

УДК 631.528

БОГДАН В.З., канд. с.-х. наук

КОРОЛЕВ К.П., магистр с.-х. наук

БОГДАН Т.М., канд. с.-х. наук

Республіканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт льна», республика Беларусь  
corolev.konstantin2016@yandex.ru**ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА  
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ**

Представлені результати оцінки колекційних зразків льону-довгунця в умовах північного сходу Білорусі на інфекційно-провокаційному фоні. Було встановлено, що зразки різнилися між собою за ступенем розвитку фузаріозного в'янення.

На підставі проведених досліджень виділені 4 групи стійкості до фузаріозу – стійка ( $R < 20\%$ ), слабосприйнятлива ( $R = 20-30\%$ ), середньосприйнятлива ( $R = 30-50\%$ ), сприйнятлива ( $R > 50\%$ ). Виділені зразки рекомендовані для селекції льону-довгунця як джерела стійкості до фузаріозного в'янення.

**Ключові слова:** льон-довгунець, селекція, колекційний зразок, стійкість, фузаріозне в'янення, ступінь розвитку.

**Постановка проблеми.** Такое заболевание как фузариоз распространено во всех льносеющих районах. На растениях льна обнаруживается на протяжении всей их вегетации, но наибольший вред причиняет всходам. У пораженного растения сначала поникает верхушка, желтеют листья и стебли. Позднее листья скручиваются, подсыхают, стебель буреет, и растение погибает. Такие растения легко выдергиваются из земли, так как их корни разрушены. При позднем поражении верхушки растений не поникают, но все растение (иногда часть стебля) буреет, а корень разрушается и темнеет (при подсыхании имеет синевато-пепельный оттенок).

Возбудителями фузариоза льна являются несовершенные грибы из рода *Fusarium* Link. Видовой состав их непостоянен, но особенно часто лен поражается *F. oxysporum* Schl. f. *lini* Snyd. et Hans (*F. lini* Volley). На искусственных питательных средах этот гриб образует воздушную грибницу с бесцветными, слегка серповидными конидиями, имеющими по 1–3 перегородки. Размер конидий 27-40x4-3,5 мкм. Белый налет с конидиями можно наблюдать на органах больных растений, а во влажную теплую погоду – и в почве. При большом скоплении конидии приобретают розоватую окраску. Гриб иногда образует неокрашенные гладкие или шероховатые, одно-двуклеточные хламидоспоры диаметром 6–13 мкм. Развивается гриб во влажную погоду при температуре 10–37 °C (оптимум 22–24 °C), заражение растений происходит при температуре от 13 до 32 °C [2-3, 6].

*F. oxysporum* f. *lini* – факультативный паразит. Имеет физиологические расы, отличающиеся вирулентностью. В почве на органических остатках может развиваться более 5 лет, продуцируя конидии и хламидоспоры, которые и заражают растения льна. Таким образом, первичным источником инфекции фузариоза могут быть пораженные остатки растений, зараженные почва и семена.



Рис. 1. Фузариоз первого типа (фузаріозне увядання):

а – молоді увядшіе рослини; б – побуріння стеблів; в – мицелій і спори фузаріума всередині деревинних клітин льна (поперечний розріз); г – спори фузаріум ліни (сильно збільшено).

Во время вегетации растений грибок распространяется при помощи грибницы через почву и конидиями. Фузариоз льна очень вредоносен. При раннем поражении растения не дают урожая. При сильном поражении взрослых растений урожай льносоломки уменьшается в 2 раза, номер волокна – в 2–3 раза, а урожай семян – в 6–7 раз.

**Анализ последних публикаций.** Селекция на устойчивость к болезням, несмотря на достигнутые результаты, остается наиболее радикальным и безопасным средством защиты урожая. В условиях осложняющейся фитосанитарной обстановки сорта должны быть устойчивы к патогенам, чтобы обеспечить не только получение урожаев высокого качества, но и снизить пестицидную нагрузку на окружающую среду [2, 3, 6].

**Цель и задания исследований.** Цель исследования заключалась в оценке коллекционных образцов к фузариозному увяданию и выделении источников устойчивости для использования в селекционном процессе. Для выполнения поставленных целей необходимо было решить следующие задания:

1. Провести закладку полевого инфекционно-провокационного фона.
2. Осуществить все необходимые учеты и наблюдения.
3. Выделить наиболее устойчивые коллекционные образцы к данному заболеванию и рекомендовать их для селекционного процесса льна-долгунца.

**Материал и методика опытов.** Как материал исследования использовали коллекционные образцы из Национальной коллекции льна, представленные различным эколого-географическим происхождением. Изучение коллекционных образцов льна-долгунца проводили в 2011-2015 гг. на опытном поле Республиканского научного дочернего унитарного предприятия «Институт льна». Почва опытных участков – дерново-подзолистая, легкосуглинистая, подстилаемая с глубины 1 м моренным суглинком, со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,9 – 2,6 %;  $P_2O_5$  – 193,8–428,8;  $K_2O$  – 114,1–219,0; pH – 5,2–5,9 ед.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались: 2011 – влажный (ГТК = 1,4), 2012 – слабозасушливый (ГТК = 1,2), 2013 – засушливый (ГТК = 0,9), что дало возможность провести более объективную оценку коллекционных образцов и выделить наиболее ценные из них для решения заданий практической селекции.

Закладку инфекционного провокационного фона выполняли вручную, методом заражения почвы чистой культурой фузариума из расчета 3- 5 г на погонный метр рядка на глубину 6-7 см в день посева. Площадь учетной делянки составляла 0,5-1,0 м<sup>2</sup> в зависимости от наличия семян в 3-х кратной повторности. Размещение делянок систематическое. Через каждые 20 номеров высевали сорта-стандарты: восприимчивый (Belinka), устойчивый к болезни (Родник) и районированные сорта льна – раннеспелой группы – Ярок, среднеспелой – Алей, позднеспелой – Могилевский.

Учет и развитие фузариозного увядания проводили на искусственном инфекционно-провокационном фоне визуально в течение всего вегетационного периода. Степень развития болезни подсчитывали по общепринятой формуле:

$$P\bar{b} = \frac{\sum (a\bar{b}) \times 100}{AK},$$

где  $P\bar{b}$  – степень развития болезни;

$a$  – число растений с одинаковыми признаками поражения;

$\bar{b}$  – соответствующий этому признаку балл поражения;

$\sum$  – сумма произведений числовых показателей;

$A$  – общее количество растений в учете (больных и здоровых);

$K$  – высший балл учетной шкалы.

Окончательную оценку устойчивости образцов дают в баллах согласно шкале устойчивости:

0 – отсутствие поражения, здоровое растение;

1 – частичное побурение растения, одностороннее побурение растения;

2 – побурение всего растения с коробочками;

3 – полностью бурое, погибшее или отмершее растение до образования коробочек [4, 5].

Характеристику образцов по устойчивости к фузариозному увяданию проводили по следующим показателям: степень развития до 20 % – устойчивый, 20–30 % – слабо-восприимчивый; 30–50 % – средневосприимчивый; и свыше 50 % – сильновосприимчивый.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Эколого-географическое происхождение коллекционных образцов представлено на рисунке 1.

Большинство из изученных коллекционных образцов относились к восточноевропейской группе, представленной образцами из России (Весна, И-9, Восход, 806/3 Желтосемянный, Светоч Мут., Namelles, Вир-11, Г-1071/4 Х Аойяги, Г-840-93-7, № 422, AP3, AP4); Украины (Львовский-7, Тімірязівець, 3940/19); Литвы (Upite-2, В-164).

Западноевропейский тип составляли образцы из Германии (Betertelsdorf 6884/60); Чехии (Теха, Luzacija, С1.1016); Франции (Drakkar, Alizee); Нидерландов (Marylin, 7052, Engelum 51 Уп, Т. Tammes В, Tammes V (2-69), Т. Tammes St 19); Венгрии (Karnobat-448); Аргентины (4.911-4-1.8, 5.772-5-1.9, Colhagui M.A.Ag.); Польши (Wiko, Izolda); США (Sneyenne). Из Азиатской эколого-географической группы, были следующие образцы: Bie Shynshu, Minamishu, Honkei 35, Honkei 41 (Япония), из других – Перу (Comun Del Peru).

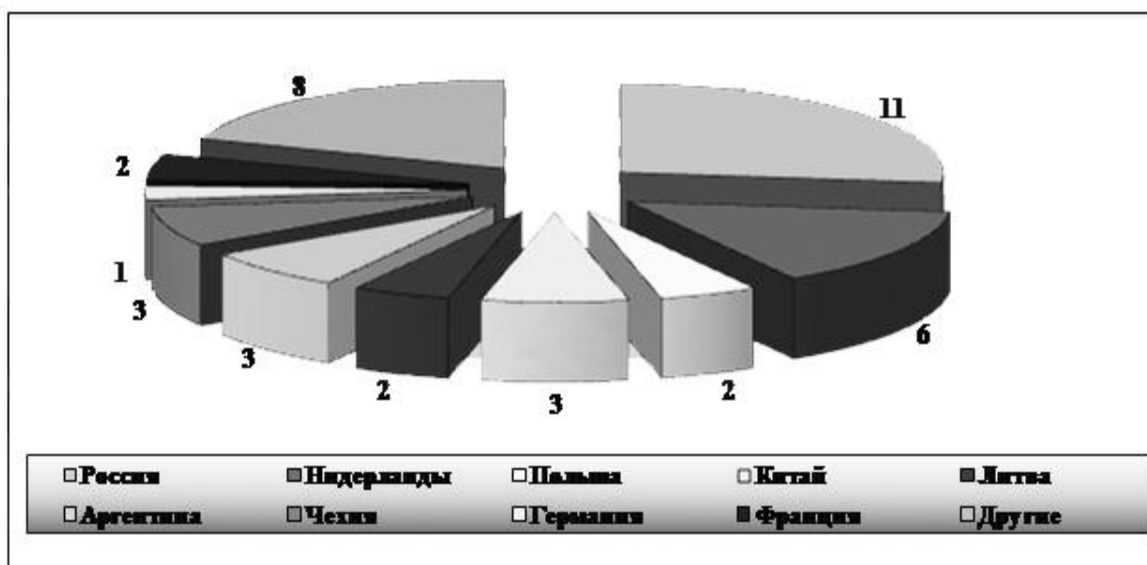


Рис. 2. Эколого-географическое происхождение коллекционных образцов питомника изучения.

Наиболее подвержены данному заболеванию в условиях полевого эксперимента оказались коллекционные образцы из азиатской эколого-географической группы, степень развития у которых составила 54,3 % с баллом условной шкалы 2,0 ед. Образцы западноевропейской группы имели 26,4 % развития заболевания и наивысший балл условной шкалы 4,0 ед. Восточноевропейская группа занимала промежуточное положение по данным показателям – 43,4 % степень развития болезни и 3,0 – балл условной шкалы.

В ходе оценки образцов была проведена группировка образцов по устойчивости к фузариозу, степени развития, баллу условной шкалы и выявлены образцы из различных эколого-географических групп, имеющих следующие характеристики (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение коллекционных образцов льна-долгунца по устойчивости к фузариозному увяданию в условиях северо-восточной части Беларуси (2011-2013 гг.)

Группа устойчивости	Образцы	% развития фузариозного увядания	Балл условной шкалы
Высокоустойчивая	Не выявлено	< 20,0	IV
Устойчивая	Nameless (К-4535), Honkei 35, Тімірязівець, Восход, Drakkar, Marylin, Bie Shinshu, AP4	20,0 – 30, 0	III
Среднеустойчивая	Honkei 41, 3940/19, 4.911-4.-1.8, Alizee, 806/3 Желтосем. ВІР-11, Colhagui. a. g., Sheyenne, Suzanne, Львовский 7, Upite-2, Wiko, Г-840-93-7, В-164, Весна, И-9, Minamishu	30,0 – 50,0	II
Восприимчивая	403-4, 5.772.-5-19, 7052, Betertelsdorf, Comun del Pery, Engelum 51, Tammes v, Luzacija, Izolda, Ikar, Т. Tammes В, Теха, Karnobat-448, Т. Tammes st 19, AP3, № 422, Г-1071/4 хАойяги, Светоч мут.	> 50,0	I

Среди различных биологических групп спелости растений льна-долгунца, в условиях искусственного инфекционно-провокационного фона, относительную устойчивость имели такие коллекционные образцы как: Nameless, Honkei 35, Тімірязівець, Восход, Drakkar, Marylin, Viei Shinshu, Suzanne, AP 4 со степенью развития фузариозного увядания 20–30 %. Степень развития заболевания у образцов варьировала от 9,46 до 84,1 %. Генотипы устойчивой группы будут использованы в дальнейшей селекционной работе как источники устойчивости к этому заболеванию.

**Выводы.** Таким образом, на основании проведенных исследований, установлены различия между образцами различного эколого-географического происхождения по степени развития фузариозного увядания. Выделены образцы с высокой степенью устойчивости, которые можно рекомендовать для селекционного процесса льна-долгунца как новый исходный материал.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (Эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. – Москва, 2001. – 150 с.
2. Курчакова, Л.Н. Происхождение образцов национальной коллекции русского льна и устойчивость их к основным грибным заболеваниям / Л.Н. Курчакова // Защита растений: материалы II Всерос. съезда, Москва, 12-15 марта 2005 г. / Всерос. ин-т защ. раст; редкол.: Рекитка П.П. [и др.]. – Москва, 2005. – С. 490-493.
3. Лошакова, Н.И. Состояние и перспективы исследований по иммунитету льна-долгунца к болезням / Н.И. Лошакова, Л.Н. Павлова // Научные достижения - льноводству: материалы межд. науч.-практ. конф. Торжок, 12-13 марта 2010 г. / Всерос. науч.-иссл. ин-т льна; редкол. Тихомирова В.Я. [и др.]. – Торжок, 2010. – С. 109-116.
4. Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) / В.З. Богдан [и др.]; под общ. ред. В.З. Богдана. – Устье: Республ. унитар. предпр. «Ин-т льна», 2011. – 12 с.
5. Методические указания по фитопатологическим работам со льном-долгунцом / Л.В. Караджова [и др.]; под общ. ред. Л.В. Караджова. – Москва: Всерос. науч. исслед. ин-т льна, 1969. – 32 с.
6. Павлова, Л.Н. Этапы развития селекционной работы по льну-долгунцу: достижения и основные направления / Л.Н. Павлова // Научные достижения - льноводству: материалы межд. науч.-практ. конф. Торжок, 12-13 марта 2010 г. / Всерос. науч.-иссл. ин-т льна; редкол. Тихомирова В.Я. [и др.]. – Торжок, 2010. – С. 39-45.
7. Салова, Т.М. Разработка методики повышения устойчивости районированных сортов льна-долгунца к фузариозу / Т.М. Салова // Сб. науч. тр. ВНИИЛ. – 1970. – С. 23-31.

#### REFERENCES

1. Zhuchenko A. A. Adaptive system of plant breeding (Ecological and genetic bases) / A. A. Zhuchenko. – Moscow, 2001. – 150 p.
2. Kurshakova L. N. Origin of samples national collection of Russian flax and the resistance to the main fungal diseases / L.N. Kurchakova // Protection of plants: proceedings of the II all-Russian. Congress, Moscow, 12-15 March 2005 /all-Russian. inst. sett. Rast: SYN. Rakitka P. P. [and others]. – Moscow. 2005. – P. 490-493.
3. Loshakova N. Status and prospects of studies on the immunity of flax to disease / Loshakova N.I. and Pavlova L.N. // Scientific achievements – cultivation: proceedings of INTL. scientific.-practical. Conf. Torzhok. 12-13 March 2010 / Vseros. scientific.-studies. Institute of flax: SYN. Tikhomirova V.I. [and others]. – Torzhok. 2010. – P. 109-116.
4. Methodical instructions on studying of the collection of flax (*Linum usitatissimum* L.) / V. Z. Bogdan [and others]; under the common editorship of V.Z. Bogdan. – The Mouth: Of The Republican. UNITAR. ENT. "Institute of flax". 2011. – 12 p.
5. Guidelines for phytopathological work with linen-flax / L. In. Karadiova [and others]; under the General editorship of L. In Karadiova – Moscow: all-Russian. scientific. issled. Institute of flax. 1969. – 32 p.
6. Pavlova L.N. The stages of development of breeding work on flax-flax: achievements and main trends / L.N. Pavlova // Scientific achievements – cultivation: proceedings of INTL. scientific.-practical. Conf. Torzhok. 12-13 March 2010 / Vseros. scientific.- studies. Institute of flax; SYN. Tikhomirova V.I. [and others]. – Torzhok. 2010. – P. 39-45.
7. Salova T. M. Development of a method of increasing the resistance of released varieties of fiber flax to fusariosis / Salova T. M. // Proc. scientific. Tr. UNIL. – 1970. – P. 23-31.

#### **Иммунологическая характеристика коллекционных образцов льна-долгунца в условиях северо-востока Беларуси** **В.З. Богдан, К.П. Королев, Т.М. Богдан**

Представлены результаты оценки коллекционных образцов льна-долгунца в условиях северо-востока Беларуси на инфекционно-провокационном фоне. Было установлено, что образцы различались между собой по степени развития фузариозного увядания.

На основании проведенных исследований выделены 4 группы устойчивости к фузариозу – устойчивая ( $R < 20$  %), слабовосприимчивая ( $R = 20-30$  %), средневосприимчивая ( $R = 30-50$  %), восприимчивая ( $R > 50$  %). Выделенные образцы рекомендованы для селекции льна-долгунца как источники устойчивости к фузариозному увяданию.

**Ключевые слова:** лен-долгунец, селекция, коллекционный образец, устойчивость, фузариозное увядание, степень развития.

*Надійшла 13.10.2015 р.*