

**USE OF A MULTI-CRITERIA EVALUATION METHOD WHEN
SELECTING HYBRID MATERIAL OF FIBRE FLAX AT EARLY STAGES
OF BREEDING**
S.A.Ivanov

The article demonstrates the results of the use of a multi-criteria evaluation method at different stages of fibre flax breeding for optimizing the breeding process on the example of culling of the second generation hybrids obtained according to the full diallel mating design. The results of the comprehensive assessment of 439 plants are presented. It's established that the best integrated assessment indicators are obtained due to the following crosses: Yarok x Smena and Yarok x Lider.

УДК 633.521:631.527

**ПОЛИМОРФИЗМ ПО ОКРАСКЕ ЦВЕТКА У ОБРАЗЦОВ ЛЬНА-
ДОЛГУНЦА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНОПРОДУКЦИИ**

М.А. Литарная, кандидат с.-х. наук

РУП «Институт льна»

(Поступила 12.03.2020)

Рецензент: канд. с.-х. наук И.С. Матыс

***Аннотация.** Представлены результаты изучения сравнительной характеристики по формированию показателей урожайности соломы, тресты, волокна и семян у образцов льна-долгунца в зависимости от полиморфизма по окраске венчика. Показано, что образцы с белой окраской венчика различного происхождения уступают по комплексу хозяйственно ценных признаков синецветковым образцам, отселектированным в Беларуси и в Украине, что затрудняет использование окраски венчика в качестве маркерного признака в селекционном процессе.*

Лен-долгунец – единственный источник натурального сырья для текстильной промышленности в Беларуси. Доля тканей из льна для технических целей в западноевропейских странах составляет около 4 %, в то время как в восточноевропейских – 45 % [1]. Поскольку лен – традиционная для Беларуси культура, а отрасль – окупаемая, то льноводство относится к числу приоритетных направлений развития агропромышленного комплекса. Дальнейшее развитие льноводства зависит от возможности увеличения производства конкурентно-способной продукции льна, которое во многом определяется качеством получаемого льноволокна. Особенно, если учесть что в настоящее время Беларусь занимает второе место в мире по площади возделывания прядильного льна после Франции.

В последние годы посевные площади льна-долгунца в Республике Беларусь стабилизировались на уровне 47–50 тыс. га. По данным 2012 г. сорта отечественной селекции в структуре посевов занимали 60,4 % от общей площади

посевов. В 2018 г. их удельная доля в сортовой структуре посевов льна-долгунца в Беларуси увеличилась до 79 % [2].

Основная задача возделывания льна-долгунца – получение высококачественной продукции льноволокна в достаточном объеме. В решении этой задачи особое внимание уделяется созданию новых сортов, обладающих высокой продуктивностью и качеством волокна, где определяющее значение имеет многообразие исходного материала. Сосредоточением потенциала ценных генов для создания новых сортов является генетический фонд льна-долгунца РУП «Институт льна», который в настоящее время насчитывает 608 образцов различного эколого-географического происхождения. Ежегодно генетический фонд льна пополняется новыми генотипами, а выделенные источники ценных признаков используются в селекционном процессе. Образцы, находящиеся на хранении, как в институте, так и Национальном банке семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений нашей страны различаются не только по наличию тех или иных хозяйственно ценных признаков, но и фенотипически (от белой окраски венчика до фиолетовой).

Цвет структурных элементов растения определяется наличием или отсутствием различных пигментов: флавоноидов, каротиноидов, хлорофиллов и меланинов. У льна в формировании окраски цветков и семян участвуют в основном флавоноиды – антоцианидины, флавонолы и флавоны [3]. В соответствии с Международным классификатором СЭВ у льна различают белую, светло-синюю, синюю, розовую, красно-фиолетовую и фиолетовую окраску венчика [4]. Несмотря на то, что белорусскими учеными-селекционерами были созданы такие высокопродуктивные белоцветковые сорта льна-долгунца как *Форт*, *Белита*, *Веліч*, *Грот*, в настоящее время перечисленных сортов в производстве нет. Все отечественные сорта льна-долгунца, включенные в Государственный реестр, обладает синей окраской венчика. Поэтому возникает вопрос о значимости белоцветковых форм льна в селекционном процессе.

Исходный материал, условия и методика исследований. Исследования проводились в 2011–2013 гг. Питомник изучения исходного материала льна-долгунца размещался в селекционном севообороте РУП «Институт льна».

Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемая с глубины 1 м моренным суглинком, среднеобеспеченная по содержанию основных элементов питания и гумуса. Содержание подвижных форм фосфора и обменного калия по годам исследований колебалось в пределах 168–248 мг/кг почвы и 158–219 мг/кг почвы соответственно, содержание гумуса 1,75–1,90%, pH (KCl) – 5,2–5,9. В качестве предшествующей культуры использовали озимые зерновые.

Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались различным температурным режимом, значительной периодичностью и характером выпадения осадков: гидротермический коэффициент (ГТК) вегетационного периода 2011 г. составил 1,41 (влажный), 2012 г. – 1,24 (слабо засушливый), 2013 г. – 0,92 (засушливый), что позволило объективно дать оценку исходного материала по комплексу хозяйственно ценных признаков [5].

Закладка опытов, проведение учетов и наблюдений проводились в соответствии с методическими указаниями по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) [6], методике по испытанию сортов на ООС [7] и классификатору льна (*Linum usitatissimum* L.) [8]. Для идентификации образцов по фенотипическим признакам (окраска, размер, форма лепестков, тип коробочки, точечность чашелистика и др.) отдельной группой были высеяны сорта-эталон. Для льна-долгунца это сорта *Новоторжский*, *Белочка*, *Томский 16*, *Торжокский 4*, *Marina*, *Belinka*, *Viola*, *Regina*, *Opaline*, *Ariane*, *Viking*.

Результаты и обсуждение. В результате оценки морфологических признаков 57 образцов льна-долгунца различного эколого-географического происхождения установлен полиморфизм не только по окраске лепестков в стадии бутона и при полном развитии цветка, тычиночной нити у вершины, пыльника, основания пестика, но и семян. Четвертая часть из 57 проанализированных нами образцов отличалась по окраске венчика – 14 образцов или 24,6 % (рисунок 1) [9].



Рисунок 1 – Полиморфизм по окраске венчика при полном развитии цветка у образцов коллекции льна-долгунца

Располагая огромным фенотипическим и морфологическим разнообразием образцов льна-долгунца в генофонде культуры, возникает вопрос о том, влияет ли окраска венчика на формирование хозяйственно ценных признаков. Для объективной оценки анализируемых образцов были сформированы равновеликие группы в зависимости от окраски венчика и эколого-географического происхождения (таблица 1). В связи с тем, что белоцветковых сортов создается намного меньше, чем синецветковых, выделенная группа с белой окраской венчика объединила в себе образцы льна-долгунца различного происхождения.

Таблица 1 – Дифференциация образцов коллекции по группам в зависимости от окраски венчика при полном развитии

Окраска венчика	Образец
Белая	Г-1555-4-13, ГДС-3 (Россия), Глазур (Украина), Sebeco 7411 NL, № 881 Concurrent (Нидерланды), Ottava 770 B See (Канада), Rastatter-239 (Германия)
Синяя	Ярок, Алей, Могилевский, Т-1340, Веста, Гамма, Оршанский 2 (Беларусь)
Синяя	Український ранній, Глухівський ювілейний, Гліум, Гладіатор, Мрія, Польський 5, Закарпатський місцевий, Блакитний (Украина)

Многие проблемы повышения продуктивности хозяйственно полезных признаков льна-долгунца можно было бы решить с помощью признаков-маркеров, в частности окраска венчика при полном развитии цветка. В результате сравнения группы белоцветковых образцов с равновеликими группами синецветковых, имеющих белорусское и украинское происхождение, на рисунке 2 видно, что направленный отбор по окраске венчика сможет обеспечить положительный эффект по продуктивности с единицы площади. Так, средняя продуктивность льносолумы и тресты у синецветковых образцов имела тенденцию к увеличению в среднем за три года по сравнению с белоцветковыми. По продуктивности семян наблюдалась аналогичная ситуация.

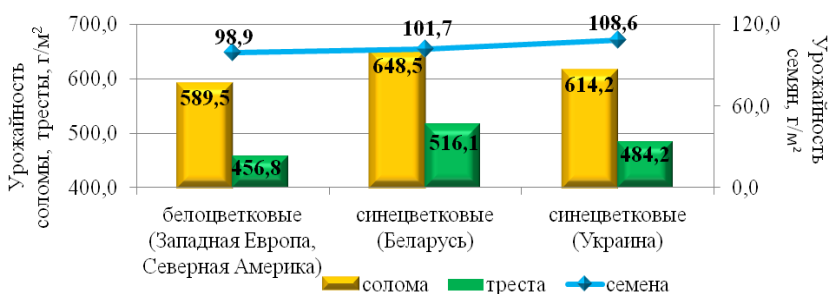


Рисунок 2 – Формирование показателей продуктивности у синецветковых и белоцветковых образцов льна-долгунца различного эколого-географического происхождения

Среди синецветковых образцов отечественной селекции по урожайности тресты выделились *Ярок* (566,7 г/м²), *Алей* (556,3 г/м²), *Гамма* (544,4 г/м²), *Могилевский* (534,4 г/м²) и *Веста* (531,1 г/м²), из украинских – *Гліну́м* (585,6 г/м²), *Поліський 5* (565,6 г/м²), *Мрія* (553,3 г/м²). Следует отметить, что образцы *Rastatter-239* (Германия) и *Глазур* (Украина) с белой окраской венчика также способны формировать высокие показатели урожайности тресты – 586,1 г/м² и 562,2 г/м².

Наибольшая продуктивность семян наблюдалась у синецветковых образцов *Алей*, *T-1340* (Беларусь) и *Блакитный*, *Закарпатський місцевий* (Украина) и составила 116,2 г/м², 120,2 г/м², 130,4 г/м², 148,3 г/м² соответственно. Урожайность семян у белоцветковых образцов в среднем за годы изучения варьировала от 91,1 г/м² (*Глазур*) до 106,5 г/м² (*ГДС-3*).

Одной из наиболее важных характеристик образцов льна-долгунца является урожайность общего и длинного волокна, а также его содержание. Средняя урожайность общего и длинного волокна в группе белоцветковых образцов составила 124,9 г/м² и 96,2 г/м², в то время как образцы отечественной селекции обеспечивали получение общего и длинного волокна на уровне 153,2 г/м² и 123,8 г/м² (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика образцов по признакам урожайности и содержания волокна (среднее за 2011–2013 гг.)

Образец	Урожайность волокна, г/м ²		Содержание волокна, %	
	общего	длинного	общего	длинного
Cebeco 7411 NL	123,5	92,2	26,0	19,5
№ 881 Concurrent	86,0	65,0	25,4	19,0
Ottava 770 B See	106,0	80,6	26,6	20,1
Rastatter-239	161,5	121,1	27,7	20,6
Г-1555-4-13	137,2	112,2	30,6	25,0
ГДС-3	98,0	69,4	25,0	18,2
Глазур	161,9	132,8	28,8	23,6
Алей	167,4	132,4	29,9	23,6
Веста	182,4	158,3	33,9	29,0
Среднее по группе бело-цветковых образцов	124,9	96,2	27,1	20,8
Гамма	162,1	132,8	29,8	24,2
Могилевский	153,9	119,3	28,9	22,4
Оршанский 2	113,5	91,5	24,6	19,8
Т-1340	108,7	77,2	26,0	18,8
Ярок	184,7	155,4	32,3	27,2
Среднее по группе синецетковых образцов белорусской селекции	153,2	123,8	29,3	23,6
Блакiтний	107,5	77,2	27,1	20,0
Гладiатор	146,2	114,4	28,7	22,6
Глiнум	192,3	165,6	32,7	28,2
Глухiвськiй юбiлейний	139,4	106,7	28,5	22,0
Закарпатськiй мiсцевий	91,9	71,1	25,2	19,6
Мрiя	147,2	117,2	26,6	21,1
Полiськiй 5	138,5	113,9	24,5	20,0
Українськiй раннiй	125,5	95,0	29,3	22,5
Среднее по группе синецетковых образцов украинской селекции	136,1	107,6	27,8	22,0

Анализ по урожайности общего и длинного волокна показал, что образцы *Алей*, *Веста*, *Гамма*, *Могилевский* и *Ярок* отечественной селекции способны формировать высокие показатели. В то время как в группе украинских образцов только *Глiнум* способен обеспечить получение общего и длинного волокна более 150,0 г/м² и 120,0 г/м².

По содержанию общего (более 30,0 %) и длинного (более 25 %) волокна в тресте было выделено всего четыре образца, среди которых только один с белой окраской венчика (*Rastatter-239*). При этом содержание общего и длинного волокна синецетковых образцов *Ярок*, *Глiнум* и *Веста* варьировало от 32,3 % до 33,9 % и 27,2 % до 29,0 % соответственно.

В результате проведенного анализа образцов различного эколого-географического происхождения, имеющих белую и синюю окраску венчика,

по комплексу хозяйственно ценных признаков в селекции на продуктивность предпочтение следует отдавать синецветковым формам льна из представленного генофонда.

Выводы

1. При изучении коллекции льна-долгунца в период с 2011 г. по 2013 г., состоящей из 57 образцов различного эколого-географического происхождения, установлен полиморфизм не только по окраске лепестков в стадии бутона и при полном развитии цветка, но и по окраске тычиночной нити у вершины, пыльника, основания пестика и семян. Четвертая часть от числа анализируемых образцов отличалась по окраске венчика – 14 образцов (24,6 %).

2. Сравнение белоцветковых образцов с равновеликими группами синецветковых, имеющих белорусское и украинское происхождение в изученной коллекции льна-долгунца, не позволяет дать положительный прогноз на то, что отбор по окраске венчика обеспечивает положительный эффект по комплексу хозяйственно полезных признаков.

3. Следует отметить, что исключать белоцветковые формы из генофонда культуры нельзя, так как отдельные генотипы обладают не только высокими показателями продуктивности, но и качества и успешно используются в селекционном процессе как источники и доноры признаков при создании новых конкурентоспособных сортов льна-долгунца.

Литература

1. Козлов, А.А. Особенности рынка сельскохозяйственного сырья для легкой промышленности России / А.А. Козлов, О.Н. Салагин, В.В. Котилко // Государственный советник. – 2015. – № 2. – С. 53-65.
2. Посевные площади основных сельскохозяйственных культур по областям [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 09.03.2018.
3. Пороховинова, Е.А. Генетическая коллекция льна (*LINUM USITATISSIMUM* L.): создание, анализ и перспективы использования: дис. ... д-ра. биол. наук : 03.02.07, 06.01.05 / Е.А. Пороховинова ; ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова». – СПб, 2019. – 370 с.
4. Широкий унифицированный классификатор СЭВ вида *Linum usitatissimum* L. (лен). – Ленинград, 1987.
5. Агрометеорологический бюллетень // ГУ «Республ. гидрометеорологический центр» ; под ред. Н.В. Мельчакова. – Минск. – 2011–2013 гг.
6. Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) / В. 3. Богдан [и др.]. – РУП «Институт льна». – Устье, 2011. – 13 с.
7. Методика по испытанию сортов растений на отличимость, однородность и стабильность / отв. ред. А.М. Старовойтов. – Минск : ГУ «Гос. инсп. по испыт. и охр. сортов раст.», 2004. – 274 с.
8. Богдан, В.3. Классификатор вида *Linum usitatissimum* L. (лен) / В.3. Богдан [и др.] – Устье, 2012. – 16 с.
9. Литарная, М.А. О фенотипической неоднородности генеративных органов у образцов коллекционного питомника льна-долгунца / М. А. Литарная // Земледелие и селекция Беларуси : сб. научн. тр. / Науч.-практ. цент НАН Беларуси по землед. ; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – Вып. 53. – С. 330–335.

**FLOWER COLOR POLYMORPHISM OF FIBRE FLAX ACCESSIONS AND
ITS USE IN BREEDING FOR FLAX PRODUCTIVITY**

M. A. Litarnaya

The paper presents the results of the research on comparative analysis of formation of indicators of the yield of straw, flax retted stalks and seeds of flax accessions, depending on corolla color polymorphism. It is shown that accessions with a white color of corolla of different origin are inferior in terms of a set of economically valuable traits to blue-colored accessions selected in Belarus and Ukraine, which makes it difficult to use corolla color as a marking trait in breeding process.