

2. Budanova V.I., Kolotilov V.V., Kolotilova A.S. Soderzhanie belka i razvarivaemost' semyan u kollektsonnykh obraztsov fasoli // Sb. nauch. tr. po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. – L., 1985. – T. 91. – S. 91-95.

3. Budanova V.I., Buravtseva T.B., Lagutina L.V. Izuchenie obraztsov mirovoi kollektсии fasoli: metod. ukazaniya. – L.: VIR, 1987. – 27 s.

4. Buravtseva T.V. Perspektivnye dlya selektsii obraztsy fasoli // Seleksiya i semenovodstvo. – 1989. – № 5. – S. 33-34.

5. Golban N.M. Fasol' // Zernobobovye kul'tury. – Kishinev, 1982. – S. 52-82.

6. Epikhov V.A., Pronina E.P. Analiz proyavleniya priznakov produktivnosti v prostykh i slozhnykh (mnogokomponentnykh) gibridakh F2 i F3 ovoshchnogo gorokha //

Nauch. tr. Seleksiya ovoshchnykh kul'tur. – M.: VNISSOK, 1988. – S. 31-39.

7. Kazydub N.G., Kazydub V.M., Kling A.P. Produktivnost' i kachestvo fasoli ovoshchnoi v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri // Seleksiya i semenovodstvo ovoshchnykh kul'tur: sb. nauch. tr. / Vseros. nauch.-issled. in-t selektsii i semenovodstva ovoshchnykh kul'tur. – M., 2009. – S. 76-79.

8. Kazydub N.G. Seleksiya i semenovodstvo fasoli v usloviyakh yuzhnoi lesostepi zapadnoi Sibiri: dis. ... dok. s.-kh. nauk: 06.01.05. – Tyumen', 2013. – S. 296.

9. Link W., W. Ederer and E. von Kittlitz, 1994: Zuchtmethodische Entwicklungen: Nutzung von Heterosis bei Fababohnen. Vortrage fur Pflanzenzuchtung. 30, 201-230.



УДК 623.531

Е.Ю. Торопова, Н.А. Купцевич, И.Н. Порсев
Ye.Yu. Toropova, N.A. Kuptsevich. I.N. Porsev

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО СЕМЯН ЛЬНА В КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

THE FACTORS DETERMINING LINSEED QUALITY IN THE KURGAN REGION

Ключевые слова: лён-долгунец, межеумок, сорт, качество семян, фузариоз, альтернариоз, всхожесть, доля влияния.

Исследования качества семян льна проводили в 2011-2013 гг., различавшихся по погодным условиям вегетации. Определение посевных качеств семян и их микологический анализ проводили стандартными методами. Всхожесть семян льна колебалась от 65 до 96% в зависимости от сорта и года получения. На всхожесть семян оказывали влияние преимущественно условия года (доля влияния 80,8%). Существенных различий по всхожести и энергии прорастания между сортами в среднем по годам выявлено не было, однако следует отметить достоверно более низкие показатели у сорта Смоленский в 2013 г. Существенная часть (3-45%) проростков льна имели признаки поражения фитопатогенами, которые выражались в потемнении и некрозе корневой шейки и зародышевых корней. Основными фитопатогенами были возбудители фузариоза (*Fusarium lini*) и альтернариоза (*Alternaria tenuis*), зараженность семян которыми превышала регламенты до 23,5 и 12 раз соответственно. Доли влияния условий года на зараженность семян *Fusarium lini* и *Alternaria*

tenuis составили 55,6 и 42,9% соответственно. По итогам трехлетних учетов относительную устойчивость к фузариозу показал сорт Томский 17. На семенах льна присутствовали грибы рода *Penicillium* (1-7%). Инфицированность семян льна возбудителями бактериозов была отмечена в наиболее влажном и теплом 2011 г., превышение ЭПВ достигло 16,7 раз. На основании фитоэкспертизы семян льна было рекомендовано провести их обязательный тепловой обогрев и предпосевное протравливание. Для повышения устойчивости растений также целесообразна была обработка семян комплексом микроэлементов и регуляторов роста, а также обязательное соблюдение параметров эффективного ложа для семян льна.

Keywords: fiber flax, intermediate flax, variety, linseed quality, fusarium disease, *Alternaria spot*, germination ability, degree of effect.

The studies of linseed quality were conducted from 2011 to 2013; the growing seasons differed in weather conditions. The sowing qualities tests and mycological tests were run by standard procedures. Linseed germination ability varied from 65 to 96%

depending on the variety and the year of growing. The germination ability was mainly determined by the growing season conditions (80.8% degree of effect). The studies revealed no significant year-average differences in the germination ability and seed vigor between the varieties, yet the significantly lower indices in the Smolenskiy variety in 2013 should be emphasized. A significant percentage (3-45%) of flax seedlings had the signs of phytopathogenic affect expressed in spot and necrosis of the crown and embryonic roots. The major phytopathogens were the causative agents of fusarium disease (*Fusarium lini*) and *Alternaria* spot (*Alternaria tenuis*); the contamination of seeds exceeded the regulations 23.5 and 12 times, respectively. The degrees of the effect of the growing season

conditions on seed contamination by *Fusarium lini* and *Alternaria tenuis* made 55.6 and 42.9%, respectively. According to three-year results, relative resistance of the Tomskiy 17 variety to *Fusarium* was revealed. The fungi of *Penicillium genus* were detected on linseeds (1-7%). The contamination of linseeds by pathogens was revealed in the wettest and warmest season of 2011; the economic damage threshold was exceeded 16.7 times. Based on linseed testing, pre-sowing heat therapy and seed disinfection was advised. To increase plant resistance, seed treatment with the complex of trace elements and growth regulators was also appropriate along with strict adherence to seedbed formation.

Торопова Елена Юрьевна, д.б.н., проф., каф. защиты растений, Новосибирский государственный аграрный университет. Тел.: (383) 267-36-10. E-mail: helento@ngs.ru.

Купцевич Николай Александрович, директор, ГУП «Лён Зауралья», г. Курган. Тел.: (3522) 630-470. E-mail: porsev_in66@mail.ru.

Порсев Игорь Николаевич, д.с.-х.н., проф., каф. земледелия, Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева. Тел.: (35231) 44-140. E-mail: porsev_in66@mail.ru.

Toropova Yelena Yuryevna, Dr. Bio. Sci., Prof., Chair of Plant Protection, Novosibirsk State Agricultural University. Ph.: (383) 267-36-10. E-mail: helento@ngs.ru.

Kuptsevich Nikolay Aleksandrovich, Director, GUP "Lyon Zauralya", Kurgan. Ph.: (3522) 630-470. E-mail: porsev_in66@mail.ru.

Porsev Igor Nikolayevich, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Agriculture, Kurgan State Agricultural Academy named after T.S. Maltsev. Ph.: (35231) 44-140. E-mail: porsev_in66@mail.ru.

Введение

Здоровые семена – основа высокого урожая. В семенах заложены генетическая программа развития растения, его биологические требования к агроэкологическим ресурсам в период прорастания семян и формирования всходов [1]. В ходе фитоэкспертизы семян выявляют ряд их посевных и фитосанитарных качеств, которые регламентированы ГОСТами и позволяют научно обоснованно выбрать технологию подготовки семян и посева с целью получения здоровых всходов оптимальной густоты с высоким стартовым ритмом ростовых процессов [2]. С семенами передаются около 60% фитопатогенов грибной и бактериальной природы, создавая критические условия для прорастания семян и развития всходов, замедляя развитие проростков и вызывая изреживание посевов [1].

Лён относится к числу ценных технических культур. В период вегетации растений и хранения семян лён поражают более 15 видов возбудителей болезней, причем наиболее вредоносны фузариоз, ржавчина, полиспороз, антракноз, пасмо, фомоз, крапчатость и бактериоз, которые снижают урожайность семян на 15-20%, а в эпифитотийные годы – еще больше [2].

Цель исследований состояла в оценке качества семян льна и определении влияния условий годавыращивания и сортовых особенностей на посевные и фитосанитарные параметры семян.

Методика

Исследования проводили в 2011-2013 гг. в лесостепи Курганской области. Годы характеризовались разнообразными погодными условиями. В 2011 г. условия в период вегетации были теплыми, переувлажненными в начале и засушливыми в конце, ГТК-1,4. Погодные условия 2012 г. были остро засушливыми и неблагоприятно отразились на развитии растений льна. В период с мая по август выпало 98 мм осадков при норме 227 мм, что составило 43% от среднемноголетних значений. В июле была отмечена почвенная и воздушная засухи. ГТК составил 0,6. В 2013 г. достаточное количество осадков в мае позволило получить дружные всходы. За май выпало 51 мм осадков при среднемноголетних значениях 35 мм (146% от нормы). Однако засушливые явления повторились в июне, осадков выпало всего 16 мм, или 28% от нормы, и лишь прошедшие во второй половине июля дожди сгладили ситуацию (в июле выпало 88 мм осадков, или 113% от нормы). Гидротермический коэффициент составил 0,9 при среднемноголетнем значении 1,2.

Сорта льна возделывали по пару с применением рекомендованной для зоны технологии [3]. Для определения качества семян использовали метод рулонов (ГОСТ 50459-92), микологический анализ [4], определение фитопатогенов проводили по Пидопличко [5] и Билай [6]. Ежегодно анализировали семена 5 районированных в Зауралье сортов льна. Корреляционный и дисперсионный анализ ре-

зультатов исследований проводили по двух-факторной схеме с использованием пакета SNEDECOR[7].

Результаты и их обсуждение

Результаты оценки посевных качеств семян пяти сортов льна представлены в таблице 1.

Данные таблицы 1 показывают, что на всхожесть семян оказывали влияние как условия года их получения, так и сортовые особенности льна. Высокая всхожесть, превышающая требования ГОСТа (95%), была отмечена в 2012 г. у сортов Томской селекции (Томский 17 и 18), а низкая всхожесть, не соответствующая самым мягким регламентам (85%), – у 46,6% партий, в том числе у всех сортов в 2013 г., характеризовавшемся относительно увлажненными условиями в период формирования семян (июль-август). Аналогичные данные были получены и по энергии прорастания семян.

Существенных различий по всхожести и энергии прорастания между сортами в среднем по годам выявлено не было, однако следует отметить достоверно более низкие показатели у сорта Смоленский, особенно в 2013 г. Доля влияния условий года на всхожесть и энергию прорастания семян льна составила значительные величины, достоверные на 1%-ном уровне значимости.

Существенная часть проростков льна имели признаки поражения фитопатогенами, которые выражались в потемнении и некрозе

корневой шейки и зародышевых корней. Показатели достоверно ниже регламентов (15-30%) были отмечены у трех сортов в 2013 г. Достоверное превышение даже самого мягкого показателя регламента было отмечено у сорта Томский 17 в 2011 г. Более высокая всхожесть семян в 2012 и 2013 гг. сопровождалась усилением поражения проростков, а семена, выращенные в 2013 г., имели более низкую всхожесть, поскольку пораженные семена совсем не смогли сформировать проросток и погибли. Можно предположить, что в более засушливых условиях фитопатогены заражали преимущественно оболочку и эндоспермы семян, а в более влажных поражался зародыш, что привело к снижению всхожести.

Основными фитопатогенами были возбудители фузариоза (*Fusarium lini*) и альтернариоза (*Alternaria tenuis*), зараженность семян которыми превышала регламенты (табл. 2).

Все партии семян в 2011 и 2012 гг. имели зараженность возбудителем фузариоза, превышающую регламент (по ГОСТу не более 2%), причем максимальное превышение регламента составило 22,5-23,5 раз (сорта Северный и Союз в 2011 г.). При использовании для посева семян, зараженных возбудителем фузариоза в высокой степени, возникают долговременные очаги болезни и развиваются ранние эпифитотии, вызывающие гибель всходов. Потери урожайности могут составить до 50% с одновременным снижением качества волокна и семян.

Таблица 1

Посевные качества семян льна по годам получения, %

Год	Смоленский	Северный	Томский 18	Союз	Томский 17	Среднее
Всхожесть						
2011	83	94	88	92	80	87,4
2012	94	91	96	92	96	93,8
2013	65	71	80	78	72	73,2
Среднее	80,7	85,3	88,0	87,3	82,7	
НСР ₀₅ по фактору «год» = 9,7; по фактору «сорт» = 7,2						
Доля влияния фактора «год» = 80,8**						
Энергия прорастания						
2011	78	90	83	88	76	83,0
2012	87	88	92	86	93	89,2
2013	57	64	79	72	68	68,0
Среднее	74,0	80,7	84,7	82,0	79,0	
НСР ₀₅ по фактору «год» = 7,1; по фактору «сорт» = 6,4						
Доля влияния фактора «год» = 74,5**						
Доля семян с признаками поражения патогенами						
2011	28	31	29	11	45	28,8
2012	11	17	21	24	19	18,4
2013	7	14	3	10	6	8,0
Среднее	15,3	20,7	17,7	15,0	23,3	
НСР ₀₅ по фактору «год» = 6,8; по фактору «сорт» = 5,2						
Доля влияния фактора «год» = 55,5**, фактора «сорт» = 3,0						

Примечание. ** Уровень вероятности 99%.

Зараженность семян льна фитопатогенами по годам получения, %

Год	Смоленский	Северный	Томский 18	Союз	Томский 17	Среднее
<i>Fusarium lini</i>						
2011	23	45	17	47	7	27,8
2012	17	3	13	3	7	8,6
2013	0	0	0	3	0	0,6
Среднее	13,3	16,0	10,0	17,7	4,7	
НСР ₀₅ по фактору «год» = 5,7; по фактору «сорт» = 7,3						
Доля влияния фактора «год» = 55,6*						
<i>Alternaria spp.</i>						
2011	13	16	73	43	33	35,6
2012	21	43	43	7	60	34,8
2013	5	5	2	5	3	4,0
Среднее	13,0	21,3	39,3	18,3	32,0	
НСР ₀₅ по фактору «год» = 7,7; по фактору «сорт» = 6,2						
Доля влияния фактора «год» = 42,9*						
<i>Penicillium spp.</i>						
2011	1	2	0	0	1	0,8
2012	2	3	3	7	7	4,4
2013	7	2	7	3	6	5,0
Среднее	3,3	2,3	3,3	3,3	4,7	
НСР ₀₅ по фактору «год» = 1,7; по фактору «сорт» = 1,2						
Доля влияния фактора «год» = 45,6*						
Бактериоз						
2011	7	3	10	20	50	18,0
2012	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0
Среднее	2,3	1,0	3,3	6,6	16,6	0
НСР ₀₅ по фактору «сорт» = 6,2						
Доля влияния фактора «год» = 41,2*						

Примечание. * Уровень вероятности 95%.

Вегетация 2012 г. с резким подъемом температур в период посева льна и остро засушливыми условиями привела к изреживанию посевов и снижению урожайности культуры.

По итогам трехлетних учетов можно сделать предварительный вывод об относительной устойчивости сорта Томский 17 к фузариозу, который во все годы имел достоверно более здоровые семена.

В целом, главным фактором, определившим зараженность семян льна основным биотическим фактором «льноутомления» почв, были условия вегетации, коэффициент детерминации составил 30,5%.

Зараженность семян льна *Fusarium lini* имела достоверную отрицательную связь ($r = -0,5198 \pm 0,2161$) со всхожестью семян, что свидетельствует о высокой вредоносности фитопатогена на начальных фазах развития культуры.

Превышение ЭПВ по альтернариозу (ЭПВ = 5%) также было отмечено во всех проанализированных партиях семян льна в 2011 и 2012 гг. Особенно высокий уровень инфицирования семян льна альтернариозом был отмечен на сортах Томской селекции (Томский 17 и 18), которые были заражены грибами рода *Alternaria* достоверно сильнее других сортов в указанные годы. 2013 г. ока-

зался неблагоприятным для альтернариевых грибов, доля влияния условий года на этих фитопатогенов была достаточно высокой и статистически достоверной.

Во все годы исследований на семенах льна в небольших количествах присутствовали возбудители плесневения – грибы рода *Penicillium*, численность которых была несколько выше в 2012 и 2013 гг.

Инфицированность семян льна возбудителями бактериозов была отмечена в наиболее влажном и теплом 2011 г. Превышение ЭПВ по бактериозу (ЭПВ = 3%) достигло на сорте Томский 17 16,7 раз. В последующие более засушливые годы передача бактерий с семенами льна выявлена не была.

При выявлении значительного превышения фитопатогенами регламентов и ЭПВ использовать проанализированные партии для посева нежелательно. Однако поскольку в этом возникала необходимость, было рекомендовано провести обязательный тепловой обогрев и предпосевное протравливание. Для повышения устойчивости растений целесообразна была обработка семян комплексом микроэлементов и регуляторов роста, а также обязательное соблюдение параметров эффективного ложа для семян льна [3].

Обогрев семян льна проводили на открытых асфальтированных площадках при темпе-

ратуре воздуха не менее 20°C в течение 4-5 дней.

Протравливали препаратами согласно Спску..., например, «Раксил» – 0,5 кг/т, «Винцит» – 1,5-2, «ТМТД» – 3-5, «Тебу» 60, МЭ» – 0,4-0-5 кг/т. Хорошие результаты обеспечили и регулятор роста «Биостим» [9].

Для повышения физиологической устойчивости растений к вредным организмам при недостатке микроэлементов в почве к протравителям добавляли молибдат аммония и сульфат цинка (2 кг/т), борную кислоту (1,5 кг/т), сульфат меди (1-2 кг/т).

Выводы

1. Всхожесть семян льна колебалась от 65 до 96% в зависимости от сорта и года получения. На всхожесть семян оказывали влияние преимущественно условия года (доля влияния 80,8%). Существенных различий по всхожести и энергии прорастания между сортами в среднем по годам выявлено не было, однако следует отметить достоверно более низкие показатели у сорта Смоленский в 2013 г.

2. Существенная часть (3-45%) проростков льна имели признаки поражения фитопатогенами, которые выражались в потемнении и некрозе корневой шейки и зародышевых корней.

3. Основными фитопатогенами были возбудители фузариоза (*Fusarium lini*) и альтернариоза (*Alternaria tenuis*), зараженность семян которыми превышала регламенты до 23,5 и 12 раз соответственно. Доли влияния условий года на зараженность семян *Fusarium lini* и *Alternaria tenuis* составили 55,6 и 42,9% соответственно. По итогам трехлетних учетов относительную устойчивость к фузариозу показал сорт Томский 17.

4. На семенах льна присутствовали грибы рода *Penicillium* (1-7%). Инфицированность семян льна возбудителями бактериозов была отмечена в наиболее влажном и теплом 2011 г., превышение ЭПВ достигло 16,7 раз. В последующие более засушливые годы передача бактерий с семенами льна выявлена не была.

Библиографический список

1. Торопова Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири. – Новосибирск, 2005. – 370 с.

2. Easson D.L., Molloy R.M. A study of the plant, fibre and seed development in flax and linseed (*Linum usitatissimum*) grown at range of seed rates // J. Agric. Sci. – 2000. – Vol. 135 (4). – R. 361-369.

3. Чулкина В.А., Медведчиков В.М., Торопова Е.Ю. и др. Фитосанитарная оптимизация растениеводства в Сибири // Технические

культуры / под ред. П.Л. Гончарова. – Новосибирск, 2001. – 196 с.

4. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии / под ред. М.С. Соколова и В.А. Чулкиной. – М.: Колос, 2009. – 670 с.

5. Билай В.И. Фузариоз. – Киев: Наукова думка, 1977. – 443 с.

6. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель. Т. 2. Грибы несовершенные. – Киев: Наукова думка, 1977. – 300 с.

7. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.

8. Купцевич Н.А., Торопова Е.Ю., Порсев И.Н. Оценка эффективности биостима масличного по оздоровлению растений льна-долгунца от фузариоза в Зауралье // Корневые гнили сельскохозяйственных культур: биология, вредоносность, системы защиты: матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – С. 140-143.

References

1. Toropova E.Yu. Ekologicheskie osnovy zashchity rastenii ot boleznei v Sibiri. – Novosibirsk, 2005. – 370 s.

2. Easson D.L., Molloy R.M. A study of the plant, fibre and seed development in flax and linseed (*Linum usitatissimum*) grown at range of seed rates // J. Agric. Sci. – 2000. – Vol. 135 (4). – R. 361-369.

3. Chulkina V.A., Medvedchikov V.M., Toropova E.Yu. i dr. Fitosanitarnaya optimizatsiya rastenievodstva v Sibiri. III Tekhnicheskie kul'tury // pod. red. P.L. Goncharova. – Novosibirsk, 2001. – 196 s.

4. Chulkina V.A., Toropova E.Yu., Ste-tsov G.Ya. Integrirovannaya zashchita rastenii: fitosanitarnye sistemy i tekhnologii // pod red. M.S. Sokolova i V.A. Chulkinoi. – M.: Kolos, 2009. – 670 s.

5. Bilai V.I. Fuzarii. – Kiev: Naukova dumka, 1977. – 443 s.

6. Pidoplichko N.M. Griby-parazity kul'turnykh rastenii. Opredelitel'. T.2. Griby nesovershennyye. – Kiev: Naukova dumka, 1977. – 300 s.

7. Sorokin O.D. Prikladnaya statistika na komp'yutere. – Krasnoobsk: GUP RPO SO RASKhN, 2004. – 162 s.

8. Kuptsevich N.A., Toropova E.Yu., Por-sev I.N. Otsenka effektivnosti biostima maslichnogo po ozdorovleniyu rastenii l'na-dolguntsa ot fuzarioza v Zaural'e // Kornevye gnili sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: biologiya, vredonosnost', sistemy zashchity: mater. Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – S. 140-143.