

**Аль-Азауи Нагам Маджид Хамид**

УДК - 633.11:631.524.7(567)

**ИРАКСКИЕ СОРТА КАК КОМПОНЕНТЫ ГИБРИДОВ С ГЕНОТИПАМИ  
АЛЛОЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ  
В СЕЛЕКЦИИ НА КАЧЕСТВО**

Специальность:

06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва – 2018

Диссертационная работа выполнена в Аграрно – технологическом институте Российского университета дружбы народов.

**Научный руководитель:**

**Семенов Олег Григорьевич**

кандидат биологических наук, доцент, профессор Аграрно – технологического института Российского университета дружбы народов

**Официальные оппоненты:**

**Темирбекова Сулухан Кудайбердиевна**

доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией селекции на устойчивость к абиотическим и биологическим стрессовым факторам ФГБНУ ВНИИ Фитопатологии

**Куркиев Киштили Уллубиевич**, доктор

биологических наук, доцент, директор Дагестанской опытной станции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Немчиновка"

Защита состоится 26.07.2018 года в 10.00 на заседании диссертационного совета Д 220.019.02, созданного на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» по адресу: 143080, Московская область, Одинцовский район, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная д.14

Факс 8 (495) 599 24 42 E-mail: [vniissok@mail.ru](mailto:vniissok@mail.ru)

[aspirantura@vniissok.ru](mailto:aspirantura@vniissok.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» и на сайте института [www.vniissok.ru](http://www.vniissok.ru)

Автореферат разослан \_\_\_\_\_

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор с.-х. наук, ст.н.с

Бондарева Людмила Леонидовна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В настоящее время особую остроту вызывает проблема дефицита новых сортов пшеницы с высоким уровнем адаптации к специфическим условиям в конкретных почвенно-климатических зонах её выращивания. Эта проблема актуальна как для Республики Ирак, так и для различных регионов РФ. В связи с этим необходимы сорта с разнообразным сочетанием хозяйственно-ценных признаков и их оптимальным соотношением, определяющим их продуктивность и качество урожая. Однако в процессе направленного отбора одних признаков и свойств наблюдается ослабление и ухудшением других, поскольку между ними часто существуют отрицательные корреляции.

Для создания таких сортов необходимо иметь большое разнообразие генетических источников различного происхождения для получения новых генотипов с различным сочетанием специфических признаков, определяющих их адаптивность и качество в конкретных условиях почвенно-климатических зон выращивания пшеницы в Республике Ирак и Нечерноземной зоны РФ, которые относятся к регионам рискованного земледелия. Поиск генотипов яровой пшеницы с хорошими характеристиками клейковины облегчается благодаря объединению методов молекулярного маркирования с методами традиционной селекции с одновременным учетом результатов анализа технологических свойств зерна.

Для расширения генетического разнообразия при гибридизации большой интерес представляют формы аллоцитоплазматической (АЦПГ) яровой пшеницы, особенность которых заключается в том, что у них генетическая ядерная система нормально (без ЦМС) функционирует в чужеродной цитоплазме. Эффект ядерно-цитоплазматических взаимодействий обуславливает уровень экспрессии ядерного генома у создаваемых гибридов, что проявляется в расширении спектра генетической изменчивости, связанной с устойчивостью, продуктивностью растений и качественными характеристиками зерна.

**Цель исследований** - выявление специфики сочетаний количественных признаков и качественных характеристик современных иракских сортов и получение

новых генотипов для целевой селекции на качество путем гибридизации их с генотипами аллоцитоплазматической яровой пшеницы российской селекции.

#### **Задачи исследований:**

- изучить уровень вариабельности элементов продуктивности иракских сортов в зависимости от условий вегетации;
- выявить особенности сочетаний количественных и качественных характеристик клейковины иракских сортов при выращивании в условиях Нечерноземной зоны РФ;
- с использованием метода ПЦР провести у иракских сортов анализ аллельного состава генов, связанных с хлебопекарными качествами клейковины;
- определить специфику сочетания генов, связанных с качеством клейковины, с генами признака мягкозерность / твердозерность (*Pina D1*) у иракских сортов, различающихся количеством и качеством клейковины;
- провести оценку генетического разнообразия аллоцитоплазматических форм яровой пшеницы, используемых в гибридизации с иракскими сортами в качестве материнских форм;
- определить уровень гетерозисного эффекта гибридов первого поколения ( $F_1$ ), полученных в результате гибридизации иракских сортов с формами аллоцитоплазматической пшеницы;
- изучить специфику сочетаний количественных и качественных характеристик клейковины зерна у гибридных растений второго поколения ( $F_2$ ).

**Научная новизна исследований.** Впервые проведена идентификация и анализ репродуктивного потенциала современных иракских сортов яровой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны РФ с использованием совокупности методов, выявлено генетическое разнообразие по аллельному составу генов качества клейковины (*Glu-D1*, *Glu-A1*) и гена твердозерности / мягкозерности (*PinbD1*); изучен характер взаимосвязей между аллельным состоянием генов и сочетанием количественных и качественных характеристик клейковины, а также элементами продуктивности, что отражает селекционную ценность изученных сортов.

Показана высокая результативность гибридизации форм аллоцитоплазматической яровой пшеницы российской селекции с современными иракскими сортами (в качестве отцовских форм) для получения рекомбинантных генотипов; изучены особенности проявления хозяйственно ценных признаков в гибридах  $F_1$  и  $F_2$  и получены оригинальные гибридные рекомбинанты ( $F_2$ ) с разнообразным сочетанием уровня зерновой продуктивности и характеристик клейковины, свойственных сильным сортам пшеницы, которые представляют большую ценность для использования их в целевой селекции на качество.

**Практическая значимость работы.** Выделены уникальные иракские сорта-опылители яровой пшеницы (Сабербег и Фатих) и перспективные комбинации скрещивания иракских сортов с АЦПГ формами (РФ) для селекции на качество и продуктивность; на основе гибридных рекомбинантов ( $F_2$ ) получен разнообразный исходный материал яровой пшеницы с новым сочетанием хозяйственно ценных признаков, способствующих реализации устойчивых урожаев с высоким качеством зерна как для условий Республики Ирак, так и для Нечерноземной зоны РФ.

**Методология и методы исследований.** В качестве основных методологических подходов приняты полевой и лабораторный эксперименты для оценки различных сортов и гибридов первого и второго поколений пшеницы селекции Республики Ирак как источников разного сочетания аллелей генов, отвечающих за количественные и качественные показатели содержания клейковины. Полевые и лабораторные исследования проводились с использованием общепринятых в селекционном процессе методов, а также различных методических рекомендаций. Оценка достоверности результатов проводилась и использованием методов дисперсионного анализа и математической статистики.

**Степень достоверности результатов исследований.** Приведенные результаты подтверждены большим объемом выполненных полевых и лабораторных исследований, установленными закономерностями, статистической обработкой экспериментальных данных, использованием современных и апробированных методов исследований в области генетики и селекции сельскохозяйственных культур.

**Личный вклад автора** заключается в постановке задачи, разработке методики исследований и проведении полевых опытов и лабораторных исследований. Экспериментальные исследования и теоретические разработки, представленные в работе, выполнены автором самостоятельно или в соавторстве с другими исследователями. Лично автором проведена кропотливая работа по критическому анализу и обобщению различных источников научной литературы отечественных и зарубежных авторов, статистической обработке полученных данных.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- скрининг и ранжирование современных иракских сортов яровой пшеницы по состоянию гена твердозерности / мягкозерности (*PinbD1*) и генов (*Glu-D1*, *Glu-A1*), кодирующих синтез глютеинов;
- анализ зависимости качества клейковины (ИДК) выделенных групп сортов от аллельного состава генов *Glu-D1*, *Glu-A1*;
- результаты оценки сортов по зерновой продуктивности, крупнозерности и качеству зерна при выращивании в условиях Московского региона НЧЗ РФ;
- особенности проявления репродуктивных и вегетативных признаков у гибридов F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub>, созданных с участием АЦПГ форм яровой пшеницы и выделенных групп иракских сортов с разным сочетанием аллельного состава генов *Glu-D1*, *Glu-A1*;
- специфика сочетания количественных и качественных характеристик клейковины зерна у гибридных растений второго поколения;
- характеристика основных хозяйственно ценных признаков выделенных рекомбинантных форм яровой пшеницы как перспективного исходного материала для селекции на качество.

**Апробация результатов исследований.** Результаты экспериментальных исследований диссертационной работы неоднократно докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции «Проблемы экологии и сельское хозяйство в XXI веке», посвященной 130-летию со дня рождения Н.И. Вавилова, Москва, 2017 г.; Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов (на иностранных языках) «Иннова-

ционные процессы в АПК», Москва, 2015 г.; III и IV Международной научно-практической конференции на иностранных языках «Современная парадигма научного знания: актуальность и перспективы», Москва, 2015 г.; VIII Международной научно-практической конференции (International Scientific Conference. The cross – cultural between Russia and Greece), Москва, апрель, 2016 г.; Конференции на иностранных языках «The phenomenon of drought in Wheat», Москва, март, 2017 г.

**Публикации.** По материалам диссертационной работы опубликовано научных статей 7, в том числе 2 работы в журналах, рекомендованных ВАК России.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, 3-х глав и заключения, изложена на 151 стр. основного текста. Библиографический список включает 181 наименование, из которых 129 на иностранных языках. Работа содержит 20 рисунков, 33 таблицы.

## **1.ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

В первой главе на основании глубокого анализа отечественных и зарубежных источников рассмотрены вопросы использования методов исследований и современных технологий, таких, как применение молекулярных маркеров белка в области селекции растений, позволяет улучшать экономические и биологические характеристики растений и ускорять селекцию, сокращать время выращивания, искать новые источники для создания сортов пшеницы, адаптированных к суровым условиям окружающей среды.

## **2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **2.1 Характеристика объектов исследований**

Объектами исследований служила коллекция из двенадцати современных сортообразцов мягкой пшеницы - Аль-Муруж, Фатих, Аль-Рашид, Шам-6, Ибаа-99, Тамуз-3, Абигариб-3, Ирак, Ибаа-95, Тахади, Максикаб, Сабербег и одного сорта твердой пшеницы – Фарах, созданных в государственных сельскохозяйственных учреждениях республики Ирак, и четырнадцати генотипов аллоцитоплазматической яровой пшеницы (АЦПГ) мягкой из коллекции АТИ РУДН. На основе комплексного изучения тринадцати иракских сортов с использованием молекулярного маркирования были выделены морфобиотипы на основании аллельного состава ге-

нов, связанных с качеством клейковины. В частности были сформированы следующие три специфические группы морфобиотипов.

Первая группа – с аллельным составом генов (5+10) и 2\*: Фатих, Тамуз-3, Абигариб-3, Ирак, Максибак; вторая группа – с аллельным составом генов (5+10): Аль-Рашид, Ибаа-99, Ибаа-95; третья группа – с аллельным составом генов (2+12): Фарах, Аль-Муруж, Шам-6, Тахади, Сабербег.

## **2.2. Методика проведения исследований, наблюдений и учетов**

Экспериментальные исследования проводились на Полевой станции РГАУ - МСХА им К.А. Тимирязева на средне окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в период с 2015 по 2017 год. В 2015 году в мелкоделяночном опыте были вручную высеяны коллекция из тринадцати иракских сортов и четырнадцать генотипов АЦПГ пшеницы мягкой Агротехнологического института РУДН. Полевые наблюдения включали: фенологические наблюдения, фиксация основных фаз развития растений; оценку состояния растений в процессе их вегетации: продолжительность вегетационного периода от появления всходов до фазы колошения и полной спелости зерна; оценку устойчивости к полеганию (по 10-балльной системе); анализ структуры урожая - не менее 25 растений.

Лабораторные исследования включали проведение полимеразной цепной реакции (ПЦР); определение содержания сырой клейковины в муке из мягкой пшеницы проводилось механизированным способом согласно ГОСТ 52189-2003 с использованием ИДК-1 (измеритель деформации клейковины) в лаборатории технологии зерна НИИСХ ЦРНЗ. Показатель седиментации муки определялся по методике лаборатории технологии зерна НИИСХ ЦРНЗ. Математическая обработка полученных экспериментальных результатов проводилась с использованием «Статистического пакета анализа данных в MS Excel 2010».

## **2.3 Метеорологические условия проведения исследований**

Погодные условия в годы проведения исследования (2015-2017гг.) были сильно дифференцированы по количеству выпавших осадков и температурному режиму по сравнению со среднемноголетними данными, но они не оказали существенного влияния на результаты проводимых полевых экспериментов.



### **3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

#### **3.1. Фенотипический характер проявления количественных и качественных характеристик современных иракских сортов, используемых в качестве отцовских форм**

##### **3.1.1 Особенности аллельного состава генов, связанных с хлебопекарными качествами клейковины современных сортообразцов пшеницы из Ирака**

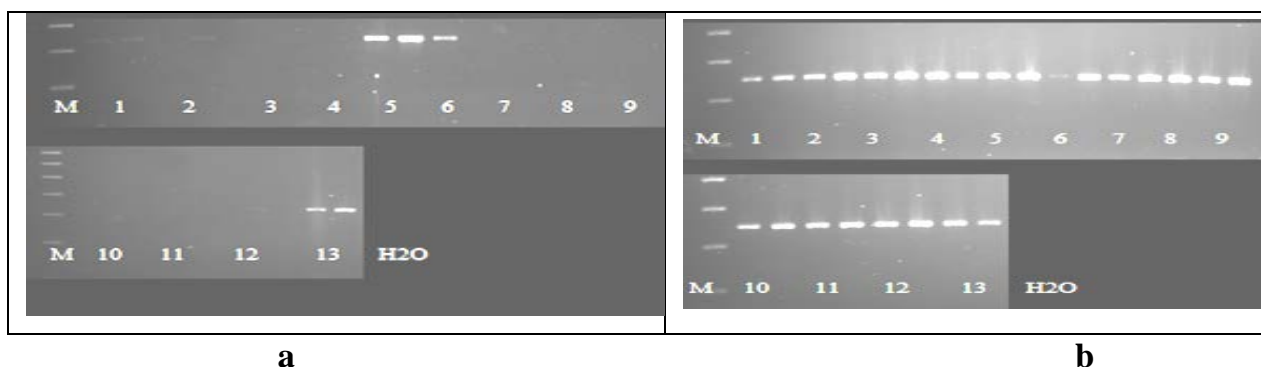
Проведенный анализ и отбор сортообразцов пшеницы из Ирака с целью использования их в качестве доноров ценных признаков в целевой селекции пшеницы на качество, на основе скрининга аллельного состава генов, связанных с качеством клейковины показал, что образцы современных иракских сортов мягкой пшеницы отличаются значительным разнообразием по содержанию и качеству клейковины. Наибольшую ценность представляют пять сортов, генотип которых содержит аллельный вариант высокомолекулярных глютеинов Glu-D1 5+10 и субъединицу Glu-A1 - 2\* (Фатих, Тамуз-3, Абигариб-3, Ирак и Максибак). Содержание клейковины в зерне этих сортов – на уровне сильных сортов пшеницы (от 31,5% - Ирак до 35,3% - Фатих), при этом качество клейковины - не ниже второй группы.

У двух сортов (Сабербег и Тахади) отмечено удивительное сочетание аллельного состояния Glu-D1 2+12 (которое обычно связывают с низким качеством клейковины), с субъединицей 2\* для локуса Glu-A1, которая определяет возможность повышения качественных характеристик клейковины. Очень высокое содержание клейковины у сорта Сабербег (52,0%) сочетается с ее низким качеством (ИДК), характерным для слабых сортов пшеницы. Содержание клейковины у второго сорта - Тахади в два раза ниже (25,5%), однако качественные характеристики клейковины относятся к категории сильных сортов.

##### **3.1.2 Специфика сочетания генов, связанных с качеством клейковины, с генами признака мягкозерность / твердозерность (Pina D1) у иракских сортов, различающихся количеством и качеством клейковины**

В исследованиях при использовании доминантного ПЦР маркера на аллельное состояние гена PinaD1 амплификация наблюдается только для аллеля дикого типа PinaD1a, идентифицированного у сортообразцов Шам-6 и Сабербег. Амплификация

не наблюдалась у девяти сортообразцов, несущих нуль-аллель (PinaD1b), связанный с твердозерностью. Образец Ибаа-99 был гетерогенен по признаку мягкозерность / твердозерность (рис. 1).



**Рис. 1 - Электрофореграммы пуриноидинов а и б сортообразцов:**  
**1 - Фарах, 2-Аль-Муруж, 3- Фатих, 4-Аль-Рашид, 5- Шам-6, 6-Ибаа-99,7-Тамуз-3, 8-Абигариб-3, 9-Ирак, 10- Ибаа-95, 11-Тахади, 12- Максибак, 13-Сабербег**

Для идентификации аллеля PinbD1b был использован CAPS маркер, разработанный Дивашуком с коллегами. В результате наших исследований у 12 сортообразцов мягкой пшеницы из Ирака идентифицирован аллельный вариант PinbD1a, у которого рестрикция отсутствовала.

На основании изучения иракских сортов с использованием доминантного ПЦР-маркера для оценки аллельного состояния гена Pina-D1 значительный интерес представляют два сортообразца пшеницы мягкой – Сабербег и Шам-6, у которых отмечена амплификация по аллелю дикого типа Pina-D1a. Эти сортообразцы относятся к третьей группе изучаемых иракских сортов, выделенных на основании аллельного состава генов, связанных с низким уровнем качества клейковины (2+12), но оба выделенных сорта характеризуются высоким содержанием клейковины.

Среди всех из тринадцати изучаемых иракских сортов самое высокое содержание клейковины отмечено у сорта Сабербег – 52%, у второго сорта Шам-6 – оно значительно ниже (33,4%), что также соответствует категории сильных сортов пшеницы. Однако, качество клейковины у этих сортов низкое: у сорта Сабербег – III группа, а у сорта Шам-6 – II группа.

В связи с этим представляет интерес изучение микроструктуры эндосперма у этих двух сортов в сравнении с микроструктурой других иракских сортов, у которых аллель твердозерности не обнаружено. Контрольным вариантом сравнительного

изучения микроструктуры может служить микроструктура иракского сорта твердой пшеницы Фарах, который на основании аллельного состава также входит в III группу по аллельному составу гена (2+12).

На основании сравнительного изучения характера адаптивности современных иракских сортов пшеницы по их зерновой продуктивности в 2015-2017 гг. в условиях Московского региона (МСХА) выделен ряд сортообразцов пшеницы, сочетающих устойчивую продуктивность и высокую крупнозерность – Максибак, Аль-Рашид, Собербег и Тахиди.

### **3.1.3. Уровень вариабельности элементов продуктивности иракских сортов в зависимости от условий вегетации (2015-2017 годы)**

Изучение зерновой продуктивности у современных сортов Ирака, выращенных в условиях Нечерноземья РФ, представляет значительный интерес для оценки уровня адаптационных возможностей. При сравнении значимости сортов, отличающихся по ширине адаптации, предпочтение отдается узкоспециализированным сортам, приспособленным к специфическим местным условиям.

Важным компонентом, определяющим зерновую продуктивность сорта, как известно, является масса зерна с одного колоса, которая определяется озерненностью колоса, которая, в свою очередь, зависит от числа колосков в колосе и фертильности в них цветков, а также от крупности зерновок (массы 1000 зерен).

Хорошее сочетание хозяйственно-ценных признаков установлено у двух иракских сортов первой группы – у сорта Фатих и Тамуз-3. Так, у сорта Фатих в условиях 2015 года масса 1000 зерновок составила 56,8 г, а средняя масса зерна с одного колоса в 2015 году составила 2,0 г. Тамуз-3 также характеризуется высокими характеристиками таких показателей, как средняя масса зерна с одного колоса – 2,1 г (2015 год) и 1,2 г (2017 год), число зерновок с колоса у этого сорта 50 шт. (2015 год) и 43 шт. (2017 год), а по числу колосков в колосе в условиях 2015 года имеет самый высокий показатель -19, 5шт., а в последующие два года, поскольку колебания этого признака не было, оно составило 13 шт. (табл. 1).

**Таблица 1 - Особенности формирования основных элементов продуктивности у пяти иракских сортов (первая группа) в условиях Московского региона (МСХА), 2015-2017 гг.**

N п/п	Элементы продуктивности	Год	Сорта					В среднем по всем сортам
			Фатих	Тамуз-3	Абигариб-3	Ирак	Максибак	
1.	Длина колоса, см	2015	9,2±0,3	8,7±0,1	9,3±0,3	9,5±0,2	×	9,2±0,2
		2016	9,9±0,3	8,4±0,2	8,9±0,4	9,8±0,3	9,8±0,2	9,8±0,3
		2017	7,6±0,1	8,9±0,2	8,1±0,2	9,2±0,3	11,6±0,5	9,1±0,3
2.	Масса колоса, г	2015	3±0,2	2,8±0,1	2,5±0,1	2,6±0,1	×	2,6±0,1
		2016	2,2±0,2	2,0±0,2	1,9±0,2	2,1±0,2	2,2±0,1	2,2±0,2
		2017	1,8±0,2	1,6±0,1	1,7±0,1	1,4±0,1	3,3±0,05	2±0,1
3.	Количество колосков в колосе, шт	2015	16,5±0,3	19,5±3,9	15,4±0,4	17±0,5	×	17±1,3
		2016	16,9±0,5	15,2±0,6	15±0,7	14,9±0,6	15,2±0,3	15,1±0,5
		2017	14,1±0,3	15,1±0,3	13,4±0,2	16,8±0,4	10,4±0,4	14±0,3
4.	Число зёрен в колосе, шт	2015	35,2±2,1	50±1,7	44,2±2,1	40,1±2,5	×	40,1±2,1
		2016	51±3,2	42,8±1,9	41,6±3,8	42,2±4,6	45,9±2,1	44,1±3,1
		2017	44±2,2	49,3±1,9	48,4±2	22,8±1,5	52±1,1	43,3±1,7
5.	Масса зерен с колоса, г	2015	2,0±0,1	2,1±0,1	1,8±0,1	1,7±0,1	×	1,7±0,1
		2016	1,6±0,1	1,5±0,1	1,4±0,1	1,5±0,1	1,6±0,1	1,6±0,1
		2017	1,4±0,1	1,2±0,1	1,4±0,1	0,9±0,1	3±0,04	1,6±0,1
6.	Масса 1000 зерен, г	2015	56,8	42	43,0	44,9	×	44,9
		2016	31,2	34,4	32,8	37,6	35,1	36,4
		2017	31,8	24,3	28,9	39,5	55,5	36

× - не высевали

Вторая группа сортов включает три современных иракских сорта (Аль-Рашид, Ибаа-99 и Ибаа-95), выделенных на основании характеристики, связанной с наличием у них аллельного состава генов. Отличительная особенность сортов этой группы заключается в высокой пластичности их реакции на благоприятные условия выращивания. В частности, в условиях разреженного ручного посева в 2015 году (30 зерновок на однометровый рядок) у сорта Аль-Рашид отмечено превышение в 1,5–1,7 раза количественных характеристик элементов продуктивности по сравнению с обычным ручным посевом других сортов 90-95 зерновок (табл. 2).

**Таблица 2 - Особенности формирования основных элементов продуктивности у трех сортов (вторая группа) Ирака в условиях Московского региона (МСХА), 2015-2017 гг.**

N n/p	Элементы продуктивности	Год	Сорта			В среднем по всем сортам
			Аль-Рашид	Ибаа-99	Ибаа-95	
1.	Длина колоса, см	2015	*17,0±0,5	9,3±0,3	9,1±0,1	11,8±0,3
		2016	8,8±0,2	8,9±0,3	9,0±0,3	9,2±0,3
		2017	14,4±0,2	8,5±0,1	8,9±0,1	10,6±0,1
2.	Масса колоса, г	2015	*5,7±0,3	3,2±0,2	3,1±0,1	±0,24
		2016	2,1±0,1	2,1±0,1	2,1±0,2	2,1±0,1
		2017	2,8±0,04	2,2±0,1	2,1±0,1	2,4±0,1
3.	Количество колосков в колосе, шт	2015	*19,2±0,4	15,9±0,4	16,8±0,2	17,3±0,3
		2016	15,8±0,4	16,1±0,4	16,3±0,4	16,1±0,4
		2017	22,4±0,5	17,5±0,3	16,1±0,2	18,7±0,3
4.	Число зёрен в колосе, шт	2015	*80,6±2,1	47,8±2,1	48,2±1,1	58,9±1,8
		2016	44,1±1,9	44,6±2,3	50,7±3,6	46,5±2,6
		2017	57,7±0,6	53,7±,8	47,8±1,6	53,1±3,4
5.	Масса зерен с колоса, г	2015	3,8±0,2	2,5±0,1	2,4±0,1	2,9±0,1
		2016	1,6±0,1	1,6±0,1	1,5±0,2	1,6±0,1
		2017	2,4±0,05	1,7±0,1	1,6±0,1	1,9±0,1
6.	Масса 1000 зерен, г	2015	*48,4	52,3	49,8	50,2
		2016	35,2	35,5	30,0	33,6
		2017	41,6	31,7	33,5	35,6

\*- разреженный посев;

×- не высевали

Так, средняя масса зерновок с одного колоса у сортов этой группы варьирует от 1,6 г (2016 год) до 2,9 г (2015 год), среднее число зерновок с одного колоса - от 46,5 шт. (2016 год) до 58,9 шт. (2015 год), а масса зерновок – с 33,6 г (2016 год) до 50,2 г (2015 год).

Третья группа включает пять иракских сортов с аллельным составом генов, связанных с качеством клейковины 2+12 (табл. 3). Общая особенность этих сортов – различный уровень варьирования элементов продуктивности в условиях выращивания в 2015 – 2017 гг. Так, наименьшая амплитуда колебания количественных характеристик отмечена у такого признака как длина колоса. Среднесортная величина этого признака варьирует от 8,7 см (2016 год) до 9,7 см (2017 год). Незначительные колебания характерны также и для признака количество колосков в колосе – 14,0 шт. (2017 год) и 16,6 (2015 год).

Важнейший признак – крупность зерновок (масса 1000 зерен) в полной мере отражает сортовые характеристики и имеет большое значение в мукомольном про-

изводстве. Варьирование сортов третьей группы по крупности зерновок зависело от условий вегетации в период налива зерна. В значительной степени погодные условия наиболее благоприятные для налива зерна были в 2015 году, в отличие от 2016 и 2017 годов с избыточным количеством влаги в фазу формирования и налива зерна. Масса 1000 семян в 2015 году составляла 52,7 г, а в 2016 и 2017 она была значительно ниже и составляла 35 г и 43,3 соответственно.

**Таблица 3 - Особенности формирования основных элементов продуктивности у пяти иракских сортов (третья группа) в условиях Московского региона (МСХА), 2015- 2017 гг.**

N n/n	Элементы продуктивности	Год	Сорта					В среднем по всем сортам
			Фарах	Аль-Муруж	Шам-6	Тахади	Сабербег	
1.	Длина колоса, см	2015	8,9±0,3	9,6±0,2	9,3±0,3	×	×	9,3±0,3
		2016	8,9±0,4	8,0±0,2	7,5±0,2	8,4±0,2	8,2±2,3	8,2±0,3
		2017	10±0,2	9,3±0,2	7,4±0,2	11±0,3	10,7±0,3	9,7±0,2
2.	Масса колоса, г	2015	4,1±0,3	2,8±0,2	3,2±0,1	×	×	3,4±0,2
		2016	2,7±0,1	1,7±0,1	1,5±0,1	1,9±0,1	1,04±0,1	1,7±0,1
		2017	3,6±0,2	2,1±0,1	1,6±0,03	3,03±0,1	2,8±0,1	2,6±0,1
3.	Количество колосков в колосе, шт	2015	19,4±0,5	14±0,4	16,4±0,3	×	×	16,6±0,4
		2016	19,3±0,4	11,3±0,3	13,1±0,4	14,4±0,3	12,8±0,3	14,2±0,4
		2017	18,8±0,5	14,5±0,4	15,2±0,3	11±0,4	10±0,9	14±0,5
4.	Число зёрен в колосе, шт	2015	60±2,7	38,1±2,2	50,2±2,5	×	×	49,4±2,5
		2016	43,3±1,5	31,7±1,9	33,9±1,4	44,7±2,2	27,4±1,5	36,2±1,8
		2017	54,6±2,2	48,2±1,6	45,1±2,1	56,6±2,4	48,5±1,2	50,6±2
5.	Масса зерен с колоса, г	2015	3,2±0,2	2,1±0,2	2,5±0,1	×	×	2,6±0,2
		2016	2,03±0,1	1,2±0,1	1,1±0,1	1,5±0,1	0,7±0,1	1,3±0,1
		2017	2,8±0,2	1,8±0,1	1,3±0,05	2,8±0,1	2,4±0,1	2,2±0,1
6.	Масса 1000 зерен, г	2015	53,3	55,1	49,8	×	×	52,7
		2016	46,8	36,6	33,4	32,8	25,4	35
		2017	51,3	37,3	28,8	49,5	49,5	43,3

×- не высевали

Среди сортов этой группы выделяется единственный сорт, принадлежащий к другому виду – *T. durum* L. – сорт твердой пшеницы Фарах. Характерной особенностью этого сорта является высокий уровень константности признака – крупность зерновок с низким уровнем варьирования по годам – 53,5 (2015 год); 46,8 (2016 год) и 51,3 (2017 год).

По основным признакам выделяется среднеспелый сорт твердой пшеницы Фарах с высокими характеристиками продуктивности, которые носят устойчивый характер в различные по увлажнению годы.

По совокупности количественных характеристик элементов продуктивности все девять иракских сортов мягкой пшеницы при репродукции их в условиях Нечерноземья РФ относятся к категории продуктивных сортов.

### **3.1.4. Содержание и качество клейковины в зерне пшеницы иракских сортов, интродуцированных в условиях Московского региона РФ**

Одним из важнейших показателей, характеризующим качественные достоинства сорта, является содержание и качество клейковины. Среди девяти сортов мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.) выделяются семь сортов, у которых содержание сырой клейковины свыше 28% и колеблется от 31,5% (Ирак) до 35,3% (Фатих). Лишь два сорта имеют низкое содержание клейковины Ибаа-99 (22,1%) и Ибаа-95 (25,6%).

На основании количественной и качественной оценки клейковины сорта распределяются следующим образом: «ценная» – сорта Аль-Рашид, Тамуз-3 и Ирак; «хороший филлер» - Фатих, Ибаа-95; «удовлетворительный филлер» – Аль-Муруж, Шам-6, Абигариб-3 и «слабая» – Ибаа-99.

Результаты оценки качества клейковины у изучаемых десяти сортов на основе метода седиментации – набухание, характеризуют девять сортов, в том числе сорт твердой пшеницы Фарах, как сорта «средние» по этому косвенному показателю, тогда как сорт Тамуз-3 и Аль-Муруж по показателю седиментации относится к «сильной» группе. Содержание сырой клейковины в зерне твердой пшеницы сорта Фарах в условиях Нечерноземья РФ оказалось наименьшим – 12%, а сухой – всего 2%. По количеству клейковины сорт Фарах не соответствует ГОСТ Р 52189-2003, а по качеству он может быть использован как филлер.

По совокупности количественных характеристик элементов продуктивности все девять иракских сортов мягкой пшеницы при репродукции их в условиях Нечерноземья РФ относятся к категории продуктивных сортов.

Установлено значительное разнообразие иракских сортов по содержанию и качеству клейковины. Семь сортов мягкой пшеницы из девяти выделяются высоким

содержанием клейковины (от 28,6% до 35,3%). Среди них три сорта сочетают это свойство с высоким качеством клейковины (Фатих, Аль-Рашид и Тамуз-3). Выделяются также два интродуцированных сорта селекции Центра сельскохозяйственных исследований «Ибаа» с низким содержанием клейковины Ибаа-95 (25,6%) и Ибаа-99 (22,1%), что, очевидно, связано с национальной спецификой потребительских требований к зерну.

### **3.2 Характеристика генетического разнообразия генотипов АЦПГ, используемых в гибридизации с иракскими сортами в качестве материнских форм – доноров чужеродной цитоплазмы**

#### **3.2.1. Генетические особенности форм АЦПГ как компонентов гибридизации**

Важной задачей расширения потенциальных возможностей *T.aestivum* L. является поиск новых геноисточников изменчивости, в основе происхождения которых лежит изменчивость, связанная с созданием принципиально новых генотипических систем.

Замещение пшеничной цитоплазмы на инородную, принадлежащую представителям различных видов пшеницы (*T.timopheevii* L.), эгилопса (*Ae.ovata* L.), ржи (*S.cereale* L.), обуславливает формирование специфики внутренней генотипической среды (табл. 4). Создание и изучение новых гибридных форм на основе генотипов АЦПГ (доноры цитоплазмы) с использованием в качестве отцовских форм иракских сортов имеет практический и теоретический интерес в качестве геноисточников, связанных с качеством зерна. Поэтому разнообразие созданных гибридов обусловлено не только благодаря иракским сортам-опылителям, но и в связи с использованием в качестве материнских форм (доноров цитоплазмы) 14 высококачественных форм аллоцитоплазматической яровой пшеницы. Эти формы принадлежат двум подгруппам АЦПГ, различающимся по уровню их генетического анализа (табл. 4). В первую подгруппу входят две формы АЦПГ на цитоплазме *T.timopheevii* L. и три формы с цитоплазмой *S.cereale* L., в том числе две формы - на *S.cereale* L. с озимым сортом Заря.



**Таблица 4 - Характеристика генетических особенностей форм АЦПГ, используемых в качестве материнских форм при создании гибридов с иракскими сортами**

№ п/п	№ вар. АЦПГ	Тип цитоплазмы АЦПГ	Разновидность	Биологические особенности, маркеры
<b>Первая подгруппа доноров цитоплазмы*</b>				
1	25	<i>T.timopheevii</i>	Эритроспермум	Rht-8 Xgwm 261 (174) + TaCM4
2	3	<i>T.timopheevii</i>	Эритроспермум	Xgwm 261 (165) + замещение + TaCM4 + 4F/4R
3	20	<i>S. cereale</i>	Лютесценс	Xgwm 261 (174) + 4F /4R
4	23	<i>S.cereale</i> ×Заря	Эритроспермум	Xgwm 261 (192) + Wx + (5+10+2*) + 4F/4R
5	26	<i>S.cereale</i> ×Заря	Эритроспермум	Xgwm 261 (174) + Wx; крупнозерность + 4F/4R
<b>Вторая подгруппа доноров цитоплазмы**</b>				
6	32	<i>S. cereale</i>	Лютесценс	высокая продуктивность; клейковина I группа
7	37	<i>S. cereale</i>	Ферругинеум	устойчив к полеганию
8	38	<i>S.cereale</i> ×Заря	Лютесценс	устойчив к полеганию
9	42	<i>S. cereale</i>	Мильтурум	устойчив к полеганию
10	43	<i>S. cereale</i>	Лютесценс	устойчив к полеганию
11	44	<i>S. cereale</i>	Ферругинеум	продуктивный колос
12	46	<i>S. cereale</i>	Лютесценс	абсолютно безостая; высокая продуктивность; клейковина II группа
13	48	<i>Ae.ovata</i>	Ферругинеум	2-я группа качества клейковины (ИДК)
14	50	<i>Ae.ovata</i>	Ферругинеум	1-я группа качества клейковины (ИДК)

\*основная первая группа (30 генотипов), из которой отобраны для гибридизации пять форм АЦПГ;

\*\* дополнительная вторая группа (22 формы), из которой для гибридизации отобраны 9 генотипов:

АЦПГ *S. cereale* L. - 7 генотипов; АЦПГ *Ae. ovata* L. – 2 генотипа

Вторая подгруппа включает девять генотипов, в том числе семь генотипов с цитоплазмой *S.cereale* L. и два – с цитоплазмой *Ae.ovata* L. Изучаемые четырнадцать форм АЦПГ – используемые как материнские формы гибридизации, были распределены в соответствии с принадлежностью их гибридного компонента – иракского сорта-опылителя к одной из трех групп, согласно аллельному составу генов, связанных с качеством клейковины (1-я – 5+10 + 2\*; 2-я – 5+10; 3-я – 2+12). Проблемы соотношения потенциальной продуктивности и экологической устойчивости в селекции пшеницы при отборе по фенотипу в целом имеют важное теоретическое и практическое значение, в то же время они весьма затруднены в связи с сопряженностью изменчивости отдельных признаков.

### **3.3 Специфика сочетаний количественных и качественных характеристик гибридов (F<sub>1</sub> и F<sub>2</sub>) и их родительских компонентов в связи с особенностями аллельного состава генов, связанных с качеством клейковины**

#### **3.3.1 Гетерозисные эффекты у гибридов первого поколения, полученных в результате гибридизации иракских сортов с яровыми формами АЦПГ**

Гибридизация иракских сортов с формами АЦПГ, которые являются носителями чужеродной цитоплазмы, приводит к изменению внутриклеточной среды в результате сложных эффектов ядерно-цитоплазматических взаимоотношений, изменяющих уровень экспрессии ряда генов ядерной системы.

В связи с этим изучение гибридов первого и второго поколений, созданных путем скрещивания современных иракских сортов с различными генотипами АЦПГ, предусматривает оценку комбинационной способности иракских сортов в селекции на качество и продуктивность.

Первая подгруппа гибридов (аллельный состав генов иракских сортов 5+10+2\*). Анализ величины истинного гетерозиса проведен путем сравнения количественных характеристик гибрида первого поколения (F<sub>1</sub>) с показателями лучшей родительской формы в соответствии с формулой:  $G_{ист} = (F_1 - P_{лучший}) / P_{лучший} \times 100$ .

Анализ гибридов осуществлен как по репродуктивным признакам (элементы продуктивности), так и по соматическим, отражающим характер развития вегетативных органов. Гибридные комбинации с участием сорта Фатих оказались наиболее эффективными в трех комбинациях. Гетерозисный эффект у гибридов F<sub>1</sub> проявился также по репродуктивным признакам в одной комбинации с другим сортом этой группы – сортом Максибак (№ 18). На основе анализа гетерозисного эффекта вегетативных признаков выделены две гибридные комбинации с сортом Ирак (№10 и 11), у которых материнские формы являются носителями цитоплазмы *Ae.ovata* L. В четырех гибридных комбинациях, у которых ранее отмечен гетерозис по репродуктивным признакам, отмечен также гетерозисный эффект по такому вегетативному признаку как масса стебля.

Вторая подгруппа гибридов (аллельный состав генов иракских сортов 5+10) включает гибриды, полученные в результате гибридизации трех иракских сортов, у

которых установлен аллельный состав 5+10 (Ибаа-99; Аль-Рашид и Ибаа-95). На основе анализа продуктивности гибридов второй подгруппы выделена комбинация № 7, полученная с участием сорта Аль-Рашид и АЦПГ (№ 43) с цитоплазмой *S.cereale* L. Для этой комбинации характерен весьма высокий уровень гетерозисного эффекта, который по основным компонентам продуктивности свыше 50%: по массе колоса – 53,3%; по массе зерна с колоса – 57,7%; по массе 1000 семян – 51,8% и по числу зерен с одного колоса – 4,8%.

У второй комбинации этой группы с участием сорта Ибаа-95 и форм АЦПГ также отмечен истинный гетерозисный эффект по элементам продуктивности, но уровень его значительно ниже – по массе колоса – 17,6%; по массе зерна с колоса – 32% и по крупности зерновок – 15,2%.

Третья подгруппа гибридов (аллельный состав генов иракских сортов 2+12) включает пять комбинаций с сортом Сабербег (№№ 2; 4; 13; 17 и 19), две гибридные комбинации с сортом Шам-6 (№ 6 и № 9) и одну комбинацию (№ 8) с сортом твердой пшеницы Фарах. Отмечен высокий уровень гетерозиса у гибридов с сортом Сабербег также и по таким признакам продуктивности, как общая масса колоса, уровень варьирования которой в комбинации с этим сортом от 33,3% (№ 13) до 41,7% (№ 4). Наиболее высокий уровень гетерозиса по основному показателю урожая (масса зерна с одного колоса) в комбинации с сортом Сабербег варьирует от 41,2% (№ 13) до 76,5% (№ 19). Гетерозисный эффект по вегетативным признакам проявился лишь в трех изучаемых комбинациях (№№ 6; 13 и 19) по признаку масса стебля, в частности в двух комбинациях с сортом Сабербег (№ 13 и № 19) и в одной комбинации с сортом Шам-6 (№ 6).

### **3.3.2 Специфика сочетаний элементов продуктивности у гибридов пшеницы второго поколения (F<sub>2</sub>)**

Поскольку все иракские сорта (13 сортов) были распределены на три группы на основании скрининга аллельного состава генов, связанных с качеством клейковины, дальнейший анализ гибридов представлен с учетом принадлежности иракского сорта-опылителя соответствующей подгруппе.

Первая подгруппа включает гибриды, полученные с участием пяти иракских сортов (отцовские формы), у которых аллельный состав генов, связанных с качеством клейковины наиболее предпочтителен: 5+10+2\*.

В эту подгруппу входят следующие пять сортов: Фатих, Тамуз-3, Абигариб-3, Ирак и Максибак. С участием сортов этой группы в процессе гибридизации получены восемь гибридных комбинаций №№1; 3; 10; 11; 14; 16; 18 и 20.

На основе анализа зерновой продуктивности гибридных растений F<sub>2</sub> первой подгруппы выделены пять гибридных комбинаций, у которых средняя масса зерна с одного колоса колеблется от 1,7 г (№ 20) до 2,7 г (№ 3, 11). При этом крупность зерновок F<sub>2</sub> в этих комбинациях свыше 40,0 г – варьирует от 40,0 г до 50,4 г: 40,4 (№ 1); 44,6 (№ 3); 50,3 (№ 18); 47,4 № 11) и 50,4 (№ 20).

Все гибридные комбинации отличаются значительным уровнем варьирования признака – число зерновок в колосе. Наименьший лимит крайних величин среднего числа зерновок в колосе установлен в комбинации № 3, в которой этот показатель варьирует от 50 до 66 зерновок. Анализ сочетания зерновой продуктивности растений.

Вторая подгруппа включает гибриды, полученные в результате скрещиваний с тремя иракскими сортами Аль-Рашид, Ибаа-99 и Ибаа-95. В результате гибридизации с формами АЦПГ получены четыре гибридные комбинации (№№ 5, 7, 12 и 15).

Из четырех гибридных комбинаций лишь одна комбинация с цитоплазмой *Aegilops ovata* L. (№ 12), тогда как остальные три (№№ 5, 7 и 15) – с цитоплазмой *Secale cereal* L..

Наиболее ценное сочетание продуктивности растений с их субпризнаками отмечено в трех комбинациях (№№ 7, 12 и 15), у которых высокая продуктивность колосьев гибридных растений варьирует от 2,7 г (№ 7) до 2,8 г (№12 и 15), а масса 1000 семян – от 40,1 (№ 15) до 46,6 (№ 7).

Из этих комбинаций выделяется гибридная комбинация № 7, у которой отмечен наименьший лимит разнообразий по числу зерновок в колосе, который составляет 50-64 шт. Эта группа характеризуется значительным генетическим разнообразием. В частности, семь гибридных комбинаций получены в результате опыления

сортами мягкой пшеницы и лишь одна комбинация (№ 8) – с сортом пшеницы твердой *T. durum* L. (Сорт Фарах). Из восьми комбинаций лишь одна комбинация (№ 13) создана на основе цитоплазмы *T. timopheevii* L., все остальные (семь комбинаций) – с цитоплазмой *S. cereale* L. Среди изучаемых гибридных комбинаций второго поколения третьей подгруппы были выделены пять наиболее продуктивных, у которых средняя масса зерна с одного колоса не ниже 2,0 г, а крупность зерновок (масса 1000 зерен) не ниже 40,0 г (№ 2, 4, 6, 8 и 19). Среди них две комбинации с одним сортом-опылителем – Сабербег (№ 2 и №4), который отличается сверхвысоким содержанием сырой клейковины (52%). Особую ценность для дальнейшего отбора гибридов по продуктивности представляет гибрид № 4 с сортом-опылителем Сабербег, у которого в F<sub>2</sub> наиболее высокие показатели сочетания продуктивности растений (3,0 г), числа зерновок в колосе (58,4 шт.) и их крупность - масса 1000 семян (50,3 г).

### **3.3.3 Особенности формирования качественных и количественных характеристик клейковины у гибридных растений (F<sub>2</sub>) и их родительских форм в зависимости от состава генов, связанных с качеством клейковины**

Результаты анализа клейковины в зерне полученных гибридов представлены с учетом распределения гибридов на три подгруппы (табл.5) на основе особенностей аллельного состава генов, связанных с качеством клейковины иракских сортов: первая подгруппа – 5+10+2\*; вторая подгруппа – 5+10; третья подгруппа – 2+12.

На основе анализа ИДК установлено, что качество клейковины иракских сортов – опылителей относится ко II группе качества, тогда как у материнских компонентов гибридизации (формы АЦПГ) их восьми форм лишь у двух клейковина II группы качества, а у остальных шести форм качество клейковины выше – относится к I группе ИДК.

Анализ формирования клейковины у гибридов, полученных с участием сорта Сабербег, представляет особый интерес в связи с контрастными характеристиками его клейковины – наивысшее содержание (52%) и самая низкая среди всех изучаемых иракских сортов группа качества клейковины – III группа ИДК. Более высокое содержание клейковины у формы АЦПГ (№ 48) – 24,3% сочетается с более низким

ее качеством и, наоборот, у формы АЦПГ (№ 50) с низким содержанием клейковины (17,4%) имеет высокое качество клейковины – I группы ИДК.

**Таблица 5 - Особенности формирования качественных и количественных характеристик клейковины у гибридов второго поколения ( $F_2$ ) и их родительских форм**

№ гибрида	♀ АЦПГ		♂ Иракский сорт		F <sub>2</sub>	
	Содержание сырой клейковины, %	Группа качества ИДК	Содержание сырой клейковины, %	Группа качества ИДК	Содержание сырой клейковины, %	Группа качества ИДК
Первая подгруппа						
1	22,3	I	35,3	II	22,2	I
3	23,5	I	35,3	II	24,5	I
10	24,3	II	31,5	II	23,0	I
11	17,4	I	31,5	II	30	I
14	30,9	I	31,5	II	34,2	II
16	29,5	II	34,4	II	21,7	I
18	42,3	I	32,2	II	21,3	I
20	35,9	I	35,3	II	30,9	I
Вторая подгруппа						
5	23,2	I	22,1	II	32,4	II
7	22,8	II	28,6	I	27,4	II
12	17,4	I	25,6	II	22,3	I
15	29,5	II	22,1	I	21,9	I
Третья подгруппа						
4	23,5	I	52,0	III	31	II
6	25,6	II	33,4	II	20,0	I
8*	29,7	II	12,0	II	24,9	II
9	27,9	II	33,4	II	23,0	II
2	22,3	I	52,0	III	26,6	I
13	35,9	I	52,0	III	38,3	II
17	29,5	II	52,0	III	27,5	II
19	45,2	I	52,0	III	38,4	II

\**Triticum durum*

В связи с этим изучение характера сочетания важнейших характеристик клейковины у различных гибридов с сортом Сабербег, а также уровня варьирования этих характеристик в зависимости от генетических характеристик материнских форм АЦПГ – доноров чужеродной цитоплазмы, имеет и практическое значение в селекции на качество.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые на основании сравнительного изучения характера адаптивности современных иракских сортов пшеницы по их зерновой продуктивности в 2015-2017 годы в условиях Московского региона (МСХА) выделен ряд сортообразцов пшеницы, сочетающих устойчивую продуктивность и высокую крупнозерность – Максибак, Аль-Рашид, Собербег и Тахиди и осуществлена дифференциация изучаемых иракских сортов по количеству и качеству клейковины следующим образом: ценные сорта (Аль-Рашид, Тамуз-3, Ирак); хороший филлер (Фатих, Ибаа-95); удовлетворительный филлер (Аль-Муруж, Шам-6, Абигариб-3); слабый – Ибаа-99.

2. Установлен характер сочетаний элементов продуктивности растений и уровень их вариабельности в 2015-2017 годы у форм аллоцитоплазматической пшеницы – доноров чужеродной цитоплазмы при скрещивании их с иракскими сортами пшеницы, что позволило выделить формы АЦПГ (№ 23 и № 26), устойчиво сохраняющие крупность зерновок в различные годы – в пределах 40,0 г (2016 год) – 53,6 г (2015 год).

3. Установлен уровень истинного гетерозиса репродуктивных признаков у гибридов  $F_1$ , созданных с участием иракских сортов первой подгруппы с наиболее благоприятным аллельным составом генов (5+10+2\*), связанных с качеством клейковины. В частности, в трех комбинациях (№№ 1, 3 и 20) – с сортом Фатих (отцовская форма), а в четвертой комбинации – с сортом Максибак. При этом в трех комбинациях материнские формы АЦПГ с носителем цитоплазмы *S.cereale* L. и лишь в одном случае – *T.timopheevii* L.

4. Наиболее высокий уровень комбинационной способности по основным элементам продуктивности отмечен у гибридов  $F_1$  с сортом Сабербег, т.к. уровень гетерозиса по признаку – масса зерна с одного колоса в различных комбинациях с участием этого сорта, но с различными формами АЦПГ, варьирует от 41,2 % (№ 13) до 76,5 % (№ 19).

5. Анализ варьирования и сочетаний элементов продуктивности у гибридных растений  $F_1$  и  $F_2$  с субпризнаками продуктивности растений – число зерновок в колосе и их крупность (масса 1000 зерен) отражает значительный уровень варьирова-

ния признака – число зерновок в колосе и значительно меньший уровень варьирования признака – крупность зерновок.

6. По результатам анализа качества клейковины (ИДК) иракских сортов проявилась четкая зависимость качества клейковины от аллельного состава генов, связанных с качеством клейковины: если в первых двух подгруппах (5+10+2\* и 5+10) из двенадцати сортов большая часть сортов (10 сортов) – II группы качества и два сорта – I группы, то в третьей подгруппе (2+12) из восьми сортов 5 сортов – III группы и 3 сорта – II группы с ее содержанием от 29,2 до 45,2%.

7. Эффект доминирования высоких качественных характеристик клейковины материнских форм АЦПГ (I и II группы качества ИДК) при гибридизации их с иракскими сортами проявился у одиннадцати гибридных комбинаций (№№ 1; 2; 3; 4; 11; 12; 13; 17; 18; 19 и 20), при этом у семи гибридов сочетание качественных и количественных характеристик клейковины соответствует сильным сортам пшеницы. Особый практический интерес представляют гибриды с участием уникального сорта Сабербег, с наивысшим содержанием клейковины – 52%, но самым низким среди иракских сортов качеством – III группа.

8. Отмечено, что в гибридных комбинациях с сортом Сабербег, проявляется контрастное соотношение количественных и качественных характеристик клейковины, когда высокое содержание клейковины – 38,4% в комбинации № 19 сочетается с ее низким качеством (II группа) и, наоборот, низкое содержание клейковины (26,6 %) в комбинации № 2 – клейковина I группы, что является перспективным для синтеза новых гибридов в селекции на качество.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. С целью изучения и использования гибридных комбинаций с эффектом гетерозиса репродуктивных признаков в более поздних (после F<sub>2</sub>) поколениях рекомендуется три гибридных комбинации с сортом Фатих – отцовская форма.

2. Для создания новых рекомбинантов в селекции на качество целесообразно использовать гибридные комбинации с участием уникального сорта-опылителя Сабербег, содержание клейковины которого составляет 52 % (однако ее качество соответствует всего лишь III группе ИДК).



## Список работ по теме диссертации

### Статьи в научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Аль-Азауи Нагам Маджид. Особенности аллельного состава генов, связанных с хлебопекарными качествами клейковины, у современных сортообразцов пшеницы из Ирака / Аль-Азауи Н.М., Дивашук М. Г., Семёнов О.Г. // Успехи современной науки. – № 9. – Т.1. – 2017. – С. 41-45.

2. Аль-Азауи Нагам Маджид. Продуктивность и качество зерна современных иракских сортов пшеницы в условиях Нечерноземной зоны России / Маджид А.А.Н., Семёнов О.Г, Терехин А.А. // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. 2017. – Т.12. – №.2. – С. 111-120.

### Публикации в прочих изданиях:

3. Al-Azawi Nagham Majeed Hameed. Problems and challenges of breeding and the development of new varieties of wheat crop in the republic of Iraq // Материалы VII-й Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых, аспирантов и студентов (на иностранных языках). – Москва, 15-17 апреля 2015 г. – С. 130-131.

4. Al-Azawi Nagham M.H. Problems of Breeding and the Development of New Varieties of Wheat Crop in the Republic of Iraq // Материалы III-й Международной научно-практической конференции на иностранных языках «Современная парадигма научного знания: актуальность и перспективы». – Москва, 23 апреля 2015 г. – С. 3-5.

5. Al-Azawi Nagham M .H. Get rid of the food gap between the consumer and the product by increasing the production of wheat // Материалы IV-й Международной научно-практической конференции на иностранных языках. – Москва, 13 апреля 2016 г. – С. 14-19.

6. Al-Azawi Nagham M.H. Seed germination of the Iraqi Wheat varieties (*Triticum aestivum* L. // Материалы VIII-й Международной научно-практической конференции «International Scientific Conference .The cross – cultural between Russia and Greece». – Москва, 20-22 апреля 2016 г. – С. 56-59.

7. Al-Azawi Nagham Majeed Hameed. The phenomenon of drought in Wheat // Материалы конференции на иностранных языках. – Москва, март 2017 г. – С. 31-34.