

СКРИНИНГ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА В СЕЛЕКЦИИ НА КАЧЕСТВО СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

О. А. ПОРХУНЦОВА, С. В. ЕГОРОВ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: botanika_bgsha@mail.ru*

(Поступила в редакцию 18.03.2020)

В селекции льна масличного одним из важных направлений современной селекционной работы является качество льносемян, определяющее назначение продукции: применение льняного масла на технические, пищевые, медицинские и другие цели. В качестве исходного материала было выделено 24 сорта и образца льна масличного различного селекционного и эколого-географического происхождения, характеризующегося определенными качественными показателями льносемян.

Семена масличного льна обладают уникальным сочетанием витаминов группы «В»: тиамин (0,456–2,110 мг/100 г), рибофлавин (0,145–2,1 мг/100 г), пиридоксин (0,145–0,67 мг/100 г) и фолиевой кислоты (48,9–95,2 мкг/100 г), играющих значительную роль в углеводном, жировом и белковом метаболизмах организма человека. В качестве селекционно ценных источников высокого содержания витамина В₁ были выделены Півдіна ніч, Bison, Bilton, Визирь (1,78–2,11 мг/100 г); В₂ – Barbara, Kaolin, Opus, Mc Duff (1,68–2,10 мг/100 г); В₆ – Айсберг, Півдіна ніч, Bison, Balladi Toll и Hazeldeum (0,621–0,67 мг/100 г); В₉ – Салют, Сонечны, Bilton, Redwing (свыше 80 мкг/100 г). Достаточно высоким равнозначным содержанием В₁ и В₂ характеризовались сорта Салют (1,189 мг/100 г), Redwing (1,30 мг/100 г), Amon (1,37 мг/100 г); равнозначным содержанием В₁, В₂, В₆ (0,689 мг/100 г) и В₉ (65,2 мкг/100 г) обладал сорт Hazeldeum. Это определяет возможность включения данного исходного материала в селекцию на высокое содержание витаминов группы «В» в семенах льна масличного.

В качестве ценных источников в селекции льна масличного на получение быстровысыхающего технического масла были определены сорта Kaolin, Hazeldeum, Barbara, льняное масло которых обладает йодным числом равным 177–181. Уникальность льносемян выражается в наличии растворимых полисахаридов (Amon 13,03 %, Hazeldeum 13,59 %, Barbara 15,07 %), содержание которых определяет возможность их использования в качестве пищевых добавок в других продуктах питания. Льносемена сортов Илим, Hazeldeum, Balladi Toll, Opus содержали 44,98–46,97 % масла, что определило возможность использования их в селекции на высокое содержание масла.

Ключевые слова: лен масличный, исходный селекционный материал, содержание витаминов, растворимых полисахаридов, масла, йодное число.

In the selection of oil flax, one of the important directions of modern breeding work is the quality of flax seeds, which determines the purpose of the product: the use of flax oil for technical, food, medical and other purposes. As a starting material, 24 varieties and samples of oil flax of various breeding and ecological-geographical origin, characterized by certain qualitative indicators of flax seeds, were selected.

Oil flax seeds have a unique combination of b vitamins: thiamine (0.456–2.110 mg / 100 g), riboflavin (0.145–2.1 mg / 100 g), pyridoxine (0.145–0.67 mg / 100 g) and folic acid (48.9–95.2 μg / 100g), which play a significant role in carbohydrate, fat and protein metabolism of the human body. Varieties pividina nich, bison, bilton, vizir (1.78–2.11 mg / 100 g) were identified as valuable for selection sources of vitamin b₁; high content of b₂ was noted in varieties barbara, kaolin, opus, mc duff (1.68–2.10 mg / 100 g); b₆ – in varieties iceberg, pividina nich, bison, balladi toll and hazeldeum (0.621–0.67 mg / 100 g); b₉ – in varieties salyut, sonечny, bilton, redwing (over 80 μg / 100 g). Varieties salyut (1.189 mg / 100 g), redwing (1.30 mg / 100 g), amon (1.37 mg / 100 g) were characterized by a fairly high equivalent content of b₁ and b₂; the hazeldeum variety had an equivalent content of b₁, b₂, b₆ (0.689 mg / 100 g) and b₉ (65.2 μg / 100 g). This determines the possibility of including this source material in the selection for a high content of b vitamins in oil flax seeds.

The varieties kaolin, hazeldeum, barbara were identified as valuable sources in the selection of oil flax for the production of fast-drying industrial oil. Their flax oil has an iodine number of 177–181. The uniqueness of flaxseeds is expressed in the presence of soluble polysaccharides (amon – 13.03%, hazeldeum – 13.59 %, barbara – 15.07 %), the content of which determines the possibility of their use as food additives in other food products. Flax seeds of the ilim, hazeldeum, balladi toll, opus varieties contained 44.98–46.97 % of oil, which made it possible to use them in breeding for high oil content.

Key words: oil flax, original breeding material, content of vitamins, soluble polysaccharides, oils, iodine number.

Введение

Лен является одной из перспективных сельскохозяйственных культур. Еще в древности его применяли для производства текстильных изделий и пищевых продуктов, а также как лекарственное растение. Культура масличного льна наиболее распространена в районах с теплым климатом Южной, Центральной и Западной Азии, а также Северной, Центральной и Южной Америки. В мировом сельскохозяйственном производстве площади посевов данной культуры ежегодно составляют 2,5–3,2 млн га [8]. В Республике Беларусь лен масличный в последние годы возделывается не более чем на 1,5–2,5 тыс. га. Стимулом для расширения посевных площадей льна масличного является наличие экспортного спроса на его маслосемена в странах Западной Европы [10, 20]. Возрастающий интерес ко льну масличному связан с широким спектром возможностей его использования в различных отраслях промышленности. Льняное растение на 95–98 % имеет практическое применение.

Понятие «лен масличный» объединяет растения двух разновидностей: лен-кудряш и лен-межеумок. Современные сорта льна масличного имеют межеумочное происхождение.

Лен масличный возделывается для получения пищевого и/или технического масла. В семенах льна масличного содержится 42–48 % масла [3, 9, 18]. Направления использования льняного масла определяются его составом пяти жирных кислот, содержание которых зависит от селекционного сорта и условий выращивания. Средний показатель их процентного соотношения составляет: олеиновая –

17,6 %, линоленовая – 56,6, линолевая – 14,5, пальмитиновая – 5,7 и стеариновая – 3 %. Его уникальность заключается в высоком суммарном содержании α -линоленовой и линолевой кислот, незаменимых в рационе человека. Лечебные свойства льняного масла позволяют использовать его для лечения и профилактики сердечнососудистых, желудочно-кишечных заболеваний, болезней печени и эндокринной системы, кожи, сахарного диабета, ожирения, воспалительных заболеваний и др. Эффективные медико-биологические свойства льняных масла и семян активизируют расширения возделывания льна масличного и его использования в хлебопекарной, кондитерской, маргариновой и других отраслях пищевой промышленности [5].

Лен масличный является растительным сырьем для производства технического масла. Льносемена содержат быстровысыхающее масло (йодное число которого составляет 165–192), образующее тонкую гладкую блестящую пленку. Доброкачественную олифу из льняного масла широко используют в лакокрасочной, мыловаренной промышленности, в производстве линолеума и клеенки [5]. Масло льносемян с успехом также используется в полиграфической, кожевенно-обувной, медицинской, текстильной, парфюмерной и других отраслях промышленности. Оно является сырьем для производства различных покрытий, искусственных волокон, изоляционных пен, пластификаторов, смазок высокого давления и других полимеров.

В сухой массе льносемян содержится до 21–26 % белка, содержащего восемь незаменимых аминокислот. Льняной белок линулин обладает полным составом незаменимых для человеческого организма аминокислот. Белковый состав льносемян может дополнять белки пшеничной муки, повышая ценность хлебобулочных изделий. Также в льносеменах содержится углеводов до 22 %, клетчатки – 8 %, золы – 4 %. Углеводы льна состоят на 2/3 из нерастворимых пищевых волокон типа лигнина, обладающих мощным антиоксидантным действием, антиаллергенными, антиканцерогенными, антибактериальными и антимикробными свойствами. Углеводы льносемян отличаются наличием в них фракции водорастворимых полисахаридов (пентозаны), которые способны образовывать слизь (2–7 % от общей массы). Слизи семенной оболочки льносемян выполняют водоудерживающую функцию, чтобы защитить семя от обезвоживания [4, 5, 16]. Жировой, белковый и углеводный состав семян льна масличного, их качественные характеристики имеют практическую значимость и могут применяться в производстве пищевых продуктов как структурообразователи, водоудерживающие агенты, стабилизаторы и связующие вещества [18]. Семя льна масличного является также источником фенольных кислот, флавоноидов, большого количества витаминов – С, В₁, В₂, В₆, пантотеновой (В₅) и фолиевой (В₉) кислот, биотина (Н), токоферолов (Е) [4, 5, 16, 18].

На современном этапе главной задачей селекции льна масличного является создание сортов, адаптированных к условиям Республики Беларусь, высокоурожайных (с потенциальной урожайностью семян до 3 т/га), с высокой устойчивостью к болезням, вредителям, полеганию растений и высокими показателями качества льносемян.

Основная часть

В полевых условиях научные исследования проводились на опытном селекционном поле УНЦ «Опытные поля БГСХА» Горецкого района Могилевской области (2017–2018 гг.). Почва данного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемым мореной с глубины 140 см. Агрохимические показатели почвы определяли по общепринятым методикам: рН_{KCl} составило 5,45, гумус 1,75 %, P₂O₅ – 332 мг/кг, K₂O – 363 мг/кг почвы.

По тепло- и влагообеспеченности Горецкий район относится к прохладной зоне с достаточным увлажнением. Метеоусловия весеннего периода значительно различались по годам исследований: условия весны 2017 года не способствовали оптимальным срокам посева питомника. Поэтому посев был проведен при наступлении благоприятных для посева условий (17.05.2017; 24.04.2018).

Закладка питомника осуществлялась вручную, в 2-кратной повторности. Площадь посева учетной делянки составила 1 м² с шириной междурядий 10 см. Норма высева составила 1000 всхожих семян/м². Контрольным сортом является Салют. Полные всходы были отмечены спустя 10–12 дней от даты посева. В процессе роста и развития растений проводились фенологические наблюдения, учёты и оценки состояния посевов в соответствии с рекомендациями по льну масличному [11–13]. При массовом лете льняной блошки проводилась 1–2-кратная обработка инсектицидом Карате, КЭ (0,1–0,15 л/га). В фазу «елочки» посевы обрабатывались против сорной растительности баковой смесью гербицидов Хармони, СТС (0,01–0,025 г/га) и Гербитокс, ВРК (0,8–1,0 л/га) [2]. При достижении желтой спелости осуществлялась уборка вручную, после естественного подсыхания снопов – их обмолот и очистка. Учет элементов семенной продуктивности определяли путем анализа пробного снопа [19].

Определение показателей качества семян льна масличного проводилось в испытательной лаборатории качества семян УО БГСХА. Определения содержания витаминов группы «В» проводилось методом капиллярного электрофореза согласно ГОСТУ 31483-2012 [15]. Йодное число определялось по методике, рекомендованной согласно ГОСТу ISO 3961-2010 [6], содержание масла – ГОСТу ISO 659-2017 [17], содержание золы – ГОСТу Р ИСО 6884-2010 [7]. Содержание растворимых полисахаридов

определялось в соответствии с методикой, разработанной для семян льна масличного [14]. Статистическая обработка данных осуществлялась в Microsoft Excel.

На современном этапе при создании нового сортового разнообразия льна масличного актуальными направлениями селекции являются создание высокоурожайных сортов ранней и среднеспелой групп спелости, обладающих высокими показателями качества льносемян, устойчивых к полеганию и болезням. Для достижения результативности в селекционной работе со льном масличным необходима всесторонняя оценка льносемян, как основной продукции данной сельскохозяйственной культуры, используемой для получения растительного пищевого и/или технического масла, применяемого в пищевой, технической, медицинской промышленности, на лекарственные цели.

В качестве исходного материала для целей селекции льна масличного были отобраны сорта и образцы отечественной и зарубежной селекции: Салют, Сонечны, Илим, Визирь, Опус (Республика Беларусь); LM-97 (Россия); Півдіна ніч, Айсберг (Украина); Victory, Redwing, Bison, Winona Sell (США); Balladi Toll, Prairie Blue, Mc. Duff (Канада); Bilton, Barbara (Нидерланды); Amon (Чехия); Astral, Kaolin (Франция); L-26 (Германия); Hazeldeum (Австралия). По типу растения исходный материал был разделен на две группы: крупносемянный лен (Салют, Kaolin, Mc. Duff, Prairie Blue, Опус, Bilton, Визирь) и лен-межеумок (все остальные образцы). Яркими признаками различия являются окраска венчика цветка и семян. Типичным для льна масличного является наличие голубого венчика цветков и коричневых семян (Салют, Опус, Півдіна ніч, Astral, Илим, Redwing и др.). Такие сорта, как Bison, Mc. Duff, Bilton, Hazeldeum, Визирь характеризовались наличием фиолетового венчика и крупных коричневых семян. Во всем единообразии выделяются сорта с белой (Айсберг, Victory) и розовой (LM-97) окраской венчика, с желтой окраской семян (Amon, Сонечны). Оценка исходного материала по морфологическим признакам цветков и семян подтверждает его контрастность.

При оценке длины вегетационного периода, как показателя, определяющего скороспелость, исходный материал льна масличного был разделены на три группы: раннеспелые (80–85 дня: Redwing, Winona Sel, LM-97), среднеспелые (88–96 дней: Hazeldeum, Сонечны, Айсберг, Півдіна ніч, Prairie Blue, L-26, Айсберг, Barbara, Victory, Bison) и позднеспелые (100–108 дней: Balladi Toll, Опус, Визирь, Салют, Amon, Илим, Визирь, Mc. Duff, Bilton, Astral, Kaolin). Более половины сортообразцов относятся к раннеспелым и среднеспелым группам, что расширяет спектр выбора исходного материала при селекции на раннеспелость.

Важным технологическим признаком является устойчивость растений к полеганию. Для льна масличного, как культуре возделываемой на семена, этот показатель важен. Высокой устойчивостью к полеганию обладали высокостебельные сорта Amon, Сонечны, Опус, Bilton (7 баллов по общей длине стебля или 109–116 % от контрольного сорта Салют) [1].

В селекционной работе со льном, как с масличной культурой, важна оценка качества льносемян. При оценке льносемян по содержанию витаминов группы «В» были определены сортовые различия (рис. 1).

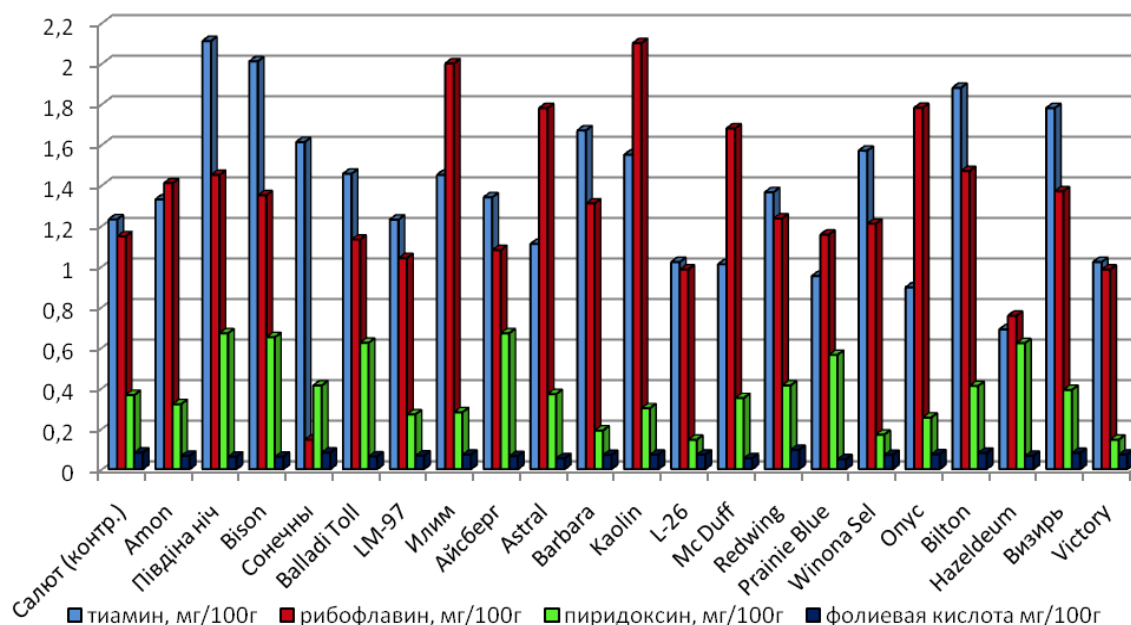


Рис. 1. Содержание витаминов группы «В» в семенах льна масличного

Тиамин, более известный, как витамин В₁, помогает поддерживать надлежащую работу сердца, нервной и пищеварительной систем. В организме человека тиамин не синтезируется, попадая в него с пищевыми продуктами, но необходим всем клеткам организма. Механизм его действия связан со

стимуляцией углеводного обмена и усвоения глюкозы клетками. Содержание тиамин в среднем в льносеменах составило $1,335 \pm 0,411$ мг/100 г, что значительно выше, чем в продуктах обычного рациона человека (овсяная, гречневая крупа 0,4–0,5 мг/100 г; ржаной хлеб 0,25; картофель 0,1; фасоль, томаты, свекла – менее 0,1 мг/100 г). В семенах льна масличного содержание витамина В₁ значительно различалось по сортам и образцам (от 0,689 до 2,110 мг/100 г). В льносеменах сортов Bison и Півдіна ніч содержание В₁ составило более 2,0 мг/100 г, что больше чем свинине (1,45 мг/100 г). Менее 1,0 мг/100 г тиамин содержали льносемена сортов Илим, Prairie Blue, Hazeldeum, Опус (рис. 1).

Пиридоксин (В₆) необходим для нормального функционирования нервной системы, является коферментом многих ферментов неокислительного обмена аминокислот, участвует в обмене гистамина, синтезе эритроцитов и гемоглобина, способствует нормализации липидного обмена. Суточная потребность организма в пиридоксине зависит от возраста и пола человека, а также необходимо увеличивать его употребление при увеличении в рационе белковой пищи (дополнительно 0,02 мг/г белка). Пиридоксин содержится во многих пищевых продуктах, но легко разрушается при замораживании (до 90 %) и термической обработке (20–60 %). Содержание В₆ в льносеменах составило $0,405 \pm 0,160$ мг/100 г. Высоким уровнем витамина В₆ характеризовались селекционные образцы Айсберг, Півдіна ніч, Bison, Balladi Toll и Hazeldeum (более 0,6 мг/100 г). Низким содержанием пиридоксина (менее 0,2 мг/100 г) характеризовались Victory и Winona Sel.

Однако ценность В₆ вчетверо меньше, если его природные свойства используются без В₂. Рибофлавин (В₂) является витамином роста, «красоты». Флавины активизируют также работу фолиевой кислоты (витамин В₉): совместно участвуют в синтезе эритроцитов. Рибофлавин необходим для кислородного «транспорта», работы капилляров, обладает свойствами антиоксиданта. В₂ совместно с В₁ поддерживает нормальный уровень железа, не позволяя развиваться его дефициту. Содержание витамина В₂ в льняном масле ($1,326 \pm 0,423$ мг/100г) выше, чем во многих продуктах ежедневного питания: яйца, творог (0,5 мг/100г), мясо, молоко, крупы (до 0,2 мг/100г) при суточной норме для взрослого человека 1,8 мг В₂. Высоким содержанием В₂ характеризовались сорта Kaolin (2,1 мг/100 г), Barbara (2,0 мг/100 г), Опус (1,781 мг/100г) и Mc. Duff (1,68 мг/100 г).

Сорта льна масличного различались не только преобладание одного из витаминов, но их сочетанием. Льносемена Amon, Redwing, Салют, Victory имеют достаточно высокое, равнозначное содержание тиамин и рибофлавин (1:1). У сорта Hazeldeum льносемена характеризуют практически равнозначным содержанием тиамин, рибофлавин и пиридоксин ($0,689:0,756:0,621$ мг/100 г).

Фолиевая кислота (В₉) необходима для активного функционирования кровеносной, иммунной и репродуктивной систем человека. Недостаток витамина В₉ отражается на образовании эритроцитов, половых клеток, работе костного мозга. Источниками высокого содержания фолиевой кислоты для организма человека является растительная пища, в том числе льняное масло. Фолиевая кислота не накапливается в организме человека, но тратится с высокой скоростью, поэтому ее недостаток необходимо постоянно восполнять. Суточная потребность в этом витамине взрослого человека составляет 200 мкг, увеличиваясь в 2–4 раза для спортсменов, беременных женщин и пожилых лиц. Высоким содержанием витамина В₉ характеризовались образцы Redwing (95 мкг/100г), а также все образцы белорусской селекции (Салют, Сонечны, Визирь, Опус).

Льносемена богаты белком и жиром, но в них нет запасного крахмала. По углеводному составу льносемена содержат пищевые волокна в семенных оболочках, относящихся к неусвояемым углеводам. Другой отличительной особенностью льносемян является наличие водорастворимых полисахаридов (пентозанов), способных образовывать слизи при контакте с водной средой. Слизь льносемян состоит преимущественно из галактуроновой кислоты и нередуцирующих сахаров. Содержание растворимых полисахаридов по сортам льна масличного составило 6,91–15,07 % ($10,67 \pm 1,90$ %). У большинства образцов содержание растворимых полисахаридов составило свыше 10 %. Наименьшим уровнем данного показателя характеризовались Илим (7,55 %) и Redwing (6,91 %) (табл. 1).

Свойства растительного масла, и, соответственно, направление его использования, зависят от содержания в нем ненасыщенных и насыщенных жирных кислот. Показателем содержания ненасыщенных жирных кислот является йодное число (ЙЧ). Чем выше йодное число, тем быстрее растительные жиры высыхают. По степени высыхания растительные жиры делятся на три группы: высыхающие (ЙЧ составляет 170–203), полувысыхающие (ЙЧ – 130–160), слабовесяхающие (ЙЧ – 85 и ниже). Считается, что масло льна масличного относится к группе высыхающих жиров [9].

В результате оценки йодного числа, практически все сортообразцы в семенах имели высыхающие жиры. Сортообразцы Салют, Сонечны, LM-97, Илим, Mc. Duff, L-26, Winona Sel имели йодное число,

близкое к 170 (ЙЧ=161,07–166,84). Слабо высыхающие растительные жиры имели семена образца Prairie Blue (ЙЧ=148,84). Все остальные сортообразцы имели йодное число, равное 170 и выше.

Содержание масла в семенах составило 36,78–46,98 %. Сортообразцы Илим, Hazeldeum, Balladi Toll и Опус выделялись высоким содержанием масла в семенах (44,98–46,98 %). При среднем по питомнику показателе 42,13±2,70 % относительно низким содержанием масла характеризовались L-26 (36,78 %), Айсберг (37,68 %), Winona Sel (38,08 %).

Таблица 1. Показатели качества льносемян

Название сортообразца	Содержание, %		Йодное число	Наличие маркеров качества семян	Урожайность, г/м ²	Выход масла, г/м ²
	растворимых полисахаридов	масла				
Салют	11,58	40,57	166,84	-	139,7	56,7
Amon	13,03	44,06	171,39	+	171,5	75,6
Півдіна ніч	10,57	41,68	171,11	-	79,2	33,0
Bison	10,98	41,70	171,04	-	94,7	39,5
Сонечны	9,91	42,08	162,84	+	78,9	33,2
Balladi Toll	11,55	46,40	173,84	+	97,5	45,2
LM-97	9,03	39,38	163,39	+	76,6	30,2
Илим	7,55	44,98	165,84	-	146,7	66,0
Айсберг	10,50	37,67	171,12	-	53,2	20,0
Astral	10,64	42,79	171,10	-	103,9	44,5
Barbara	15,07	40,77	176,69	-	59,1	24,1
Kaolin	9,70	43,97	181,09	-	104,2	45,8
L-26	11,13	36,78	167,79	+	88,3	32,5
Mc Duff	11,28	43,06	169,69	+	97,2	41,9
Redwing	6,91	41,71	170,24	-	64,4	26,7
Prairie Blue	8,35	42,48	148,84	+	93,2	39,6
Winona Sel	12,84	38,06	161,07	+	35,8	13,6
Опус	9,65	46,97	170,24	+	152,0	71,4
Bilton	10,36	42,90	171,14	+	111,8	48,0
Hazeldeum	13,59	45,06	179,14	+	94,8	42,8
Визирь	10,77	39,89	171,08	+	177,2	70,6
Victory	9,80	43,87	172,14	+	106,5	46,7
$\bar{x} \pm Sx$	10,67±1,90	42,13±2,70	169,43±6,65		101,2±36,9	43,08±16,77

Итоговым показателем, определяющим значимость исходного материала, является уровень его продуктивности. Для льна масличного, как возделываемой, главным образом, на маслосемена культуры, важным показателем является уровень урожайности и выход масла. Урожайность семян льна масличного в питомнике исходного материала за годы исследований составила 101,2±36,9 г/м². Менее 70 г/м² льносемян было получено по сортам Winona Sel (35,8 г/м²), Айсберг (53,2 г/м²), Barbara (59,1 г/м²), Redwing (64,4 г/м²). По урожайности льносемян были выделены Илим (146,7 г/м²), Опус (152,0 г/м²), Amon (171,5 г/м²) и Визирь (177,2 г/м²), превысившие уровень контрольного сорта Салют (139,7 г/м²). В среднем по изученному исходному материалу выход масла составил 43,08±16,77 г/м² (от 13,6 до 75,6 г/м²), что подтверждает значительные различия исходного материала льна масличного по уровню продуктивности. По совокупности признаков урожайность семян и содержание масла в них значительный выход масла обеспечили Салют (56,7 г/м²), Илим (66,0 г/м²), Визирь (70,6 г/м²), Опус (71,4 г/м²), и Amon (75,6 г/м²).

Заключение

Выбранный исходный материал из 24 сортов и образцов различался происхождением (селекционный и географический аспект), морфологическими признаками вегетирующих растений и семян, группой спелости, устойчивостью к полеганию и уровнем продуктивности, что определяет необходимость оценки качества семян, как основной продукции льна масличного.

Исходный материал значительно различался по содержанию витаминов группы «В». Высоким содержанием тиамин (В₁) обладали льносемена сортов Півдіна ніч, Bison, Bilton, Визирь (1,78–2,11 мг/100 г); рибофлавин (В₂) – Barbara, Kaolin, Опус, Mc Duff (1,68–2,10 мг/100 г); пиридоксин (В₆) – Айсберг, Півдіна ніч, Bison, Balladi Toll и Hazeldeum (0,621–0,67 мг/100 г); фолиевой кислоты (В₉) – Салют, Сонечны, Bilton, Redwing (свыше 80 мкг/100 г). Также был выделен исходный материал со значительным равнозначным содержанием тиамин и рибофлавин (Салют, Redwing, Amon); с равнозначным содержанием тиамин, рибофлавин и пиридоксин (Hazeldeum). Это свидетельствует о возможности использования данного исходного материала в селекции на качество льносемян с высоким содержанием витаминов группы «В».

Йодное число определяет возможность технического направления использования льняного масла. Сорты Kaolin, Hazeldeum, Barbara (йодное число 177–181) были выделены в качестве ценных источников в селекции льна масличного на получение быстровысыхающего технического масла.

По содержанию растворимых полисахаридов, определяющих как водоудерживающую способность семян, так и возможность их использования в качестве пищевых добавок в других продуктах питания, были выделены Amon (13,03 %), Hazeldeum (13,59 %) и Barbara (15,07 %).

По содержанию масла различие по исходному материалу составило свыше 10 % (от 36,78 % до 46,98 %). В качестве ценных селекционных источников высокого содержания масла (44,98–46,97 %) были выделены Илим, Hazeldeum, Balladi Toll, Опус. По сбору масла были выделены Салют, Илим, Визирь, Amon, Опус, обладающие значительным содержанием масла и урожайностью семян, что в совокупности обеспечивает свыше 50 г/м² масла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Классификатор вида *Linum usitatissimum* L. (лен) / В. З. Богдан [и др.]. – Орша, 2012. – 18 с.
2. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2017. – 688 с.
3. Дуктова, Н. А. Использование физиологических параметров растения льна масличного в селекции: рекомендации / Н. А. Дуктова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2014. – 44 с.
4. Егоров, С. В. Особенности белкового комплекса семян льна масличного для целей оценки генотипов на основе электрофоретического фракционирования белков семян / С. В. Егоров, Н. А. Дуктова, Е. В. Егорова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 42–43.
5. Живетин, В. В. Масличный лен и его комплексное использование: учебное пособие / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург, О. М. Ольшанская. – Москва, 2002 – 400 с.
6. Жиры и масла животные и растительные. Определение йодного числа: Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 3961-2010. – Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 705-ст, 30.10.2010. – 10 с.
7. Жиры и масла животные и растительные. Определение содержания золы: Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 6884-2010. – Москва, Стандартинформ, 2012. – 3 с.
8. Казарина, А. В. Изучение мировой коллекции льна масличного как исходного материала для селекции / А. В. Казарина [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 1. – С. 18–22.
9. Корнев, В. Г. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / Г. В. Корнев, П. И. Подгорный, С. Н. Щербак. – Москва, Колос, 1983. – 510 с.
10. Лен масличный / Первый сельскохозяйственный портал // [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://1-cx.com/articles/lyon_maslichnyi/ – Дата доступа: 20.03.2020.
11. Лях, В. О. Селекция льна масличного: методические указания / В. О. Лях, И. О. Полякова. – Запорожье, 2008. – 37 с.
12. Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) / В. З. Богдан [и др.]. – Устье, 2011. – 13 с.
13. Методические указания по селекции и семеноводству льна масличного / ВАСХН им. В. И. Ленина; Отд-ние растениеводства и селекции. ВНИИ маслич. культур им. В. С. Пустовойта. – Москва, 1978. – 18 с.
14. Олеников, Д. Н. Методика количественного определения суммарного содержания полисахаридов в семенах льна (*Linum usitatissimum* L.) / Д. Н. Олеников, Л. М. Танхаева // Химия растительного сырья. – 2007. - № 4. – С. 85–90.
15. Определение содержания витаминов: В₁ (тиаминхлорида), В₂ (рибофлавина), В₃ (пантотеновой кислоты), В₅ (никотиновой кислоты и никотинамида), В₆ (пиродоксина), В₉ (фолиевой кислоты), С (аскорбиновой кислоты) методом капиллярного электрофореза: Межгосударственный стандарт ГОСТ 31483-2012. – Москва, Стандартинформ, 2012. – 17 с.
16. Плешков, Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б. П. Плешков. – Москва: Колос, 1980. – 495 с
17. Семена масличных культур. Определение содержания масла (контрольный метод): Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 659-2017. – Москва, Стандартинформ, 2017. – 12 с.
18. Султаева, Н. Л. Исследование свойств семян льна и разработка на их основе технологии хлебобулочных изделий / Н. Л. Султаева, В. С. Перминова // Науковедение – Т.7. – № 1. – 2015. – С. 4–8.
19. Труш, М. М. Справочник льновода / М. М. Труш, Ф. М. Карпунин. – Ленинград: Агропромиздат, 1985. – 240 с.
20. Чирик, Д. П. Лен масличный в Беларуси – перспективы очевидны / Д. П. Чирик // Наше сельское хозяйство. – 2016.–№ 19. – С. 21–23.