

УДК: 633.11:631.523

**П.И. Костылев**, доктор сельскохозяйственных наук;

**О.А. Некрасова**, младший научный сотрудник,  
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт им. И.Г. Калининко  
(347740, г. Зерноград, Научный городок, д.3; [vnizk30@mail.ru](mailto:vnizk30@mail.ru))

## **ИЗУЧЕНИЕ ТИПОВ НАСЛЕДОВАНИЯ РЯДА ПРИЗНАКОВ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ЕЕ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ**

При формировании высокой урожайности озимой пшеницы первичным и ведущим фактором является генетический потенциал продуктивности. Для формирования продуктивности большое значение имеют такие количественные признаки, как масса 1000 зерен, количество зерен в колосе и влияющие на них длина и ширина флагового листа [1]. Создать высокоурожайный сорт озимой пшеницы можно, зная наследование этих признаков, их генетические основы и возможность комбинирования генов. Наше исследование велось по двум основным направлениям. Первым направлением являлась оценка гибридных комбинаций. В данной статье представлены результаты исследований гибридов озимой мягкой пшеницы первого поколения. Показаны различные типы наследования ряда признаков: от отрицательного доминирования до сверхдоминирования, установлено проявление гетерозиса. Вторым направлением работы была оценка родительских форм озимой пшеницы по общей комбинационной способности. Оценка общей (ОКС) и специфической комбинационной способности (СКС) сортов и линий дает возможность использовать в селекционной работе выделившиеся в скрещиваниях формы, планируя появление трансгрессивных форм во втором поколении. Таким образом, увеличится вероятность отбора форм с новыми ценными качествами. В результате проведенного биометрического анализа гибридов и их родителей нами был получен ряд средних значений признаков по 10 комбинациям, которые использовались для расчета общей и специфической комбинационной способности исходных форм. В данной работе представлены лучшие родительские формы мягкой озимой пшеницы по общей комбинационной способности и гибридные комбинации с высокой специфической комбинационной способностью по некоторым количественным признакам.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, гибридные комбинации, тип наследования, коэффициент гетерозиса, комбинационная способность.

**P.I. Kostylev**, Doctor of Agricultural Sciences;

**O.A. Nekrasova**, junior researcher,  
*FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops named after I.G. Kalinenko*  
(347740, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; [vnizk30@mail.ru](mailto:vnizk30@mail.ru))

## **STUDY OF TYPES OF INHERITANCE OF SEVERAL TRAITS OF SOFT WINTER WHEAT AND ITS COMBINING ABILITY**

Genetic potential of productivity is a primary and essential factor in the period of formation of high productivity of winter wheat. Such quantitative traits as 1000-grain weight, a number of seeds per ear, length and width of a flag leaf are of primary importance while forming productivity of the crop. It's possible to create a highly productive wheat variety knowing inheritance of these traits, their genetic basis and their genes combining ability. Our study has been carried out in two directions. The first one was an assessment of hybrid combinations. The article gives the results of study of soft winter wheat hybrids of the first generation. We have presented various types of trait heritage, from negative dominance to overdominance and we have found heterosis. The second direction was an assessment of parent forms of winter wheat on total combining ability. The assessment of total (TCA) combining ability and specific combining ability (SCA) of the varieties and lines gives an opportunity to use received hybrids in breeding work planning transgressive forms in the second generation. Thus it will result in more possibility to choose forms with new valuable traits. In the result of the conducted biometrical analysis of hybrids and their parents we received a number of average indexes of the traits of 10 combinations, which was used for calculation of total and specific combining ability of initial forms. The work presents the best parent forms of soft winter wheat according to their combining ability and hybrid combinations with high specific combining ability on some quantitative traits.

**Keywords:** *winter wheat, hybrid combinations, type of inheritance, coefficient of heterosis, combining ability.*

**Введение.** Озимая пшеница – основная продовольственная культура России и повышение ее урожайности – одна из важнейших хозяйственно-экономических задач во всех регионах возделывания, в том числе и в Ростовской области [2]. В связи с этим селекция призвана сыграть важнейшую роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур путем создания новых высокоурожайных сортов [3].

**Материал и методика.** Исследования проводили в лаборатории селекции мягкой озимой пшеницы интенсивного типа ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко в 2013 году. В качестве материала для исследований использовали гибриды F<sub>1</sub>, полученные от скрещивания контрастно различающихся по изучаемым признакам родительских форм озимой мягкой пшеницы по диаллельной схеме 4x4.

Посев гибридов F<sub>1</sub> проводился вручную в гибридном питомнике с использованием родительских форм в качестве стандартов. Площадь делянок гибридов в зависимости от

количества имеющихся семян была от 0,2 до 0,4 м<sup>2</sup>. Площадь делянки родительских форм составляла 0,2 м<sup>2</sup>.

Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевые учеты и структурный анализ снопов проводили согласно методике Государственного испытания (1988) [4] и методике полевого опыта Б.А. Доспехова (1985) [5].

При анализе гибридов вычисляли степень доминирования по Гриффингу [6], коэффициент гетерозиса – по формулам Д.С. Омарова (1975) [7]. Комбинационную способность определяли по Г.В. Вольфу (1980) [8].

**Результаты.** Практика селекции показала, что основные пути повышения урожайности культур – изменение морфотипа и применение гетерозиса. В наших исследованиях от диаллельного скрещивания четырех контрастно различающихся сортов и линий мягкой озимой пшеницы (Бунчук, Кипчак, 1421/06 под рабочим названием Луиза, 696/98 под рабочим названием Эмма) было получено 10 гибридов, которые различались по степени доминирования признаков от отрицательного до сверхдоминирования (гетерозис). Родительские формы были выбраны из коллекционного материала лаборатории озимой мягкой пшеницы интенсивного типа ГНУ ВНИИЗК им. И.Г. Калининко Россельхозакадемии. Результаты изучения коллекционного материала показывают наличие образцов с интересующими селекционеров признаками и свойствами, что позволяет использовать их в селекционных программах, направленных на дальнейшее увеличение потенциала продуктивности вновь создаваемых сортов озимой мягкой пшеницы [9].

Высота родительских растений варьировала от 57 до 91 см. Самым высокорослым был сорт Бунчук, а самым низкорослым – образец Эмма. Во всех гибридных комбинациях проявилось наследование признака большего родителя: от частичного положительного доминирования ( $h_p=0,39$ ) до сверхдоминирования ( $h_p=1,1$ ,  $h_p=2,42$ ) (рис. 6). Гетерозис наблюдался в комбинациях Кипчак x Эмма ( $\Gamma_{ист}=1,5\%$ ), Эмма x Бунчук ( $\Gamma_{ист}=4,2\%$ ) (рис. 1).

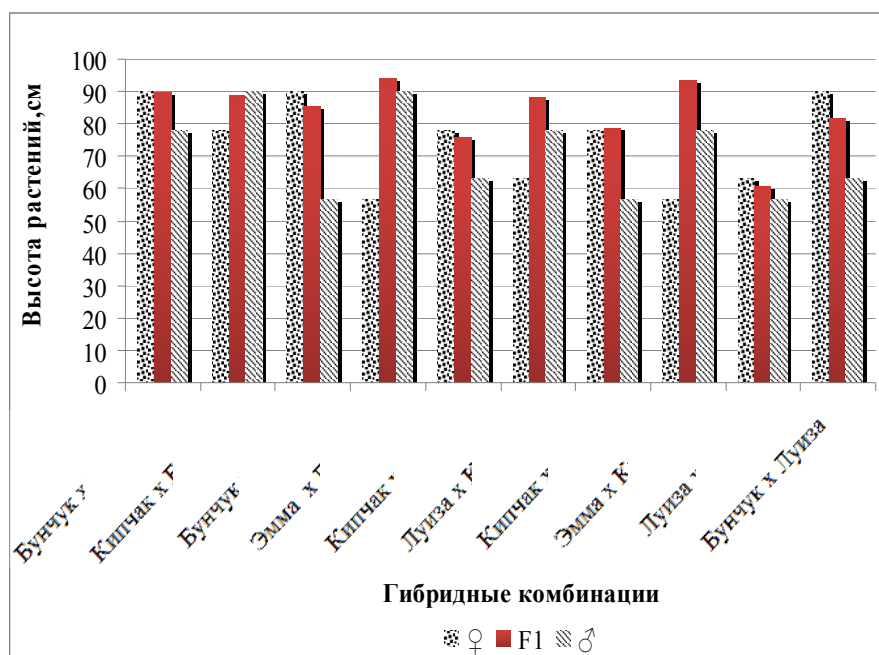


Рис. 1. Средние значения родительских форм и гибридов первого поколения озимой пшеницы по высоте растений

По признаку «длина колоса» у большинства гибридов наблюдается частичное и неполное доминирование большего значения ( $h_p$  от 0,2 до 0,6). В комбинациях Кипчак x Бунчук и Кипчак x Эмма проявилось сверхдоминирование ( $h_p=1,3$  и  $h_p=1,7$ ). Гетерозис истинный составил 4,4 и 4,6% соответственно. Только в скрещивании Бунчук x Луиза выявилось частичное отрицательное доминирование ( $h_p=-0,3$ ) (рис. 2).

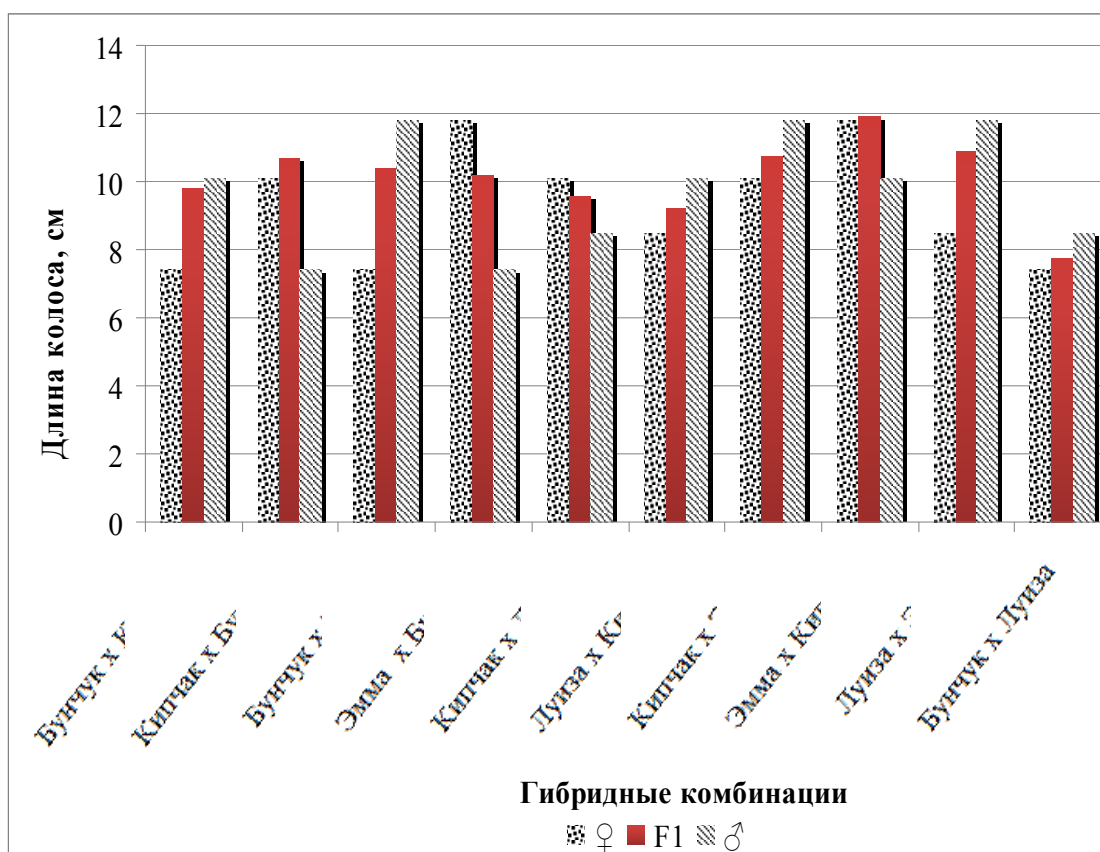


Рис. 2. Средние значения родительских форм и гибридов первого поколения озимой пшеницы по длине колоса

Число зерен в колосе у родительских форм формировалось от 44,3 до 56,5 штук, самым озерненным был сорт Бунчук. Наследование признака у всех гибридов было по типу частичного и неполного доминирования ( $h_p$  от 0,3 до 0,8). В комбинации Луиза x Эмма проявился гетерозис ( $\Gamma_{\text{гет}}=6,4\%$ ) (рис. 3). По данным исследований Д.М. Марченко и др. (2013), у таких форм в  $F_2$  проявляется трансгрессия и выщепляются растения с более продуктивными колосьями [10].

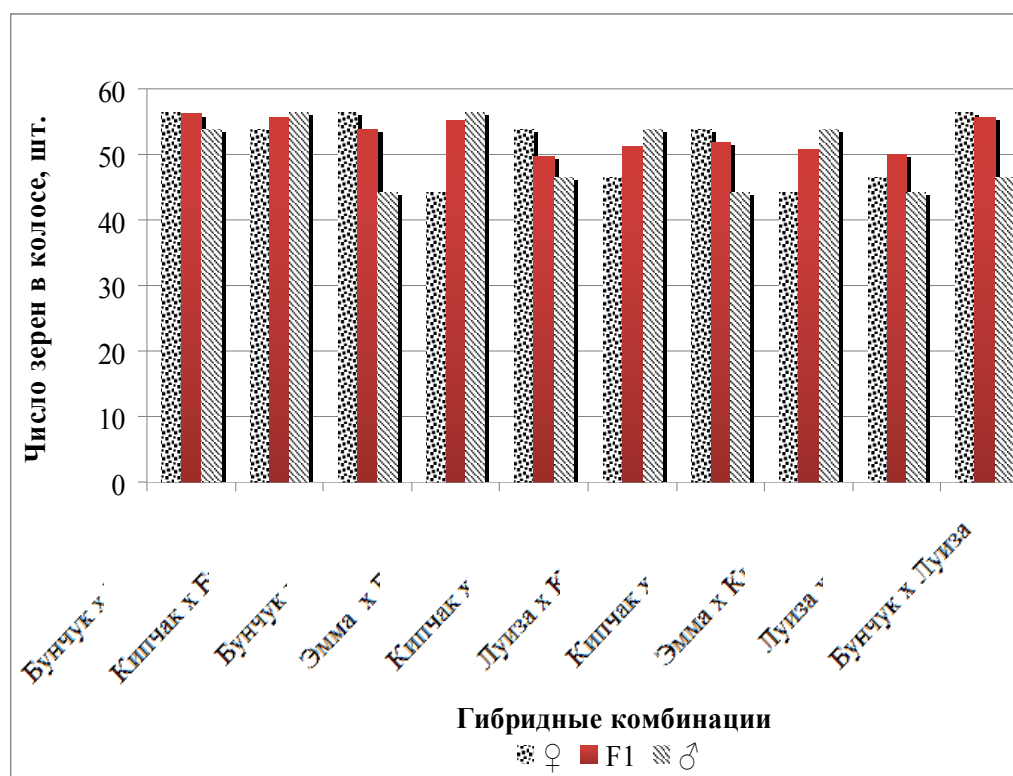


Рис. 3. Средние значения родительских форм и гибридов первого поколения озимой пшеницы по числу зерен с колоса

Из четырех родительских форм самый длинный флаговый лист имел сорт Кипчак – 19,9 см, у Бунчука длина листа была 17,12, у Эммы – 17,19, у Луизы – 16,73 см. Наибольшая степень проявления признака у гибридов наблюдалась в комбинациях с использованием родителей, обладающих высокими значениями. Наследование признака у гибридов варьировало от частичного до неполного доминирования ( $h_p=0,1-0,8$ ) (рис. 4). В комбинации Луиза x Эмма проявился гетерозис ( $\Gamma_{\text{гет}}=6,0\%$ ).

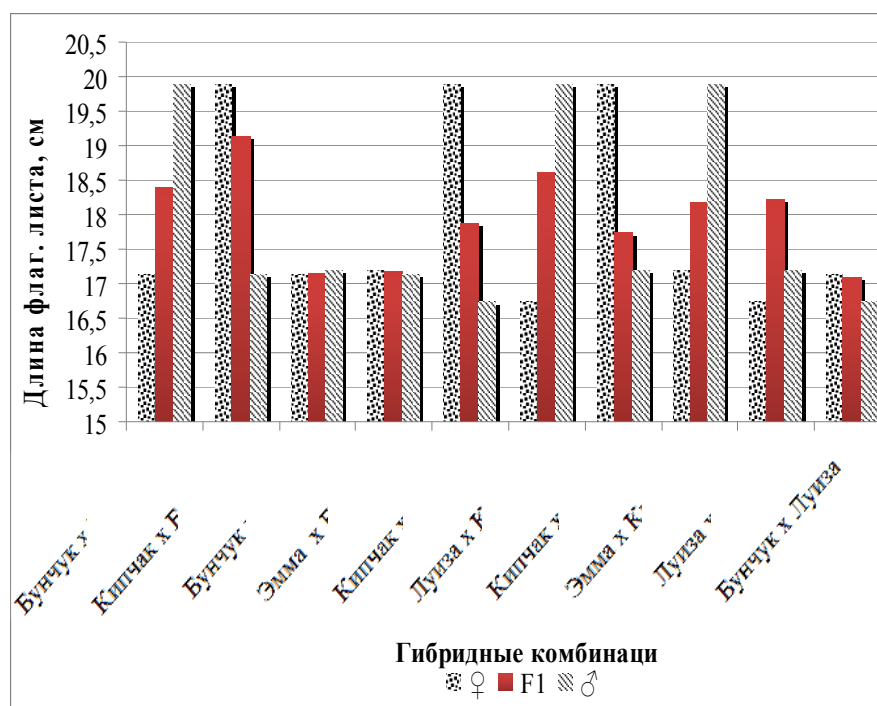


Рис. 4. Средние значения родительских форм и гибридов первого поколения озимой пшеницы по длине флагового листа

По ширине флагового листа у гибридов первого поколения гетерозиса не наблюдалось. Наследование признака варьировало от неполного отрицательного доминирования в скрещивании Кипчак x Эмма ( $h_p = -0,2$ ) до частичного положительного в скрещивании Кипчак x Бунчук ( $h_p = 0,5$ ) (рис. 5).

В скрещиваниях крупнозерного сорта Бунчук (масса 1000 зерен 45,2 г) с остальными среднезерными образцами (масса 1000 зерен – от 35 до 37,8 г) наблюдались промежуточные значения признака ( $h_p$  = от 0,1 до 0,6). Из всех изученных гибридов F<sub>1</sub> сверхдоминирование было в прямом и обратном скрещивании Кипчак и Эмма ( $h_p = 2,7$  и  $h_p = 4,6$ ) (рис. 6). Истинный гетерозис составил 2,9 и 8,4% соответственно.

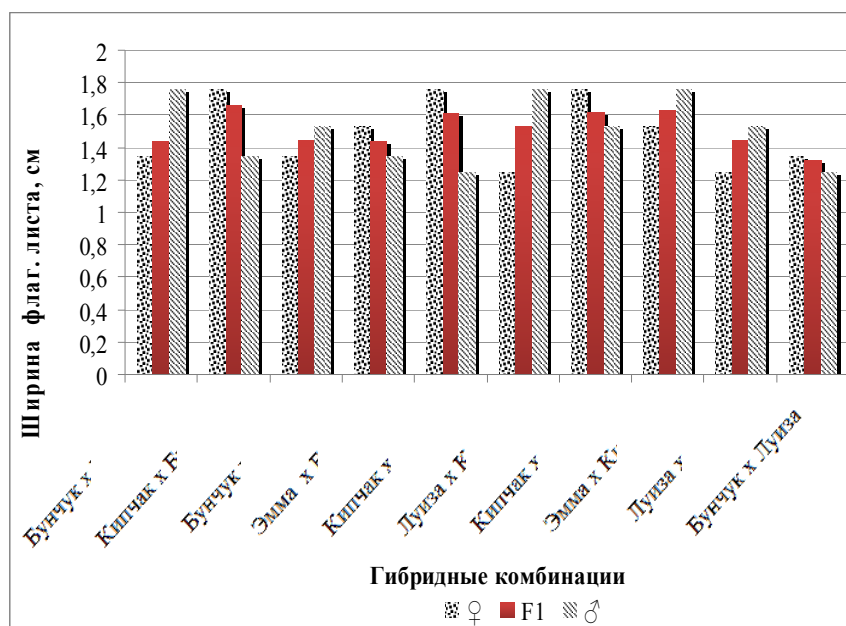


Рис. 5. Средние значения родительских форм и гибридов первого поколения озимой пшеницы по ширине флагового листа

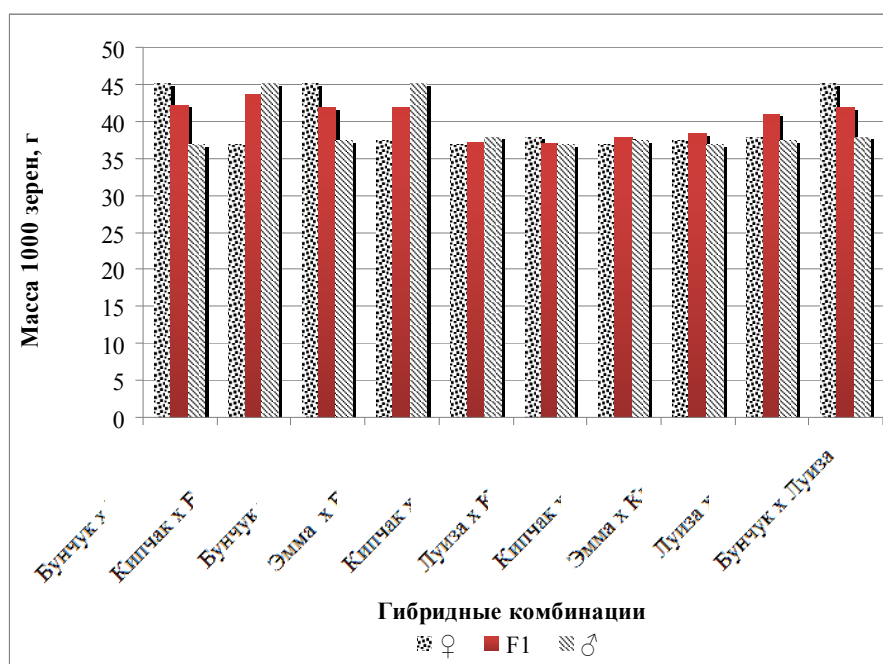


Рис. 6. Средние значения родительских форм и гибридов первого поколения озимой пшеницы по массе 1000 зерен

Изучение комбинационной способности (ОКС) позволяет судить о характере взаимодействия генов, их роли в наследовании признаков, донорских способностях сортов [11]. Исследования комбинационной способности в диаллельных скрещиваниях показывают, что наилучшими общими комбинаторами являются родительские формы, имеющие самые высокие средние значения признаков, по которым они испытываются;

плохие общие комбинаторы – это родительские формы с самыми низкими значениями признаков [12].

В результате анализа ОКС выделились следующие образцы: по признаку «длина колоса» – Кипчак и Эмма; по длине и ширине флагового листа, числу зерен в колосе – Кипчак; по признаку «масса 1000 зерен с колоса» – Бунчук. По признаку «высота растений» наименьшим значением ОКС обладал образец Луиза (табл. 1). В гибридных комбинациях с участием этого образца есть более высокая вероятность отбора короткостебельных форм.

#### 1. Общая комбинационная способность родительских форм гибридов F<sub>1</sub>

Образец	Высота растений	Длина колоса	Длина листа	Ширина листа	Число зерен в колосе	Масса 1000 зерен
Бунчук	2,8	-0,4	0	-0,1	-0,6	<b>2</b>
Кипчак	1,1	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>4,3</b>	-1,4
Луиза	-4,9	-0,8	-0,2	-0,1	-1,3	-0,9
Эмма	0,9	<b>0,8</b>	-0,3	-0,02	-2,4	0,3

Специфическая комбинационная способность (СКС) используется для определения селекционной ценности конкретных комбинаций. В таблице 2 приведены ее значения у гибридных комбинаций по шести признакам.

Анализ гибридов F<sub>1</sub> показал, что максимальные значения СКС проявились по длине колоса в комбинациях Бунчук x Луиза, Кипчак x Эмма и Луиза x Эмма; по длине флагового листа – в комбинации Бунчук x Кипчак; по ширине флагового листа – в комбинациях Бунчук x Луиза и Кипчак x Эмма (табл. 2).

#### 2. Специфическая комбинационная способность гибридов F<sub>1</sub> \*

Комбинация	Высота растений	Длина колоса	Длина флагового листа	Ширина флагового листа	Число зерен в колосе	Масса 1000 зерен
Бунчук x Кипчак	0,2	0,04	0,5	-0,03	1,42	1,3
Бунчук x Луиза	-0,8	0,46	-0,1	0,02	-0,3	0,3
Бунчук x Эмма	-0,7	-0,49	-0,4	0,01	-0,1	-1,5
Кипчак x Луиза	0,7	-0,49	-0,4	0,01	-0,1	-1,5
Кипчак x Эмма	-0,8	0,46	-0,1	0,02	-0,3	-0,3
Луиза x Эмма	2,9	0,38	-0,5	-0,03	1,4	1,3

Примечание: \* – в прямых и обратных скрещиваниях



Из таблицы 2 также видно, что по числу зерен и массе 1000 зерен самые высокие значения СКС имели комбинации Бунчук х Кипчак и Луиза х Эмма. Эти гибридные комбинации являются интересными в селекционном отношении, поскольку дают возможность более высокой вероятности отбора трансгрессивных форм, которые бы превышали исходные родительские сорта. По высоте растений следует выделить комбинации Луиза х Эмма, Бунчук х Кипчак с низкими значениями СКС, в которых возможен отбор короткостебельных форм.

**Выводы.** У изученных гибридных комбинаций озимой мягкой пшеницы в первом поколении по признакам «высота растений», «длина колоса», «число зерен в колосе», «длина флагового листа», «ширина флагового листа», «масса 1000 зерен» выявлены различные типы наследования: от отрицательного доминирования до сверхдоминирования. Гетерозис в скрещиваниях проявился в отдельных комбинациях по всем признакам, кроме ширины флагового листа.

В результате анализа ОКС выделились следующие образцы: по признаку «высота растений» – Луиза; по признаку «длина колоса» – Кипчак и Эмма; по длине и ширине флагового листа, числу зерен в колосе – Кипчак; по признаку «масса 1000 зерен» – Бунчук.

Наибольшая СКС у гибридов  $F_1$  проявилась: по высоте растений в комбинациях Кипчак х Эмма, Бунчук х Луиза; по длине колоса – в комбинациях Бунчук х Луиза, Кипчак х Эмма и Луиза х Эмма; по длине флагового листа – в комбинации Бунчук х Кипчак; по ширине флагового листа – в комбинациях Бунчук х Луиза и Кипчак х Эмма. Эти гибридные комбинации являются интересными в селекционном отношении, поскольку дают возможность более высокой вероятности отбора из гибридных комбинаций трансгрессивных форм, которые бы превышали исходные родительские формы.

### Литература

1. Wang P., Zhou G., Yu H., Yu S. Fine mapping a major QTL for flag leaf size and yield-related traits in rice // <http://www.odnoklassniki.ru/Theoretical and Applied Genetics>, 2011. –V.123. – I.8. – P. 1319-1330.
2. Калининко, И.Г. Селекция озимой пшеницы / И.Г. Калининко.– М.: Аграрная наука, 1995. – 220 с.
3. Ковтун, В.И. Селекция высокоадаптивных сортов мягкой озимой пшеницы и нетрадиционные элементы технологии их возделывания в засушливых условиях юга России [Текст] / В.И. Ковтун. – Ростов-на-Дону, 2002. – 320 с.

4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под ред. М.А. Федина. – М., 1988. – 121 с.

5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

6. Griffing, B. Concepts of general and specific combining ability in relation to diallelcrossing systems / B. Griffing // Austral. J. Biol. Sci., 1956. – N 9. – P. 463-493.

7. Омаров, Д.С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений / Д.С. Омаров // Сельскохозяйственная биология. – 1975. – Т.10. – №1. – С. 123-127.

8. Вольф, В.Г. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности / В.Г. Вольф, П.П. Литун. – Харьков, 1980. – 76 с.

9. Подгорный, С.В. результаты изучения коллекционного материала мягкой озимой пшеницы в условиях Ростовской области / С.В. Подгорный, А.П. Самофалов // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 1. – С. 9.

10. Марченко, Д. М. Типы наследования высоты растений, длины колоса, числа и массы 1000 зерен с колоса у гибридов F<sub>2</sub> озимой мягкой пшеницы / Д.М. Марченко, П.И. Костылев, Т.А. Гричаникова // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 1. – С. 17.

11. Кротова, Л.А. Комбинационная способность мутантов и линий яровой пшеницы по основным элементам продуктивности / Л.А. Кротова, С.П. Кузьмина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – №3. – С. 41.

12. Борович, С. Принципы и методы селекции растений / Пер. с сербо-хорв. В.В. Иноземцева; Под ред. и с предисл. А.К. Федорова. – М.: Колос, 1984. – 344 с., ил.

### Literature

1. Wang P., Zhou G., Yu H., Yu S. Fine mapping a major QTL for flag leaf size and yield-related traits in rice // <http://www.odnoklassniki.ru/Theoretical and Applied Genetics>, 2011. –V.123. – I.8. – P. 1319-1330.

2. Kalinenko I.G. Winter wheat breeding / I.G. Kalinenko. – М.: Agrarian Science, 1995. – 220p.

3. Kovtun, V.I. Breeding of highly adaptive varieties of soft winter wheat and non-traditional elements of their cultivation in dry conditions of the south of Russia [text] / V.I. Kovtun. – Rostov-on-Don, 2002. – 320p.

4. Methodology of state variety testing of crops / Ed. by M.A. Fedina. Moscow. – 1988. – 121p.

5. Dospekhov, B.A. Methodology of field trial / B.A. Dospekhov. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351p.

6. *Griffing, B.* Concepts of general and specific combining ability in relation to diallelcrossing systems / B. Griffing // Austral. J. Biol. Sci., 1956. – N 9. – P. 463-493.
7. *Omarov, D.S.* To the methodology of account and assessment of plant heterosis / D.S. Omarov // Agricultural Biology, 1975. – V.10. – №1. – PP. 123-127.
8. *Volf, V.G.* Methodical recommendations on application of maths methods for analysis of experimental data on the study of combining ability / V.G. Volf, P.P. Litun. – Kharkov, 1980. – 76p.
9. *Podgorny, S.V.* Results of study of collection material of soft winter wheat in the conditions of the Rostov region / S.V. Podgorny, A.P. Samofalov // Grain Economy of Russia, 2013. – № 1. – P. 9.
10. *Marchenko D.M.* Types of heirlooms of plant height, length of ear, 1000-grain weight and number of seeds per ear of the hybrid F<sub>2</sub> of soft winter wheat / D.M. Marchenko, P.I. Kostylev, T.A. Grichanikova // Grain Economy of Russia. – 2013. – № 1. – P. 17.
11. *Krotova L.A.* Combining ability of mutants and lines of spring wheat on principal elements of productivity / L.A. Krotova, S.P. Kuzmina // Vestnik of Altay State Agrarian University. – 2010. – №3. – P. 41.
12. *Boroevich S.* Principles and methods of plant breeding / Translated from serbo-croat. by V.V. Inozemtsev; Iss. A.K. Fedorov. – M.: Kolos, 1984. – 344p, fig.