

УДК: 633.11:631.523

**О.А. Некрасова**, младший научный сотрудник;  
**П.И. Костылев**, доктор сельскохозяйственных наук;  
**О.В. Скрипка**, кандидат сельскохозяйственных наук;  
**Е.И. Некрасов**, младший научный сотрудник  
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский  
институт зерновых культур имени И.Г. Калининко  
(347740, г. Зерноград, Научный городок, 3; [yniizk30@mail.ru](mailto:yniizk30@mail.ru))

## ИЗУЧЕНИЕ ТИПОВ НАСЛЕДОВАНИЯ ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ ГИБРИДОВ F<sub>2</sub> МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Высота растений является важным количественным признаком. От нее зависит индекс урожая и устойчивость к полеганию. Эффективность селекции на установленную длину стебля зависит от качества накопленной информации о генетической системе контроля признака. В статье представлены результаты исследований гибридов озимой мягкой пшеницы второго поколения, изучены аллельные различия генов у четырех сортов по высоте растений. Были изучены 10 гибридов F<sub>2</sub> от диаллельных скрещиваний сортов и линий озимой мягкой пшеницы Бунчук, Кипчак, 1421/06 под рабочим названием Луиза, 696/98 под рабочим названием Эмма. С помощью компьютерных программ Gen-3 и Полиген А проведен генетический анализ количественного признака длины стебля. В ходе генетического анализа установлено частичное и неполное доминирование большего значения признака, степень доминирования (hp) варьировала от 0,12 до 0,95. Установлено, что различия между изученными сортами озимой мягкой пшеницы по высоте растений обусловлены небольшим количеством генов разной силы, то есть 1-3 парами, отвечающими за передачу изучаемого признака. Сила действия гена составляла 4, 7 и 15 см. По аллельному состоянию одного локуса различались между собой сорта Бунчук и Кипчак, Кипчак и Луиза, Луиза и Эмма; двух локусов – Бунчук и Луиза, Кипчак и Эмма; трех локусов – Бунчук и Эмма. Это позволяет отбирать в селекционном процессе рекомбинантные формы с нужным проявлением признака из относительно небольших по численности гибридных популяций.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, гибрид, сорт, высота растений, комбинация, скрещивание, степень доминирования, сила действия гена.

**O.A. Nekrasova**, junior research associate;  
**P.I. Kostylev**, Doctor of Agricultural Sciences;  
**O.V. Skripka**, Candidate of Agricultural Sciences;

**E.I. Nekrasov**, junior research associate  
*FSBSI All-Russian Research Institute of Grain Crops after I.G. Kalinenko*  
(347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; [vnizk30@mail.ru](mailto:vnizk30@mail.ru))

## **THE STUDY OF THE TYPES OF INHERITANCE OF PLANT HEIGHT OF WINTER SOFT WHEAT HYBRIDS F<sub>2</sub>**

The plant height is an important qualitative trait. It affects productivity and resistance to lodging of the crop. The efficiency of the selection of the plants with necessary stem height depends on the amount and quality of the accumulated information about genetic system of trait control. The article deals with the results of the study of winter soft wheat hybrids of the second generation, allelic differences of the genes of plant height of four varieties. There were studied 10 hybrids F<sub>2</sub> obtained from diallel hybridization of the varieties and lines of winter soft wheat 'Bunchuk', 'Kipchak', '1421/06' (with a working name Luiza) and '696/98' (with a working name Emma). The genetic analysis of the quantitative trait of a stem height was carried out with the help of the computer programs Gen-3 and Plygen A. The analysis determined the partial and incomplete dominance of the large value of the trait, the degree of the dominance (hp) varied from 0.12 to 0.95. It was established that the plant height differences among the studied varieties of winter soft wheat were caused by the small amount of the genes with various strength, i.e. 1-3 pairs, responsible for the transfer of the studied trait. The strength of the gene was 4, 7 and 15 cm. The varieties 'Bunchuk' and 'Kipchak', 'Kipchak' and 'Luiza', 'Luiza' and 'Emma' differed from each other according to the allelic state of one locus. The varieties 'Bunchuk' and 'Luiza', 'Kipchak' and 'Emma' differed from each other according to the allelic state of two locuses. The varieties 'Bunchuk' and 'Emma' differed from each other according to the allelic state of three locuses.

**Keywords:** *winter wheat, hybrid, variety, plant height, combination, hybridization, degree of dominance, strength of gene.*

**Введение.** Высота растения является количественным признаком с весьма различающимися значениями. В селекционной работе с растениями для более быстрого создания сорта важно знать характер наследования количественных признаков. П.П. Лукьяненко (1971), анализируя достижения селекции пшеницы по высоте стебля, считал, что отечественная и мировая селекции идут от форм с длинным стеблем к короткостебельным сортам [1]. Так, при прочих равных условиях низкорослые формы имеют преимущество перед высокорослыми как более устойчивые к негативным факторам среды. Эффективность селекции на установленную длину стебля зависит от качества накопленной информации о генетической системе контроля признака. В первых

исследованиях по генетике мягкой пшеницы предпринимались попытки установить число генов, контролирующих длину стебля, их действие и взаимодействие путем гибридологического анализа.

Обширный список работ, связанных с изучением характера наследования высоты растений у мягкой пшеницы, опубликован Н.И. Вавиловым [2]. По мнению ряда ученых [3, 4], показатель наследуемости длины стебля в общем смысле варьирует в зависимости от родительских форм от среднего до высокого, при этом наивысшие показатели наследуемости получены при скрещивании карликовых и полукарликовых образцов с длинностебельными. Высокие величины наследуемости признака свидетельствуют об эффективности отбора в расщепляющихся поколениях по длине стебля.

Работа по изучению наследования этого признака и его взаимосвязей с другими хозяйственно-ценными признаками является актуальной и в настоящее время. Изучение характера наследования количественных признаков позволяет определить селекционную ценность исходного материала, отобрать и оценить селекционный материал на ранних этапах селекции [5].

**Материалы и методы.** Исследования проводили в лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур имени И.Г. Калиненко. Были изучены 10 гибридов  $F_2$  от диаллельных скрещиваний сортов и линий озимой мягкой пшеницы Бунчук, Кипчак, 1421/06 под рабочим названием Луиза, 696/98 под рабочим названием Эмма.

Посев гибридов  $F_2$  производили вручную в гибридном питомнике в одной повторности с использованием родительских форм в качестве стандартов. Площадь делянок гибридов зависела от количества имеющихся семян.

Генетический анализ количественных признаков проводили с помощью программ Gen-3 [6] и Полиген А [7].

**Результаты.** Родительские формы пшеницы значительно различались между собой по высоте растений: Эмма – 72 см, Луиза – 79 см, Кипчак – 94 см, Бунчук – 98 см.

В реципрокных скрещиваниях сортов Кипчак x Бунчук родительские формы незначительно различались между собой по высоте растений, всего на 4 см, что иллюстрируют кривые распределения частот (КРЧ) этого признака, вершины которых находились в соседних классах (рис. 1).

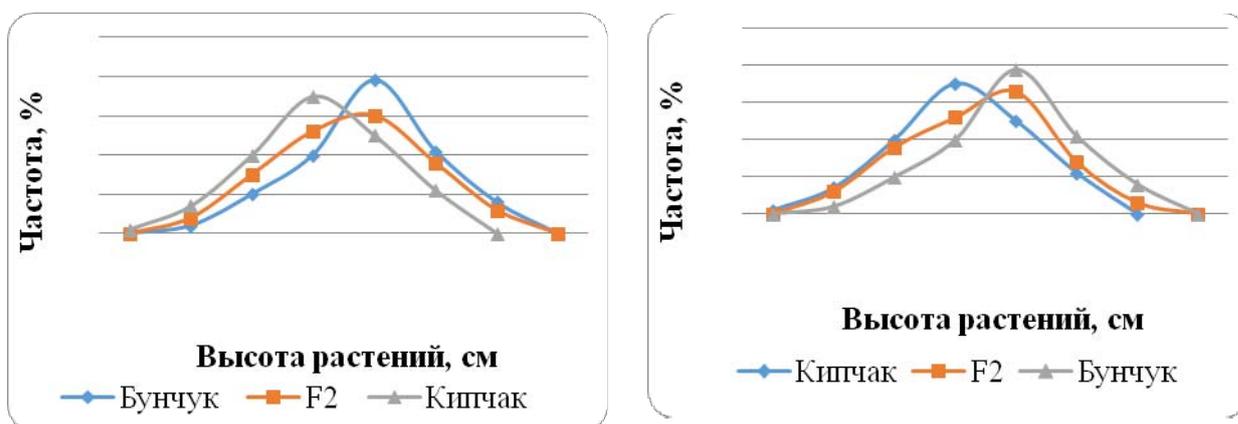


Рис. 1. Распределение частот признака «высота растений» у гибридов F<sub>2</sub> Кипчак x Бунчук; Бунчук x Кипчак и их родительских форм

В ходе генетического анализа было установлено доминирование большего значения признака, степень доминирования ( $h_p$ ) составила 0,8. Вершина КРЧ гибрида находилась в одном классе с таковой большей родительской формы Бунчук. Различия между родительскими сортами были по одной паре генов, расщепление происходило в соотношении 1:3. Сила гена – 4 см.

В реципрокных комбинациях скрещивания Кипчак x Луиза и Луиза x Кипчак родительские формы различались по высоте растений более существенно – на 15 см (рис. 2). В прямом скрещивании Кипчак x Луиза вершина КРЧ гибрида находилась между родительскими вершинами, несколько приближаясь к большему родителю ( $h_p=0,72$ ). В обратной комбинации вершина КРЧ гибрида находилась в одном классе с таковой большей родительской формы Кипчак ( $h_p=0,95$ ). Анализ данных с помощью программы Полиген А показал, что на долю гибрида пригодились  $\frac{1}{4}$  частот рецессивной родительской формы, что свидетельствует о моногенных различиях и расщеплении в соотношении 1:3. Сила действия гена составила 15 см.

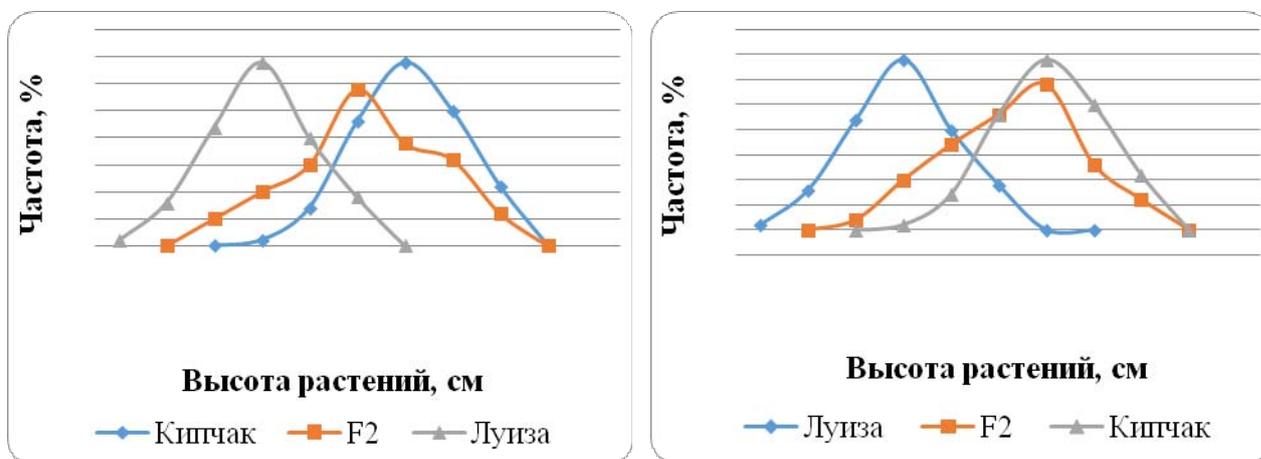


Рис. 2. Распределение частот признака «высота растений» у гибридов F<sub>2</sub> Кипчак x Луиза,

## Луиза х Кипчак и их родительских форм

В комбинациях Кипчак х Эмма и Эмма х Кипчак родительские формы более существенно различались по высоте растений (на 22 см). У гибридов КРЧ имели незначительную левостороннюю асимметрию, вершины кривых были смещены вправо, наблюдалось частичное доминирование больших значений признака, степень доминирования составила 0,12 (рис. 3). При анализе этих скрещиваний с помощью программы «Полиген А» обнаружено совместное действие двух генов различной силы ( $A=15$ ;  $B=7$  см).

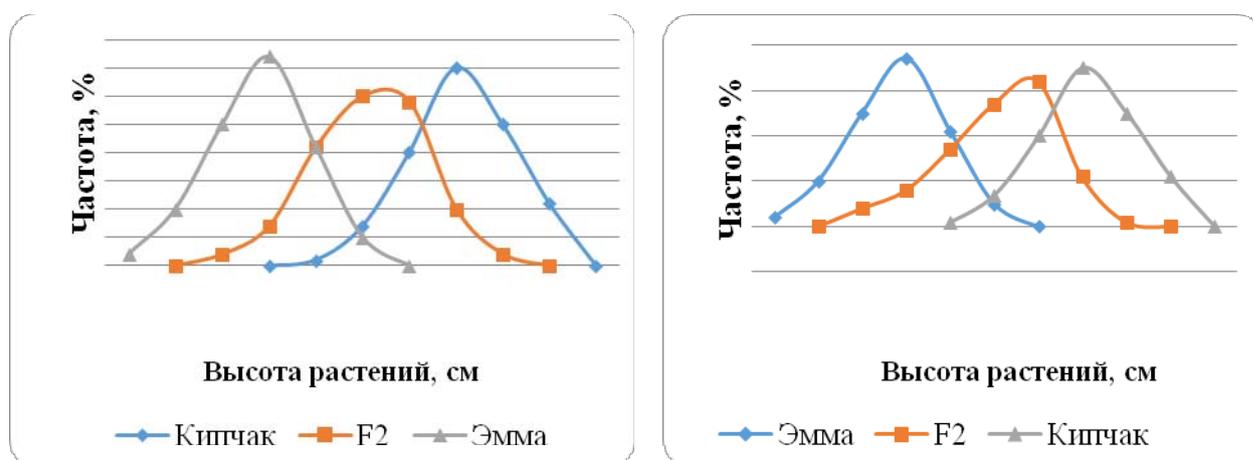


Рис. 3. Распределение частот признака «высота растений» у гибридов  $F_2$  Кипчак х Эмма, Эмма х Кипчак и их родительских форм

В комбинациях Бунчук х Эмма и Эмма х Бунчук родительские формы максимально в данной группе различались по высоте растений (на 26 см). Кривая распределения частот гибрида второго поколения как в прямой, так и в обратной комбинации находилась в пределах изменчивости родительских форм (рис. 4). Их вершины были смещены в сторону вершины большего родителя Кипчак, степень доминирования составила 0,27.

Генетический анализ в программе Полиген А свидетельствовал о тригенной схеме наследования, сила действия генов составила 4, 15 и 7 см.

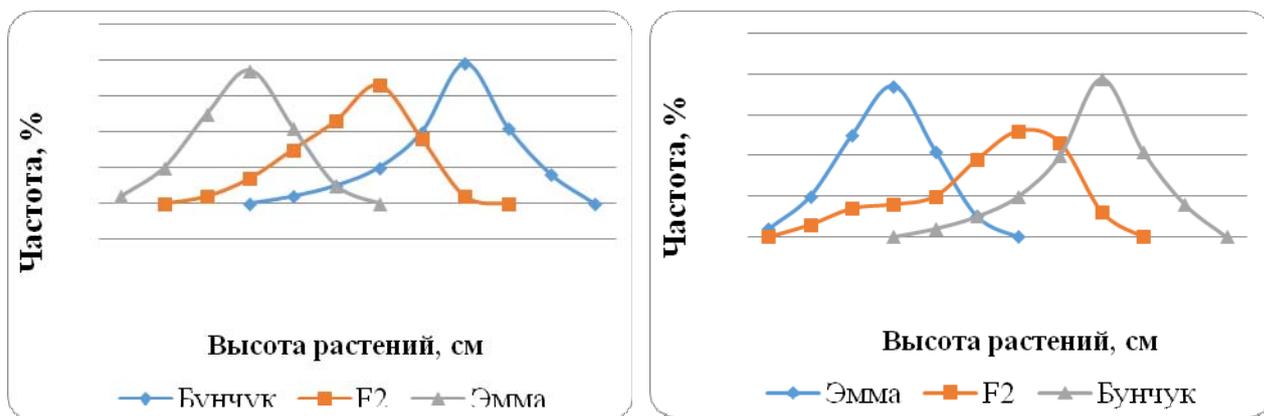


Рис. 4. Распределение частот признака «высота растений» у гибридов F<sub>2</sub> Бунчук x Эмма, Эмма x Бунчук и их родительских форм

В комбинации Бунчук x Луиза родительские формы различались по высоте растений на 19 см. Кривая распределения частот гибрида сместилась в сторону высокорослой родительской формы Бунчук (рис. 5, а) вследствие частичного доминирования большего значения признака ( $h_p=0,3$ ). Было установлено расщепление в соотношении 1:6:9, что свидетельствует о дигенной схеме наследования. Сила действия генов составила 4 и 15 см.

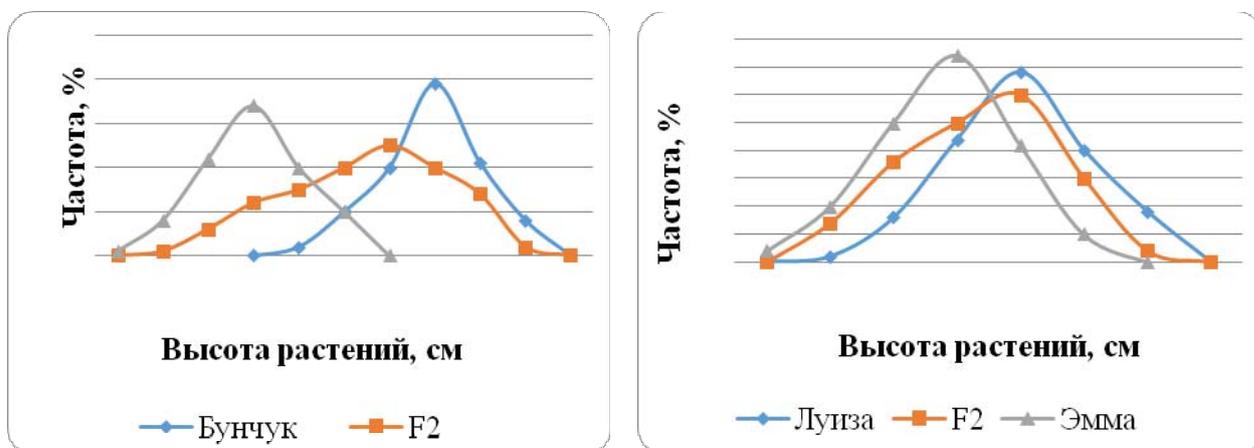


Рис. 5. Распределение частот признака «высота растений» у гибридов F<sub>2</sub> Бунчук x Луиза, Луиза x Эмма и их родительских форм

В комбинации Луиза x Эмма родительские формы несущественно различались по высоте растений (на 7 см). Вершина распределения частот гибрида находилась в одном классе с вершиной кривой распределения частот высокорослой родительской формы. У гибрида наблюдали частичное доминирование признака ( $h_p=0,38$ ), расщепление происходило по моногенной схеме, сила действия гена составила 7 см.

## Выводы

1. Анализ гибридов второго поколения между 4 сортами озимой мягкой пшеницы показал, что различия по высоте растений обусловлены небольшим количеством генов разной силы, то есть 1-3 парами, отвечающими за передачу изучаемого признака.
2. Установлено частичное и неполное доминирование большего значения признака, степень доминирования ( $h_p$ ) варьировала от 0,12 до 0,95.
3. По аллельному состоянию одного локуса различались между собой сорта Бунчук и Кипчак, Кипчак и Луиза, Луиза и Эмма, двух локусов – Бунчук и Луиза, Кипчак и Эмма, трех локусов – Бунчук и Эмма. Сила действия гена составляла 4, 7 и 15 см. Это позволит отобрать в селекционном процессе рекомбинантные формы с нужным проявлением признака из относительно небольших по численности гибридных популяций.

## Литература

1. Лукьяненко, П.П. О селекции низкостебельных сортов озимой пшеницы / П.П. Лукьяненко // Селекция и семеноводство. – 1971. – №2. – С.12-19.
2. Вавилов, Н.И. Научные основы селекции растений: в 2 т. Т. 2 / Н. И. Вавилов // Теоретические основы селекции растений. – М., 1935. – С. 3-244.
3. Цильке, Р.А. Изучение наследования количественных признаков мягкой яровой пшеницы в топкроссных скрещиваниях. Сообщение I. Длина стебля / Р.А. Цильке // Генетика. – 1975. – Т. XI. – № 2. – С. 14-23.
4. Андреева, З.В. Изменчивость и характер наследования длины стебля у мягкой яровой пшеницы / З.В. Андреева // Сиб. вестник с.-х. науки. – 1997. – № 1-2. – С. 42-47.
5. Марченко, Д.М. Типы наследования высоты растений, длины колоса, числа и массы зерна с колоса у гибридов  $F_2$  озимой пшеницы / Д.М. Марченко, П.И. Костылев, Т.А. Гричаникова // Зерновое хозяйство России. – 2013. – №1. – С. 17-26.
6. Костылев, П.И. Компьютерная программа генетического анализа количественных признаков / П.И. Костылев, В.В. Иванов // Селекция и семеноводство. – 1997. – №4. – С. 16-19.
7. Мережко, А.Ф. Система генетического изучения исходного материала для селекции растений / А.Ф. Мережко. – Л.: ВИР, 1984. – С.20.

## Literature

1. Lukiyanenko, P.P. About the breeding of low stem height varieties of winter wheat /

P.P. Lukiyanenko // Breeding and seed-growing.– 1971. – №2. – PP.12-19.

2. Vavilov, N.I. Scientific backgrounds of plant-breeding: in 2V., V.2 / N.I. Vavilov // Theoreticla basis of plant-breeding. – M., 1935. – PP. 3-244.

3. Tsilke, R.A. The study of the inheritance of quantitative traits of winter soft wheat in top-crossings. Report I. The stem length / R.A. Tsilke // Genetics, 1975. – V. XI. – № 2. – PP. 14-23.

4. Andreeva, Z.V. Changeability and character of the inheritance of stem length of spring soft wheat / Z.V. Andreeva // Siberain Vestnik of Agriculture, 1997. – № 1-2. – PP. 42-47.

5. Marchenko, D.M. The types of inheritance of plant height, length of head, number and mass of grain per head of winter wheat hybrids F2 / D.M. Marchenko, P.I. Kostylev, T.A. Grichanikova // Grain Economy of Russia. – 2013. – №1. – PP. 17-26.

6. Kostylev, P.I. Computer program of genetic analysis of quantitative traits / P.I. Kostylev, V.V. Ivanov // Breeding and seed-growing, 1997. – №4. – PP. 16-19.

7. Merezhko, A.F. The system of genetic study of the initial material for plant-breeding / A.F. Merezhko. – L: ARIP, 1984. – P.20.