

УДК 633.854.59:579

**ПОИСК НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ
СЕЛЕКЦИОННО-ЗНАЧИМЫХ
ПРИЗНАКОВ МАСЛИЧНОГО ЛЬНА
В КОЛЛЕКЦИИ ВНИИЛ**

Т.А. Рожмина,

доктор биологических наук

А.А. Жученко,

доктор биологических наук, академик РАН

Н.В. Кишлян,

кандидат биологических наук

Т.С. Киселева,

старший научный сотрудник

ФГБНУ ВНИИЛ

Россия, 172002, Тверская обл., г. Торжок,

ул. Луначарского, д. 35

Тел.: (48251) 5-32-84

E-mail: vniil@mail.ru

Ключевые слова: лен масличный, коллекционные образцы, источники, генофонд, продуктивность, устойчивость

Представлены результаты исследований в условиях долгунцово-зона России 120 образцов генофонда масличного льна из коллекции ВНИИЛ. Выделены источники высокой продуктивности с потенциальной урожайностью семян на уровне 1,5–1,9 т/га (ЛМ 92, Ва Ва N12, Shansi Datong) с содержанием масла свыше 44,0 % (Илим, Авангард, ЛМ 92), устойчивые к двум-трем грибным заболеваниям (фузариозное увядание, ржавчина, пасмо), а также стрессовым факторам среды (засуха, низкие значения pH почвы). На основе комплексной оценки выявлены перспективные высокопродуктивные формы с непродолжительным вегетационным периодом (ЛМ 91, Россия; Илим, Р. Беларусь; КИ 24, Украина; V 29, Китай) для использования в селекционных программах по созданию сортов масличного льна, адаптивных к агроклиматическим условиям Центрального Нечерноземья России.

UDC 633.854.59:579

The search of new sources of oil flax traits valuable for breeding in collection of VNIIL.

Rozhmina T.A., doctor of biology

Zhuchenko A.A., doctor of biology, academician

Kishlyan N.V., candidate of biology

Kisilyova T.S., senior researcher

FGBNU VNIIL

35, Lunacharskogo str., Torzhok, Tver' region,

172002, Russia

Tel.: (48251) 5-32-84

vniil@mail.ru

Key words: oil flax, collection samples, sources, genetic resource, yield, resistance

In environments of Tver' region in Central part of Russia (Non-black soil zone) there were studied 120 oil flax samples from genetic resource of VNIIL's collection. Sources of high productivity with potential yield of seeds up to 1.5–1.9 t/ha (LM 92, Ва Ва N12, Shansi Datong) with oil content in seeds more than 44% (Ilim, Avangard, LM 91), resistant to two or three fungus diseases (fusarium wilt, rust, pasmo), and to stress environmental factors (drought, soils with low pH) are marked out. By a complex estimation the perspective highly productive forms with the short vegetative periods (LM 91, Russia; Ilim, Belarus; KI 24, Ukraine; V 29, China) were revealed for usage in breeding programs on development of oil flax varieties adaptive to agricultural and climate conditions of the Central Non-black soil zone of Russia.

Введение. Лен масличный является высокотехнологичной культурой, обладающей широким адаптивным потенциалом, что позволяет обеспечить высокопродуктивное его производство не только в традиционных южных регионах страны, но и в нечерноземной зоне, районах Западной и Восточной Сибири, Урала и Поволжья [1; 2]. Размах варьирования урожая семян льна масличного в зависимости от региона составляет от 0,6 до 1,2 т/га. Цена реализации семян данной культуры не менее 20 тыс. за тонну, при затратах на выращивание 6,0–7,5 тыс. рублей на гектар [3]. Такую высокую рентабельность от производства позволяет обеспечить только подсолнечник, однако его возделывание приводит к снижению плодородия почв, в то время как лён масличный – прекрасный предшественник в севообороте.

Выявление в составе семени льна биологических компонентов, благотворно влияющих на здоровье человека, привело к существенному увеличению спроса на семена льна и, как следствие, расширению посевных площадей под культурой во всем мире [4]. В мировом сельскохозяйственном производстве площади посевов льна масличного составляют 2,5–3,2 млн га, а валовой сбор семян достигает 1,9–2,7 млн т [1]. Крупными мировыми производителями масличного льна являются Канада, США, Аргентина, Индия. В России после резкого спада производства культуры в конце прошлого столетия, когда площади посева сократились до 5 тыс. га, в последние годы наблюдается динамичное их расширение. В 2014 г. площадь под культурой в стране составила свыше 450 тыс. га. Основные регионы, возделывающие масличный лен, – Ставропольский и Алтайский края, Ростовская и Самарская области.

Для расширения ареала возделывания культуры и получения гарантированных урожаев семян в нечерноземной зоне России необходимы высокопродуктивные сорта масличного льна с непродолжительным вегетационным периодом [5].

Коллекция ВНИИ льна насчитывает свыше 7,0 тыс. образцов, в т.ч. около 4,0 тыс. –

льна масличного. Коллекция масличных льнов, включающая межеумки, кудряши и крупносемянные формы, охватывает широкое их разнообразие по эколого-географическому происхождению. В связи с чем местные формы, селекционные линии и сорта масличного льна обладают более выраженным генетическим полиморфизмом по сравнению с образцами прядильного льна [6].

Основной целью исследований являлось выявление из генофонда масличного льна источников раннеспелости, продуктивности, устойчивости к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды для использования в селекционных программах как прядильного, так и масличного льна, а также для создания сортов масличного льна, адаптивных к почвенно-климатическим условиям Центрального Нечерноземья РФ.

Материалы и методы. Исследования проводили в 1999–2013 гг. в условиях опытного поля ВНИИ льна (г. Торжок, Тверская обл.). Погодные условия в годы проведения исследований были различными: 1999, 2002 и 2010 гг. – засушливые, 2006 г. – избыточно влажный, другие годы, как правило, характеризовались крайне неравномерным выпадением осадков, что позволило объективно оценить изучаемые образцы масличного льна по комплексу хозяйственно ценных признаков. Закладка коллекционного питомника и оценка образцов льна масличного по хозяйственно ценным признакам проводились в соответствии с методическими указаниями по изучению коллекции культуры [7]. Норма высева семян 9,0 млн шт./га, ширина междурядий 10 см, размер деланки 1 м², повторность трехкратная. Основным стандартом в опытах служил сорт Воронежский 1308/138, как наиболее стабильный в условиях Северо-Западного региона России. Сорт среднеспелый, среднерослый, высокопродуктивный по семенам, устойчив к полеганию и фузариозному увяданию, среднеустойчив к ржавчине.

Оценка коллекционных образцов льна на устойчивость к ржавчине, пасмо и антракнозу проводилась в полевых инфекционных питомниках, а к фузариозному

увяданию – на инфекционно-провокационном фоне в вегетационных условиях в соответствии с «Методическими указаниями по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням» [8]. Создание селективных фонов и оценка генотипов льна по устойчивости к изменению кислотности почвенного раствора проводилась на основе разработанного нами способа [9].

Описание коллекционных образцов льна по фенологическим и морфологическим признакам осуществлялось в соответствии с международными классификаторами [10; 11].

Результаты и обсуждение. В результате испытаний 120 образцов коллекции масличного льна в условиях Центрального Нечерноземья России выявлены генотипы, представляющие интерес как по отдельным, так и комплексу хозяйственно ценных признаков (таблица).

Таблица

Характеристика лучших коллекционных образцов масличного льна по комплексу хозяйственно ценных признаков

ВНИИ льна, г. Торжок, Тверская обл. (среднее за 3 года)

Название и происхождение образца	Содержание масла, %	Продуктивность семян, г/м ²	Масса 1000 семян, г	Длина вегетационного периода, сутки	Устойчивость к болезням, %			
					фузариозное увядание	ржавчина	антракноз	пасмо
ЛМ 98, Россия*	40,4	91,0 114,0	4,73	92 +13	43,8	100	43,6	33,3
ЛМ 91, Россия**	38,7	108,0 153,0	4,77	85 -1	66,7	96,1	34,0	50,7
КИ 24, Украина**	38,8	92,0 116,0	5,04	87 0	23,3	94,9	34,1	25,0
ЛМ 92, Россия***	44,5	149,0 120,0	5,20	89 +6	95,2	80,4	37,5	39,6
Еоле, Франция****	39,6	73,7 141,0	7,38	87 +11	89,8	100	43,2	48,6
Dochess, Франция****	41,5	69,7 111,0	7,49	87 +11	86,7	100	26,9	70,9
Брестский, Р. Беларусь*****	40,5	89,5 108,0	5,34	87 +11	85,4	100	33,1	38,0
Илим, Р. Беларусь*****	46,6	77,5 95,5	5,88	82 +7	73,3	100	24,4	34,4
V 79, Китай*****	43,3	85,5 111,0	5,67	88 +10	59,0	98,8	26,4	41,5
V 29, Китай*****	41,8	85,0 112,0	5,93	79 +2	60,6	100	37,2	30,9
Va Va N12, Китай*****	39,5	140,0 121,0	6,74	86 +9	38,5	75,0	25,0	40,2
Shansi Datong, Китай*****	40,4	190,0 164,0	5,84	86 +9	100	94,7	16,7	61,0

Примечание: в числителе – абсолютные значения, в знаменателе – отклонения от стандарта (%±); годы испытаний: * – 1999–2001, ** – 2002–2004, *** – 2005–2008, **** – 2010–2012, ***** – 2011–2013

Семенная продуктивность является важнейшим показателем для льна масличного, она складывается из взаимосвязанных признаков – числа коробочек на растении, массы 1000 семян и числа семян в коробочке. Наиболее высокой семенной продуктивностью (свыше 105 % к стандарту) характеризовались следующие образцы: ЛМ 91, ЛМ 92, ЛМ 96, ЛМ 98, Кентавр (Россия), Брестский (Р. Беларусь), КИ 24 (Украина), Mc Gregor (Венгрия), Atlante, Eole, Dochess (Франция), к-4362 (Австралия), V 79, V 29, Shansi Datong, Ba Va N12 (Китай) и Arny (США).

Исследуемые образцы льна различались между собой по признаку масса 1000 семян. В условиях Тверской области масса 1000 семян у ряда крупносемянных форм льна значительно варьировала по годам, при этом наиболее существенное снижение этого показателя наблюдалось при засушливых погодных условиях (2010 г.). Примером тому могут служить сорта масличного льна французской селекции, масса 1000 семян у которых изменялась в следующих пределах: Comtess – от 5,36 до 9,44 г, Eurodor – от 4,40 до 8,51, Princess – от 4,32 до 7,30, Altess – от 4,44 до 7,44 г. Вместе с тем выделились образцы, которые характеризовались высокой (свыше 7,2 г) и стабильной массой 1000 семян – к-1024 (Марокко), V 81, V 45, V 29 (Китай), Eole, Dochess (Франция).

Урожайность семян образцов масличного льна в условиях Центрального Нечерноземья в значительной степени зависит от продолжительности вегетационного периода. Так, у высокопродуктивных генотипов с продолжительным вегетационным периодом при испытании их в условиях Тверской области отмечалось сильное варьирование урожая семян по годам [12]. В результате проведенных исследований выявлены образцы, характеризующиеся коротким вегетационным периодом (на 3–6 суток меньше, чем у стандарта): кк-3155 (Болгария), 3123 (Германия), 2875 (Югославия), 1386 (Россия), Symphonia (Франция).

Высоким содержанием масла в семени (свыше 42 %) обладают следующие генотипы: Циан, ВНИИМК 620, ЛМ 92 (Россия), Опус (Р. Беларусь), Selection 3, V 45, V 79, L. Soil (Китай), Niagara, Princess, Comtess (Франция). При этом наиболее высокой масличностью характеризовались образцы Авангард, ЛМ 92 (Россия) и Илим (Р. Беларусь), у которых содержание масла в семени составило 46,2; 44,5 и 46,6 % соответственно.

Для реализации биологического потенциала сортов льна по продуктивности важным условием является их устойчивость к основным грибным болезням – ржавчине, фузариозному увяданию, пасмо и антракнозу. Высоким уровнем устойчивости льна к болезням характеризуются следующие образцы: к *ржавчине* (степень поражения до 10 %) – ЛМ 91, кк-3050, кк-2052, кк-1386, ВНИИМК 622 (Россия), Илим, Брестский, Опус (Р. Беларусь), КИ 24 (Украина), L-26, L-27, L-25, L-23 (ФРГ), М 2965 (Канада), к-3111 (Румыния), Barbara (Венгрия), Antares, Dochess, Niagara, Euroder, Eole, Princess (Франция), кк-8078, 8103, 8077 (Канада), кк-2168, кк-7679 (Аргентина), Culbert (США), L. Soil, V 23, V 29, V 32, V 34, V 45, V 79, V 81 и Selection 3 (Китай); *фузариозному увяданию* (степень поражения до 20 %) – Oleane, Altess (Франция), Bison, Arny (США), к-8135 (Канада); *ржавчине и фузариозному увяданию* – Кубанский 1 (Россия), Mc Gregor (Венгрия), Atalante, Symphonia (Франция), Clark (Голландия), к-3316 (Аргентина), к-3123 (Германия), к-8067 (Швеция), Shansi Datong (Китай), кк-8075, кк-8095, кк-8099 (Канада).

Среднюю восприимчивость к *антракнозу* проявили следующие коллекционные образцы (устойчивость свыше 50 %): Oleane, Вахουλ v-2 (Франция), М 2965 (Канада); к *пасмо* – ЛМ 91 (Россия), Dochess, Altess, Oliver (Франция), V 81208, V 81, Shansi Datong (Китай).

В условиях глобального изменения климата проблема засухоустойчивости

сортов приобретает все большее значение. В 1999 г. в условиях Тверской области отмечался острый дефицит влаги в почве в течение всего вегетационного периода, что привело к сильной изреженности всходов и низкой продуктивности семян масличного льна. Однако, несмотря на сложившиеся экстремальные условия, образцы Fr 931 (к-8135, Канада), ВНИИМК 622, ВНИИМК 620, Culbert, Clark, Antares, а также стандарт – сорт Воронежский 1308 характеризовались относительной дружностью всходов (полевая всхожесть 60–70 %). Из выделившихся генотипов наиболее высокую урожайность семян в засушливых условиях имел образец к-8135 (Канада). Урожай семян у данного генотипа составил 87 г/м², что в 1,5 раза выше чем у стандарта. При этом продуктивность семян у образцов Culbert, Clark и Antares находилась на уровне сорта Воронежский 1308/138 и в 1999 г. была не ниже, чем в другие годы испытаний. Учитывая дружность всходов и высокую урожайность в экстремальных условиях, образцы Fr 931, Culbert, Clark и Antares можно характеризовать, как высокоустойчивые к засухе.

Эколого-географические испытания образцов генофонда льна в условиях с достаточной обеспеченностью влагой (ГТК 1-2) – Северо-Западный регион, и засушливых (ГТК < 1) – Северо-Кавказский регион и провинция Саскатчеван (Канада), которые осуществлялись в рамках канадско-российского проекта (2000–2001 гг.), также позволили выявить генотипы масличного льна, характеризующиеся высокой устойчивостью к дефициту влаги в почве на фоне повышенных температур воздуха – Somme (Канада), Verne Buda sel. (США), Н 723 F3 633422 (Аргентина) [13].

Почвы Нечерноземной зоны РФ характеризуются значительной пестротой по агрохимическим показателям и, прежде всего, по их кислотности. Возделывание льна на почвах с сильнокислой (рН_{KCl} 4,5 и ниже) реакцией приводит к существен-

ному снижению его продуктивности [14]. Оценка генофонда льна масличного на селективных фонах позволила выявить образцы с высокой *устойчивостью к сильнокислым почвам* (содержание подвижного алюминия менее 10 мг/100 г почвы): кк-6907 Lusatia (Германия), 1404 (Украина), 6905 (Аргентина), 3511 Norland (США), 6333 (Швеция) – межеумки; кк-1147 (Эфиопия), кк-4143 (Марокко) – кудряши [15]. При этом образцы кк-6907, кк-6905 и кк-1404 характеризуются высокой урожайностью семян в условиях Северо-Западного региона России [16].

В результате оценки генофонда масличного льна в Нечерноземной зоне РФ выявлены генотипы, представляющие селекционную ценность по комплексу признаков, – ЛМ 91, ЛМ 92, ЛМ 96, ЛМ 98, Брестский, КИ 24, Eole, Dochess, V 29, Shansi Datong и др.

Выводы. В условиях Нечерноземной зоны РФ из генофонда масличного льна выделены источники селекционно-ценных признаков: раннеспелости, крупносемянности, семенной продуктивности, высокого содержания масла, а также устойчивости к болезням, засухе и низким значениям рН почвы. Кроме того, выявлены высокопродуктивные формы с непродолжительным вегетационным периодом, такие как ЛМ 91, Илим, КИ 24 и V 29, использование которых в селекционных программах будет способствовать созданию конкурентоспособных сортов масличного льна, адаптивных к условиям Центрального Нечерноземья РФ.

Список литературы

1. Лукомец В.М., Кочегура А.В., Рябенко Л.Г. Современное состояние производства и научного обеспечения льна масличного // Матер. междунар. науч.-практ. семинара: Роль льна в улучшении среды обитания и активном долголетии человека, 26–28.10.2011 г. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2012. – С. 33–43.
2. Колотов А.П. Расширение ареала возделывания льна масличного в Уральском федеральном округе // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИ масличных культур. – 2012. – Вып. 1 (150) – С. 96–99.

3. Рожмина Т.А., Понажев В.П., Захарова Л.М. Лен масличный: сорт ЛМ 98 и его агротехнологии // Рекомендации. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. – 19 с.

4. Рожмина Т.А., Щербакова Л.А. Роль генетических ресурсов льна в улучшении среды обитания и обеспечении активного долголетия // Матер. междунар. науч.-практ. семинара: Роль льна в улучшении среды обитания и активном долголетии человека, 26–28.10.2011 г. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2012. – С. 43–55.

5. Рожмина Т.А. Генетическое разнообразие льна (*Linum usitatissimum* L.) и его комплексное использование в селекции // Автореф. на соиск. ... д-ра биол. наук. – С.-Петербург, 2004. – 43 с.

6. Рожмина Т.А., Diederichsen A., Fu Y.B., Zhuchenko A.A. Исследование генетического полиморфизма образцов «Национальной коллекции русского льна» с использованием RAPD-метода // Достижения науки и техники АПК. – М., 2005. – № 10. – С. 11–13.

7. Методические указания по изучению льна (*Linum usitatissimum* L.) ВИР. – 1988. – 28 с.

8. Методические указания по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням. – М., 2004. – С. 32.

9. Способ определения устойчивости генотипов льна к изменению кислотности почвенного раствора / Сорокина О.Ю., Рожмина Т.А., Айрапетян Л.Б., Хрусталева Е.А // Патент 2314679 Российская Федерация. МПК А01Н 1/04.

10. Международный классификатор СЭВ. – Л., 1989. – 39 с.

11. Nazkova J., Pavelek M., Bjelkova M., Brach N., Tejklova E. // Descriptor list for flax (*Linum usitatissimum* L.) Slovak University of Agriculture in Nitra, 2011. – 101 p.

12. Рожмина Т.А., Лошакова Н.И., Крылова Т.В. Генотипы масличного льна, адаптивные к условиям Северо-Западного региона России // Науч.-практ. конф.: «Лен на пороге XXI века». – Вологда, 2000. – С. 177–178.

13. Diederichsen A., Rozhmina T., Zhuchenko A., Richards K. Screening for adaptation in flax (*Linum usitatissimum* L.) germoplasm accessions based on field trials in Canada and Russia // IPGRI/FAO. Plant Genetic Resources Newsletter. – № 146. Rome, Italy. – 2006. – P. 9–16.

14. Кишлян Н.В., Рожмина Т.А., Кудрявцева Л.П., Киселева Т.С. Изучение сортообразцов в коллекции масличного льна на устойчивость к почвенной кислотности // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИ масличных культур. – 2010. – Вып. 2 (144–145) – С. 107–112.

15. Кишлян Н.В., Рожмина Т.А. Оценка генофонда льна культурного (*Linum usitatissimum* L.) по кислотоустойчивости // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – № 1. – С. 96–103.

16. Кишлян Н.В. Исходный материал для селекции льна (*Linum usitatissimum* L.) по устойчи-

вости к различной кислотности почвы // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб, 2011. – 22 с.

References

1. Lukomets V.M., Kochegura A.V., Ryabenko L.G. Sovremennoe sostoyanie proizvodstva i nauchnogo obespecheniya l'na maslichnogo // Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. seminar: Rol' l'na v uluchshenii sredy obitaniya i aktivnom dolgoletii cheloveka, 26–28.10.2011 g. – Tver': Tver. gos. un-t, 2012. – S. 33–43.

2. Kolotov A.P. Rasshirenie areala vozdeleyvaniya l'na maslichnogo v Ural'skom federal'nom okruge // Maslichnye kul'tury: Nauch.-tekh. byul. VNII MK. – 2012. – Vyp. 1 (150) – S. 96–99.

3. Rozhmina T.A., Ponazhev V.P., Zakharova L.M. Len maslichnyi: sort LM 98 i ego agrotekhnologii // Rekomendatsii. – Tver': Tver. gos. un-t, 2014. – 19 s.

4. Rozhmina T.A., Shcherbakova L.A. Rol' geneticheskikh resursov l'na v uluchshenii sredy obitaniya i obespechenii aktivnogo dolgoletiya // Mater. mezhdunar. nauch.-prakt. seminar: Rol' l'na v uluchshenii sredy obitaniya i aktivnom dolgoletii cheloveka, 26–28.10.2011 g. – Tver': Tver. gos. un-t, 2012. – S. 43–55.

5. Rozhmina T.A. Geneticheskoe raznoobrazie l'na (*Linum usitatissimum* L.) i ego kompleksnoe ispol'zovanie v seleksii // Avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – S.-Peterburg, 2004. – 43 s.

6. Rozhmina T.A., Diederichsen A., Fu Y.B., Zhuchenko A.A. Issledovanie geneticheskogo polimorfizma obraztsov «Natsional'noi kollektcii russkogo l'na» s ispol'zovaniem RAPD-metoda // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2005. – № 10. – S. 11–13.

7. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu l'na (*Linum usitatissimum* L.). – VIR, 1988. – 28 s.

8. Metodicheskie ukazaniya po fitopatologicheskoi otsenke ustoichivosti l'na-dolguntsa k boleznyam. – М., 2004. – С. 32.

9. Sposob opredeleniya ustoichivosti genotipov l'na k izmeneniyu kislotnosti pochvennogo rastvora / Sorokina O.Yu., Rozhmina T.A., Airapetyan L.B., Khrustaleva E.A // Patent 2314679. Rossiiskaya Federatsiya. MPK A01H 1/04.

10. Mezhdunarodnyi klassifikator SEV. – L., 1989. – 39 s.

11. Nazkova J., Pavelek M., Bjelkova M., Brach N., Tejklova E. Descriptor list for flax (*Linum usitatissimum* L.). – Slovak University of Agriculture in Nitra, 2011. – 101 p.

12. Rozhmina T.A., Loshakova N.I., Krylova T.V. Genotipy maslichnogo l'na, adaptivnye k usloviyam Severo-Zapadnogo regiona Rossii // Nauch.-prakt. konf.: «Len na poroge XXI veka». – Vologda, 2000. – S.177–178.

13. Diederichsen A., Rozhmina T., Zhuchenko A., Richards K. Screening for adaptation in flax (*Linum usitatissimum* L.) germoplasm accessions based on field trials in Canada and Russia // IPGRI/FAO. Plant Genetic Resources Newsletter. – № 146. – 2006. – P. 9–16.

14. Kishlyan N.V., Rozhmina T.A., Kudryavtseva L.P., Kiseleva T.S. Izuchenie sortoobraztsov v kollektzii maslichnogo l'na na ustoichivost' k pochvennoi kislotnosti // Maslichnye kul'tury: Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2010. – Vyp. 2 (144–145) – S. 107–112.

15. Kishlyan N.V., Rozhmina T.A. Otsenka genofonda l'na kul'turnogo (*Linum usitatissimum* L.) po kisloustoichivosti // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. – 2010. – № 1. – S. 96–103.

16. Kishlyan N.V. Iskhodnyi material dlya selektsii l'na (*Linum usitatissimum* L.) po ustoichivosti k razlichnoi kislotnosti pochvy // Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – SPb, 2011. – 22 s.