прогревании подтверждает положение о ступенчатом отборе при действии термического фактора. Таким образом, повышение жизнеспособности растений произошло за счет отбора потенциально жизнеспособных семян, которые в предшествующих поколениях накапливали положительные качества.

В 1963 г. на инфекционном фузариозном фоне было высеяно 3-е, а в 1964 г. — 4-е поколение от термоотбора (табл. 21).

В 3-м и 4-м поколениях после термического отбора снизилась зараженность сортов льна фузариозным увя-

Таблица 21. Влияние термоотбора на фузариозное увядание льна

Сорт	Растений, увядших к уборке, %			
	в 1963 г. на инфекционном фоне		в 1964 г. в естественных условиях	
	из непрогретых семян	из прогретых семян	из непрогретых семян	из прогретых семян
Светоч	100,0	95,0	16,0	12,2
И-9	85,8	48,8	11,9	10,0
Л-1120	83,6	70,0	8,8	5,1

Примечание. Семена подвергались термообработке (50°C в течение часа) в 1961 г.

данием, это свидетельствует об изменении сорта в лучшую сторону.

В 1970 г. проводили работу по термоотбору семян сортов Оршанский 2, К-6 и Вперед. В это же время А. А. Краско начала работу с районированным в Витебской области сортом К-6 (табл. 22).

Отбор жизненных семян в сорте целесообразно использовать в первичном семеноводстве, так как первичное семеноводство решает задачи сохранения и улучшения сортовой однородности у формируемых партий элитных семян.

На основе многолетних исследований нами предложена схема первичного семеноводства льна-долгунца, которая прошла производственное испытание на Витебской областной опытной станции (Краско А. А., 1978).

Расчеты, проведенные А. А. Краско, показали, что затраты на производство 1 ц элитных семян при предлагаемой схеме составляют 21 р. 92 к., при принятой — 40 р. 67 к., окупаемость 1 руб. затрат составляет соответственно 5 р. 06 к. и 2 р. 12 к. Без дополнительных затрат чистый доход в посевах суперэлиты и семеноводческой элиты увеличивается соответственно на 311 и 124 руб./га.

Определение качества семян по термоустойчивости. Для получения высоких урожаев льна-долгунца важное значение имеют высококачественные сортовые семена. Большую роль играет всесторонняя оценка их посевных качеств. Семена, образующиеся на растении, разнокачественны по своей природе. Причиной возник-

Таблица 22. Влияние термоотбора семян льна на пораженность болезнями и урожай

Место проведения опыта	Сорт, вариант	Зараженность болезнями перед уборкой, %	Урожайность, ц/га	
			семян	соломы
<i>Третье поколение (1972)</i>				
Экспериментальная база «Жодино» Белорусского научно-исследовательского института земледелия. Минская область	Оршанский 2: исходный материал	67,6	3,0	58,2
	термоотбор (отсев 67%)	54,6	3,7	62,0
<i>Четвертое поколение (1972)</i>				
	Оршанский 2: исходный материал	46,6	5,8	58,8
	термоотбор (отсев 64%)	39,4	6,5	60,4
<i>Третье поколение (1972)</i>				
Витебская областная сельскохозяйственная опытная станция	К-6: исходный материал	4,2	7,1	46,5
	термоотбор (отсев 64%)	2,2	11,0	60,4
	объединенные семьи	4,8	7,3	47,8
<i>Четвертое поколение (1973)</i>				
	К-6: исходный материал	8,1	6,0	62,4
	термоотбор (отсев 64%)	2,6	6,5	68,4
	объединенные семьи	6,8	6,4	62,4
<i>Пятое поколение (1974)</i>				
	К-6: исходный материал	18,5	6,2	58,0
	термоотбор (отсев 64%)	10,0	6,7	65,5
	объединение семьи	17,5	6,1	56,8

новения разнокачественности семян является постоянная и тесная связь их в процессе развития с окружающими условиями среды.

Экологическую разнокачественность обуславливают метеорологические условия в период формирования семян (Д. Ацци, 1959). На матрикальную разнокачественность семян в пределах одного растения льна указывают М. С. Дунин (1947) и А. А. Внутская (1953). Все семена, образующиеся на растении, могут дать потомство, но различного качества (табл. 23).

Таблица 23. Качество семян льна (сорт Оршанский 2) в зависимости от матрикальной разнокачественности в широкорядных семеноводческих посевах (1969—1970 гг.)

Сбор семян	Всхожесть, семян, %	
	обычных	прогретых (50°C 1 ч)
С главного стебля	98,0	82,5
С боковых стеблей:		
I порядка	98,2	79,5
II »	99,2	74,0
III »	98,2	58,0

Всхожесть семян, собранных с веточек метелки любого порядка ветвления, почти одинаковая. После нагревания семян она изменяется. Лучшие семена по жизнеспособности образуются на растении из главного стебля и ветвей I порядка.

В семеноводстве очень важно учитывать экологическую разнокачественность семян. На Витебской опытной станции изучали элитные семена льна сорта К-6 с разных льносемянстанций БССР (Лучина Н. Н., Краско А. А., 1976).

Всхожесть семян, полученных из различных льносеющих зон, была практически одинаковой, а у перегретых (50°C, 1 ч) разная (табл. 24).

Разница в урожае соломы, семян, волокна и между отдельными вариантами семян льна-долгунца в первый год пересева составила 16...31%, во второй — 12...16%, а в третий год урожай почти снивелировался. Поэтому очень важно в семеноводстве использовать модификации первого года. С этой целью выявить лучшие семена можно путем прогревания в воде с последующей проверкой всхожести.

Таблица 24. Влияние условий выращивания семян льна-долгунца на продуктивность потомства в первый год посева (1973—1975 гг.)

Место выращивания семян	Всхожесть, %			Пораженность болезнями, %		Урожайность, ц/га	
	лабораторная	перегретых семян	полевая	всходов	растений перед уборкой	семян	соломы
Слущкая льносеменоводческая станция Минской области	97,0	53,6	87,6	6,3	6,3	8,3	64,2
Витебская областная с.-х. опытная станция	96,0	43,2	80,9	7,0	6,9	7,2	58,0
Толчинская льносеменоводческая станция Витебской области	91,6	38,8	79,2	8,1	8,0	6,9	55,3
Горецкая льносеменоводческая станция Могилевской области	95,6	32,9	74,4	12,4	12,1	6,2	53,1
Глубокская льносеменоводческая станция Витебской области	97,0	26,8	73,2	13,4	14,8	6,0	51,2

Система мероприятий по борьбе с болезнями льна

Подготовительный период

Подготовка почвы. В каждом льносеющем хозяйстве севообороты вводятся с учетом плановых заданий, специализации, экономических, а также местных почвенно-климатических условий с размещением льна по лучшим в данном хозяйстве предшественникам. По рекомендации ВНИИЛа, на бедных питательными веществами почвах и при небольших дозах вносимых удобрений целесообразно сеять лен по пласту многолетних трав; на плодородных, регулярно и хорошо удобря-

емых почвах следует размещать лен по обороту пласта трав — после озимых зерновых культур и картофеля. Корневые выделения многолетних трав, особенно клевера, а из зерновых культур — овса, подавляют в почве возбудителей болезней льна (главным образом фузариозного увядания). Обработка почвы, удобрение и известкование кислых почв в каждой льноводческой зоне и даже хозяйстве должны проводиться в соответствии с агроправилами, рекомендованными научно-исследовательскими учреждениями и передовыми колхозами и совхозами. Особенно внимательно нужно относиться к внесению азотных удобрений. Избыток азота способствует поражению всходов комплексом болезней и снижает качество семян.

Известкование кислых почв улучшает ее физико-химические свойства, препятствует заражению посевов льна грибными болезнями: фузариозом, антракнозом и др. Однако следует остерегаться внесения избыточных доз извести в льноводческих хозяйствах.

В этом случае наблюдается неблагоприятное для растений соотношение между кальцием и магнием, кальцием и калием (Кукреш Н. П., 1976), которое трудно практически восстановить, а это ведет к нарушению физиологических и биохимических процессов в растениях льна. На переизвесткованной почве сильно развивается бактериоз, что приводит к снижению урожая семян, а также волокна, которое бывает очень низкого качества. На торфяных и переизвесткованных почвах, кроме НРК, обязательно нужно вносить борные удобрения, чтобы избежать сильного поражения бактериозом.

Правильная обработка почвы способствует повышению плодородия, накоплению влаги и питательных веществ, очищению почвы от сорняков, созданию благоприятных условий для деятельности полезных почвенных микроорганизмов. Важное значение имеет предпосевная обработка, которая проводится с учетом механического состава почвы, предшественников, засоренности и влажности. Выравнивание почвы перед посевом способствует дружному появлению всходов. Соблюдение агротехники возделывания льна в соответствии с условиями каждой зоны способствует снижению заболевания болезнями.

Подготовка семян. В течение осенне-зимнего периода проводится большая работа с семенами.

После уборки льна семена сразу же должны быть очищены от вороха. Очистка семян льна осуществляется в потоке на нескольких семяочистительных машинах. При правильном наборе машин и их соответствующей настройке можно добиться необходимой степени чистоты семян. Недозревшие семена, убранные во влажную погоду, должны подвергаться воздушно-тепловому обогреву. Семена засыпаются на хранение только кондиционные по чистоте и влажности: число семян сорняков в семенах 1-го класса не должно превышать 350 в 1 кг, 2-го класса — 920; влажность не должна превышать 13%. В течение хранения семена должны находиться под постоянным контролем.

Семена, предназначенные для посева, должны обязательно подвергаться фитопатологической экспертизе на зараженность болезнями, т. е. они должны соответствовать 1-му классу посевного стандарта (зараженность суммой паразитов не более 15% и фузариозом 0,5%).

Семена, доведенные до кондиций по засоренности и влажности, подвергаются обеззараживанию заблаговременно — за 6 мес до посева.

Для протравливания семян льна в настоящее время рекомендуются следующие протравители: гранозан (обязательно с красителем), норма расхода 1,5 кг/т; ТМТД 80%-ный с. п., норма расхода 2...3 кг/т; тигам 70%-ный с. п., норма расхода 3 кг/т; фентиурам 65%-ный с. п., норма расхода 3 кг/т; фентиурам-молибдат 65%-ный с. п., норма расхода 3 кг/т.

Протравленные семена хранятся в мешках, обязательно с этикетками, где указываются время обеззараживания, название препарата и норма расхода.

По данным ВНИИЛа, лучшим по санитарно-гигиеническим условиям труда является протравливание с увлажнением и с прилипателями (0,5...1 л/ц семян), например сульфатно-спиртовой бардой. Хорошие результаты дает обработка семян льна микроэлементами одновременно с протравливанием. С этой целью можно использовать буру (500...1000 г/ц) или борную кислоту (125...150 г/ц), сернокислую медь (100...200 г/ц), молибденовокислый аммоний и сернокислый цинк (200 г/ц).

| Период посева

Время посева льна — важное агротехническое условие, влияющее на качество и величину урожая. Посев льна следует проводить в ранние сроки, но в спелую почву, когда она достигает нормальной влажности и во время предпосевной обработки не мажется. Календарные сроки посева определяются метеорологическими условиями для каждой зоны льносеяния и даже в пределах республики или области. Сверхранные посевы в неспелую почву сильнее поражаются полиспорозом, а запаздывание со сроками посева ведет к усилению зараженности ржавчиной, антракнозом и пасмо.

Нормы посева семян для получения высококачественного волокна колеблются в зависимости от сортовых особенностей и зон выращивания в пределах 20...30 млн. всхожих семян на 1 га. Слишком загущенные посевы поражаются антракнозом, а разреженные — полиспорозом и ржавчиной. При размножении сортов применяют небольшие нормы посева семян. В этом случае необходимо следить за появлением болезней в посевах и созреванием семян. Глубина заделки семян при посеве должна быть оптимальной, на связных суглинистых почвах заделывают семена не глубже 1,5...2 см, а на легких супесчаных — не более 3 см. Более глубокая заделка способствует снижению полевой всхожести и пораженности всходов болезнями.

| Период вегетации

На посевах льна необходимо своевременно производить борьбу с вредителями и насекомыми — переносчиками болезней льна, а также сорняками, способствующими развитию возбудителей болезней.

В настоящее время, кроме агротехнических мер борьбы, широко распространены химические. Применяется большое количество эффективных гербицидов для борьбы с сорными растениями.

При обнаружении фузариозных очагов в период вегетации льна следует предпринять соответствующие меры. С таких очагов лен следует убирать и обмолачивать отдельно, а возвращать посевы льна на эти участки только спустя 5...6 лет, в это время засевая их зерновыми, зернобобовыми и пропашными культурами. На

очень ценных семеноводческих посевах, сильно пораженных болезнями, можно проводить опрыскивание посевов 1%-ной хлорокисью меди.

В период апробации необходимо выделять на семенные цели здоровые посевы. Если семеноводческие посевы сильно поражены болезнями, то можно выделять участки на семенные цели из производственных посевов.

| Период теребления

Многочисленными опытами, проведенными в ряде научно-исследовательских учреждений, установлено, что лучший срок уборки льна-долгунца на волокно — период, когда он находится в фазе ранней желтой спелости. В семеноводческих хозяйствах уборку льна проводят в желтой спелости. При перестое льна на корню усиливается зараженность болезнями, особенно семян.

Нельзя расстилать больную солому в полях севооборотов.

| Внедрение устойчивых сортов и повышение болезнеустойчивости их в производстве

Важным условием роста урожайности и увеличения производства льнопродукции и повышения ее качества является широкое внедрение в производство наиболее продуктивных и устойчивых к болезням сортов льна.

По льносеющим зонам нашей страны на 1978 г. районировано 20 сортов льна-долгунца отечественной селекции. Среди них имеются сорта комплексной устойчивости к ржавчине и фузариозу: ВНИИЛ-11, К-6, Оршанский 2, Вперед — высокоустойчивые к ржавчине и среднеустойчивые к увяданию; Л-1120, ЛД-147, Шокинский, Тверца, Псковский 359, ВНИИЛ-17, Лазурный, Смоленский — среднеустойчивые к ржавчине и фузариозу.

Высокой и вышесредней устойчивостью к фузариозному увяданию обладают сорта И-7, ВНИИЛ-3, И-9, Сдвиг; сорта иностранной селекции Аяги, Фландес, К-4016, К-6608, К-3971, К-5740, К-6297, сорта Буда и Леона (США), Бледно-голубой Кримпед (Нидерланды),

иммунные (тип 0) к ржавчине и высокоустойчивые к увяданию. Сорты, образцы, линии, обладающие высокой устойчивостью к болезням, могут быть использованы в селекции как доноры устойчивости.

В борьбе за здоровый семенной материал большую роль играют специальные мероприятия в семеноводстве. Для создания питомника отбора вместо визуальных отборов продуктивных растений целесообразно применять термоотбор семян в водной среде с отсевом слабожизненных (не менее 50%). Семена, выдержавшие высокотемпературную обработку и не потерявшие всхожести, в последующих поколениях дают повышенный урожай, растения меньше поражаются болезнями.

Определитель болезней льна

1 (14). Поражены всходы.

2 (5). Поражены корни всходов, последние отстают в росте, изменяют окраску или погибают.

3 (4). Поражаются молодые корни, которые становятся стекловидными и ломкими. Верхушка стебля поникает, листья желтеют, все растение чернеет. На пораженных частях грибница отсутствует. Паразит — комочек протоплазмы внутри клеток корня; одеваясь оболочкой, он превращается в зооспорангий. Болезнь проявляется весной небольшими очагами

Ожог (*Asterocystis radidis* de Wild.).

4 (3). Поражение иное: а) повреждена верхушка корня, рост его в длину прекращается, корень под пораженной тканью утолщается, образуется большое количество боковых корешков; на кончике корня пятна от светло-желтого до кирпично-красного цвета; при сильном повреждении кончик корня отмирает; на подсемязольном колене пятна в виде продольных штрихов тех же оттенков или продолговатые ранки; на семядолях — язвочки с бурой или кирпично-красной оторочкой

Бактериоз, отмирание кончика корня (*Bacterium macerans*).

б) боковые корни прекращают рост в длину, утолщаются, приобретая овальную или даже шаровидную форму; рост главного корня также прекращается; рост всходов прекращается, верхушка стебля имеет более бледную окраску и немного утолщена; листочки не развиваются и не закрывают точку роста; верхушка желтеет и засыхает, на семядолях — стекловидные бурые пятна и мелкие язвочки

Бактериоз, отмирание точки роста стебля льна (*Bacterium macerans*).

5 (2). Поражение иного порядка.

6 (6). Поражена корневая шейка, иногда при этом на семядолях образуются пятна.

7 (8). Всходы засыхают, происходит изреживание посевов. Корневая система разрушается, и растения легко выдергиваются из земли. Во влажной камере на пораженных частях образуется розовый налет, состоящий из спор

Фузариозное увядание [*Fusarium oxysporum* Schl. f. *lini* (Bilal)].

8 (7). Поражение иное: а) на подсемядольном колене и нередко на корешках появляются ржаво-оранжевые пятна, постепенно превращающиеся в оранжевые язвочки, которые обуславливают перетяжку стебля; на семядолях пятна до 0,5 см в диаметре, содержащие плодоносия гриба — подушечки с темно-бурыми щетинками и одноклеточные, продолговатые, цилиндрические, бесцветные споры

Антракноз, пожелтение проростков (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley).

б) на семядолях и на стебельке у корневой шейки буроватые пятна, иногда с перетяжкой; позже пятна появляются на молодых листьях, которые буреют и засыхают; на пораженных частях во влажных условиях образуются студенистые беловато-сероватые подушечки без щетинок

Полиспороз льна [*Aureobasidium pullulans* var. *lini* (Laff.) Cooke].

9 (6). Поражение иного рода.

10 (11). На всех надземных частях образуются крупные, пошашие, оранжевые пустулы

Ржавчина [*Melampsora lini* (Shum.) Desm. (I и II)].

11 (10). Поражение иного рода.

12 (13). На семядолях и первых листьях желтовато-зеленые пятна, 4...6 мм в диаметре, окраска их затем становится серой, по краям бурой, контуры ясные, хотя и расплывчатые. На пятнах заметны точечные пикниды.

Пасмо [*Septoria linicola* (Speg.) Gar.].

13 (12). На семядолях язвочки с бурой или кирпично-красной оторочкой. На подсемядольном колене пятна в виде продольных штрихов от светло-желтого до кирпично-красного цвета. В сосудистых пучках стебля скопления бактерий

Бактериоз льна, отмирание кончика корня.

14 (1). Поражены взрослые растения.

15 (20). Поражены корни.

16 (17). Пораженные корни буреют, размягчаются. Листья и стебли бледнеют, желтеют. На пораженных частях обнаруживаются одиночные или в цепочках по 3...6 макроконидии и цилиндрические эндоконидии, усеченные на обоих концах

Сухая корневая гниль (*Thielaviopsis basicola* Ferraris).

17 (16). Поражение иного рода.

18 (19). Поражены верхняя часть корня и основание стебля: а) основание стебля и верхняя часть корня темнеют и загнивают, сморщиваются; верхушка стебля поникает. Растение погибает. На пораженной части корней во влажных условиях образуется розовый налет, состоящий из спороносия гриба. **Фузариозное увядание.**

19 (18). В фазу бутонизации корни прекращают рост в длину, утолщаются. Рост главного корня также прекращается. Корневая система в виде скопления плотных, толстых, с закругленными концами отростков и бородавчатых утолщений. Верхушка стебля слегка бледнеет и курчавится, он желтеет и засыхает сверху вниз. Если болезнь проявляется в период цветения или созревания, бутоны и головки опадают

Бактериоз, отмирание точки роста стебля льна.

20 (15). Поражены другие органы растения.

21 (36). Поражены стебли.

22 (23). Растение поражено цветковым паразитом: а) стебель паразита тонкий, нитевидный, желтоватый, 1...1,5 мм в толщину; цветки сидячие, желтоватые, собранные в плотную шаровидную головку, прилегающую к стеблю; семена зачастую двойные

Льняная повилика (*Cuscuta epilinum* Weihe.).

б) стебли 0,3...0,5 мм толщины, красноватые; цветки розово-белые, в остальном как предыдущий вид

Тимьяновая повилика (*Cuscuta epithymum* Murr.).

23 (22). Поражение иное.

24 (25). На растениях крупные, оранжевые пустулы, содержащие округлые, шиповатые, оранжево-красные уредоспоры и булавовидные бесцветные парафизы. К моменту созревания льна образуются продолговатые плотные, черные, выпуклые, блестящие коростинки, плотно прирастающие к стеблям. Они содержат плотно спаянные боковыми стенками одноклеточные телейтоспоры

Ржавчина льна, «присуха», «мухосед» (II и III).

25 (24). Поражение иное.

26 (33). Различного рода пятна.

27 (30). Пятна с подушечками плодоношений гриба или без них.

28 (29). На стеблях бурые, расплывчатые пятна, окольцовывающие стебель. Ткань стебля в пределах пятен становится крупной. В ветреную погоду стебли таких пораженных растений ломаются, чаще всего в области корневой шейки. Во влажных условиях на пораженных частях образуются студенистые серо-беловатые подушечки, содержащие споры

Полиспороз, ломкость, бурая пятнистость стеблей льна.

29 (28). На стеблях буроватые пятна неправильной формы, обуславливающие мраморную расцветку. Во влажной камере на них образуются подушечки спороношений гриба с темными щетинками

Антракноз, мраморность стеблей.

30 (27). Пятна с плодоношениями гриба в виде точечных пикнид, содержащих споры.

31 (32). Пятна сероватые, по краям буроватые, с расплывчатыми контурами; позднее пятна темно-бурые, с пикнидами. Листья увядают и опадают

Пасмо.

32 (31). Пятна нерезкие. Пораженные участки стебля несут массу мелких точечных выпуклых пикнид; а) при поражении корневой шейки гибнет все растение; споры продолговатые, бесцветные, двуклеточные

Аскохитоз, отмирание стеблей льна (*Ascochyta linicola* Naum et Vass.).

б) за несколько недель до уборки урожая стебли внезапно буреют и преждевременно засыхают снизу вверх; кора отделяется от древесины; пикниды расположены преимущественно в нижней части стебля, точечные

Фомоз, отмирание стеблей льна (*Phoma usitatissimum* Pidopl.).

33 (26). Поражение в виде налетов или гнилей.

34 (35). Стебли покрываются бархатистым черным налетом, содержащим оливковые споры

Чернь стебля (*Macrosporium* sp.).

35 (34). Поражение в виде гнилей (иногда с налетами): а) пятна мокрые, коричневеющие, внутри стеблей — белый войлочный мицелий и черноватые склероции, стебель расщепляется; склероции снаружи матово-черные, внутри белые, неправильные,

1...4 мм ширины, гладкие

Белая гниль (*Sclerotinia libertiana* Fuck.).

б) на гниющих частях серый налет, состоящий из древесовидно разветвленных, коричневых конидиеносцев и округлых, светло-дымчатых спор; иногда образуются склероции типа *Sclerotinium dugum*

Серая гниль (*Botrytis cinerea* Pers.).

36 (21). Поражены листья или генеративные органы.

37 (46). Поражены листья.

38 (41). Поражение в виде белого налета или оранжевых пустул.

39 (40). На листьях белый, паутинисто-мучнистый налет, состоящий из мицелия и спороношения

Мучнистая роса (*Oidium erysiphoides* Fr.).

40 (39). Первоначально крупные, порошачие, оранжевые пустулы, содержащие шаровидные, шиповатые уредоспоры, к моменту созревания льна образуются продолговатые, плотные, черные, блестящие, выпуклые коростинки, состоящие из одноклеточных, продолговатых телеитоспор

Ржавчина льна (II и III).

41 (38). Поражение в виде различного рода пятен или общего побурения и засыхания листьев.

42 (43). Листья желтеют, но не опадают, на стебле образуются бурые пятна или мраморность

Антракноз.

43 (42). Поражение иного порядка.

44 (45). Листья буреют, отгибаются вниз, прилегают к стеблю и засыхают. Под ними на стеблях бурые пятна крупных размеров, расплывчатые, иногда с фиолетовым ободком, окольцовывающие стебель

Полиспороз, ломкость стеблей.

45 (44). Листья увядают и опадают, будучи заражены пикнидами гриба. На стеблях серые пятна с бурыми краями, с множеством точечных пикнид

Пасмо.

46 (37). Поражены цветоножки, плодоножки и коробочки.

47. (48). Поражены цветоножки и плодоножки, на которых образуются первоначально оранжевые пылящие пустулы, затем, к моменту созревания, черные, плотные, выпуклые, блестящие коростинки

Ржавчина льна (II и III).

48 (47). Поражены коробочки.

49 (50). Коробочки при поражении буреют. Семена в них недоразвиваются или становятся тусклыми: а) бурые коробочки покрываются точечными пикнидами; споры двуклеточные, бесцветные, 8...12×2,3 мкм

Аскохитоз.

б) признаки те же, но споры одноклеточные, бесцветные, 5...7×2 мкм

Фомоз, отмирание стеблей.

в) признаки те же, но споры палочковидные, бесцветные с 1...3 перегородками, 12,8...19×1,5...3 мкм

Пасмо.

г) коробочки без точечных пикнид

Антракноз или полиспороз.

50 (49). Коробочки при поражении покрываются различными налетами: а) налет серый, пушистый, состоящий из древесовидно разветвленных конидиеносцев и яйцевидных светло-дымчатых спор

б) налет бархатисто-черный, содержащий споры с 3...5 поперечными и 1...2 продольными перегородками (п. 34).

в) на коробочках узкие длинные коростинки оранжевой или розовой окраски, споры серповидные, с 3...5 поперечными перегородками

Фузариоз коробочек (*Fusarium* sp.).

- Авдонин Н. С., Анпилогов Н. Е. О дозах извести в севооборотах со льном. — Вестник с.-х. науки, 1974, № 1, с. 9—16.
- Арзуманова А. А. Воздушно-тепловой обогрев семян льна-долгунца. — Лен и конопля, 1975, № 3, с. 33—34.
- Арзуманова А. А., Котова С. А. Семенам высокое качество. — Лен и конопля, 1975, № 10, с. 20—22.
- Бенкен А. А. Роль растительных выделений в развитии грибных инфекций. — Микология и фитопатология. 1969, т. 3, вып. 6, с. 507—516.
- Билай В. И. Фузарии. Киев, 1977. 442 с.
- Воронова В. Г. Меры борьбы с болезнями. — В кн.: Лен-долгунец. М., 1976, с. 195—220.
- Гешеле Э. Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. М.: Колос, 1976. 206 с.
- Горленко С. В. Роля карневых выдзялення у захаванні глебавай інфекцыі. — Весці АН БССР, сер. біол. навук, 1973, № 2, с. 22—27.
- Давидян Г. Т., Кутузова С. Н. Мировая коллекция льна-долгунца как источник доноров устойчивости к фузариозному увяданию. — Лен и конопля, 1978, № 8, с. 26—28.
- Долгов Б. С. Сроки сева льна-долгунца. — Лен и конопля, 1975, № 3, с. 26—27.
- Караджова Л. В. Как повысить устойчивость льна к фузариозному увяданию: — Тр. V Всесоюзного совещания по иммунитету растений, вып. 11, 1969, с. 105—109.
- Карпунина Ю. Т. Микроэлементы защищают лен от болезней. — Лен и конопля, 1969, № 12, с. 22—23.
- Корнеева Е. М. Изучение устойчивости сортов льна-долгунца к фузариозным заболеваниям. — В кн.: Наука — льноводству. Торжок, 1970, с. 349—353.
- Корнеева Е. М., Корнеев В. Ф., Лебедева М. А. Известь и бор в борьбе с болезнями льна. — Лен и конопля, 1972, № 7, с. 29—31.
- Коробач А. П., Лучина Н. Н. Учитывая особенности года. — Лен и конопля, 1975, № 1, с. 15—17.
- Кукреш Н. П. Известкование и эффективность минеральных удобрений в севообороте со льном. — Агрохимия, 1976, № 11, с. 63—70.
- Лебедева М. А. Бактериальные заболевания льна-долгунца. — В кн.: Фитопатогенные бактерии. Киев, 1975, с. 67—68.
- Левин Н. А., Левакин Н. Ф., Попова Т. Т. Вредители и болезни льна-долгунца. М.: Колос, 1970. 46 с.
- Лучина Н. Н. Вопросы разнокачественности семян льна в сорте и взаимосвязь жизнеспособности с болезнестойкостью растений. — Тр. V Всесоюзного совещания по иммунитету растений. (Технические культуры), 1969, с. 91—94.
- Лучина Н. Н. Отбор жизнеспособных семян в сорте и повышение болезнестойкости льна. — В кн.: Ботаника. Исследования. Минск, 1970, вып. 12, с. 170—173.
- Лучина Н. Н. Влияние полевых культур на подавление почвенной инфекции *Fusarium oxysporum f. lini* (F. lini Boll.) Snyd. et Hans. — В кн.: Ботаника. Минск. 1977, вып. 19, с. 175—178.

- Лучина Н. Н. Пути повышения болезнеустойчивости и улучшенные качества семян льна. — В кн.: Теоретическое обоснование мероприятий по защите растений в Западных областях Белоруссии (Сб. научн. трудов ГСХИ). Горки, 1971, вып. 13, с. 9—15.
- Лучина Н. Н. Методы создания инфекционных фонов с целью изучения устойчивости льна-долгунца к фузариозному увяданию. — В кн.: Земледелие и растениеводство в БССР. Минск, 1971, т. 15, с. 158—162.
- Лучина Н. Н., Будевич Г. В. Оценка исходного материала льна-долгунца на устойчивость к ржавчине. — В кн.: Удобрения, селекция и агротехника полевых культур в Белоруссии. Жодино, 1972, с. 220—224.
- Лучина Н. Н., Будевич Г. В. Биологические особенности возбудителя пасмо в БССР. — Микология и фитопатология, 1978, т. 12, вып. 1, с. 32—37.
- Лучина Н. Н., Будевич Г. В. Обеззараживание семян льна от пасмо. — Защита растений, 1978, № 7, с. 41—42.
- Лучина Н. Н., Будевич Г. В., Кузнецова Н. А. Оценка исходного материала льна на устойчивость к фузариозному увяданию и ржавчине. — В кн.: Пути повышения урожайности полевых культур. Минск, 1976, вып. 7, с. 153—157.
- Лучина Н. Н., Краско А. А. Метод определения качества посевного материала по термоустойчивости. — Селекция и семеноводство, 1976, № 5, с. 60—62.
- Неофитова В. К., Карочан В. Н. Повышение устойчивости льна-долгунца к фузариозному увяданию. — Тр. V Всесоюзного совещания по иммунитету растений, 1969, вып. 11, с. 109—113.
- Никифорова Н. А., Грачева Н. Н. Изучение патогенности возбудителей фузариозного увядания льна. — Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции, 1973, т. 43, вып. 3, с. 135—140.
- Пак П. В., Лучина Н. Н. Термическая обработка семян как метод отбора. — Селекция и семеноводство, 1972, № 1, с. 42—43.
- Пак П. В., Лучина Н. Н., Чекалинская И. И. Метод повышения болезнеустойчивости полевых культур воздействием термического фактора. — В кн.: Земледелие и растениеводство в БССР. Минск, 1970, т. 14, с. 167—173.
- Пидопличко И. М. Грибы-паразиты культурных растений (Определитель). В 2-х т. Киев: Наукова думка, 1977. 300 с.
- Рогаш А. Р., Воронова В. Г. Добрые семена — добрые всходы. — Лен и конопля, 1969, № 11, с. 21—23.
- Рыжеева О. И. Выведение устойчивых к фузариозу высококачественных сортов льна. — Тр. V Всесоюзного совещания по иммунитету с.-х. растений, 1969, вып. 11, с. 101—102.
- Стеценко В. А. Устойчивость льна к фузариозу. — Науч. тр. Житомирского СХИ, 1969, т. 19, с. 70—73.
- Химические и биологические средства защиты растений. Краткий справочник. М.: Колос, 1978. 208 с.
- Цветков С. Г. Распространение и вредоносность пасмо на льне-долгунце в условиях Белоруссии. — В кн.: Защита растений. Минск, 1976, вып. 1, с. 35—38.
- Шаров И. Я. Устойчивость сортов и форм коллекции льна к фузариозу. — Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции, 1971, т. 43, вып. 3, с. 141—145.

Содержание

Предисловие	3
Фузариоз	4
Антракноз	26
Полиспороз	39
Пасмо	48
Бактериоз	56
Ржавчина	61
Менее распространенные болезни	68
Повышение устойчивости сортов к болезням в семеноводстве	70
Система мероприятий по борьбе с болезнями льна	77
Подготовительный период	77
Период посева	80
Период вегетации	80
Период теребления	81
Внедрение устойчивых сортов и повышение болезнеустойчивости их в производстве	81
Указатель литературы	86

Надежда Николаевна Лучина

Болезни льна

Редактор В. А. Алексеева. Художественный редактор С. Л. Шилова. Технический редактор Р. Н. Егорова. Корректор Л. В. Вешнякова.

ИБ. № 1868.

Сдано в набор 08.09.80. Подписано к печати 05.12.81. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 4,62. Уч.-изд. л. 5,05. Изд. № 119. Тираж 10000 экз. Заказ 3193. Цена 20 коп.

Отделение ордена Трудового Красного Знамени издательства «Колос», 191186, Ленинград, Д-186, Невский пр., 28

г. Калинин. Областная типография.

В сырьевом балансе текстильной промышленности льняное волокно среди натуральных волокон занимает 2-е место после хлопка и является одним из самых крепких и стойких на износ.

В семенах льна-долгунца содержится 35...40% жира, до 20% белка. Масло используется главным



образом на технические цели: для приготовления красок, лака, олифы; оно применяется также в мыловаренной, бумажной, резиновой, электротехнической и других отраслях промышленности.

Ежегодно посеvy льна-долгунца на значительных площадях поражаются различными болезнями: фузариозным увяданием, антракнозом, полиспорозом, пасмо, бактериозом, ржазчиной. В брошюре все болезни льна систематизируются по группам на основе биологических особенностей возбудителей. Для каждой группы приводятся особенности биологии, симптомы болезней, агротехнические и химические меры борьбы, пути создания устойчивых сортов, которые имеют большое значение в условиях концентрации посевов и специализации хозяйств. Описанные меры борьбы могут применяться во всех льносеющих районах.