

УДК 575.1/2; 581.4; 633/635:58

<sup>1</sup>Н.К. Бишимбаева\*, <sup>1</sup>К. Касымхан, <sup>1</sup>А.К. Парменова, <sup>1</sup>А.К. Амирова,  
<sup>1</sup>С.Д. Демесинова, <sup>2</sup>К.К. Баймагамбетова, <sup>3</sup>В.А. Чудинов, <sup>4</sup>Г.А. Середа, <sup>5</sup>О.С. Гасс,  
<sup>6</sup>Л.В. Бекенова, <sup>1</sup>М.К. Карабаев, <sup>2</sup>Р.А. Урозалиев, <sup>1</sup>И.Р. Рахимбаев

<sup>1</sup>Институт биологии и биотехнологии растений, Республика Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Казахский НИИ земледелия и растениеводства,

Республика Казахстан, пос. Алмалыбак, Алматинская область

<sup>3</sup>Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция,

Республика Казахстан, Костанайская область

<sup>4</sup>Карагандинский НИИ растениеводства и селекции, Республика Казахстан, Карагандинская область

<sup>5</sup>Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция,

Республика Казахстан, Северо-Казахстанская область

<sup>6</sup>Павлодарский НИИ сельского хозяйства, Республика Казахстан, Павлодарская область

\*E-mail: gen\_jan@mail.ru

### **Создание и экологическое испытание скороспелых форм яровой мягкой пшеницы, полученных при помощи клеточной технологии**

Получено 397 растений-регенерантов R0 поколения из длительно культивируемых каллусов 28 коммерчески важных сортов пшеницы нового поколения. Из них 110 растений-регенерантов 18 сортов дало семенное потомство R1, при выращивании которого отобрано 47 линий R1 поколения (37,0%), опережающих исходные сорта по срокам созревания на 3-6 дней. Экологическое испытание отобранных линий в R2 поколении в условиях Северного и Центрального Казахстана позволило подтвердить проявление признака раннего созревания (на 1-8 дней) и отобрать наиболее перспективные для каждого региона скороспелые формы (25,0% – 47,7% от числа испытанных линий) с признаками высокой продуктивности и засухоустойчивости. В результате показана принципиальная возможность создания при помощи разработанной нами клеточной технологии скороспелых форм яровой мягкой пшеницы с комплексом ценных хозяйственно-биологических признаков для возделывания в условиях Северного и Центрального Казахстана.

**Ключевые слова:** пшеница, каллусные ткани, растения-регенеранты, признак скороспелости, экологическое испытание.

N.K. Bishimbayeva, K. Kasymkhan, A.K. Parmenova, A.K. Amirova,  
 S.D. Demesinova, K.K. Baymagambetova, V.A. Chudinov, G.A. Sereda, O.S. Gass,  
 L.V. Bekenova, M.K. Karabayev, R.A. Urozaliev, I.R. Rakhimbayev

### **Creation and ecological trail of the precocious spring wheat forms, obtained by the use of cell technology**

398 R0 plants were regenerated from long-term cultivated calli of 28 commercially important new generation's wheat varieties. From these 110 plants of 18 varieties brought up R1 seed generation. 47 lines (37%) from those 110 lines of R1 we selected that had accelerated term of maturation on 3-6 days compared to initial varieties. Ecological trial of selected lines in R2 generation at North and Central Kazakhstan conditions allowed to prove the expression of the precocity trait (accelerated development on 1-8 days) and to select the precocious forms (25-47,7% from the number of lines tested) with high productivity and drought resistance traits which were most prospective for each region.

Thus, we have shown the principal possibility of the creation of spring wheat precocious forms with the complex of valuable economic-biological traits for growing in North and Central Kazakhstan by the use of cell technology developed by us.

**Key words:** wheat, callus tissues, regenerated plants, precocity, ecological trial.

Н.К. Бишимбаева, К. Касымхан, А.К. Парменова, А.К. Амирова, С.Д. Демесинова,  
К.К. Баймагамбетова, В.А. Чудинов, Г.А. Середа, О.С. Гасс, Л.В. Бекенова,  
М.К. Карабаев, Р.А. Урозалиев, И.Р. Рахимбаев

### **Клеткалық технология негізінде жазғы жұмсақ бидайдың тез пісетін формаларын алу және экологиялық сынақтан өткізу**

Жаздық жұмсақ бидайдың жаңа коммерциялық маңызды 28 сорттарынан 398 регенерант өсімдік R0 ұрпағы алынды. Олардың арасынан 18 сорттын 110 регенерант өсімдіктерінен R1 дәндері алынды. Осы 110 линияларының R1 арасынан бастапқы сорттан 3-6 күнге тез пісіп жетілетін 47 линия (37,0%) сұрыпталды. Солтүстік және Орталық Қазақстан жағдайларындағы өткізген экологиялық сынағы R2 ұрпағындағы сұрыптап алынған линиялардың 1-8 күнге тез пісіп жетілетіні туралы көрсеткіштерінің айқын дәлелдеуге және әр аймаққа перспективті өнімділігі жоғары және құрғақшылыққа төзімді тез пісіп жетілетін (25,7%-47,7%) формаларын сұрыптап алуға көмектесті. Өсімдік-регенеранттарының Қазақстанның әр түрлі экологиялық зоналарындағы зерттеу нәтижесінде құнды белгілері бар тез пісіп жетілетін формалар таңдалып алынды.

Нәтижесінде Солтүстік және Орталық Қазақстан жағдайларында өндіруге болатын жаздық жұмсақ бидайдың құнды шаруашылық-биологиялық белгілері бар тез пісіп жетілетін формаларын клеткалық технология арқылы алуға болатын мүмкіндігі көрсетілді.

**Түйін сөздер:** бидай, каллус ұлпалары, өсімдік-регенеранттары, тез пісіп жетілу белгісі, экологиялық сынақ.

## **Введение**

Пшеница является важнейшей продовольственной, кормовой и экспортной сельскохозяйственной культурой Казахстана. Основные площади возделывания яровой пшеницы находятся в северных областях Казахстана, характеризующихся поздней весной, ранней осенью, коротким и засушливым летним периодом. Ввиду растянутости продолжительности вегетационного периода в этих условиях большинство коммерческих сортов – среднепоздних и поздних, попадает под осенние осадки и невзгоды (заморозки и т.д.), в силу чего значительная часть урожая имеет повышенную влажность, и, как правило, загнивает, что естественно, приносит большой экономический ущерб. Поэтому создание скороспелых форм и сортов основной продовольственной культуры – яровой пшеницы, является весьма актуальной задачей.

С целью расширения генетического базиса селекции пшеницы, а также ускорения и повышения эффективности селекционного процесса в настоящее время активно используются такие методы генетической и клеточной инженерии. Однако, из-за важного продовольственного и экспортного значения пшеницы, настороженного отношения общественности к генетически модифицированным объектам использование методов генетической инженерии для улучшения этой культуры в Казахстане ограничено. В связи с этим, одним из основных дополнительных биотехнологических инструментов

повышения генетического разнообразия отечественной пшеницы считается изменчивость, накапливаемая клетками в процессе культивирования *in vitro* и передающаяся полученным из них растениям-регенерантам [1, 2].

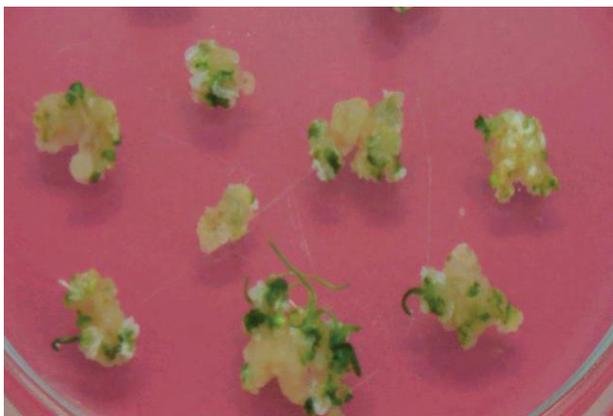
В Казахстане и за рубежом достаточно много исследований, посвященных получению форм растений устойчивых к абиотическим и биотическим стрессовым факторам при помощи методов биотехнологии. Однако, недостаточно исследований, посвященных биотехнологическому получению скороспелых форм. Нами разработана клеточная технология длительной регенерации растений *in vitro* [3], посредством которой получены скороспелые формы с комплексом хозяйственно-ценных признаков (повышенная продуктивность, устойчивость к полеганию и т.д.) на основе двух генотипов яровой пшеницы. Целью данной работы является изучение возможности получения скороспелых форм на основе более широкого спектра коммерчески важных сортов яровой мягкой пшеницы при помощи разработанной нами клеточной технологии, а также экологическое испытание полученных форм в условиях Центрального и Северного Казахстана.

## **Материалы и методы**

Объектами исследования служили 28 коммерчески важных сортов яровой мягкой пшеницы нового поколения (Самгау, Алмакен, Казахстанская 75, Астана-2, Карабалыкская 98,

Байтерек, Новосибирская 15, Омская-36, Асар, Арай, Жазира, Казахстанская 17, Казахстанская раннеспелая, Казахстанская 10, Казахстанская 15, Карагандинская 22, Карагандинская 30, Надежда, Ертис 7, Павлодарская 93, Павлодарская 8, Секе, Бекзат, Кондитерская яровая, Павлодарская Юбилейная, Лютесценс 90, Отан, Целинная 3С), возделываемых в Северном и Центральном Казахстане, на Юго-Востоке Казахстана.

В экспериментах с культурой тканей использовали общепринятые методы [4]. В качестве эксплантов для индукции каллусов пшеницы служили незрелые зародыши длиной 1,0-1,4 мм, которые высаживали на агаризованную питательную среду Мурасиге и Скуга (МС) [5], дополненную 1,0 мг/л 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д). Растения-регенеранты R0 поколения получали из длительно культивируемых каллусов 4-5 пассажа и доращивали в теплице РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» (РГП «ИББР») и КазНИИ земледелия и растениеводства (КазНИИ ЗиР) для получения семенного материала R<sub>1</sub>. Семена R<sub>1</sub> растений-регенерантов выращивали на опытно-экспериментальном участке ИББР и в теплице КазНИИ ЗиР. Проводили фенологическое и морфологическое изучение растений-регенерантов R<sub>1</sub> поколения в сравнении с исходными сортами.



**Рисунок 1** – Эмбрионные каллусные ткани с зачатками побегообразования.

Проведено экологическое испытание линий растений-регенерантов R2 поколения пшеницы в пяти ведущих селекционных центрах Казахстана – Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция (Костанайская обл.), Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная

станция (Северо-Казахстанская обл.), Павлодарский НИИ сельского хозяйства (Павлодарская обл.), Карагандинская НИИ растениеводства и селекции (Карагандинская обл.), КазНИИ ЗиР (пос. Алмалыбак, Алматинская область). Определяли сроки появления всходов, наступления фаз кущения, колошения и созревания. Анализ структуры урожая проводили по общепринятым методам [6]. Статистическую обработку данных проводили по общепринятым методам [7].

### Результаты и их обсуждение

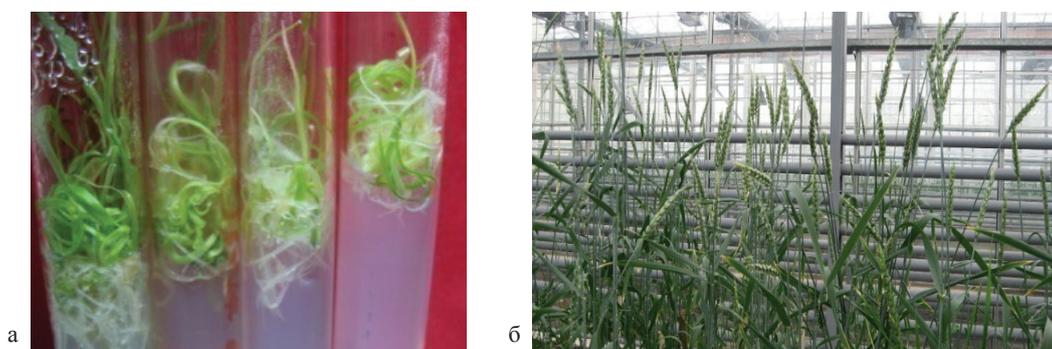
*Получение длительно культивируемых эмбрионных каллусов коммерчески важных сортов яровой мягкой пшеницы и регенерация целых растений.* На питательной среде МС, дополненной 1,0 мг/л 2,4-Д, получены первичные каллусные ткани из незрелых зародышей 28-и сортов коммерчески важных сортов яровой мягкой пшеницы. Для получения эмбрионных каллусов первичные каллусные ткани высаживали на модифицированную среду МС с удвоенной концентрацией минеральных солей (стресс) и 1,0 мг/л 2,4-Д. Для получения регенерационноспособных каллусов эмбрионные каллусы переносили на среду того же состава с однократным содержанием солей среды МС (снятие стресса). В результате, получены эмбрионные каллусные ткани с зачатками побегообразования (рисунок 1), которые для поддержания способности к многократной регенерации растений субкультивировали на питательной среде МС, дополненной 1,0 мг/л 2,4-Д, 1000 мг/л гидролизата казеина и 500 мг/л пролина.

Частота образования длительно культивируемых эмбрионных тканей, способных к многократной регенерации растений (до 6-8 пассажей), варьировала от 6,3% до 77,4%, в зависимости от сорта (таблица 1).

Эмбрионные каллусы субкультивировали в течение 6-8 пассажей путем многократного пассирования периодичностью в 30 дней на питательной среде МС, дополненной 1,0 мг/л 2,4-Д, 1000 мг/л гидролизата казеина и 500 мг/л пролина. Побеги растений-регенерантов R0 поколения получали из эмбрионных каллусов 4-5 пассажа и пересаживали на питательные среды для укоренения – среда МС с 0,1 мг/л НУК или 0,5 мг/л ИУК (рисунок 2 а). Получено от 6 до 48 растений-регенерантов на один сорт, которые высажены на среду для укоренения.

**Таблица 1** – Морфогенез и регенерация растений в культуре тканей коммерчески важных сортов яровой мягкой пшеницы

Сорта	Длительно культивируемые эмбриогенные каллусы, %	Общее количество регенерировавших побегов R0	Количество укоренившихся побегов R0	Количество прижившихся в грунте растений-регенерантов R0
Арай	29,0	9	1	-
Омская 36	38,2	22	19	19
Жазира	68,8	12	4	4
Казахстанская 17	22,2	13	10	10
Казахстанская раннеспелая	20,8	8	2	1
Карабалыкская 98	75,6	19	9	9
Люгесценс 90	21,4	8	2	2
Казахстанская 10	6,3	8	1	1
Байтерек	57,5	23	10	9
Бекзат	51,7	18	10	10
Карагандинская 22	77,4	20	17	17
Казахстанская 15	53,2	10	7	7
Казахстанская 75	65,8	17	14	14
Павлодарская юбилейная	25,8	10	5	5
Карагандинская 30	59,1	13	8	8
Асар	41,2	8	5	-
Астана 2	48,3	9	1	1
Павлодарская 8	33,3	8	5	-
Самгау	10,0	10	7	-
Кондитерская яровая	35,3	16	8	8
Ертис 7	45,5	11	7	5
Павлодарская 93	16,7	9	6	-
Новосибирская 15	46,2	6	3	2
Алмакен	7,2	13	8	4
Секе	50,0	8	3	2
Надежда	60,0	9	6	6
Целинная 3С	43,3	33	28	26
Отан	46,7	48	45	44
Итого:		397	221	214

**Рисунок 2** – Укоренение растений и высадка в грунт в условиях теплицы КазНИИ ЗиР

Всего получено 397 побегов регенерантов R<sub>0</sub> поколения, из которых 221 (55,67%) укоренились на среде для укоренения (таблица 1). Укорененные растения-регенеранты из пробирок высаживали в грунт и выращивали в условиях теплицы РГП «ИББР» и КазНИИЗиР для получения семенного материала R<sub>1</sub> (рисунок 2 б). В результате переноса в грунт выжило 214 растений-регенерантов R<sub>0</sub> поколения 28 сортов яровой мягкой пшеницы, которые доращивали в условиях теплицы.

*Получение семян R<sub>1</sub> растений-регенерантов в теплице. Фенологическое и морфологическое изучение растений-регенерантов R<sub>1</sub> поколения в полевых условиях.* Из 214 растений-регенерантов R<sub>0</sub> поколения получены семена R<sub>1</sub> поколения от самоопыления 110 растений-регенерантов, принадлежащих 18 сортам пшеницы: Алмакен, Казахстанская 75, Казахстанская раннеспелая, Бекзат, Байтерек, Новосибирская 15, Омская-36, Жазира, Казахстанская 15, Карагандинская 22, Карагандинская 30, Ертис 7, Секе, Кондитерская яровая, Отан, Целинный 3С, Карабалыкская 98 и Казахстанская 17. Остальные 104 линии не дали потомства R<sub>1</sub>, т.к. формировали стерильные колосья без семян.

Семена R<sub>1</sub> поколения 110 линий растений-регенерантов, полученных в теплице, далее выращивали на экспериментальном участке ИББР и теплицы КазНИИ ЗиР и провели фенологическое изучение развития растений-регенерантов R<sub>1</sub> поколения. Из 110 растений-регенерантов R<sub>1</sub> поколения выделено 47 скороспелых линий, опережающих исходные сорта по срокам созревания на 3-6 дней, относящихся к 14 сортам (Алмакен, Казахстанская 75, Бекзат, Байтерек, Омская-36, Казахстанская 15, Карагандинская 22, Карагандинская 30, Новосибирская 15, Ертис 7, Кондитерская яровая, Целинный 3С, Казахстанская раннеспелая, Отан) и одной гибридной комбинации Г4 (Целинный 3С x Казахстанская 15). Получен семенной материал R<sub>2</sub> поколения растений-регенерантов R<sub>1</sub>.

По результатам структурного анализа из 47 скороспелых линий R<sub>1</sub> поколения отобрано 20 высокоурожайных форм, опережающих исходные сорта по продуктивности – признаку «масса зерен с главного колоса», принадлежащих сортам Карагандинская 22, Карагандинская 30, Бекзат, Алмакен, Кондитерская яровая, Байтерек, Казахстанская-75, Целинный 3С, Ертис -7, Омская 36, Отан и дигиплоидной линии гибрида Г4 (рисунок 3 а).

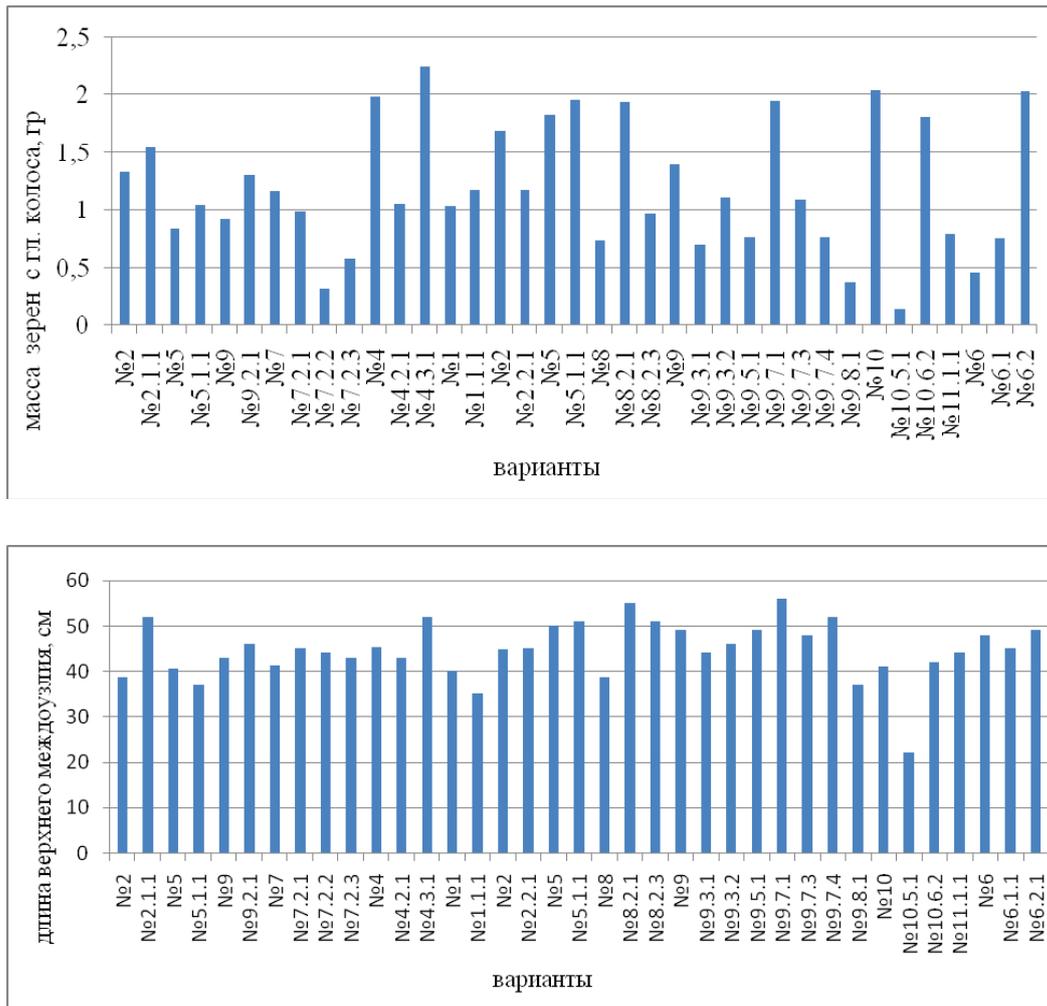
По признаку «количество зерен в главном колосе» в R<sub>1</sub> поколении выделено 10 соматональных линий сортов Карагандинская 30, Алмакен, Кондитерская яровая, Байтерек, Казахстанская-75, Целинный 3С, Ертис -7, превышающие исходные сорта.

Из указанных 47 линий по признаку R<sub>1</sub> поколения «длина верхнего междоузлия», коррелирующему с засухоустойчивостью, выделяются 8 линий, из которых 4 линии относятся к 1 группе – превышение длины верхнего междоузлия исходным сортом на 7-16 см; 4 линии – ко 2-ой группе с превышением на 3 -5 см (рисунок 3 б). Эти потенциально засухоустойчивые линии принадлежат 4 сортам (Карагандинская-30, Казахстанская-75, Целинный 3С, Омская 36) и одной гибридной комбинации Г4.

В целом, в результате размножения на участке ИББР и в теплице КазНИИ ЗиР из 110 линий растений-регенерантов R<sub>1</sub> поколения получены семена 284 линий R<sub>2</sub> поколения, принадлежащих 18 сортам пшеницы (Алмакен, Казахстанская 75, Казахстанская раннеспелая, Бекзат, Байтерек, Новосибирская 15, Омская-36, Жазира, Казахстанская 15, Карагандинская 22, Карагандинская 30, Ертис 7, Секе, Кондитерская яровая, Отан, Целинный 3С, Карабалыкская 98 и Казахстанская 17).

Таким образом, из 214 прижившихся в грунте растений-регенерантов R<sub>0</sub> семенное потомство R<sub>1</sub> поколения дали 110 растений-регенерантов. Всего из 110 линий растений-регенерантов R<sub>1</sub> поколения 18 сортов отобрано 47 скороспелых линий (42,73%), принадлежащих 14 сортам (50,0% из числа изученных сортов) (Алмакен, Казахстанская 75, Бекзат, Байтерек, Омская-36, Казахстанская 15, Карагандинская 22, Карагандинская 30, Новосибирская 15, Ертис 7, Кондитерская яровая, Целинный 3С, Казахстанская раннеспелая, Отан) и одной дигиплоидной линии гибрида Г4.

Полученные скороспелые формы обладали и другими хозяйственно ценными признаками: 20 линий (42,6% из числа скороспелых линий) отличались повышенной продуктивностью по сравнению с исходным сортом по признаку «масса зерна в главном колосе», 10 линий – увеличением «количества зерен в главном колосе» (21,3%), 8 линий (17,0%) – повышенными показателями признака «длина верхнего междоузлия», коррелирующего с засухоустойчивостью, 5 линий (10,6%) – сочетанием повышенных показателей продуктивности и засухоустойчивости.



Обозначения: № 2 Карагандинская – 30 сорт; № 2.1.1 Карагандинская – 30, соматклональная линия; № 5 Казахстанская – 15 сорт; № 5.1.1 Казахстанская – 15, соматклональная линия; № 9 Г 4 сорт; № 9.2.1 Г 4 дигамплоидная линия; № 7 Омская – 36; № 7.2.1 Омская – 36, соматклональная линия; № 7.2.2 Омская – 36, соматклональная линия; № 7.3.1 Омская – 36, соматклональная линия; № 4 Алмакен сорт, контроль; № 4.2.1 Алмакен, соматклональная линия; № 4.3.1 Алмакен, соматклональная линия; № 1 Кондитерская яровая; № 1.1.1 Кондитерская яровая, соматклональная линия; № 2 Карагандинская – 30 сорт; № 2.2.1 Карагандинская – 30, соматклональная линия; № 5 Байтерек сорт; № 5.1.1 Байтерек, соматклональная линия; № 8 Казахстанская – 75 сорт; № 8.2.1 Казахстанская – 75, соматклональная линия; № 8.2.3 Казахстанская-75, соматклональная линия; № 9 Целинная 3С сорт; № 9.3.1 Целинная 3С, соматклональная линия; № 9.3.2 Целинная 3С, соматклональная линия; № 9.5.1 Целинная 3С, соматклональная линия; № 9.7.1 Целинная 3С, соматклональная линия; № 9.7.3 Целинная 3С, соматклональная линия; № 9.7.4 Целинная 3С, соматклональная линия; № 9.8.1 Целинная 3С, № 10 Отан сорт; № 10.5.1 Отан, соматклональная линия; № 10.6.2 Отан, соматклональная линия; № 11.1.1. Новосибирская – 15, соматклональная линия; № 6 Ертис 7 сорт; № 6.1.1 Ертис 7; № 6.2.1 Ертис 7.

**Рисунок 3** – (а) – Вариабельность по признаку «масса зерен с главного колоса» соматклональных линий и исходных сортов (участок ИББР); (б) – Вариабельность по признаку «длина верхнего междоузлия» (участок ИББР).

Оценивая эффективность разработанной нами клеточной технологии для получения скороспелых форм в R1 поколении растений-регенерантов, можно заключить, что:

– по отношению к общему количеству изучаемых соматклональных линий R1 поколения (110) выход скороспелых форм (47) может составлять 42,7%;

– количество сортов, которые могут продублировать скороспелые формы R1 поколения посредством данной технологии, может составлять 50,0% по отношению к количеству исходных сортов;

– из числа скороспелых форм (47) R1 поколения 42,6% может обладать повышенной продуктивностью, 17% – повышенными показателями

признаков, коррелирующих с засухоустойчивостью, 10,6% – одновременным повышением показателей продуктивности и засухоустойчивости.

– в пересчете на общее количество изучаемых соматоклональных линий поколения R1 (110) выход скороспелых высокопродуктивных форм – 18,2%, скороспелых форм с повышенными показателями засухоустойчивости – 7,3%, скороспелых форм с комплексом ценных признаков – повышенными показателями признаков продуктивности и засухоустойчивости – 4,5%.

*Экологическое испытание потомства регенерантов R2 от самоопыления в ведущих селекционных центрах Казахстана.* Семена 284 линий R2 поколения, полученных из 110 линий растений-регенерантов R1 были переданы в ведущие селекционные центры страны для изучения на предмет проявления признака скороспелости в условиях Северного и Центрального Казахстана и наличия ценных хозяйственно-биологических признаков.

Так, в Карабалыкскую сельскохозяйственную опытную станцию (Костанайская обл.) передано 38 линий 11-ти сортов (6 линий с. Алмакен, 2 линий с. Казахстанская 15, 5 линий с. Казахстанская 75, 3 линий с. Карабалыкская 98, 4 линий с. Карагандинская 22, 5 линий с. Карагандинская 30, 4 линий с. Омская 36, 5 линий с. Жазира, 2 линий с. Ертис 7, 1 линия с. Казахстанская 17 и 1 линия с. Казахстанская раннеспелая).

В Павлодарский НИИ сельского хозяйства (Павлодарская обл.) – 47 линий 8-и сортов (3 линий с. Кондитерская яровая, 4 линий с. Омская 36, 2 остистые и 5 безостых линий с. Целинная 3С, 3 линий с. Ертис 7, 4 линий с. Карагандинская 22, 16 линий с. Бекзат, 3 линий с. Секе, 7 линий с. Отан).

В Карагандинский НИИ растениеводства и селекции (Карагандинская обл.) – 56 линий 9-и сортов (8 линий с. Карагандинская 30, 6 линий с. Омская 36, 6 линий с. Алмакен, 6 линий с. Байтерек, 2 остистые и 7 безостых линий с. Целинная 3С, 6 линий с. Карагандинская 22, 4 линий с. Казахстанская 75, 3 линий с. Жазира, 8 линий с. Отан).

В Северо-Казахстанскую сельскохозяйственную опытную станцию (Северо-Казахстанская обл.) – 44 линии 9-и сортов (5 линий с. Карагандинская 30, 7 линий с. Омская 36, 8 линий

с. Байтерек, 2 остистые и 6 безостых линий с. Целинная 3С, 4 линий с. Карагандинская 22, 1 линия с. Новосибирская 15, 3 линий с. Казахстанская 75, 8 линий с. Отан).

Всего в 2014 году в селекционные центры Северного и Центрального Казахстана передано семена R2 поколения 185 линий 18 сортов яровой мягкой пшеницы. Семена 99 линий 11-и сортов изучали в КазНИИ ЗиР (пос. Алмалыбак, Алматинская область) – 4 линии с. Кондитерская яровая, 5 линий с. Карагандинская 30, 4 линии с. Карагандинская 22, 5 линий с. Омская 36, 6 линий с. Алмакен, 3 линии с. Жазира, 7 линий с. Байтерек, 1 линия с. Ертис 7, 3 линии с. Казахстанская 75, 4 остистых и 6 безостых линии с. Целинная 3С и 51 линия с. Отан.

Суммарное количество высеванных и изученных в различных регионах страны генотипов растений-регенерантов R2 поколения составляет 284 линии, полученных из 18 сортов.

В итоге, в результате изучения 284 линий растений-регенерантов R2 поколения в различных экологических зонах Юго-Востока, Северного и Центрального Казахстана отобраны скороспелые формы с ценными признаками: КазНИИ ЗиР – 28 линий (28,3% из числа изученных линий в данном регионе, опережение исходного сорта на 2-8 дней), Костанайская область – 17 линий (44,7%, опережение на 1-8 дней), Павлодар – 20 линий (42,6%, опережение на 2-7 дней), Северный Казахстан – 21 (47,7%, на 1-6 дней), Караганда – 14 линий (25,0%, на 3 дня). Всего из 284 линий растений-регенерантов R2 поколения отобрано 100 скороспелых линий (35,2%). Отобраны скороспелые линии, превышающие исходные сорта по показателям продуктивности: в условиях Караганды – 9 линий (64,3%), в КазНИИ ЗиР – 3 (10,7%).

Следует заметить, что эти показатели значительно выше показателей выхода трансгенных форм с интродуцированным полезным геном, получаемых в результате генетической трансформации (от 0,1-2,0% от числа полученных трансформантов) [8]. Это позволяет считать разработанную нами клеточную технологию длительной регенерации эффективным альтернативным способом получения скороспелых форм яровой мягкой пшеницы с комплексом ценных хозяйственно-биологических признаков для возделывания в условиях Северного и Центрального Казахстана.

**Литература**

- 1 Larkin P.J., Scowcroft W.R. Somaclonal variation – a novel source of variability from cell culture for plant improvement // *Theor. AndAppl. Genet.* – 1981. – Vol. 60, №4. – P. 197-214.
- 2 Сидоров В.А. Биотехнология растений. Клеточная селекция / Отв. Ред. Глеба Ю.Ю. – Киев: Наукова Думка, 1990. – 280 с.
- 3 Бишимбаева Н.К., Амирова А.К., Беглов Р.Б., Карабаев М.К., Рахимбаев И.Р. Разработка биотехнологических методов для генетического улучшения пшеницы // *Материалы респуб. научно-практического семинара «Итоги выполнения РНТП Ц0252 «Научно-техническое обеспечение и организация производства биотехнологической продукции в Республике Казахстан» на 2001-2005 гг.* – Астана. – 2005. – С. 8-15.
- 4 Калинин Ф.Л., Сарнацкая В.В., Полищук В.Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. – Киев, 1980. – 407 с.
- 5 Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiol. Plant.*, 1962. – Vol. 15. – P. 473-497.
- 6 Апробация сельскохозяйственных культур Казахстана / Под ред. Н.Л. Удольской, И.В. Соснина и А.И. Пастухова. – Алма-Ата: Кайнар, 1974. – С. 4-12.
- 7 Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
- 8 Liang G.H., Skinner D.Z. Genetically modified crops: their development, uses and risks. – Food Products Press, 2004. – 395 p.

**References**

- 1 Larkin P.J., Scowcroft W.R. Somaclonal variation – a novel source of variability from cell culture for plant improvement // *Theor. AndAppl. Genet.* – 1981. – Vol. 60, №4. – P. 197-214.
- 2 Sidorov V.A. Biotehnologija rastenij. Kletohnaja selekcija / Отв. Red. Gleba Ju.Ju. – Kiev: Naukova Dumka, 1990. – 280 s.
- 3 Bishimbaeva N.K., Amirova A.K., Beglov R.B., Karabaev M.K., Rahimbaev I.R. Razrabotka biotehnologicheskikh metodov dlja geneticheskogo uluchshenija pshenicy // *Materialy respub. nauchno-prakticheskogo seminaru «Itogi vypolnenija RNTP C0252 «Nauchno-tehnicheskoe obespechenie i organizacija proizvodstva biotehnologicheskoy produkcii v Respublike Kazahstan» na 2001-2005 gg.* – Astana. – 2005. – S. 8-15.
- 4 Kalinin F.L., Sarnackaja V.V., Polishhuk V.E. Metody kul'tury tkanej v fiziologii i biokhimii rastenij. – Kiev, 1980. – 407 s.
- 5 Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiol. Plant.*, 1962. – Vol. 15. – P. 473-497.
- 6 Aprobacija sel'skohozjajstvennyh kul'tur Kazahstana / Pod red. N.L. Udol'skoj, I.V. Sosnina i A.I. Pastuhova. – Alma-Ata: Kajnar, 1974. – S. 4-12.
- 7 Lakin G.F. Biometrija. – M.: Vysshaja shkola, 1990. – 352 s.
- 8 Liang G.H., Skinner D.Z. Genetically modified crops: their development, uses and risks. – Food Products Press, 2004. – 395 p.