

**ОЦЕНКА ГИБРИДОВ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО ПО СТЕПЕНИ ДОМИНИРОВАНИЯ,  
ПРОЯВЛЕНИЮ ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА И ТРАНСГРЕССИВНОСТИ****Д. В. ГАТАЛЬСКАЯ, Е. В. РАВКОВ**

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: dashahatalskaya95@gmail.com

(Поступила в редакцию 05.06.2023)

Рациональным подходом в решении проблемы дефицита растительного белка в республике является увеличение посевных площадей бобовых трав и зернобобовых культур. Современное животноводство широко использует белковые добавки с содержанием протеина не менее 35 % для производства комбикормов. Одной из таких культур является люпин желтый, который является самым высокобелковым из возделываемых видов люпина. Однако в реестр сортов нашей страны внесено всего три сорта этой высокобелковой культуры, поэтому создание новых высокопродуктивных сортов, отвечающих требованиям производства, является актуальным. В результате проведенных реципрокных скрещиваний были получены гибриды желтого люпина по 17 комбинациям. Полученные гибридные растения отличались от родительских форм продолжительностью вегетационного периода, имели симподиальный и эпигональный тип ветвления, зеленую и антоциановую окраску вегетативных органов, различную окраску венчика и кончика лодочки цветка, а также имели различную окраску семян. В F<sub>1</sub> эффект гетерозиса по количеству бобов и семян на растении наблюдался у 15 комбинаций, по продуктивности 1-го растения у 16 комбинаций. В F<sub>2</sub> положительные трансгрессии по количеству бобов на растении отмечены по 11 комбинациям скрещиваний, по количеству семян на растении у 9 комбинаций, по признаку продуктивность одного растения у 6 комбинаций. В F<sub>3</sub> положительные трансгрессии были получены у 5 комбинаций скрещивания БГСХА 100 × Владко, БГСХА 100 × БГСХА 82, БГСХА 82 × БГСХА 100, БГСХА 100 × БГСХА 112, БГСХА 82 × №1121. Таким образом, полученный исходный материал будет использован в дальнейшей селекционной работе с целью создания новых сортов желтого люпина различного направления использования.

**Ключевые слова:** люпин жёлтый, эффект гетерозиса, трансгрессии.

A rational approach to solving the problem of vegetable protein deficiency in the republic is to increase the sown areas of legumes and leguminous crops. Modern animal husbandry widely uses protein supplements with a protein content of at least 35 % for the production of animal feed. One such crop is yellow lupine, which has the highest protein content of cultivated lupine species. However, only three varieties of this high-protein crop are included in the register of varieties of our country, so the creation of new highly productive varieties that meet the requirements of production is relevant. As a result of reciprocal crossings, yellow lupine hybrids were obtained in 17 combinations. The resulting hybrid plants differed from the parental forms in the length of the growing season, had sympodial and epigonal branching, green and anthocyanin coloration of the vegetative organs, different colors of the corolla and tip of the flower boat, and also had different seed colors. In F<sub>1</sub>, the effect of heterosis in terms of the number of pods and seeds per plant was observed in 15 combinations, in terms of the productivity of the 1st plant – in 16 combinations. In F<sub>2</sub>, positive transgressions in terms of the number of pods per plant were noted in 11 combinations of crosses, in terms of the number of seeds per plant in 9 combinations, and in terms of the productivity of one plant – in 6 combinations. In F<sub>3</sub>, positive transgressions were obtained in 5 crossing combinations BGSXA 100 × Vladko, BGSXA 100 × BGSXA 82, BGSXA 82 × BGSXA 100, BGSXA 100 × BGSXA 112, BGSXA 82 × No. 1121. Thus, the obtained source material will be used in further breeding work in order to create new varieties of yellow lupine for various purposes.

**Key words:** yellow lupine, effect of heterosis, transgression.

**Введение**

В современном мире актуальным направлением является обогащение белком продуктов питания и кормов для животных, для этого используется нетрадиционное растительное сырье, богатое белком с высокой биологической ценностью. В качестве такого сырья может выступать люпин желтый, являющийся одним из мощных резервов в решении проблемы легкоусвояемого белка для производства как животноводческой продукции, так и для использования в пищевой промышленности [1]. Люпин желтый является одним из наиболее ценных возделываемых однолетних видов люпина, который обладает наибольшей адаптацией к песчаным почвам, на которых формирует более высокие урожаи по сравнению с другими видами. Наиболее перспективно использование люпина желтого для получения зерна и зеленой массы. Семена желтого люпина содержат самый высокий процент белка среди зернобобовых культур [2, 3]. Создание сортов желтого люпина собственной селекции, адаптированных к условиям нашей республики, является хорошей альтернативой сои и соевых шротов, что является экономически выгодным при производстве животноводческой продукции и повышения ее конкурентноспособности на мировом рынке. Новые сорта желтого люпина должны сочетать в себе такие признаки, как скороспелость, продуктивность и устойчивость к болезням. Совмещение положительных признаков в одном генотипе возможно при использовании гибридизации, с помощью которой можно получить разнообразный селекционный материал и отобрать константные формы, характеризующиеся комплексом ценных признаков. Эффективность гибридизации в значительной степени определяется правильным подбором пар для скрещиваний. Повышение урожайности возможно за счет получения трансгрессивных форм, для чего необходимо знать ценность

полученных комбинаций скрещиваний. Для этих целей целесообразно изучать явления трансгрессии во втором и последующих поколениях гибридов по хозяйственно полезным признакам, которые выражены сильнее, чем у родительских форм [6].

Целью наших исследований являлась оценка гибридных растений желтого люпина первого, второго и третьего поколения, которые были получены в результате реципрокных скрещиваний.

### Основная часть

В наших исследованиях представлены результаты оценки гибридов люпина желтого, полученные на кафедре селекции и генетики в результате внутривидовой гибридизации.

В 2019 году была проведена гибридизация по схеме, включающей прямые и обратные скрещивания, между отобранными родительскими формами, отличающимися по морфологическим и хозяйственно полезным признакам. Стоит отметить, что в результате сильного поражения антракнозом из 30 комбинаций, по которым проводилось скрещивание, к уборке сохранились только 17 комбинаций. Убранные комбинации высевались в 2020 г. в питомнике гибридов F<sub>1</sub>. Размеры делянки зависели от количества полученных семян, рядом с каждой комбинацией высевались родительские формы и сорт контроль. В процессе вегетации данные комбинации оценивались по элементам структуры урожайности, по которым в дальнейшем определяли проявление эффекта гипотетического, истинного и конкурсного гетерозиса в сравнении с родительскими формами и сортом-контролем [4], а также степени доминирования по формуле, разработанной Veil и Atkins [5]. По признаку количество бобов на растении гипотетический гетерозис варьировал от -3,9 до 144,3 %, истинный – от -14,2 до 175,6 %, конкурсный – от -12,4 до 100 % (табл. 1).

Таблица 1. Проявление гетерозиса и коэффициент доминирования у гибридов F<sub>1</sub> люпина желтого в 2020 г.

| Комбинация скрещивания    | Признак, по которому определяли гетерозис |                       |                         |                           |                                  |                       |                         |                           |                                |                       |                         |                           |
|---------------------------|---|-----------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|
|                           | количество бобов на растении, шт          |                       |                         |                           | количество семян на растении, шт |                       |                         |                           | масса семян с 1-го растения, г |                       |                         |                           |
|                           | Гипотетический гетерозис, %               | Истинный гетерозис, % | Конкурсный гетерозис, % | Коэффициент доминирования | Гипотетический гетерозис, %      | Истинный гетерозис, % | Конкурсный гетерозис, % | Коэффициент доминирования | Гипотетический гетерозис, %    | Истинный гетерозис, % | Конкурсный гетерозис, % | Коэффициент доминирования |
| БГСХА 82 × №1121          | 1124                                      | 87,8                  | 36,3                    | 8,6                       | 117,3                            | 164,2                 | 28,3                    | 6,6                       | 124,2                          | 184,6                 | 23,3                    | 5,9                       |
| БГСХА 82 × №1118          | 200                                       | 20,7                  | -12,4                   | 33,0                      | 11,8                             | 12,9                  | -23,1                   | 11,3                      | -12,9                          | -17,8                 | -38,3                   | -2,2                      |
| БГСХА 82 × БГСХА 100      | 343                                       | 62,2                  | 17,7                    | 2,0                       | 39,2                             | 17,1                  | 19,3                    | 2,1                       | 50,0                           | 21,9                  | 30,0                    | 2,2                       |
| БГСХА 82 × ЛЖ-СП-18-КД-58 | 494                                       | 54,9                  | 12,4                    | 14,0                      | 60,2                             | 53,0                  | 16,9                    | 12,7                      | 67,1                           | 57,8                  | 18,3                    | 11,4                      |
| БГСХА 82 × ЛЖ-СП-18-61    | 1443                                      | 175,6                 | 100,0                   | 12,7                      | 214,6                            | 228,7                 | 109,8                   | 50,1                      | 204,9                          | 197,6                 | 108,3                   | 84,0                      |
| БГСХА 82 × БГСХА 99       | 198                                       | 47,6                  | 7,1                     | 1,1                       | 17,7                             | -2,3                  | 2,9                     | 0,9                       | 31,3                           | 10,2                  | 8,3                     | 1,6                       |
| БГСХА 100 × Владко        | -39                                       | -5,2                  | -2,7                    | -3,0                      | 3,3                              | 4,3                   | 4,3                     | 3,5                       | 17,7                           | 21,7                  | 21,7                    | 5,5                       |
| БГСХА 100 × БГСХА 98      | 27,7                                      | 23,3                  | 26,5                    | 7,8                       | 43,6                             | 54,9                  | 36,4                    | 6,0                       | 49,1                           | 78,3                  | 36,7                    | 3,0                       |
| БГСХА 97 × ЛЖ-СП-18-КД-58 | 51,7                                      | 20,9                  | 58,4                    | 2,0                       | 75,5                             | 139,3                 | 82,9                    | 2,8                       | 94,3                           | 155,0                 | 70,0                    | 4,0                       |
| БГСХА 97 × 1094           | 40,7                                      | 12,2                  | 46,9                    | 1,6                       | 55,0                             | 155,6                 | 46,7                    | 1,4                       | 108,2                          | 215,6                 | 68,3                    | 3,2                       |
| БГСХА 100 × БГСХА 112     | 1112                                      | 79,3                  | 84,1                    | 6,3                       | 142,7                            | 204,2                 | 105,7                   | 7,1                       | 175,8                          | 322,6                 | 118,3                   | 5,1                       |
| БГСХА 100 × БГСХА 82      | 475                                       | 25,9                  | 29,2                    | 2,8                       | 67,2                             | 106,2                 | 43,3                    | 3,6                       | 94,2                           | 152,5                 | 68,3                    | 4,1                       |
| Владко × БГСХА 100        | 848                                       | 56,9                  | 61,1                    | 4,8                       | 108,7                            | 161,6                 | 76,9                    | 5,4                       | 137,9                          | 264,5                 | 88,3                    | 4,0                       |
| БГСХА 97 × Владко         | -27                                       | -14,2                 | 12,4                    | -0,2                      | -1,0                             | 14,8                  | 14,8                    | -0,1                      | 31,2                           | 36,7                  | 36,7                    | 7,8                       |
| БГСХА 97 × №БГСХА 100     | 31,1                                      | 16,9                  | 53,1                    | 2,6                       | 30,3                             | 49,5                  | 52,4                    | 2,4                       | 48,8                           | 50,0                  | 60,0                    | 63,0                      |
| Еврантус × БГСХА 107      | 38  | 0,9                   | -2,7                    | 1,3                       | 16,4                             | 16,7                  | 16,7                    | 69,0                      | 86,9                           | 88,7                  | 66,7                    | 93,0                      |
| Еврантус × №1122          | 742                                       | 42,2                  | 37,2                    | 3,3                       | 92,4                             | 193,2                 | 43,8                    | 2,7                       | 122,7                          | 188,2                 | 63,3                    | 5,4                       |

Депрессия наблюдалась у комбинаций БГСХА 100 × Владко (-3,0) и БГСХА 97 × БГСХА 100 (-0,2). Положительный истинный гетерозис наблюдался у 15 комбинаций, максимальное значение которого отмечено у БГСХА 82 × БГСХА 100 (62,2 %), БГСХА 100 × БГСХА 112 (79,3 %), БГСХА 82 × № 1121 (87,8 %), БГСХА 82 × ЛЖ-СП-18-61 (175,6 %). В обратных комбинациях скрещиваний семена удалось получить только у комбинации БГСХА 100 × БГСХА 82. У реципрокных гибридов с использованием сочетания сортов для скрещивания БГСХА 100 × БГСХА 82 по признаку количество бобов на растении истинный гетерозис составил 25,9 %. Неполное доминирование при установлении истинного гетерозиса наблюдалось у комбинации Еврантус × БГСХА 107. В сравнении с сортом-контролем депрессия наблюдалась у двух комбинаций Еврантус × БГСХА 107 и БГСХА 82 × №1118. Гетерозис более 20 % наблюдался у 8 комбинаций скрещиваний.

По количеству семян на одном растении при подсчете гипотетического гетерозиса депрессия наблюдалась у комбинации БГСХА 97 × Владко, истинного – у БГСХА 82 × БГСХА 99, конкурсного – БГСХА 82 × №1118. У всех остальных комбинаций по этому показателю наблюдалось сверхдоминирование.

Депрессия по массе семян с 1-го растения наблюдалась только у одной комбинации БГСХА 82 × №1118, у остальных комбинаций наблюдалось сверхдоминирование. У реципрокных гибридов с

использованием сочетания сортов для скрещивания БГСХА 82 × БГСХА 100 по признаку количество бобов на растении истинный гетерозис составил 62,2 %, по признаку количество семян на растении 17,1 %, по продуктивности одного растения – 21,9 %.

В обратном скрещивании БГСХА 100 × БГСХА 82 эффект гетерозиса по количеству бобов на растении составил 25,9 %, семян – 106,2 %, а по продуктивности семян был значительно выше и составил 152,5 %. В обратной комбинации истинный гетерозис был выше по количеству семян и массе семян с одного растения, чем в прямом скрещивании. Вместе с тем в обоих парах по всем трём признакам наблюдалось сверхдоминирование. Наиболее высокий истинный гетерозис и сверхдоминирование по трём изучаемым признакам отмечен у гибридов при прямом скрещивании БГСХА 100 × БГСХА 112, Владко × БГСХА 100, БГСХА 82 × ЛЖ-СП-18-61, БГСХА 82 × №1121, а также при обратном скрещивании БГСХА 100 × БГСХА 82. В 2021 году было высеяно 17 гибридных комбинаций второго поколения, которое было проанализировано по наличию хозяйственно ценных признаков (табл. 2).

Таблица 2. Степень проявления трансгрессий у гибридов F<sub>2</sub> и F<sub>3</sub> люпина желтого в 2021 и 2022 гг.

| Комбинация скрещивания    | F <sub>2</sub>                   |                                  |                                | F <sub>3</sub>                   |                                  |                                |
|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
|                           | Степень трансгрессии, %          |                                  |                                |                                  |                                  |                                |
|                           | количество бобов на растении, шт | количество семян на растении, шт | масса семян с 1-го растения, г | количество бобов на растении, шт | количество семян на растении, шт | масса семян с 1-го растения, г |
| БГСХА 82 × №1121          | 5,0                              | 16,5                             | 23,2                           | 1,9                              | 9,9                              | 9,0                            |
| БГСХА 82 × №1118          | -22,2                            | -7,9                             | 2,9                            | -10,9                            | -19,4                            | -6,2                           |
| БГСХА 82 × БГСХА 100      | 30,8                             | 21,4                             | 4,6                            | 5,6                              | 2,5                              | 1,6                            |
| БГСХА 82 × ЛЖ-СП-18-КД58  | -11,5                            | -18,3                            | -22,2                          | -36,9                            | -44,5                            | -45,1                          |
| БГСХА 82 × ЛЖ-СП-18-61    | -10,2                            | -19,4                            | -35,0                          | -8,1                             | -5,0                             | -9,5                           |
| БГСХА 82 × БГСХА 99       | -17,4                            | -28,2                            | -32,9                          | -23,1                            | -31,2                            | -26,0                          |
| БГСХА 100 × Владко        | 25,0                             | 7,4                              | 2,4                            | 10,4                             | 7,3                              | 5,4                            |
| БГСХА 100 × БГСХА 98      | 15,4                             | 7,4                              | -1,8                           | -20,8                            | -22,8                            | -19,4                          |
| БГСХА 97 × ЛЖ-СП-18-КД-58 | -8,8                             | -24,4                            | -18,8                          | -44,1                            | -48,2                            | -47,5                          |
| БГСХА 97 × №1094          | -10,1                            | -13,4                            | -13,7                          | -28,6                            | -48,8                            | -40,5                          |
| БГСХА 100 × БГСХА 112     | 3,8                              | 25,6                             | 30,8                           | 4,5                              | 20,1                             | 22,4                           |
| БГСХА 100 × БГСХА 82      | 26,9                             | 22,2                             | 17,7                           | 8,3                              | 9,4                              | 12,7                           |
| Владко × БГСХА 100        | 56,7                             | 16,8                             | -4,2                           | -59,0                            | -48,3                            | -49,8                          |
| БГСХА 97 × Владко         | 17,0                             | 6,5                              | -20,5                          | -34,6                            | -32,8                            | -29,3                          |
| БГСХА 97 × №БГСХА 100     | 25,0                             | 19,5                             | -2,9                           | -45,1                            | -50,7                            | -53,3                          |
| Еврантус × БГСХА 107      | 18,3                             | -16,4                            | -19,2                          | -56,2                            | -63,1                            | -59,8                          |
| Еврантус × №1122          | 14,4                             | -12,3                            | -20,9                          | -8,3                             | -3,0                             | -7,8                           |

По количеству бобов на растении положительная степень трансгрессии была отмечена по 11 комбинациям скрещиваний, а максимальное значение было у комбинаций Владко × БГСХА 100 (56,7 %) и БГСХА 82 × БГСХА 100 (30,8 %). У 5 комбинаций составляла от 25,0 до 56,7 %, а по остальным варьировала от 3,8 до 18,3 %. По количеству семян на растении положительная степень трансгрессии наблюдается у 9 комбинаций, максимальное значение по этому показателю было у гибридных комбинаций БГСХА 100 × БГСХА 112 (25,6 %), БГСХА 100 × БГСХА 82 (22,2 %) и у обратной комбинации скрещивания БГСХА 82 × БГСХА 100 (21,4 %), а по остальным 6 комбинациям составила от 6,5 до 19,5 %. По признаку продуктивность одного растения у 6 комбинаций наблюдается положительная степень трансгрессии. Максимальное значение по данному показателю было у гибридных комбинаций БГСХА 100 × БГСХА 112 (30,8 %) и БГСХА 82 × №1121 (23,2 %). По остальным комбинациям она варьировала от 2,4 до 17,7 %.

В 2022 г. оценивались гибридные растения желтого люпина третьего поколения, полученные от реципрокных скрещиваний. Анализируя полученные данные, следует отметить, что положительная степень трансгрессии сохраняется далеко не во всех гибридных комбинациях и не по всем признакам. По количеству бобов получена положительная степень трансгрессии при скрещивании БГСХА 100 × Владко (10,4 %), БГСХА 100 × БГСХА 82 (8,3 %), БГСХА 82 × БГСХА 100 (5,6 %), БГСХА 100 × БГСХА 112 (4,5 %), БГСХА 82 × №1121 (1,9 %). По количеству семян отмечена максимальная степень трансгрессии в прямых скрещиваниях БГСХА 100 × БГСХА 112 (20,1 %), БГСХА 82 × №1121 (9,9 %), БГСХА 100 × Владко (7,3 %), БГСХА 82 × БГСХА 100 (2,5%), и при обратных БГСХА 100 × БГСХА 82 (9,4 %). По продуктивности одного растения положительная трансгрессия наблюдалась в 5 комбинациях. Получена максимальная степень трансгрессии при прямом скрещивании БГСХА 100 × БГСХА 112 (22,4 %), а по остальным варьировала в пределах от 1,6 до 12,7 %. В полученных трансгрессивных комбинациях отбирались лучшие растения по признакам количество бобов, семян, продуктивность одного растения, с учетом их устойчивости к антракнозу и длины вегетационного периода.

Неперспективные комбинации выбраковывались. В процессе работы выделены перспективные комбинации с положительной трансгрессией и отобраны лучшие гибридные растения, которые превосходят родительские формы по продуктивности и обладают другими положительными признаками (продолжительность вегетационного периода, тип ветвления, окраска цветка и бобов).

### **Заключение**

В результате проведенных исследований были получены 17 комбинаций гибридов желтого люпина с использованием рецiproкных скрещиваний. Полученные гибридные растения отличались от родительских форм продолжительностью вегетационного периода, имели симподиальный и эпигональный тип ветвления, зеленую и антоциановую окраску вегетативных органов, различную окраску венчика и кончика лодочки цветка, и различную окраску семян. В F<sub>1</sub> эффект гетерозиса по количеству бобов и семян на растении наблюдался у 15 комбинаций, по продуктивности 1-го растения у 16 комбинаций. В F<sub>2</sub> положительные трансгрессии по количеству бобов на растении отмечены по 11 комбинациям скрещиваний, по количеству семян на растении у 9 комбинаций, по признаку продуктивность одного растения у 6 комбинаций. В F<sub>3</sub> положительные трансгрессии были получены у 5 комбинаций скрещивания БГСХА 100 × Владко, БГСХА 100 × БГСХА 82, БГСХА 82 × БГСХА 100, БГСХА 100 × БГСХА 112, БГСХА 82 × №1121. Таким образом, полученный материал будет использован в дальнейшей селекционной работе с целью создания новых сортов желтого люпина различного направления использования.

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Гапонов, Н. В. Люпин – Наилучшая бобовая культура для создания высокопротеиновых концентратов / Н. В. Гапонов // Комбикорма. – 2019. – №6. – С. 40–42.
2. Гатальская, Д. В. Результаты рекуррентного отбора на образцах желтого люпина в условиях северо-востока Беларуси / Д. В. Гатальская, Ю. С. Малышкина, Е. В. Равков // Вестник БГСХА. – 2022. – №3 – С. 60–64.
3. Гатальская, Д. В. Селекция желтого люпина на семенную продуктивность и резистентность к антракнозу / Д. В. Гатальская, Ю. С. Малышкина, Е. В. Равков // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – № 3. – С. 117–121.
4. Абрамова, З. В. Генетика. Программированное обучение / З. В. Абрамова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 287 с.
5. Beil, G. M. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum / G. M. Beil, R. E. Atkins // Iowa State J. of Science. – 1965. – Vol. 39, №3. – P. 52.
6. Малышкина, Ю. С. Определение степени доминирования эффекта гетерозиса и трансгрессии в питомнике гибридов люпина белого в условиях северо-востока Беларуси / Ю. С. Малышкина, Е. В. Равков, Лукашевич М. И // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2021. – № 1. – С. 103–108.