

Алла Владимировна Новикова

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, доцент кафедры технологии хранения и переработки плодовоовощной и растениеводческой продукции, кандидат сельскохозяйственных наук, Россия, Москва

E-mail: navbaa@mail.ru

Дмитрий Валериевич Виноградов

Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, заведующий кафедрой агрономии и агротехнологий, доктор биологических наук, профессор, Россия, Рязань

E-mail: vdv-rz@rambler.ru

Екатерина Ивановна Лупова

Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, доцент кафедры агрономии и агротехнологий, кандидат биологических наук, доцент, Россия, Рязань

E-mail: katya.lilu@mail.ru

**КАЧЕСТВО СЕМЯН ЛЬНА И ВЫХОД ЛЬНЯНОГО МАСЛА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА**

В статье предложен анализ качества маслосемян сортов льна-кудряша, выращенных на темно-серых лесных почвах Нечерноземья. В исследованиях высокая урожайность отмечена у сортов Исток (20,6 ц/га), Санлин (20,5 ц/га); масличность – у сортов Исток (44,7 %), ВНИИМК-620 (43,1 %). Ежегодно растет интерес к масложировому сектору, так как данный вид сельскохозяйственного сырья относится к экспортно ориентированному продукту, а также льняное масло пользуется спросом на внутреннем потребительском рынке, поскольку данный вид продукта богат природными антиоксидантами-токоферолами. Льняное масло используют в технологиях производства функциональных продуктов, а также в рецептурах хлебобулочных изделий и энергетических продуктовых композиций. Ввиду этого наблюдается увеличение валового сбора растительного масла, который зависит от ряда факторов. Во-первых, отечественные селекционеры работают над новыми высокопродуктивными сортообразцами масличного льна, во-вторых, процессы совершенствования агротехнологий в части подбора оптимальных сроков посева, в-третьих, подбор нормы высева для новых сортов масличного льна с учетом климатических и погодных условий регионов. На всех сроках посева исследуемых сортов отмечена динамика увеличения содержания насыщенных кислот – стеариновой кислоты в льняном масле – в пределах от 0,5 до 1,1 %; а в ранние периоды формирования семян преобладают насыщенные и олеиновые кислоты с последующим образованием линоленовой и линолевой кислот. В условиях Рязанской области наибольший выход растительного масла отмечен у сортов ЛМ 98, Исток, ВНИИМК 620 в I декаде мая, сорта Санлин – II декаде мая.

Ключевые слова: Рязанская область, лен-кудряш, срок посева, сорт, урожайность, масличность, жирнокислотный состав, выход масла.

Alla V. Novikova

Russian State Agrarian University – MAA named after K.A. Timiryazev, associate professor of the chair of technology of storage and processing of fruit and vegetable and crop production, candidate of agricultural sciences, Russia, Moscow

E-mail: navbaa@mail.ru

Dmitry V. Vinogradov

P. A. Kostychev Ryazan State Agrotechnological University, head of the chair of agronomics and agrotechnologies, doctor of biological sciences, professor, Russia, Ryazan

E-mail: vdv-rz@rambler.ru

Ekaterina I. Lupova

P. A. Kostychev Ryazan State Agrotechnological University, associate professor of the chair of agronomics and agrotechnologies, candidate of biological sciences, associate professor, Russia, Ryazan

E-mail: katya.lilu@mail.ru

THE QUALITY OF FLAX SEEDS AND THE YIELD OF LINSEED OIL DEPEND ON SOWING DATE

The article proposes an analysis of the quality of oilseeds of curly flax varieties grown on dark gray forest soils, Non-Black Earth Region. In studies, high productivity was noted in the varieties Istok (20.6 c/ha), Sanlin (20.5 c/ha); mass personality – in varieties Istok (44.7 %), VNIIMK-620 (43.1 %). Interest in the oil and fat sector is growing every year, since this type of agricultural raw material belongs to an export-oriented product, and flaxseed oil is in demand in the domestic consumer market, since this type of product is rich in natural antioxidants, tocopherols. Flaxseed is little used in technologies for the production of functional products, as well as in recipes for bakery products and energy food compositions. In view of this, there is an increase in the gross yield of vegetable oil, which depends on a number of factors. Firstly, domestic breeders are working on new highly productive varieties of oil flax, secondly, the processes of improving agricultural technologies in terms of the selection of optimal sowing dates, and thirdly, the selection of the seeding rate for new varieties of oil flax, taking into account climatic and weather conditions regions. At all sowing terms of the studied varieties, there is an increase in the content of saturated acid-stearic acid in linseed oil, which ranges from 0.5 to 1.1 %; and in the early periods of seed formation, saturated and oleic acids predominate, followed by the formation of linolenic and linoleic acids. Under the conditions of the Ryazan region, the highest yield of vegetable oil was observed in varieties LM 98, Istok, VNIIMK 620 in the 1st decade of May, varieties Sanlin - in the 2nd decade of May.

Keywords: Ryazan region, Kudryash flax, sowing period, variety, yield, oil content, fatty acid composition, oil yield.

Введение. Регионы Нечерноземья, в частности Рязанская область, активно выращивают масличные культуры, что в целом ведет к развитию масложирового комплекса региона, увеличению объема производства продуктов переработки масличных культур и наращиванию экспортного потенциала. Перед отраслью агропромышленного комплекса (АПК) стоит ряд задач, которые выполняются в рамках национального проекта Российской Федерации (РФ) «Международная кооперация и экспорт» и при государственном субсидировании. К основной задаче относится создание новой товарной массы экспортно ориентированной продукции. Наиболее востребованным товаром сектора АПК являются хлебопродукты, а также масложировые продукты: рафинированное растительное масло, жмых, шрот и др. Рязанская область имеет ряд преимуществ для возделывания такой культуры, как масличный лен: во-первых, подходящие почвенно-климатические условия; во-вторых, геолокационный диапазон к пунктам переработки; в-третьих, транспортно-логистические возможности для транспортирования сельскохозяйственного сырья в портовые терминалы, что способствует развитию отрасли переработки сельскохозяйственного сырья [1].

С развитием сельскохозяйственной науки и появлением перспективных сортов, которые характеризуются более качественным соотношением жирных кислот и кислотным составом масла, на аграрный рынок продвигается такая культура,

как лен-кудряш [2, 3]. Оснащение материально-технической базы масложировых комбинатов и совершенствование цехов прессования маслосемян и очистки масла, а также процессов рафинирования и дезодорирования позволяют выпускать продукты переработки высокого качества, а строительство новых масложировых комбинатов, направленных на переработку мелкосемянных масличных культур, способствует развитию перерабатывающей промышленности с выпуском готового продукта, соответствующего нормам качества и безопасности прессового, экспортно ориентированного продукта.

Так, например, переработка семян льна в недавнем прошлом была весьма проблематичной. Льняное масло, которое выходило из-под прес-сов, являлось низкокачественным вследствие окисления в нем ненасыщенных жирных кислот, прежде всего линоленовой, при свободном доступе кислорода [4, 5]. Как следствие, льняное масло часто имело горький вкус и привкус рыбьего запаха. С появлением новых сортов с низким содержанием линоленовой кислоты этот недостаток удалось устранить. Большое научно-практическое значение имеет создание современных сортов масличного льна с балансом линолевой и линоленовой кислот, преимущественным содержанием линолевой кислоты, а следовательно, снижение концентрации линоленовой, которая нежелательна в растительном масле, так как при длительном хранении влияет на органолептические свойства масла [1, 6, 7].

Цель исследований. Выявить оптимальные показатели урожайности и качества сортов льна масличного в почвенно-климатических условиях Рязанской области.

Задачи исследований: определить влияние сроков посева на продуктивность сортов льна масличного; представить жирнокислотную характеристику маслосемян; изучить динамику формирования химического состава семян при прохождении разных фаз созревания.

Отметим, что стойкость к окислению растительных масел зависит от линолевой кислоты и влияет на продолжительность срока хранения. Льняное масло богато природными антиокислителями-токоферолами, его используют для обогащения и наделения специальными свойствами продуктов питания функционального назначения, продукты переработки семян масличного льна используют в процессе купажирования растительных масел, а также в рецептурах хлебобулочных изделий и энергетических продуктовых композиций [8].

Методы и результаты исследований. Исследован качественный состав сортов льна-кудряша, выращенных в условиях опытной агро-технологической станции ФГБОУ ВО РГАТУ Рязанской области в 2017–2020 гг. на темно-серых лесных почвах.

Объект исследований сорта льна масличного – ЛМ-98 (ВНИИЛ), Исток (Пензенский НИИСХ), ВНИИМК 620 (ВНИИМК), Санлин (ООО «Эколен»), Лирина (Deutsche Saatveredelung AG, Германия).

Агротехника возделывания льна-кудряша – общепринятая в зоне. Опытные образцы получены

при посеве в I, II декадах мая, при расчетном уровне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{60}$. Способ посева – рядовой, норма высева 10 млн шт. всхожих семян/га. В фазе всходов – начала фазы «елочки» не позднее 5–6-го листа проведена некорневая подкормка $N_5P_7K_{10} + B, Zn, Cu$ в баковой смеси с инсектицидом Децис профи, ВДГ, 0,03 л/га. Уборка в фазе полной спелости, напрямую.

ГТК вегетационного периода льна-кудряша (май–август): 2017 г. – 1,45; 2018 г. – 0,63; 2019 г. – 0,92; 2020 г. – 1,43.

Полевые опыты проведены по методике Б.А. Доспехова (1985); учеты и анализы выполнены по общепринятым методикам и ГОСТам в лабораториях ФГБУ «Станция агрохимической службы «Рязанская», АО «Кубаньмасло-ЕМЗ» Тульской области и ФГБОУ ВО РГАТУ, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

В исследованиях льняное масло содержало свыше 50 % полиненасыщенных жирных кислот, Омега-3 и Омега-6. В процессе хранения вещества, омега-3 и омега-6 защищают жирные кислоты от воздействия высоких температур.

Биологическая ценность растительного масла как пищевого продукта во многом определяется позиционным расположением жирных кислот в триацилглицеролах, в первую очередь содержанием линолевой кислоты $C_{18:2}$ и ее соотношением с другими жирными кислотами. Потребность организма человека в маслах в сбалансированном составе: 20–30 % линолевой кислоты, 40–60 % олеиновой и не более 20 % насыщенных кислот (рис. 1).

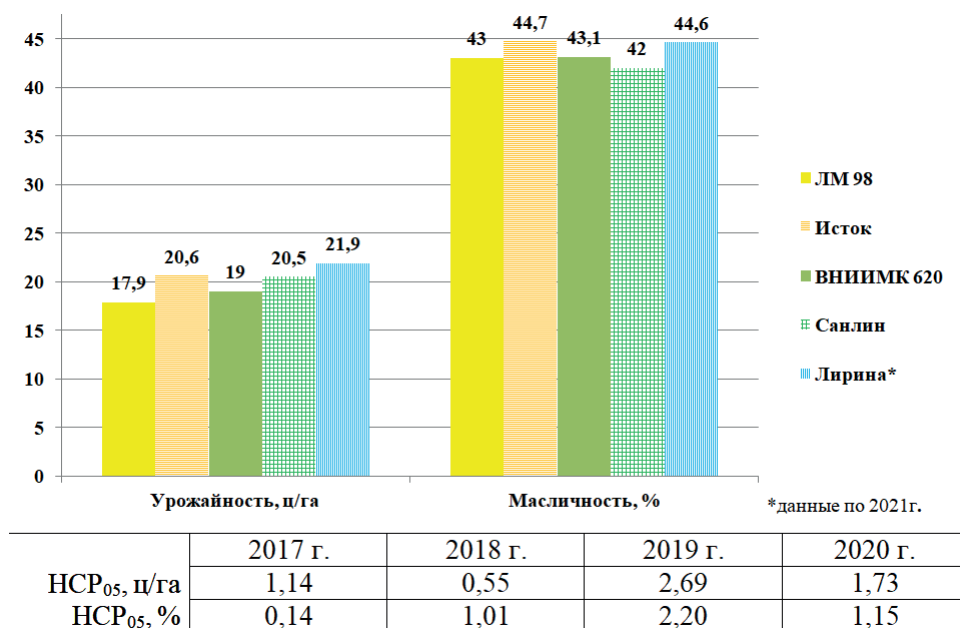


Рис. 1. Урожайность (ц/га) и масличность (%) сортов льна

Отметим более высокую среднюю урожайность у сортов Исток (20,6 ц/га), Санлин (20,5 ц/га); высокую масличность сортов Исток (44,7 %), ВНИИМК-620 (43,1 %). Максимальная урожайность у всех сортов отмечена в 2018 г. (ЛМ 98 – 19,6 ц/га; Исток 22,0; ВНИИМК-620 – 22,5; Санлин 23,1 ц/га). Данные по сорту Лирина имеются только по 2020 г., требуется дальнейшее изучение.

Так, в опытах со льном масличным выявлено, что в семенах исследуемых сортов по мере созревания увеличивается масличность, динамика набора жира значительно выше на ранних стадиях формирования семян масличных, далее динамика замедляется. Наивысшее содержание жира в семенах масличного льна отмечена при полной спелости культуры (табл).

Интенсивность формирования химического состава льносемян при прохождении фенофаз, сорт Санлин

Фенофаза	Срок	Содержание сахарозы, %	Содержание жира, %
Начало образования семян	I декада июля	4,3	10,5
Зеленые семена	II декада июля	2,3	17,4
Незрелые семена	III декада июля	1,2	33,6
Созревшие семена	III декада августа	0,5	42,5

В процессе формирования качества семян льна изменяется динамика накопления неомыляемых липидов, особенно токоферолов, стеролов, каротиноидов, где существенное влияние на формирование данных показателей оказывают погодные условия. В связи с чем так важны сроки

посева, развития растений и уборки масличных культур, в том числе и льна масличного.

Накопление жирных кислот происходит на разных этапах созревания масличных культур (рис. 2).

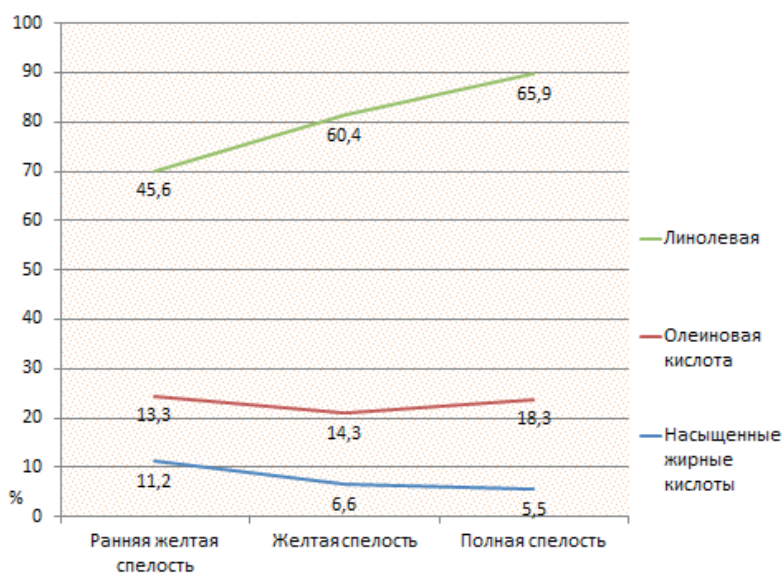


Рис. 2. Интенсивность кислот в льносеменах на этапах созревания

Формирование кислот в семенах масличного льна преимущественно начинается с олеиновой кислоты, затем формируются линоленовая и линолевая кислоты. В опытах качество масла в основном было обусловлено генетическими особенностями сорта. В то же время отмечается повышение в льняном масле содержания насы-

щенных кислот, прежде всего стеариновой кислоты, в зависимости от сроков посева, колебания не значительны в пределах от 0,5 до 1,1 %.

Из сырья, полученного в опытных условиях, было произведено масло растительное, выход которого зависел в основном от семенной продуктивности культуры и срока посева (рис. 3).

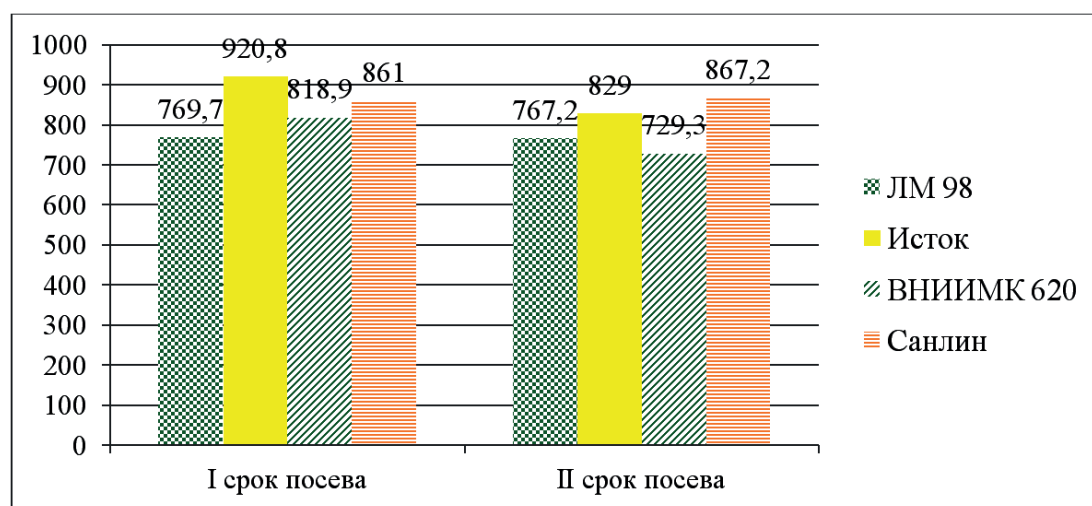


Рис. 3. Выход льняного масла в зависимости от сроков посева, среднее за 2017–2020 гг., кг/га

В среднем максимальный валовой сбор растительного масла наблюдался у сорта Исток первого срока посева (920,8 кг/га); во втором сроке посева максимальный сбор масла отмечен у сорта Санлин (867,2 кг/га).

Выводы. Таким образом, высокая урожайность в годы исследований отмечалась у сортов Исток (20,6 ц/га), Санлин (20,5 ц/га); масличность – у сортов Исток (44,7 %), ВНИИМК-620 (43,1 %). Валовой сбор растительного масла зависел в основном от семенной продуктивности культуры и срока посева.

В опытах отмечено, что с каждым следующим сроком посева отмечено незначительное (0,5–1,1 %) увеличение в льняном масле содержания насыщенных кислот, прежде всего стеариновой кислоты; а в ранние периоды формирования семян преобладают насыщенные и олеиновые кислоты, с последующим образованием линоленовой и линолевой кислот.

В условиях Рязанской области рекомендуем высевать сорта ЛМ 98, Исток, ВНИИМК-620 в I декаде мая, сорт Санлин – II декаде мая – как максимально обеспечивающие выход растительного масла посева.

Литература

- Новикова А.В. Перспективы развития международной кооперации и экспорта семян масличного льна // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: мат-лы XVI междунар. науч.-практ. конф. Горки: Изд-во Белорусской ГСХА, 2020. С. 117–120.
- Виноградов Д.В., Артемова Н.А. Методические рекомендации по возделыванию льна масличного в Рязанской области Рязань: Изд-во РГАТУ, 2010. 26 с.
- Лупова Е.И., Новикова А.В., Поляков А.В. [и др.]. Урожайность и качество семян льна масличного сорта Санлин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. № 6. С. 71–75.
- Поляков А.В. Биотехнология в селекции льна. Тверь, 2000. 180 с.
- Прахова Т.Я., Прахов В.А., Турина Е.А. Агроэкологические аспекты формирования агроценозов нетрадиционных масличных культур // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. № 2-2 (82). С. 357–362.
- Vinogradov D.V., Byshov N.V., Evtishina E.V. et al. Peculiarities of growing gold-of-pleasure for oilseeds and its use in feed production in the non-chernozem zone of Russia // Amazonia Investiga. Colombia. 2018. Vol. 7. Núm. 16. P. 37–45.
- Shchur A.V., Valckho V.P. Effect of different levels agroecological loads on biochemical characteristics of soil / South of Russia: ecology, development. 2016; 11(4):139-1.
- Новикова А.В., Манжесов В.И. Особенности состава некоторых растительных масел в аспекте купажированных продуктов // Актуальные вопросы технологий производства, переработки, хранения сельскохозяйственной продукции и товароведения: мат-лы науч.-практ. конф. Воронеж, 2013. С. 24–26.

Literatura

1. *Novikova A.V.* Perspektivy razvitiya mezhdunarodnoj kooperacii i `eksporta semyan maslichnogo l'na // *Tehnologicheskie aspekty vozdelevaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur: mat-ly XVI mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Gorki: Izd-vo Belorusskoj GSHA, 2020. S. 117–120.*
2. *Vinogradov D.V., Artemova N.A.* Metodicheskie rekomendacii po vozdelevaniyu l'na maslichnogo v Ryazanskoj oblasti Ryazan': Izd-vo RGATU, 2010. 26 s.
3. *Lupova E.I., Novikova A.V., Polyakov A.V.* [i dr.]. Urozhajnost' i kachestvo semyan l'na maslichnogo sorta Sanlin // *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2019. № 6. S. 71–75.*
4. *Polyakov A.V.* Biotehnologiya v selekcii l'na. Tver', 2000. 180 s.
5. *Prahova T.Ya., Prahov V.A., Turina E.A.* Agro`ekologicheskie aspekty formirovaniya agrocenozov netradicionnyh maslichnyh kul'tur // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2018. № 2-2 (82). S. 357–362.*
6. *Vinogradov D.V., Byshov N.V., Evtishina E.V.* et al. Peculiarities of growing gold-of-pleasure for oilseeds and its use in feed production in the non-chernozem zone of Russia // *Amazonia Investiga. Solombia. 2018. Vol. 7. Núm. 16. P. 37–45.*
7. *Shchur A.V., Valckho V.P.* Effect of different levels agroecological loads on biochemical characteristics of soil / South of Russia: ecology, development. 2016; 11(4):139-1.
8. *Novikova A.V., Manzhesov V.I.* Osobennosti sostava nekotoryh rastitel'nyh masel v aspekte kupazhirovannyh produktov // *Aktual'nye voprosy tehnologii proizvodstva, pererabotki, hraneniya sel'skohozyajstvennoj produkcii i tovarovedeniya: mat-ly nauch.-prakt. konf. 2013. S. 24–26.*

