

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОДНОЛЕТНИХ ДИКИХ ВИДОВ ЛЬНА ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

И.А. Полякова

*Запорожский национальный университет, г. Запорожье*

В статье представлены результаты одновременного изучения *ex situ* шести однолетних диких видов льна *L. angustifolium* Huds., *L. bienne* Mill., *L. hispanicum* Mill., *L. crepitans* Dum., *L. grandiflorum* Desf., *L. pubescens* Banks and Solander. На основе сравнительного анализа установлено, что показатели высоты изучаемых видов находятся в пределах от 28 до 50 см, а количество боковых стеблей от 1,2 до 4,1. *L. crepitans* по комплексу хозяйственно-ценных признаков (высоте, количеству боковых стеблей, размеру коробочки и семян, масличности) имел показатели наиболее близкие к культурному льну. Виды *L. grandiflorum* и *L. pubescens* выделяются крупным цветком (36 мм и 23 мм) яркой окраски и большой листовой пластинкой (площадью более 200 мм<sup>2</sup>), поэтому отмечены как ценный ресурс для использования в декоративном озеленении.

**Ключевые слова:** *Linum*, однолетний дикий вид, признак, габитус, вегетативная сфера, генетические ресурсы

**Введение.** Генотипическое разнообразие сельскохозяйственных культур обычно сохраняется в их природном сообществе (*in situ*) или оказывается собранным за пределами их естественной среды обитания (*ex situ*) [1]. На современном этапе генетические ресурсы культурных растений представлены многообразием близкородственных диких видов. В последние годы учеными разных стран подчеркивается необходимость сбора, оценки и сохранения зародышевой плазмы растений, а введение их в культуру является особенно актуальным [1,2,3].

Современный культурный лен *L. usitatissimum* L. - одно из первых одомашненных растений [4]. Сегодня семена масличного льна являются важным продуктом, который используют в питании, медицине, а также в качестве источника льняного масла, как важного компонента многих красок, чернил, лаков и масел. В последние годы лигнаны и альфа-линоленовая кислоты льна изучаются ввиду их полезности в лечении сердечно-сосудистых заболеваний и рака [5].

Как известно, лен входит в группу потенциальных видов для производства биотоплива, как источник биоэнергии: целлюлозы и биодизеля. [4]. Важно отметить, что данная культура давно, широко и эффективно выращивается в разных странах мира на разных континентах, как на масло, так и на волокно. Помимо традиционного применения льна, наблюдается растущий интерес к лекарственному инутрицевтическому значению льна [5]. Компоненты семян, которые представляют интерес, включают липиды, белки, полисахариды и фитохимические компоненты (цианогенные гликозиды, лигнаны, фенольные кислоты, изопреноиды и флавоноиды). Исследователями установлены

значительные различия в этих компонентах у сортов льна, а также между видами *Linum* [4,6,7].

Хотя род во многом обязан своей славой одному сельскохозяйственному представителю, существует большое количество его диких родичей. Виды рода *Linum* L. демонстрируют сложное биогеографическое распределение, населяют все континенты, кроме Антарктиды. Но больше всего они распространены все же в умеренных регионах мира. Их среда обитания – довольно открытые, хорошо освещенные участки, скалы или хорошо дренированные карбонатные или песчаные почвы.

Последнее время наблюдается определенное повышение интереса к изучению систематических отношений между видами *Linum* и более подробному изучению отдельных видов или групп родственных видов [4,5,7].

Целью данной работы было одновременное сравнительное изучение разных диких однолетних видов льна на одном опытном участке для выявления ценных признаков и включения в генетико-селекционную работу.

**Материал и методы исследований.** Полевые опыты проводили на опытном участке кафедры садово-паркового хозяйства и генетики растений Запорожского национального университета. Коллекция однолетних диких видов льна собирается и поддерживается нами в течение многих лет и включает *L. angustifolium* Huds., *L. bienne* Mill., *L. hispanicum* Mill., *L. crepitans* Dum., *L. grandiflorum* Desf., *L. pubescens* Banks and Solander. Большая часть образцов первоначально была получена из ВИР и ВНИИЛ. Образец семян *L. pubescens* приобретен в «Vejo Zaden B.V.».

Закладка опытов, описание и изучение растений проводилась соответственно рекомендациям [8]. Оценка морфологических признаков растений и оценка биохимического состава семян проводилась в течении 2011-2014 гг. Все измерения и наблюдения при изучении образцов проведены в соответствии с общепринятыми методиками: определение масличности на анализаторе метода ядерно-магнитного резонанса; жирнокислотный состав триглицеридов семян определялся методом газожидкостной хроматографии на приборе “НР-6980”, азот – по Кьельдалю, а математическую обработку – по общепринятым методикам статистической обработки экспериментальных данных.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Сравнительное изучение видов проводили по широкому ряду признаков, а именно: признаки габитуса (высота стебля, количество цветоносных стеблей); площадь листовой пластинки; признаки генеративной сферы (диаметр и окраска цветка, диаметр коробочки); масса 1000 шт. семян. Собранные семена анализировали на содержание белка и масла, а также определяли его жирнокислотный состав. Полученные данные представлены в таблицах 1 и 2.

Проведенные исследования показали, что среди изучаемых видов большей высотой (до 50 см) и большим количеством боковых стеблей отличается *L. grandiflorum*, что добавляет данному виду декоративности. Виды *L. angustifolium* и *L. bienne* характеризуются небольшими показателями высоты, большим количеством боковых стеблей и стелющимся основным стеблем. Вид *L. crepitans* по признакам габитуса больше других похож на культурный лен. Наименьшие показатели высоты имел *L. hispanicum*, а наименьшее количество боковых стеблей – *L. pubescens*.

Таблица 1

**Основные характеристики габитуса однолетних  
диких видов льна**  
(данные за 2011-2014 гг.)

Вид	Высота, см	Количество боковых стеблей, шт.	Площадь листовой пластинки, мм <sup>2</sup>
<i>L. angustifolium</i>	40,08 ± 3,86	3,3 ± 0,60	40,1 ± 0,92
<i>L. bienne</i>	35,4 ± 6,14	3,8 ± 0,78	49,0 ± 0,49
<i>L. crepitans</i>	45,2 ± 2,90	1,5 ± 0,50	69,3 ± 1,12
<i>L. hispanicum</i>	28,5 ± 3,47	2,6 ± 3,47	40,3 ± 0,76
<i>L. grandiflorum</i>	49,1 ± 4,85	4,1 ± 0,99	272,6 ± 0,88
<i>L. pubescens</i>	29,6 ± 0,80	1,2 ± 0,12	218,9 ± 1,05

Все изучаемые виды имеют простые, очередные, сидячие, продолговатые, удлинненно ланцетные листья. Как можно видеть из представленных данных, большой листовой пластинкой с площадью более 200 мм<sup>2</sup> выделяются *L. grandiflorum* и *L. pubescens*. У других видов этот показатель находится в пределах от 40 до 70 мм<sup>2</sup>. Для *L. pubescens* характерно опушение листьев и стебля оттопыренными волосками, что является отличительной чертой льнов секции *Dasylinum*.

Цветки у всех изучаемых видов обоеполые, правильные, пятилепестковые, коробочки почти шарообразные и семена гладкие, яйцевидные, мелкие, блестящие. Цветки начинают открываться вскоре после рассвета в солнечный день или чуть позже в пасмурную погоду. Они достаточно крупные, диаметром от 12 до 36 мм. Большинство видов имеют раздельные лепестки. Отличается *L. pubescens*, у которого ноготки лепестков срослись. Благодаря этой особенности цветение у данного вида более длительное, а цветки держатся на растении почти до вечера.

Как можно видеть из полученных данных, среди изучаемых видов самый крупный цветок (более 36 мм) имеет *L. grandiflorum*, а самый мелкий – *L. hispanicum* (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2

**Основные характеристики генеративной сферы однолетних диких  
видов льна**  
(данные за 2011-2014 гг.)

Вид	Диаметр цветка, мм	Диаметр коробочки, мм	Масса 1000 шт. семян, г
<i>L. angustifolium</i>	15,8 ± 0,44	4,5 ± 0,20	1,6 ± 0,11
<i>L. bienne</i>	14,3 ± 0,40	4,5 ± 0,27	1,7 ± 0,11
<i>L. crepitans</i>	17,2 ± 0,48	7,1 ± 0,19	5,1 ± 0,11
<i>L. hispanicum</i>	12,0 ± 0,20	4,2 ± 0,15	1,2 ± 0,11
<i>L. grandiflorum</i>	36,1 ± 1,56	5,9 ± 0,37	2,9 ± 0,11
<i>L. pubescens</i>	23,4 ± 0,48	2,9 ± 0,25	0,6 ± 0,11



а) *L. angustifolium*;



б) *L. bienne*;



в) *L. crepitans*;



г) *L. hispanicum*;



д) *L. grandiflorum*;



ж) *L. pubescens*.

Рис. 1. Сравнительная характеристика цветка однолетних диких видов льна

Представленные фотографии подчеркивают, что изучаемая коллекция охватывает достаточно широкий спектр окраски цветка, но большинство видов все же имеют сине-голубую окраску, характерную для культурного льна. Это – *L. angustifolium*, *L. bienne*, *L. hispanicum*, *L. crepitans*. Характерной розовой окраской лепестков венчика отличается *L. pubescens*, а ярко-красной – *Linum grandiflorum*.

Принимая во внимание крупный цветок (более 20 мм) и яркую окраску, на наш взгляд, виды *L. grandiflorum* и *L. pubescens* являются перспективными для использования в ландшафтных композициях и декоративном озеленении. В отличие от остальных изучаемых видов льна у *L. grandiflorum* уже созданы высоко декоративные сорта с малиновыми, ярко-красными, розовыми,

© И.А. Полякова

абрикосовими, светло-абрикосовими, белыми цветками и разной формой цветка [9]. Разнообразие окрасок цветка позволило изучить генетику этого признака [10].

Ряду видов рода *Linum* свойственна гетеростилия цветков, как приспособление к перекрестному опылению. Диморфная гетеростилия характерна для *L. pubescens* и *L. grandiflorum*. Впервые она была замечена у льна многолетнего *L. perenne* еще Р. Дарвиным [6]. Ряд авторов описывают систему размножения у видов рода *Linum* L. и указывают на особенную важность этого явления как для видообразования, так и эволюции рода в целом [4]. Именно эта особенность делает разные виды льна очень интересным объектом для изучения механизмов опыления и самонесовместимости и открывает новые перспективы для межвидовой гибридизации и интрогрессии генов.

Таксономически близкие к культурному льну виды *L. angustifolium*, *L. bienne*, *L. crepitans*, *L. hispanicum* – гомостильны. Принимая во внимание подобность в строении цветка, а также то, что данные виды имеют одинаковое со льном культурным количество хромосом  $n=15$  [6], открываются перспективы использования данных ресурсов в межвидовой гибридизации.

Представленные виды имеют почти шарообразную коробочку диаметром от 4 до 7 мм (табл. 2, рис. 2). Как видно из фото, практически у всех видов они сильно растрескиваются, за исключением *L. bienne*, который имеет слаборастрескивающиеся коробочки, и *L. pubescens* с нераскрывающимися, плотными коробочками.



Рис. 2. Сравнительная характеристика коробочек и семян однолетних диких видов льна. Слева направо: *L. angustifolium*; *L. bienne*; *L. crepitans*; *hispanicum*; *L. grandiflorum*; *L. pubescens*

Семена продолговатые, плоские, гладкие, от светло- до темно-коричневого цвета, мелкие. Лен культурный относится к мелкосемянным культурам, а у изучаемых диких его сородичей показатели массы 1000 шт. семян значительно меньше. Так, только у *L. crepitans* показатели данного признака достигают 5 г. Также у *L. grandiflorum* семена крупнее остальных видов (почти 3 г), но существенно меньше, чем у *L. crepitans*. У остальных изученных видов показатели массы 1000 шт. семян находятся в пределах от 1,7 до 0,6 г.

Данные о химическом составе семян разных видов рода *Linum* крайне ограничены. В более ранних работах мы представляли, что изучаемые виды содержат белка 19-25 %, а масла 25-41%. В жирнокислотном составе масла

© И.А. Полякова

данных видов преобладает линоленовая кислота. Вид *L. hispanicum* отличается повышенным содержанием в масле насыщенных жирных кислот (7,83 % пальмитиновой и 7,41% стеариновой), а *L. grandiflorum* – олеиновой (24,02 %).

Недостаточная изученность биохимических показателей семян льна, на наш взгляд, сдерживает решение ряда вопросов частной генетики и эволюции культуры. Дальнейшие более детальные исследования биохимии семян возможно, смогут помочь решить некоторые сложные филогенетические вопросы. А с практической точки зрения знание компонентного состава семян позволит раскрыть новые возможности их применения в профилактической медицине и других отраслях промышленности.

На наш взгляд, поиск геноисточников в мировой коллекции рода *Linum* с различным биохимическим составом семян и масла может существенно повлиять на развитие всей отрасли льноводства в целом благодаря созданию в будущем специализированных сортов для разных отраслей промышленности (медицинской, пищевой, химической).

Кроме того, по нашему мнению, однолетние виды льна являются удачными объектами для дальнейшего изучения фундаментальных вопросов частной генетики, так как имеют все практические преимущества экспериментальных организмов, а именно: короткий вегетационный период, самоопыление, системы эффективной трансформации, возможность выращивания и в лабораторных, и полевых условиях при высокой густоте растений.

#### **Выводы**

Впервые проведено одновременное сравнительное изучение шести однолетних диких видов льна в условиях полевого опыта *ex situ*.

1. Установлено, что показатели высоты изучаемых видов находятся в пределах от 28 до 50 см, а количество боковых стеблей от 1,2 до 4,1. Наибольшими показателями габитуса выделился *L. grandiflorum*.

2. Виды *L. grandiflorum* и *L. pubescens* характеризуются крупной листовой пластинкой площадью более 200 мм<sup>2</sup>, что существенно больше чем у других изучаемых видов. Для *L. pubescens* характерно опушение листьев и стебля оттопыренными волосками.

3. Виды *L. grandiflorum* и *L. pubescens* выделяются крупным цветком (36 мм и 23 мм) яркой окраски, поэтому отмечены как перспективные для использования декоративном озеленении.

4. *L. crepitans* по комплексу хозяйственно-ценных признаков (высоте, количеству боковых стеблей, размеру коробочки и семян, масличности) имел показатели наиболее близкие к культурному льну.

#### **Литература**

1. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В двух томах / А.А.Жученко. – М.: Изд-во Агрорус, 2009. – Т. 1. – 816 с.

2. Kloppenburg J. Analyzing empirically the distribution of the world's plant genetic resources/ J. Kloppenburg, Jr. Kleinman, L. Daniel // Bioscience 1987. – 37. – № 3. – p. 190-198.

3. Ingram G.B. Integration of in situ Conservation of plant Genetics Resources into Landscape and Regional Planning/ G.B. Ingram // New York. USA. Oxford University Press. 1996. p 454-476.

4. Cullis C. *Linum* // C. Kole Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources Oilseeds. - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. – p. 177-189.
5. Sharifnia F. Seed protein analysis in relation to taxonomy of the Iranian *Linum* species/ F. Sharifnia, M. Assadi // Iran J Bot 10. – 2003. – p. 49-54.
6. Лях В.А. Ботанические и цитогенетические особенности видов рода *Linum* и биотехнологические пути работы с ними/ В.А. Лях, А.И. Сорока – Запорожье: ЗНУ, 2008. – 182 с.
7. Полякова И.А. Особенности биохимического состава семян диких видов льна/ И.А. Полякова, В.И. Левченко, В.А. Поляков, В.А. Лях // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – Вып. №2(162). – Краснодар, 2015. – С. 34-39.
8. Лях В.О. Селекція льону олійного/ В.О. Лях, І.О. Полякова// Методичні рекомендації. – ЗНУ: Запоріжжя, 2008.– 40 с.
9. Полякова И.А. Перспективы использования диких видов льна в декоративном озеленении/ И.А. Полякова, В.А. Лях// Вестник БСХА. – 2015. – № 2. – С. 96-100.
10. Lyakh V. Genetics of flower color in *Linum grandiflorum* Desf. / V. Lyakh // Indian journal of genetics and plant breeding. – 2013. – Vol. 73. – № 3. – pp. 335-337.

## ПОРІВНЯЛЬНЕ ВИВЧЕННЯ ОДНОРІЧНИХ ДИКИХ ВИДІВ ЛЬОНУ ЗА ОСНОВНИМИ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИМИ ОЗНАКАМИ

І.О. Полякова

Запорізький національний університет, м. Запоріжжя

У статті представлені результати одночасного вивчення *ex situ* шести однорічних диких видів льону *L. angustifolium* Huds., *L. bienne* Mill., *L. hispanicum* Mill., *L. crepitans* Dum., *L. grandiflorum* Desf., *L. pubescens* Banks and Solander. На основі порівняльного аналізу встановлено, що показники висоти досліджуваних видів знаходились в межах від 28 до 50 см, а кількість бічних стебел від 1,2 до 4,1. *L. crepitans* за комплексом господарсько-цінних ознак (висоті, кількості бічних стебел, розміру коробочки і насіння, олійності) мав показники найбільш близькі до культурного льону. Види *L. grandiflorum* і *L. pubescens* виділяються крупною квіткою (36 мм і 23 мм) яскравого забарвлення і великою листовою пластинкою (площею більше 200 мм<sup>2</sup>), тому відмічені як цінний ресурс для використання у декоративному озелененні.

**Ключові слова:** *Linum*, однорічні дикі види, ознака, габітус, вегетативна сфера, генетичні ресурси

## COMPARATIVE STUDY OF ANNUAL WILD FLAX SPECIES ACCORDING TO THEIR PRIMARY ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS

I.A. Poliakova

Zaporozhye National University, Zaporozhye

The variety of species characterizes the biological diversity and the potential of genetic resources of cultivated plants. The study of genetically valuable species and introducing them to the culture, has recently become particularly relevant. The genus *Linum* L. played an important role in economic and social development of mankind for thousands of years. It is important to

note that the long culture is grown widely and effectively in various countries in different continents, as the source of oil, and fiber.

Although this genus owes its fame to one agricultural representative *L. usitatissimum*, there is a large number of its lesser-known wild relatives. Up to 180 species of the genus *Linum* are distributed across the temperate and subtropical regions of the world. Recently there has been a definite increase in interest for the study of systematic relationships between *Linum* species and more detailed study of individual species or groups of related species.

Our research focuses on the simultaneous comparative study of different species of flax on one experimental plot to identify valuable traits and genetic selection work.

Field experiments were conducted at the experimental plot of the Department of landscape management and plant genetics of Zaporizhia National University during 2011 – 2015. The objects of study were six annual wild flax species from the collection. They are *L. angustifolium* Huds., *L. bienne* Mill., *L. hispanicum* Mill., *L. crepitans* Dum., *L. grandiflorum* Desf., *L. pubescens* Banks and Solander. Information about these species is limited and monotonous.

Comparative study of the species was carried out on a wide range of traits such as: habit traits (height of the stem, number of flowering stems); leaf area; generative traits (flower diameter and color, box diameter); weight of 1000 seeds. Collected seeds were analyzed for protein and oil content, also we determined fatty acid composition.

Studies have shown that *L. grandiflorum* showed greater height (50 cm) and a large number of lateral stems. *L. angustifolium* and *L. bienne* species were characterized by smaller height and a large number of lateral stems. The lowest height was shown by *L. hispanicum*, and the least amount of lateral stems by *L. pubescens*.

*L. grandiflorum* and *L. pubescens* showed large leaf area (over 200 square mm). For other species, the figure ranged from 40 to 70 square mm.

The largest flower (more than 36 mm) belonged to *L. grandiflorum*, and the smallest to *L. hispanicum*. Most species (*L. angustifolium*, *L. bienne*, *L. hispanicum*, *L. crepitans*) have a blue or light-blue color as cultured flax does. Characteristic pink color of the corolla petals is different for *L. pubescens*, and bright red for *Linum grandiflorum*.

Studied species have box that is almost spherical with the diameter of 4 to 7 mm and a small, smooth seeds of 0.5 to 0.6 grams. Linolenic oil is the dominant oil for the fatty acid composition of these species' seeds.

The studied species are valuable genetic resources for further breeding.

For the first time a comparative study of simultaneous six annual wild flax species was carried out in a field experiment *ex situ*. It was established that the height parameters of studied species are in the range of 28 to 50 cm, and the number of lateral stems ranges from 1.2 to 4.1. The highest habit was determined for *L. grandiflorum*.

*L. grandiflorum* and *L. pubescens* species are characterized by large leaf area of more than 200 square mm, which is much larger than the other studied species. For *L. pubescens* leaf pubescence and stalks with protruding hairs were determined to be characteristic.

*L. grandiflorum* and *L. pubescens* species are characterized by large bright colored flowers (36 mm and 23 mm), so they were marked as promising for ornamental gardening.

*L. crepitans* according to a range of agronomic traits (height, number of lateral stems, box size and seed oil content) had the closest indicators to the cultured flax.

**Key words:** *Linum*, annual wild flax species, trait, habit, vegetative traits, genetic resource.

Рецензент: Ю.А. Махно, канд. с.-х. наук, зав. лабораторией селекции льна Института масличных культур НААН.