

5. Степаненко А.И., Моргун Б.В., Чугункова Т.В., Адаменко Н.И., Великожон Л.Г. Скринінг сортів озимої м'якої пшениці на наявність пшенично-житньої транслокації за ДНК-маркерами // Вісник укр. товариства генетиків і селекціонерів. – 2012. – 10, № 2. – С. 311–3186.
6. Моргун Б.В., Степаненко А.И., Чугункова Т.В. Молекулярно-генетический анализ сортообразцов озимой пшеницы, выращенных в различных экологических зонах Украины // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – 15, № 3 (4). – С. 1390–1393.
7. Бадаева Е.Д., Прокофьева З.Д., Билинская Е.Н. и др. Цитогенетический анализ устойчивых к бурой ржавчине и мучнистой росе гибридов, полученных от скрещивания мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L., AABBDD) с пшеницами группы *Timopheevii* (A¹A¹GG) // Генетика. – 2000. – 36, № 12. – С.1663–1673.
8. Сиволап Ю.М., Чеботар С.В., Сударчук Л.В. Детекція 1R_S.1A_L, 1R_S.1B_L та модифікованої транслокації за 1R_S хромосомою у селекційних форм м'якої пшениці. Методичні рекомендації. – Одеса. – 2011. – 13 с.
9. Гордеева Е.И., Леонова И.Н., Калинина Н.П., Санина Е.А., Будашкина Е.Б. Сравнительный цитологический и молекулярный анализ интрогрессивных линий мягкой пшеницы, содержащих генетический материал *Triticum timopheevii* Zhuk. // Генетика. – 2009. – 45, № 12. – С. 1616–1626.
10. Мощный И.И., Чеботарь С.В., Сударчук Л.В., Галаев А.В., Сиволап Ю.М. Идентификация замещения (1B)1R и транслокации 1BL.1RS у интрогрессивных линий озимой пшеницы цитологическим и молекулярно-генетическим методами // Вавилов. ж. ген. и сел. – 2012. – 16, № 1. – С. 212–222.

MORGUN B.V.^{1, 2}, **CHUGUNKOVA T.V.**¹, **LYALCO I.I.**¹, **VELYKOZHON L.G.**¹, **STEPANENKO A.I.**²

¹ *Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylykivska str., 31/17*

² *Institute of Cell Biology and Genetic Engineering National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, 03680, Kyiv, Akademika Zabolotnoho str., 148*

THE MOLECULAR-GENETIC IDENTIFICATION AND CYTOLOGY PECULIARITIES OF VARIETIES OF WINTER WHEAT WITH WHEAT-RYE TRANSLOCATION

Aims. To reveal the presence of wheat-rye translocations in the genome of varieties of soft winter wheat by PCR-analysis using primers to locus XremS 1303 and ω-secalin located in the short arm of chromosome 1R of rye and cytological methods. **Methods.** DNA analysis by polymerase chain reaction and electrophoretic determination of amplification products. The methods of meiosis analysis. **Results.** Varieties of soft winter wheat with wheat-rye translocation were discovered. **Conclusions.** Specific primers to locus located in chromosome arm 1RS of rye can be used to analyze the presence in wheat wheat-rye translocation. The presence of wheat-rye translocation are confirmed by cytological analysis.

Key words: *Triticum aestivum* L., DNA markers, PCR-analysis, multiplex-PCR, rye-wheat translocation, cytological methods.

УДК 633.854.54:631.527.823

ПОЛЯКОВ В.А.¹, **ЛЯХ В.А.**²

¹ *Институт масличных культур НААН,*

Украина, 70417, Запорожский район, Запорожская область, пос. Солнечный, ул. Институтская, 1, e-mail: eradan_90@mail.ru

² *Запорожский национальный университет,*

Украина, 69600, г. Запорожье, ул. Жуковского, 66

НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ КОРОБОЧКИ МЕЖВИДОВЫМИ ГИБРИДАМИ F₁ ЛЬНА

Род *Linum* включает в себя не менее ста видов с разным количеством хромосом от $n = 6$ до $n = 30$ [1, 2]. Они различаются по морфологическим, физиологическим и биохимическим признакам. Масличный лен *Linum humile* Mill. входит в группу $n = 15$. В эту же группу входят и дикие виды *L. angustifolium*

Huds., *L. bienne* Mill., *L. hispanicum* Mill. и *L. crepitans* (Boenn.) Dumort. Согласно большинству исследований, именно эти виды являются ближайшими родственниками культурного льна [2–4]. Многие ученые полагают, что вследствие более примитивного типа организации хромосом вид *L. angustifolium*

является непосредственным предком и культурного льна, и остальных названных видов этой группы [5]. Согласно классификации Сизова И.А [3] и более поздних авторов возможным родоначальником культурного льна может быть и вид *L. bienne*. Он стоит близко к дикорастущим *L. angustifolium* и *L. hispanicum*, хотя последний вид описан хуже всех. Существует мнение, что к возникновению культурного льна в бассейне Средиземного моря привела гибридизация нескольких близких видов [2].

Впервые межвидовая гибридизация в роде *Linum* была проведена J.B. Kolreuter между культурным льном и дикарем *L. angustifolium*. Многие исследователи заявляли об успешной гибридизации *L. usitatissimum* с *L. africanum*, *L. angustifolium*, *L. corymbiferum*, *L. floccosum* и *L. pallescens* [4]. Все эти комбинации давали фертильные гибриды хотя бы в одном направлении благодаря одинаковой ploидности и похожему размеру хромосом. В цитогенетическом исследовании Gill (1966) [4] утверждал, что культурный лен отличается от трех близких видов *L. africanum*, *L. angustifolium*, и *L. decumbens* одной транслокацией. Также успешно проводилась гибридизация между *L. humile*, *L. crepitans*, *L. hirsutum* и *L. hispanicum*, в результате чего были получены фертильные растения [4]. С.Н. Кутузова отмечает успешное скрещивание вида *Linum hispanicum* с культурным льном [2].

Дикие виды льна являются носителями важных селекционно-ценных признаков, таких как устойчивость к заболеваниям и экстремальным факторам внешней среды, повышенное боковое ветвление и другие. Также интересным для селекции является раннее созревание дикарей. К недостаткам диких форм следует отнести низкую масличность, растрескивание коробочек и мелкие семена.

Целью нашей работы было изучение наследования межвидовыми гибридами F_1 льна морфологических особенностей коробочки, которые являются важными таксономическими и хозяйственными признаками в селекционных программах.

Материалы и методы

В качестве материала использовали образцы диких однолетних видов льна *Linum angustifolium*, *Linum bienne*, *Linum hispanicum* и *Linum crepitans*, а также *Linum humile* (сорт Золотистый и линия Л-6) из коллекции лаборатории селекции льна Института масличных культур НААН.

Анализировали такие признаки коробочки как диаметр, высота и степень растрескивания. Степень доминирования признака в первом поколении гибридов определяли по G.M. Veil и R.E. Atkins [6]:

$$h_p = \frac{F_1 - MP}{P - MP},$$

где F_1 – среднее арифметическое признака для гибридов первого поколения,

MP – среднее арифметическое признаков обеих родительских форм,

P – среднее арифметическое родительской формы с большим уровнем признака.

Определенные по формуле показатели интерпретировали следующим образом: $0 < h_p < |1|$ – промежуточное доминирование (полудоминирование), $h_p > |1|$ – сверхдоминирование признака, $h_p = |1|$ – полное доминирование [6].

Результаты и обсуждение

Выращивание, изучение и описание всех образцов проводилось в полевых условиях 2013 года в коллекционном питомнике. Установлено, что размеры коробочек изучаемых диких видов существенно отличались от культурного льна и по диаметру, и по высоте, и, особенно, по растрескиваемости (табл. 1). У всех изученных нами генотипов коробочки имели сходную округлую форму с заостренным носиком. Достаточно близки по размеру коробочки видов *L. angustifolium* и *L. bienne*. У вида *L. hispanicum* коробочки по высоте и диаметру меньше. Вид *L. crepitans* характеризуется коробочкой близкой по размерам сорту Золотистый, но существенно отличается от остальных диких видов и линии Л-6. В наши исследования мы включили два генотипа культурного льна (*L. humile*) – сорт Золотистый и линию Л-6, которые значительно различаются между собой по признакам коробочки. Так, линия Л-6 имеет одну из самых крупных коробочек и крупные семена среди всех линий масличного льна в коллекции ИМК НААНУ.

Обычно степень растрескивания коробочек у льна оценивают по девятибалльной шкале – от полностью закрытых до растрескивающихся. В рамках данного исследования растрескивание оценено в миллиметрах. При изучении степени растрескивания мы выявили, что наиболее сильно она проявляется у *L. crepitans*, что согласуется с подробным исследованием С.Н. Кутузовой (2009) [7]. И.А. Сизов, рассматривая культурный лен с точки зрения его

селекционной ценности, на основании растрескиваемости коробочек даже отнес вид *L. crepitans* в отдельную разновидность и счел его недостаточно ценным для селекционного использования [3]. Однако нас заинтересовала раннеспелость данного образца. Важно отметить, что образцы льна культурного имели не растрескивающиеся коробочки, а линия Л-6 характеризовалась также очень твердыми, трудно обмолачиваемыми коробочками. Согласно нашим наблюдениям, виды *L. angustifolium*, *L. bienne* и *L. hispanicum* существенно отличаются по данному признаку от остальных генотипов. При этом коробочки *L. hispanicum* визуальнo растрескиваются сильнее (вероятно, из-за меньшего размера коробочки), чем виды *L. angustifolium* и *L. bienne*, хотя согласно статистической обработке различия между ними находятся в пределах значений НСР.

Для изучения наследования признаков коробочки нами было проведено скрещивания указанных выше однолетних диких видов с линиями культурного льна. Установлено, что размеры коробочек гибридных растений в комбинациях с *L. angustifolium*, *L. bienne* и

L. hispanicum существенно больше, чем у диких родительских форм (табл. 1, 2). Также обнаружено, что в поколении F₁ в комбинациях с линией Л-6 размеры коробочек больше, чем у растений в гибридных комбинациях с сортом Золотистый. При этом, рассматривая все комбинации на одного из культурных родителей, выявлено, что отличия между ними в размерах коробочки практически отсутствуют. Так, в комбинациях с тремя вышеупомянутыми видами, где материнской формой выступает сорт Золотистый, высота коробочек составляет от 5,1 до 5,5 мм. А в случае, когда материнской формой служит линия Л-6, их высота варьирует от 6,0–6,1 мм. По изучаемым признакам от всех других достоверно отличается комбинация F₁ с участием *L. crepitans*.

Установлено, что при отсутствии растрескивания у культурных родительских форм в поколении F₁ всех межвидовых гибридов этот признак проявляется достаточно четко. Наибольшее растрескивание отмечено в комбинации скрещивания Золотистый x *L. crepitans* и составляет 2,3 мм.

Таблица 1. Морфологические признаки коробочек однолетних диких видов и образцов культурного льна

Вид	Признаки коробочки		
	диаметр, мм	высота, мм	степень растрескивания, мм
<i>Linum angustifolium</i>	4,5	4,1	1,4
<i>Linum bienne</i>	4,5	4,0	1,5
<i>Linum hispanicum</i>	4,2	3,6	1,8
<i>Linum crepitans</i>	7,1	7,1	5,1
Золотистый	6,6	6,8	0
Л-6	7,9	9,0	0
НСР ₀₅	0,29	0,37	0,47

Таблица 2. Признаки коробочки в поколении F₁ межвидовых гибридов льна

Генотип	Признаки коробочки		
	диаметр, мм	высота, мм	степень растрескивания, мм
F ₁ Золотистый x <i>Linum angustifolium</i>	5,4	5,1	1,5
F ₁ Л-6 x <i>Linum angustifolium</i>	6,3	6,1	1,7
F ₁ Золотистый x <i>Linum hispanicum</i>	5,6	5,5	1,6
F ₁ Л-6 x <i>Linum hispanicum</i>	6,3	6,0	2,1
F ₁ Золотистый x <i>Linum bienne</i>	6,0	5,5	1,6
F ₁ Л-6 x <i>Linum bienne</i>	6,2	6,0	1,8
F ₁ Золотистый x <i>Linum crepitans</i>	7,5	7,6	2,3
НСР ₀₅	0,20	0,18	0,21

При расчете степени доминирования исследуемых признаков в поколении F₁ мы пришли к выводу о промежуточном наследовании высоты и диаметра коробочек в комбинациях с тремя дикими видами *L. angustifolium*, *L. bienne* и *L. hispanicum* и о близкой к доминированию у этих гибридов большей степени растрескивания коробочки. Несколько по-другому наследуются данные признаки у гибрида с участием дикого вида *L. crepitans*. В этом случае отмечено сверхдоминирование большей высоты и диаметра коробочки, тогда как признак растрескивания коробочки наследуется промежуточно (табл. 3).

Выводы

Установлена различная степень доминирования признаков коробочки у межвидовых гибридов льна с участием диких видов *L. angustifolium*, *L. bienne* и *L. hispanicum* с одной стороны и с *L. crepitans* с другой. В первом случае имеет место промежуточное наследование высоты и диаметра коробочки и доминирование ее большей растрескиваемости, а во втором – по первым двум признакам наблюдается положительный гетерозис, тогда как растрескиваемость коробочки наследуется промежуточно.

Таблица 3. Степень доминирования признаков коробочки у межвидовых гибридов льна

Генотип	Признаки коробочки		
	диаметр, мм	высота, мм	степень растрескивания, мм
F ₁ Золотистый x <i>Linum angustifolium</i>	-0,29	-0,20	1,17
F ₁ Л-6 x <i>Linum angustifolium</i>	-0,17	0,07	1,55
F ₁ Золотистый x <i>Linum hispanicum</i>	0,16	0,16	0,74
F ₁ Л-6 x <i>Linum hispanicum</i>	-0,15	0,15	1,33
F ₁ Золотистый x <i>Linum bienne</i>	0,04	0,40	1,03
F ₁ Л-6 x <i>Linum bienne</i>	-0,21	0,03	1,41
F ₁ Золотистый x <i>Linum crepitans</i>	5,70	2,49	0,07

Литература

1. Лях В.А., Сорока А.И. Ботанические и цитогенетические особенности видов рода *Linum* L. и биотехнологические пути работы с ними. – Запорожье: ЗНУ, 2008. – 182 с.
2. Кутузова С.Н. Генетика льна // Генетика культурных растений. – Санкт-Петербург, 1998. – С. 6–52.
3. Сизов И.А. Об эволюции и генетике вида *Linum usitatissimum* L. // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – 1970. – 42. – С. 3–19.
4. Jhala A.J., Hall L.M., Hall J.C. Potential hybridization of flax with weedy and wild relatives: an avenue for movement of engineered genes? // Crop science. – 48, N 3. – 2008. – P. 825–840.
5. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. – Л.: Колос, 1971. – С. 451–456.
6. Veil G. M., Atkins R.E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum // Jowa J. Sci. – 1965. – 39, N 3. – P. 345–358.
7. Кутузова С.Н. Наследование степени растрескивания коробочек у подвидов культурного льна *Linum usitatissimum* L. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб: ВИР, 2009. – 166. – С. 156–162.

POLIAKOV V.A.¹, LYAKH V.A.²

¹ Institute of Oilseed Crops NAAS,

Ukraine, 70417, Zaporizhzhya region, Zaporizhzhya oblast, Solnechnyi, Institutska str., 1, e-mail: eradan_90@mail.ru

² Zaporizhzhya National University,

Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovskogo str., 66

INHERITANCE OF BOLL TRAITS IN F₁ INTERSPECIFIC FLAX HYBRIDS

Aims. Oil flax *Linum humile* and annual wild species *L. angustifolium*, *L. bienne*, *L. hispanicum* and *L. crepitans* are included in n = 15 group. Wild flax species are of interest due to important valuable traits

such as resistance to diseases and extreme environmental factors, increased lateral branching and early ripeness. The aim of our work was to study the inheritance of taxonomically and economically important morphological traits of the bolls in F₁ interspecific flax hybrids. **Methods.** F₁ interspecific hybrids between cultivated flax and *L. angustifolium*, *L. bienne*, *L. hispanicum* and *L. crepitans* were used as the experimental material. The degrees of dominance for the traits of boll diameter, boll height and boll dehiscence were calculated. The intermediate inheritance, dominance and overdominance of the traits were taking into account. **Results.** It was established that all F₁ interspecific hybrids possessed dehiscent bolls in contrast to parental cultivated lines. In hybrids with *L. angustifolium*, *L. bienne* and *L. hispanicum* an intermediate inheritance of boll size and dominance of boll dehiscence were observed, whereas in hybrid with *L. crepitans* a positive heterosis of boll diameter and boll height as well as intermediate inheritance of boll dehiscence were found. **Conclusions.** A various degrees of dominance for boll traits in interspecific hybrids involving wild flax species *L. angustifolium*, *L. bienne* and *L. hispanicum* as compared with *L. crepitans* were revealed. **Key words:** *Linum humile* Mill., wild species, *Linum angustifolium* Huds., *Linum bienne* Mill., *Linum hispanicum* Mill., *Linum crepitans* (Boenn.) Dumort., interspecific hybrid, boll size, boll dehiscence, inheritance.

УДК 633.854.54:631.527.549

ПОЛЯКОВА И.А.

Запорожский национальный университет,

Украина, 69063, г. Запорожье, ул. Жуковского, 66, e-mail: Ira.Linum@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЖВИДОВОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ ЦЕННОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Выращивание льна масличного в Украине имеет динамику постоянного роста благодаря высокой рентабельности производства. Эта масличная культура технологична, скороспела, засухоустойчива, обеспечивает урожай семян до 2,5 т/га. Разнообразие зон выращивания обуславливает создание сортов с более высокой пластичностью и устойчивостью, как к отдельным возбудителям, так и к комплексу заболеваний. На наш взгляд, именно межвидовая гибридизация в состоянии решить эту задачу [1, 2].

Как известно, дикие виды представляют интерес, прежде всего как доноры утраченных культурным льном генов устойчивости к неблагоприятным условиям окружающей среды, заболеваниям, и вредителям, а вовлечение их в работу является очень актуальным направлением селекции. Однако, межвидовая гибридизация – более трудоемкий метод создания исходного материала, чем внутривидовая. Род *Linum* гетерогенен по числу, размерам хромосом и по их строению, однако гибридизация различных видов между собой не всегда удается даже в пределах групп с равным числом хромосом [3]. Несмотря на это, скрещивание разных видов льна между собой привлекало многих исследователей [3–7]. Относительно легко удается гибридизация

Linum usitatissimum L. (n = 15) с *L. angustifolium* Huds. (n = 15) и первые такие гибриды получены еще в начале века [3].

Целью нашей работы было получить методом простой гибридизации разнообразные межвидовые гибриды льна в пределах группы n = 15 для расширения генетической изменчивости культуры и выделения перспективного исходного материала.

Материалы и методы

Объектом служил линейный коллекционный материал льна масличного и однолетних диких видов льна. Кастрация материнских растений осуществлялась в фазу окрашенного конуса бутона с опылением свежесобранной пылью в этот же день. Полученный селекционный материал изучали последовательно в питомниках F₁–F₅. Для анализа по комплексу морфометрических и биохимических признаков отбирали по 20 растений гомозиготных линий поколения F₆. Все измерения и наблюдения при изучении коллекционных образцов проводили в соответствии с общепринятыми методиками [1]. Определение масличности семян образцов льна проводили методом ядерно-магнитного резонанса на лабораторном ЯМР-анализаторе АМВ-1006. Жирнокислотный состав триглицеридов семян определялся методом