

Literatura

1. **Kosolapov V.M., Trofimov I.A.** Issledovaniya po kormoproizvodstyu, ecologii i ratsionalnomu prirodopolzovaniyu // Kormoproizvodstvo. – 2015. – No. 7. – S. 3.
2. **Kolomeychenko. V.V.** Kormoproizvodstvo. – SPb.: Lan, 2015. – S. 5 – 6.
3. **Donskikh N. A.** Kormoproizvodstvo – actualnye problemy i perspektivy ego razvitiya na sovremennom etape // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo Agrarnogo Universiteta. – 2015. – №39. – S.54.
4. **Nikulin A.B.** Effectivnost' vozdeleyvaniya bobovykh i bobovo-zlakovykh travostoev s kozlyatnikom vostochnym v Leningradskoy oblasti // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo Agrarnogo Universiteta. – 2015. – No. 41. – S.21.
5. **Stepanova T.V.** Productivnost' travostoev kozlyatnica vostochnovo s kleverom lugovym I lyutsermoy izmenchivoy v usloviyah Leningradskoy oblasti// // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo Agrarnogo Universiteta. – 2008. – No. 7. – S. 35.

УДК 633.854.54

Канд. с.-х. наук **М.А. НОСЕВИЧ**

(СПбГАУ, mnosevich@yandex.ru)

Аспирант **Й.З. АЙИССОТОДЕ**

(СПбГАУ, zadkiel2009@yandex.ru)

Доктор хим. наук **В.И. РОЩИН**

(СПбГЛТУ, kaf.chemdrev@mail.ru)

Доктор хим. наук **Д.Н. ВЕДЕРНИКОВ**

(СПбГЛТУ, kaf.chemdrev@mail.ru)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАСЛА И ВОЛОКНА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И УСЛОВИЙ ЕГО ПРОИЗРАСТАНИЯ

Лён масличный, сорт, норма высева, качество масла, жирные кислоты, номер волокна

В мировом сельскохозяйственном производстве площади посевов льна масличного составляют более 7 млн. га. В Российской Федерации в 2016 г. посевная площадь под культурой составила 709 тыс. га с валовым сбором семян – 600 тыс. тонн [1].

Лён масличный – ценная сельскохозяйственная культура многоцелевого использования. Из его семян извлекают масло, которое является сырьем для многих отраслей промышленности. Кроме этого, в стеблях культуры содержится волокно, которое используется для изготовления грубых тканей, высоких сортов бумаги и других целей.

В связи с потеплением и засухами, наблюдающимися в Центральном регионе, культура льна перемещается на север и восток [2].

Выращивание льна масличного в Северо-Западном регионе РФ – новое направление в сельскохозяйственном производстве. В связи с этим изучение влияния почвенно-климатических условий на рост, развитие, продуктивность и получение качественной продукции различных сортов льна масличного в условиях Ленинградской области является актуальным.

Цель исследования. Определение жирнокислотного состава масла и качества волокна различных сортов льна масличного, возделываемого на семена в условиях Ленинградской области.

Материалы, методы и объекты исследования. Полевой опыт проводился на малом опытном поле кафедры растениеводства СПбГАУ с 2014 по 2016 гг. Почва участка дерново-карбонатная выщелоченная, среднесуглинистая, содержание гумуса – 2,7-3,3%, рН_{сол.} – 5,5-

5,8, подвижных форм фосфора очень высокое – 392,3-423,3 и обменного калия высокое и очень высокое – 188,0-266,3 мг на 1 кг почвы.

Предшественник – озимая рожь (2014 г.), картофель (2015 г.) и многолетние травы (2016 г.). Основная обработка почвы состояла из осенней вспашки на глубину 20 см (МТЗ-82+ПЛН-4-35), весной – двукратной обработки дисковым культиватором (МТЗ-82+БДН-160) с боронованием, перед посевом внесены минеральные удобрения в дозе $N_{30}P_{40}K_{60}$.

Двухфакторный эксперимент включал 40 вариантов (ПФЭ 10×4): Фактор А – сорт (Северный, ЛМ 98, Norlin, Воронежский, ВНИИМК 620, Antares, Symphonia, Mc.Gregor, Atalante, Culbert); Фактор В – норма высева (4,0; 6,0; 8,0 и 10 млн.шт./га). Площадь опытной делянки составляла для первого порядка 4 м², для второго – 1 м² в 4-кратном повторении. Размещение вариантов в опыте рендомизированное.

Посев льна проводили вручную: в 2014 г. – 25 апреля, в 2015 г. – 6 мая и в 2016 г. – 7 мая. Ширина междурядий составляла 10 см. Норма высева соответственно схеме опыта и по показателям лабораторной всхожести и массы 1000 семян. Теревление и очес коробочек производили вручную: в первый год – с 10 по 31 августа, на второй год – с 28 августа по 11 сентября и на третий год исследований – с 20 по 27 августа.

В анализе использовали масло, полученное путем экстракции с раствором диэтилового эфира. Для газохроматографического анализа (ГЖХ) метиловых эфиров жирных кислот использовали хроматограф ХРОМАТЭК-Кристалл 5000.1 с пламенно-ионизационным детектором. Температура испарителя – 250°C, детектора – 250°C. Колонка кварцевая ZB-WAX 30000×0,35×0,5 мм, температура колонки – 240°C. Скорость газа носителя (гелия) 30 см³/мин., скорость водорода – 25 см³/мин., скорость воздуха – 250 см³/мин. Дозируемый объем раствора кислот и парафинов в гексане – 1 мкл. Для идентификации кислот определили индексы Ковача и сравнили их с литературными данными. Индексы Ковача определяли по времени удерживания n-алканов фирмы Aldrich. Алканы выбрали такими, чтобы время удерживания характеризуемых соединений находилось между их временем удерживания. Индексы Ковача рассчитали после определения коэффициента линейной функции $I=bt$, где I – индекс удерживания, t – время удерживания. Для расчета использовали программу Advanced Grapher 2.08. Индексы удерживания сравнивали с данными для аналогичных соединений. Количественное содержание метиловых эфиров в составе продуктов метилирования кислот определяли методом внутренней нормализации. Для анализа готовили раствор 10 мг метиловых эфиров кислот в 2 мл гексана [3 – 6].

Анализ трехлетних метеорологических данных показал, что среднемесячная температура воздуха по всем месяцам вегетации культуры превышала среднемноголетнее значение на 3,5 – 3,8⁰С. Осадки поступали и распределялись неравномерно. Самое большое количество осадков выпало в июле 2016 г. и составило 233,7 мм, что на 40 – 47% выше, в сравнении с первым и вторым годами эксперимента, что значительно повлияло на качество льнопродукции. В целом вегетационные периоды 2014 и 2015 гг. можно охарактеризовать как нормального увлажнения с показателями ГТК 1,2 и 1,1, соответственно, а 2016 г. как избыточного увлажнения с ГТК – 2,5.

Результаты исследования. В течение трех лет проведения эксперимента нами не было отмечено влияния норм высева на жирнокислотный состав масла льна масличного, а зависел этот показатель от генотипа и климатических условий вегетационного периода, поэтому данные представлены по одному фактору – сорт (рис.).

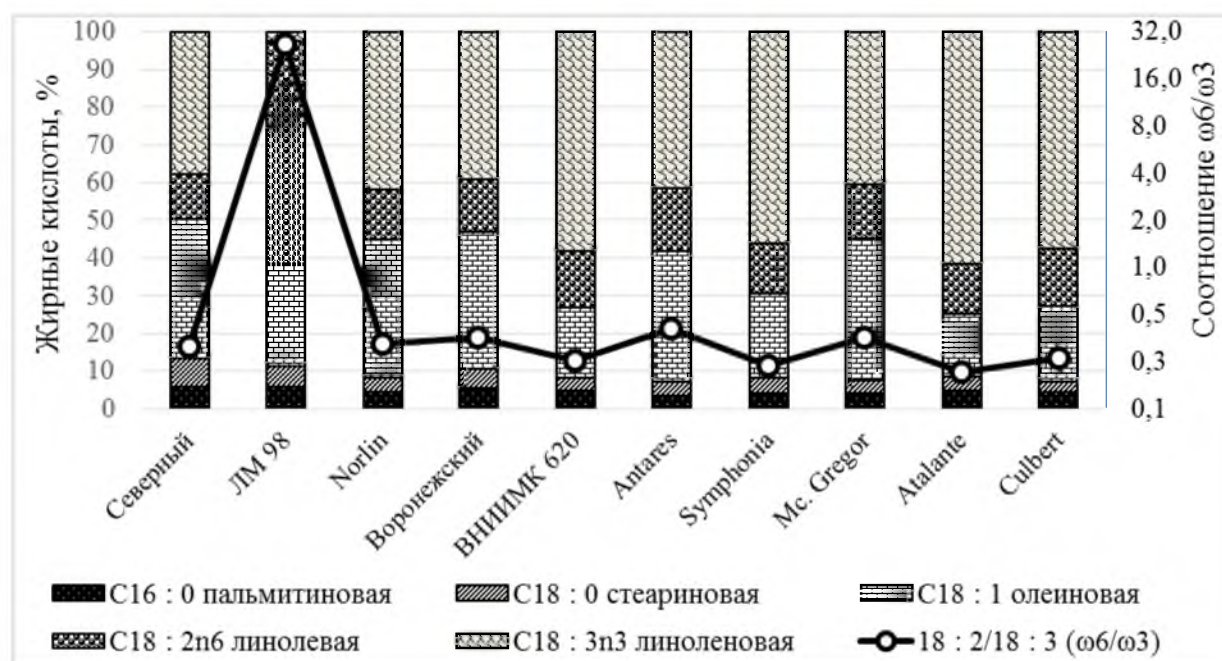


Рис. Содержание жирных кислот (%) в масле семян различных сортов льна масличного в среднем за 2014 – 2016 гг.

Динамика содержания насыщенных кислот в масле льна масличного по годам мало изменялась и в среднем за три года варьировала по вариантам опыта от 3,7 до 5,8% пальмитиновой и от 2,7 до 5,5% стеариновой кислот (рис.).

Обилие осадков и более низкая температура воздуха в июле 2015 и 2016 гг. способствовали формированию семян с высоким содержанием линоленовой и линолевой кислот. В этот же период 2014 г. стояла жаркая и сухая погода (осадков выпало 29,7 мм (41% от нормы), средняя температура воздуха составила 20,6⁰С, что на 2,7⁰С выше среднемноголетнего значения), что способствовало накоплению олеиновой кислоты.

В первый год эксперимента у сортов Antares и Mc.Gregor наблюдалось высокое содержание олеиновой кислоты в масле на уровне 71 и 77%. На второй год исследований лучшими сортами по этому показателю были Северный с показателем – 69%, ЛМ 98 – 50, Norlin – 60 и Воронежский – 48%. В среднем за три года наибольшим содержанием олеиновой кислоты на уровне 35 – 38% отличались эти же сорта (Северный, Norlin, Воронежский, Antares и Mc.Gregor). По другим сортам доля этой кислоты была ниже на 8 – 21%.

В 2014 г. у сортов ЛМ 98, Antares и Mc.Gregor отмечено низкое содержание α-линоленовой кислоты – 2,5, 4,2 и 5,4% соответственно. На второй и третий годы наблюдений такая тенденция сохранилась только у отечественного сорта ЛМ 98, где этот показатель составил 1,4 и 2,8%.

Наибольшее содержание линолевой кислоты 70 и 74% отмечено у сорта ЛМ 98 в первый и третий годы проведения исследований соответственно. На второй год это значение снизилось до 33%.

Под биологической эффективностью понимается соотношение жирных кислот линолевой к линоленовой (ω6:ω3). При использовании льна как основного продукта в спецпитании для замещения муки злаков рекомендуется соблюдать соотношение кислот 5-10:1 для обычного питания и 3-5:1 – для лечебного [2].

В среднем за три года проведения эксперимента у сорта отечественной селекции ЛМ 98 выявлен сбалансированный для пищевых целей состав масла: содержание линолевой кислоты – 59, олеиновой – 27 и α-линоленовой кислоты – 2,2%, соотношение ω6:ω3 составляет 26:1, и характеризуется сорт как низколиноленовый.

Высокое содержание в масле 38 – 62% α -линоленовой кислоты и соотношение кислот линолевой к линоленовой 0,22 – 0,41:1 характеризуют сорта Северный, Norlin, Воронежский, ВНИИМК 620, Antares, Symphonia, Mc.Gregor, Atalante и Culbert как высоколиноленовые, что обуславливает их выращивание в условиях области на технические цели.

Нами не отмечено достоверных различий в качественных показателях волокна льна масличного между нормами высева 4 и 6; 8 и 10 млн. шт./га. Это обусловлено тем, что к моменту уборки на единице площади количество растений в этих вариантах находилось на одинаковом уровне. В связи с этим средние двухлетние данные мы объединили и представили сорта в таблице двумя вариантами норм высева 4 – 6 и 8 – 10 млн. шт./га.

Физико-механические свойства и номер длинного волокна льна масличного в большей степени зависели от сортовых особенностей и метеорологических условий вегетационного периода культуры и в меньшей степени – от нормы высева (табл.).

Качество волокна льна обусловлено рядом показателей, определяющих его лубяную способность. Важнейшими из них являются гибкость, разрывная нагрузка, линейная плотность и тонина.

Т а б л и ц а. Физико-механические свойства волокна льна масличного в зависимости от сортовых особенностей и норм высева в среднем за 2015-2016 гг.

Сорт	Норма высева, млн. шт./га	Тонина, м/г	Линейная плотность, текс	Гибкость, мм	Разрывная нагрузка, даН	ОРН расчетная, Н/текс	Средний номер длинного волокна
Северный	4-6	139,0	7,5	41,0	10,7	10,2	14
	8-10	131,5	8,2	41,0	11,4	10,2	15
ЛМ 98	4-6	168,0*	6,0*	42,0*	14,0*	11,3*	14*
	8-10	126,0	8,6	46,5	13,2	11,1	14
Norlin	4-6	150,0	6,9	44,5	13,5	11,2	15
	8-10	121,5	8,3	42,0	15,6	11,1	16
Воронежский	4-6	141,0	7,5	39,5	14,6	10,8	15
	8-10	170,5	6,2	39,5	13,3	10,9	15
ВНИИМК 620	4-6	135,0*	7,4*	40,0*	10,2*	9,9*	14*
	8-10	157,0*	6,4*	42,0*	11,7*	10,7*	14*
Antares	4-6	135,0	7,6	45,5	15,0	11,4	16
	8-10	133,5	7,6	41,0	14,9	10,9	15
Symphonia	4-6	191,0*	5,2*	40,0*	9,7*	10,5*	14*
	8-10	175,0*	5,7*	43,0*	12,3*	11,1*	14*
Mc.Gregor	4-6	159,5	6,3	40,5	12,6	10,8	14
	8-10	178,0	5,8	42,0	12,1	11,0	14
Atalante	4-6	151,5	6,9	43,5	16,5	11,7	15
	8-10	119,5	8,5	39,5	14,2	10,5	15
Culbert	4-6	151,0	6,9	43,5	13,7	11,2	14
	8-10	143,0*	7,0*	42,0*	15,0*	11,2*	14*

*– данные приведены за один год (2015 г.)

Гибкость является одним из важнейших свойств льняного волокна, так как в процессе прядения волокно подвергается различным деформациям – изгибу, кручению и др. Волокна, не обладающие достаточной гибкостью, непригодны для получения тонкой пряжи.

В среднем за два года по всем изучаемым сортам гибкость варьировала от 40 до 47 мм. Самая высокая гибкость отмечена у сортов ЛМ 98 – 47 мм при нормах высева 8,0 и 10,0 млн. шт./га, Antares и Norlin – 46 и 45 мм соответственно в вариантах при большей площади питания растений льна. Самые низкие значения на уровне 40 мм по этому показателю отмечены у сортов Воронежский в двух вариантах, ВНИИМК 620 и Symphonia при нормах высева 4,0 и 6,0 млн. шт./га и Atalante при большей плотности стеблестоя.

От разрывной нагрузки (прочность) зависит обрывность пряжи. Чем больше разрывное усилие, тем прочнее волокно. Высокую разрывную нагрузку имели сорта *Atalante* – 14,2-16,5, *Antares* – 14,9-15,0, *Norlin* – 13,5-15,6, Воронежский – 13,3-14,6 и *Culbert* – 13,7-15,0 даН. По другим сортам этот показатель составил от 10,0 до 14,0 даН.

Тонина (метрический номер) – отношение длины волокна в миллиметрах к его весу в граммах. Она показывает, какую длину в метрах имеет волокно, весящее 1 г. Чем больше этот показатель, тем выше качество получаемой продукции. По вариантам опыта тонина находилась в пределах от 122 до 191 м/г.

В современной практике вместо метрического номера используют обратный показатель – линейная плотность (толщина) – отношение веса волокна в граммах к его длине в километрах (текс). Чем меньше это значение, тем выше качество волокна.

При анализе двухлетних данных нами была выявлена зависимость линейной плотности от погодных условий. Так, в 2015 г. линейная плотность всех изучаемых сортов была на 1,2 – 3,5 текс ниже по сравнению с влажным 2016 г. В 2015 г. линейная плотность варьировала от 4,7 до 7,5 текс, а в 2016 г. – от 5,9 до 11 текс. В среднем за два года линейная плотность составила по вариантам опыта от 6,0 до 9,0 текс.

ОРН расчетная является показателем, определяется на основании данных по гибкости, разрывной нагрузке и тонине. В среднем за два года по всем изучаемым сортам ОРН варьировала от 5,0 до 11,2 Н/текс. Максимальные и минимальные значения отмечены в вариантах с большей площадью питания соответственно у сортов ВНИИМК 620 и *Culbert*.

Номер волокна – это отношение длины к массе сырья, т.е. сколько мотков пряжи определенной длины можно получить из единицы волокна. Средний номер длинного волокна в нашем эксперименте по всем изучаемым сортам колебался в небольшом диапазоне от 14 до 16.

Выводы:

1. В условиях Ленинградской области обилие осадков и температура воздуха ниже 20⁰С в период формирования семян (июль месяц) способствуют накоплению в семенах льна масличного повышенного содержания линоленовой и линолевой кислот, а сухая и жаркая погода увеличивают долю олеиновой кислоты.

2. Сорт отечественной селекции ЛМ 98 в условиях области формирует семена с высокими пищевыми качествами: содержание линолевой кислоты – 59, олеиновой – 27, α -линоленовой – 2,2% и соотношение $\omega 6:\omega 3$ составляет 26:1.

3. Повышенное содержание в масле 38 – 62% α - линоленовой кислоты и соотношение кислот линолевой к линоленовой 0,22 – 0,41:1 характеризуют сорта Северный, *Norlin*, Воронежский, ВНИИМК 620, *Antares*, *Symphonia*, *Mc.Gregor*, *Atalante* и *Culbert* как высоколиноленовые, что обуславливает их выращивание в условиях области на технические цели.

4. Физико-механические свойства и номер длинного волокна льна масличного в большей степени зависели от сортовых особенностей и метеорологических условий вегетационного периода культуры и в меньшей степени от нормы посева. В условиях области дополнительно можно получать длинное волокно со средним номером от 14 до 16.

Л и т е р а т у р а

1. **Итоги года 2016**, масличные. Институт Конъюнктуры Аграрного Рынка (ИКАР). – 2016. – [Электронный ресурс] – URL: <http://www.oilworld.ru/analytics/localmarket/258578> (дата обращения: 26.02.2017).
2. **Пороховинова Е.А., Шеленга Т.В., Косых Л.А. и др.** Биохимическое разнообразие льна по жирнокислотному составу семян в генетической коллекции ВИР и влияние условий среды на его проявление // *Экологическая генетика*. – 2016. – Том XIV №1. – С. 13 – 25.
3. **Hanai T., Hong C.** Structure-retention correlation in CGC// *J. Hi. Res. Chromatogr.* – 1989. – №12, 5. – P. 327-332.
4. **Rezende C.M., Fraga S.R.G.,** Chemical and aroma determination of the pulp and seeds of murici (*Byrsonima crassifolia* L.)// *J. Braz. Chem. Soc.* – 2003. – №14, 3. – P. 425-428

5. Wu S., Krings U., Zorn H., Berger R.G., Volatile compounds from the fruiting bodies of beefsteak fungus *Fistulina hepatica* (Schaeffer: Fr.)// Fr., Food Chem. . – 2005. – №92, 2. – P. 221-226.
6. Wu S., Zorn H., Krings U., Berger R.G., Volatiles from submerged and surface-cultured beefsteak fungus, *Fistulina hepatica*//Flavour Fragr. J. – 2007. – №22, 1. – P. 53-60.

Literatura

1. **Itogi goda 2016**, maslichnye. Institut Konunkturi Agrarnova Rinka (IKAR). – 2016. – [Elektronnyj resurs] – URL: <http://www.oilworld.ru/analytics/localmarket/258578> (Data obrashcheniya 26.02.2017).
2. Porohovinova E.A., Shelenga T.V., Kosyh L.A. i dr. Biohimicheskoe raznoobrazie lna po jirmokislotnomu sostavu semian v geneticheskoe kolleksiye VIR i vlianiyi uslovii sredi na evo proiavleie// Ekologiticheskie genetika. – 2016. – Tom XIV №1. – S. 13 – 25.
3. Hanai T., Hong C. Structure-retention correlation in CGC// J. Hi. Res. Chromatogr. – 1989. – №12, 5. – P. 327-332.
4. Rezende C.M., Fraga S.R.G., Chemical and aroma determination of the pulp and seeds of murici (*Byrsonima crassifolia* L.)// J. Braz. Chem. Soc. – 2003. – №14, 3. – P. 425-428
5. Wu S., Krings U., Zorn H., Berger R.G., Volatile compounds from the fruiting bodies of beefsteak fungus *Fistulina hepatica* (Schaeffer: Fr.)// Fr., Food Chem. . – 2005. – №92, 2. – P. 221-226.
6. Wu S., Zorn H., Krings U., Berger R.G., Volatiles from submerged and surface-cultured beefsteak fungus, *Fistulina hepatica*//Flavour Fragr. J. – 2007. – №22, 1. – P. 53-60.

УДК 631.526.325:635.92

Канд. с.-х. наук Л.Н. ХАЙРОВА
(СПбГАУ, lennara@mail.ru)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗНЫХ СОРТОВ НЕМЕЗИИ ЗОБОВИДНОЙ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Фенологические наблюдения, биометрические показатели, декоративность

Немезия зобовидная – у этого растения оригинальные цветки, которые так густо покрывают всё растение, что листьев почти не видно. Окраски соцветий у неё очень разнообразны: красная, жёлтая, розовая, пурпурная, сиреневая. Немезия красива в пёстрых рабатках, бордюрах, пятнами на газонах [2,3]. Её можно использовать и в различных контейнерах. Очарование немезии, как и большинства летников - в обильном и длительном цветении. Благодаря высоким декоративным качествам и хорошим хозяйственным показателям из немезии можно создавать нарядные композиции, цветущие почти все лето [5].

Цель исследования. Дать сравнительную оценку разным сортам немезии зобовидной в условиях Ленинградской области.

В задачи исследований входило: провести фенологические, морфологические наблюдения, определить декоративную ценность сортов немезии зобовидной и их использование в озеленении, определить экономическую эффективность выращивания сортов немезии зобовидной.

Материал, методы и объекты исследования. Объектами исследований были 5 сортов немезии зобовидной:

Огненный король.

Оранжевый принц.

Али – Баба.

Мантия кардинала.