



<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-11>

УДК: 578:631.52; 633.63

Тип статьи: оригинальная

Type of article: original

## ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ (*BETA VULGARIS* L.) НА ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ

**Абекова А.М., Ержебаева Р.С., Агеенко А.В., Конысбеков К.Т., Берсимбаева Г.Х.**

*Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства*

Алматинская область, пос. Алмалыбак, Республика Казахстан

Представлены результаты исследования гибридов и линий сахарной свеклы, устойчивых к неблагоприятным факторам возделывания культуры. Изучено 50 образцов отечественной и зарубежной селекции из разных стран мира: России, Украины, Киргизии, Германии, Австрии. Эксперимент проводили в лабораторных условиях с использованием методов проращивания при низких температурах и восстановления регенерационных процессов в культуре *in vitro*. Оценку устойчивости генотипов сахарной свеклы к холодовому стрессу проводили по методике с использованием физиологического метода проращивания семян при температуре 4 °C в климатической камере в течение 45–48 сут. Выделены образцы, показавшие высокую всхожесть: ЧС 97 (50%), Киргизская 069 (42), ЧС 1631 (38), Бийская 32 (38), PMC 133 (33), Успех (31), Рамонская 125 (30%). Данные формы рекомендованы для возделывания в северных регионах Республики Казахстан. Оценка холодостойкости с использованием культуры *in vitro* проведена согласно методике, разработанной Институтом биоэнергетических культур и сахарной свеклы (г. Киев, Украина). В качестве эксплантов использованы гипокотили с верхушечной почкой (чертешки) 15-дневных проростков гибридов сахарной свеклы. На основании оценки коллекционных образцов сахарной свеклы с использованием культуры *in vitro* отобраны следующие генотипы: Киргизская 069, ЧС 97, PMC 60, ЧС 1611, 2249. Линии ЧС 97 и ЧС 1611, способные восстанавливать регенерационные процессы после длительного холодового стресса при температуре 4 °C, микроклонально размножены с целью включения в селекционный процесс для получения холодостойких гибридов.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, гибрид, линия, холодостойкость, всхожесть, пазушные почки

## ASSESSMENT OF COLLECTION SAMPLES OF SUGAR BEET (*BETA VULGARIS* L.) FOR COLD RESISTANCE

**Abekova A.M., Yerzhebayeva R.S., Ageyenko A.V., Konysbekov K.T., Bersimbaeva G.Kh.**

*Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing*

Almalybak village, Almaty region, the Republic of Kazakhstan

The results of studying hybrids and lines of sugar beet resistant to unfavorable factors of crop cultivation are presented. The study was carried out on 50 samples of domestic and foreign selection from various countries of the world: Russia, Ukraine, Kyrgyzstan, Germany, Austria. The experiment was carried out in laboratory conditions by means of germination methods at low temperatures and restoration of regeneration processes using *in vitro* culture. The assessment of the resistance of sugar beet genotypes to cold stress was carried out by physiological method of seed germination at a temperature of 4°C in a climatic chamber during 45–48 days. Samples showing high germination ability were identified: ChS 97 (50%), Kirgizskaya 069 (42), ChS 1631 (38), Biyskaya 32 (38), PMC 133 (33), Uspekh (31), Ramonskaya 125 (30%). These forms are recommended for cultivation in

the northern regions of the Republic of Kazakhstan. The assessment of cold resistance using in vitro culture was carried out according to the methodology developed by the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets (Kiev, Ukraine). Hypocotyls with apical buds (petioles) of 15-day-old seedlings of sugar beet hybrids were used as explants. Based on the assessment of collection samples of sugar beet using in vitro culture, the following genotypes were selected: Kirgizskaya 069, ChS 97, PMC 60, ChS 1611, 2249; ChS 97 and ChS 1611 lines. These samples, capable of restoring regeneration processes after prolonged cold stress at temperature 4°C, were microclonally propagated in order to be included in the breeding process with the purpose of obtaining cold-resistant hybrids.

**Keywords:** sugar beet, hybrid, line, cold resistance, germination ability, axillary buds

**Для цитирования:** Абекова А.М., Ержебаева Р.С., Агеенко А.В., Конысбеков К.Т., Берсимбаева Г.Х. Оценка коллекционных образцов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) на холодостойкость // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 5. С. 94–102. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-11>

**For citation:** Abekova A.M., Yerzhebayeva R.S., Agyeyenko A.V., Konysbekov K.T., Bersimbaeva G.Kh. Assessment of collection samples of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) for cold resistance. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 94–102. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-11>

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

#### Финансовая поддержка

Данные исследования финансированы Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, грант АРО5131605 «Создание холодостойких и нецветущих образцов сахарной свеклы биотехнологическими и селекционными методами для северных регионов Казахстана».

#### Financial support

The research was funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Grant No. AP 05131605 «Creation of cold-resistant and non-bolting sugar beet samples by biotechnological and selection methods for northern regions of Kazakhstan».

## ВВЕДЕНИЕ

Сахарная свекла (*Beta vulgaris* L.) – ценная техническая культура, сырье для производства 35–40% сахара в мире. В Республике Казахстан это традиционный и основной источник получения сахара. Подъем отрасли по выращиванию сахарной свеклы и производству сахара относится к приоритетным направлениям развития сельского хозяйства республики. В Государственной программе развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан для обеспечения внутренних потребностей к 2021 г. планируется увеличение объема производства сахарной свеклы до 1120 тыс. т<sup>1</sup>. Основные регионы выращивания сахарной свеклы – Алматинская и Жамбылская области<sup>2</sup>. Для увеличения посевной площади сахарной свеклы и продвижения ее производства в северные

регионы необходимо проводить селекционные исследования и создавать холодостойкие гибриды. Единственный селекционный центр республики, в котором ведется селекция и семеноводство сахарной свеклы, – Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР). Создано 15 гибридов, из них семь допущено к использованию в республике<sup>3</sup>. Большинство гибридов, созданных в КазНИИЗиР, предназначены для южных и юго-восточных регионов республики. Проблема устойчивости к абиотическим стрессам занимает одно из главных мест в производстве и селекции свеклы многих селекционных программ мира [1–4]. Задача заключается в создании гибридов для возделывания в широком географическом ареале, включающем северную зону. При этом формы должны

<sup>1</sup>Государственная программа развития агропромышленного комплекса РК на 2017–2021 годы. URL: <http://mgov.kz/ru/aza-stan-respublikasyny-a-k-damytudy-2017-2021-zhyldar-a-arnal-an-memlekettik-ba-darlamasy>.

<sup>2</sup>Официальная статистическая информация по отраслям. URL: <http://www.stat.gov.kz>. Дата обращения: 03.08.2020 г.

<sup>3</sup>Бастаубаева Ш.О., Конысбеков К.Т. Мировые тенденции развития НТИ по сахарной свекле и научное обеспечение свекловодства в Казахстане // Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. «Достижения и перспективы развития земледелия и растениеводства», посвященной 85-летию КазНИИЗиР. Алматы: ТОО «Асыл Кітап», 2019. С. 442–450.

сохранять высокий уровень продуктивности, устойчивость к цветущности и качество продукции. Необходимое условие для создания таких сортов и гибридов – наличие разнообразного, хорошо изученного исходного материала, применение современных методов его оценки на устойчивость к неблагоприятным факторам среды<sup>4</sup>. Проблема холодастойкости сахарной свеклы важна для Казахстана, так как в целом ряде регионов республики весной и осенью складываются неблагоприятные погодные условия. Холодастойкость свеклы можно рассматривать с точки зрения способности давать всходы и продолжать рост при весенних пониженных температурах, а также противостоять осенним заморозкам и переносить зимовку в определенных районах. Для ускорения селекционного процесса в настоящее время исследователи применяют предварительную оценку холодастойкости с помощью лабораторных физиологических методов, основанных на проращивании семян при моделируемых условиях холода (температуры 4, 6, 9 и 12 °C)<sup>5</sup> [5]. Физиологические методы ранней диагностики на семенах и проростках позволяют в настоящее время проводить оценку круглый год и анализировать большое количество селекционного материала [6–8].

Цель исследований – оценить коллекцию гибридов и линий сахарной свеклы на холодастойкость с использованием метода проращивания и восстановления регенерационных процессов в культуре *in vitro* при низких положительных температурах для отбора холодастойких образцов.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве материала исследований использовано 50 гибридов и линий сахарной свеклы. Материал представлен образцами, полученными из Всероссийского научно-исследовательского института сахарной све-

клы и сахара им. А.Л. Мазлумова (г. Рамонь, Россия), Института биоэнергетических культур и сахарной свеклы (г. Киев, Украина), мировой коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР, г. Санкт-Петербург) и образцами селекции ТОО «КазНИИЗиР». Оценку устойчивости генотипов сахарной свеклы к холодовому стрессу проводили по методике с использованием физиологического метода проращивания семян при низких температурах [5]. Действие низкотемпературного стресса на семена моделировали в климатической камере BINDER KBWF 720 при температуре 4 °C в течение 45–48 сут. Семена по 25 шт. в восьмикратной повторности проращивали в стеклянных чашках Петри на бумажном ложе, увлажненном 30 мл дистиллированной воды. В качестве контроля семена по 25 шт. в четырехкратной повторности проращивали в термостате при температуре 24 °C.

Оценка холодастойкости с использованием культуры *in vitro* проведена согласно методическим рекомендациям, разработанным Институтом биоэнергетических культур и сахарной свеклы (см. сноска 5), с модификациями. В качестве эксплантов для оценки холодастойкости методом культуры *in vitro* использованы гипокотиля с верхушечной почкой (черешки) 15-дневных проростков гибридов сахарной свеклы. После отсечения корешка и первичных листьев сегмент гипокотиля с верхушечной почкой (2 см) подвергали стерилизации. Далее в асептических условиях помещали на стандартную питательную среду Murashige & Skoog (Phyto Technology, США) [9] с добавлением 0,5 мг БАП/л (Sigma-Aldrich, Индия), 2,5 мг аскорбиновой кислоты/л, 30 г сахарозы/л (AppliChem, Германия) и 7 г агара/л (B&V srl, Италия), pH = 5,8. Стерилизацию черешков сахарной свеклы проводили 0,1%-м раствором дихлорида ртути с каплей Твин-80 в течение 6 мин на шейкере с последующей

<sup>4</sup>Булатова Н.А. Скрининг образцов сахарной свеклы на холодастойкость и их селекционная ценность: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб.: ВНИИР им. Н.И. Вавилова, 2000. 105 с.

<sup>5</sup>Бех Н.С., Бойко И.И., Коцар М.О., Присяжнюк О.И. Способы оценки сахарной свеклы при низких температурах с использованием культуры *in vitro*. Киев: Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы, 2015. 14 с.

промывкой стерильной дистиллированной водой (трижды) [10]. Каждому образцу введено в культуру *in vitro* по 100 шт. черешков.

Культивирование пробирочной культуры контрольного варианта (40 шт. черешков каждого образца) проводили при температуре 24 °C, освещении 3000–4000 лк и 16-часовом фотопериоде. Опытные экспланты (60 шт. каждого образца) культивировали в условиях климатической камеры при низких температурах (4 °C) и освещении 3000–4000 лк. По истечении 2 мес экспланты перенесли в светокультуральную комнату с температурой 24 °C на 30 дней. Признак устойчивости определяли после 3 мес культивирования по восстановлению ростовых процессов и формированию пазушных почек. За контроль приняты показатели образования пазушных почек без холодового стресса.

Статистическая обработка данных выполнена в программной среде *R* (*R* version 3.6.1 (2019–07–05) "Action of the Toes") с открытым исходным кодом. Проведен одноФакторный дисперсионный анализ ANOVA. Среднее значение ( $\bar{X}$ ) и стандартное отклонение ( $\sigma$ ) вычислены с использованием программы Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В лабораторных условиях проведена оценка 50 коллекционных образцов сахарной свеклы на холодостойкость с использованием физиологического метода проращивания семян при низких температурах (4 °C) в течение 45–46 сут. По результатам оценки 50 коллекционных образцов установлена лабораторная всхожесть на контрольном варианте 66–100%, в среднем – 80,7% (см. табл. 1).

Наблюдение за динамикой появления всходов на опытном варианте показало, что в условиях проращивания семян при температуре 4 °C прорастание проходило медленно, на 19–20-й день проращивания во всех коллекционных образцах всхожесть составила в среднем 1,8%. Итоговая всхожесть (на 46-й день) отмечена от 1 до 50% и в среднем составила 10,87%. У большинства образцов всхожесть оставалась на низком уровне 1–7% (см. табл. 1, рисунок). Данные согла-

сяются с результатами украинских коллег, которые показали замедление процесса прорастания при температуре 4 °C, всхожесть наступала только на 20-е сутки и достигла пика на 35–40-й день [5]. Исследователями также отмечен низкий уровень прорастания семян сахарной свеклы МС-линий и линий опылителей на уровне 3,3–78,2% при температуре 4 °C, более высокий уровень всхожести (45,3–100%) при температуре 6 °C [5], 64–85% при температуре 9 °C, 72–96% у гибридов коллекции ВИР при температуре 12 °C.

По результатам проращивания семян сахарной свеклы отобраны следующие холодостойкие образцы с наиболее высокой всхожестью семян при температуре 4 °C: ЧС 97 (50%), Киргизская 069 (42), ЧС 1631 (38), Бийская 32 (38), РМС 133 (33), Успех (31), Рамонская 125 (30%).

Оценка холодостойкости коллекции сахарной свеклы проведена с использованием метода культуры *in vitro*. После 2 мес культивирования эксплантов сахарной свеклы (черешки проростков) в условиях климатической камеры при низких температурах (4 °C) формирование пазушных почек составило в среднем 0,93 шт., при значении данного признака 1,74 шт. у эксплантов контрольного варианта, культивируемого в светокультуральной комнате при температуре 24 °C. Стесс холода в течение 2 мес оказал значительное влияние на формирование пазушных почек образцов сахарной свеклы. Разница средних значений группы с холодовым стрессом и контролем была значимой при уровне  $p = 4,17e-14$  (см. табл. 2, рисунок). В условиях стресса 19% эксплантов не сформировали пазушные почки. Выделены образцы, которые сформировали в среднем 1,5–1,8 почек (2247, 2249, Кубанский МС – 95, ЧС 97, Рамонская односемянная 32, РМС 60).

Дальнейшее культивирование эксплантов опытного и контрольного вариантов продолжено в светокультуральной комнате при температуре 24 °C в течение 30 дней. По истечении данного срока повторно оценено количество образовавшихся пазушных почек и выделены образцы, которые

**Табл. 1.** Оценка холодостойкости гибридов и линий сахарной свеклы

**Table 1.** Evaluation of cold resistance of sugar beet hybrids and lines

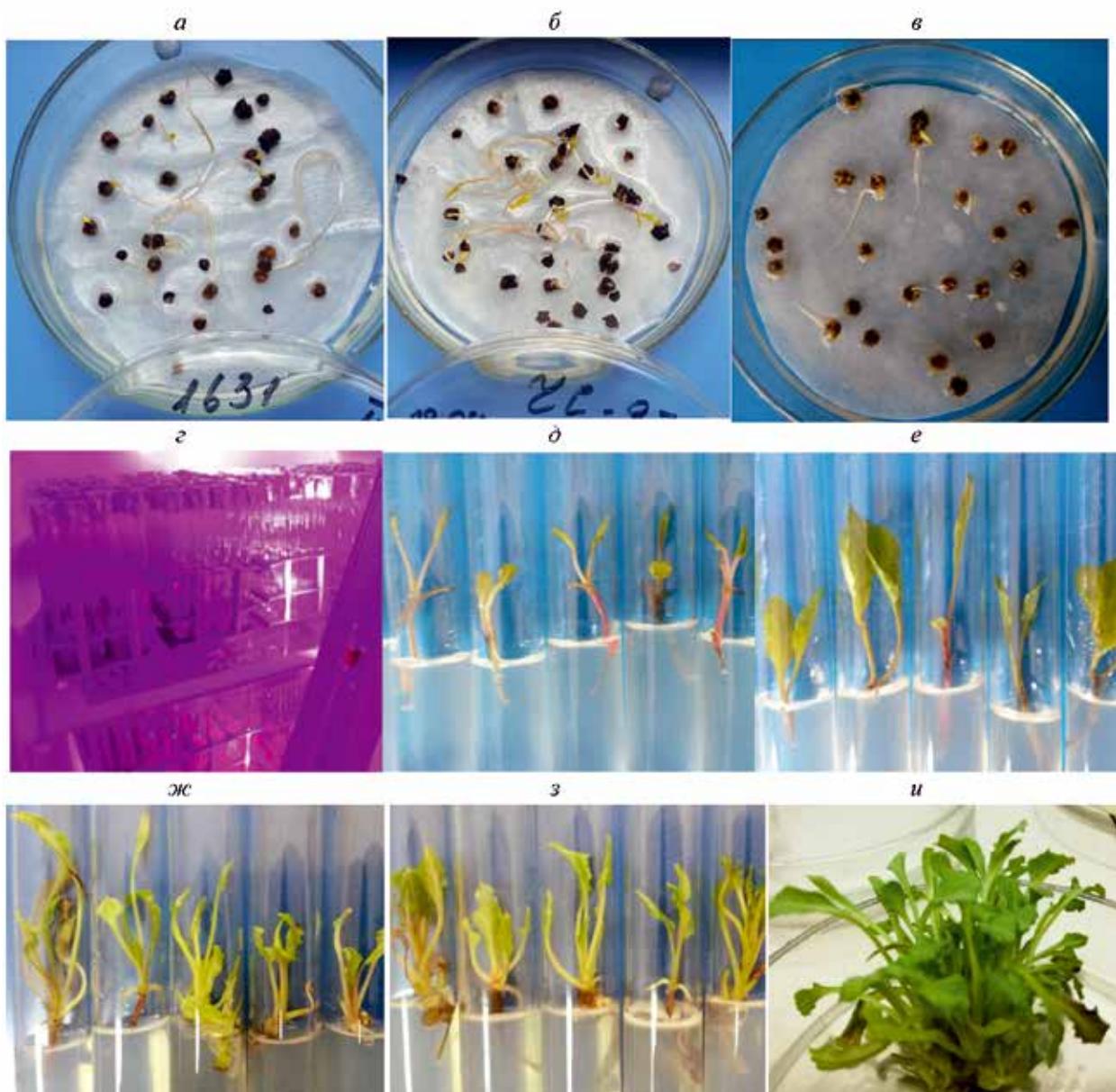
Образец	Гибрид/ линия	Проис- хожде- ние	Всхожесть семян, %		Образование пазушных почек после 2 мес куль- тивирования <i>in vitro</i> , шт.		Восстановление ростовых процес- сов после 1 мес при температуре 24 °C, шт.	
			Опыт (4 °C)	Кон- троль (24 °C)	Опыт (4 °C)	Кон- троль (24 °C)	Опыт (4 °C)	Кон- троль (24 °C)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2137 (Айшолпан)	Гибрид	Казах- стан	15,0	87,8	0,8	1,9	0,9	2,0
2120 (КазМСF1 × Вп-44)	»	То же	6,0	92,1	0,7	1,8	1,0	2,3
2198 (КазМС F1 × СОАН-22)	»	»	6,0	76,7	1,2	1,5	2,6	2,3
2201 (СОАН-98 × СОАН98)ЯН-10	»	»	3,0	75,4	1,0	1,9	1,3	2,5
2210 (Ленурон × Вп44)	»	»	12,0	69,2	0,7	2,0	1,8	5,3
2216 (Н-22)	»	»	15,0	78,3	0,8	1,3	1,2	2,4
2227 (Ирис А-1)	»	»	5,0	91,7	1,0	1,7	1,0	2,3
2229 (КазМС-20)	»	»	2,0	68,3	0,8	1,5	1,4	2,4
2235 (Р <sub>09</sub> -20-06)	»	»	5,0	70,8	0,7	1,6	1,0	2,4
2248 (КазМС-20)	»	»	10,0	75,0	0,7	1,8	1,4	2,6
2251 Р <sub>0</sub> А1	»	»	6,0	89,6	0,8	2,2	2,2	3,0
2256 (КазМС F1 × СОАН-22) Синт-1	»	»	5,0	83,7	0,8	1,6	1,3	2,5
2280 (Уман МСТ × ВП-24)	»	»	10,0	87,3	0,7	1,6	1,0	2,4
2287 (Ленурон А1)	»	»	2,0	84,5	1,0	1,5	1,3	2,7
2290 (Шекер)	»	»	4,0	94,5	1,0	1,9	1,4	2,8
2249 (КазМС-20)	»	»	5,0	100,0	1,5	2,8	3,1	4,1
КазСИБ-14	»	»	6,0	72,9	1,0	1,6	2,3	3,0
МС 7	Линия	»	3,0	72,5	0,6	0,6	1,5	2,4
МС1949	»	»	6,0	89,2	0,6	0,5	1,4	2,5
ОП14044	»	»	12,0	75,8	0,7	1,2	1,4	2,6
ВП44	»	»	3,0	77,5	0,8	1,2	1,2	2,4
PMC 60	Гибрид	Россия	4,0	94,2	1,5	2,4	3,2	3,8
Р <sub>0</sub> 117	»	»	7,0	92,1	0,8	1,7	0,9	2,1
PMC 133	»	»	33,0	86,3	0,6	3,5	1,2	5,2
PMC 90	»	»	1,0	82,5	1,0	1,8	0,9	2,3
Рамнек	»	»	2,0	76,3	0,8	1,5	0,9	2,2

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Супер Агро	Гибрид	Россия	20,0	85,8	0,8	1,6	1,0	2,3
Финал	»	»	10,0	89,2	0,8	1,4	0,9	2,1
Смена	»	»	15,0	100,0	0,9	2,1	2,0	2,9
Кубанский МС – 95	»	»	6,0	88,8	1,5	2,0	3,0	3,7
Успех	»	»	31,0	70,4	0,8	1,7	1,5	2,5
МС 2113	Линия	»	10,0	84,6	0,7	1,5	1,2	2,2
ГО ММ (14044 + 15676)	»	»	4,0	100,0	0,8	2,0	1,0	2,4
Руслан	Гибрид	»	6,0	72,9	1,0	1,0	3,0	2,5
PMC 134	»	»	12,0	78,8	1,4	2,0	2,0	3,3
PMC 135	»	»	3,0	72,5	0,8	1,0	1,2	2,2
PMC 136	»	»	6,0	89,2	1,0	1,7	2,4	3,0
Курский МС	»	»	12,0	78,8	1,2	2,4	2,9	3,7
Бийская 32	»	»	38,0	76,7	0,2	2,3	0,6	3,5
Рамонская односемянная 32	»	»	7,50	70,4	1,8	1,8	3,0	4,0
Рамонская 125	»	»	30,0	66,0	0,7	1,4	1,1	2,1
Барский	»	Украина	8,0	69,0	0,7	1,7	0,9	1,6
ЧС 97	Линия	То же	50,0	85,8	1,6	2,4	3,4	4,3
ЧС 1611	»	»	10,00	76,7	1,3	2,0	3,2	3,2
ЧС 1631	»	»	26,0	70,4	1,3	2,0	2,3	4,7
2289 (Александрия)	Гибрид	»	1,0	66,3	0,7	1,7	1,0	2,4
2165 Вп-23	»	Казахстан	1,0	94,2	1,0	1,8	1,4	2,5
Киргизская 069	»	Киргизия	42,0	68,0	0,7	1,8	3,3	3,1
Shreiber N	»	Австрия	0	62,0	0,8	1,8	1,3	2,1
2247 (МС Денок × СОАН-22)	»	Германия	7,0	77,1	1,5	1,7	3,0	2,8
Среднее значение $\bar{X}$			10,87	80,7	0,93	1,74	1,69	2,82
Стандартное отклонение $\sigma$			11,2	9,9	0,31	0,82	0,82	0,81

быстро восстановили ростовые процессы после стресса холода. По высокой холодаустойчивости отобраны пять образцов (ЧС 97 – 3,4 шт., Киргизская 069 – 3,3, PMC 60 – 3, ЧС 1611 – 3,2, 2249 – 3,1 шт.), показавших высокий уровень формирования пазушных почек (3–4 шт.) на черешках после длитель-

ного культивирования (2 мес) *in vitro* при температуре 4 °C и 1 мес при температуре 24 °C (см. табл. 1). Статистическая обработка данных количества пазушных почек на опытном и контрольном вариантах по окончании опыта (3 мес) показала достоверную разницу между значениями на уровне  $p = 4.35e-16$ .



Оценка холодостойкости сахарной свеклы при низких температурах (4 °C) методом проращивания семян и культуры *in vitro*

*а* – семена ЧС 1631; *б* – ЧС 97; *в* – семена 2210 (после 30 дней проращивания); *г* – экспланты образца 2216 в климатической камере при температуре 4 °C; *д* – экспланты 2216 опытного варианта после 1 мес холодового стресса; *е* – экспланты контрольного варианта после 1 мес культивирования; *ж*, *з* – восстановление ростовых процессов после воздействия стресса; *и* – микроклональное размножение ЧС 97

Sugar beet cold resistance assessment at low temperatures (4 °C) by the method of germinating seeds and *in vitro* culture

*а* – seeds of ChS 1631; *б* - ChS 97; *в* – seeds of 2210 (after 30 days of germination); *г* – explants of sample 2216 in a climatic chamber at a temperature of +4 °C; *д* – explants 2216 of the experimental variant after 1 month of cold stress; *е* – explants of the control variant after 1 month of cultivation; *ж*, *з* – restoration of growth processes after exposure to stress, *и* – micropropagation of ChS 97

Исследования показали, что материнская форма ЧС 97 проявила наиболее высокую всхожесть (50%) при низкой положительной температуре проращивания 4 °C и также выделена по способности быстро восстановли-

вать ростовые процессы после воздействия стресса холода в культуре *in vitro*. Линии ЧС 97 и ЧС 1611 микроклонально размножены с целью включения в селекционный процесс и получения холодостойких гибридов.

**Табл. 2.** Результаты дисперсионного анализа (ANOVA) данных оценки холодостойкости в культуре *in vitro*

**Table 2.** Results of analysis of variance (ANOVA) of *in vitro* culture cold resistance assessment data

Параметр	Число степеней свободы (Df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (MS)	F – критерий	p – значение
<i>Этап образования пазушных почек после 2 мес культивирования in vitro</i>					
Количество пазушных почек	1	24,57	24,569	77,47	4,17e-14 *
Остатки	100	31,72	0,317		
<i>Этап восстановления ростовых процессов после 1 мес при температуре 24 °C</i>					
Количество пазушных почек	1	44,14	44,14	94,22	4,35e-16 *
Остатки	100	46,85	0,47		

\*p = 0,01.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лабораторный метод проращивания семян сахарной свеклы в условиях низких положительных температур позволил отобрать генотипы, способные прорастать при 4 °C. Высокую всхожесть показали следующие образцы: ЧС 97 (50%), Киргизская 069 (42), ЧС 1631 (38), Бийская 32 (38), РМС 133 (33), Успех (31), Рамонская 125 (30%). Данные образцы могут быть использованы в северных регионах Республики Казахстан с ранними сроками посева.

Метод оценки холодостойкости с использованием культуры *in vitro* позволил выделить и отобрать генотипы, способные восстанавливать регенерационные процессы после холодового стресса (Киргизская 069, ЧС 97, РМС 60, ЧС 1611, 2249).

Все холодостойкие линии из отобранных генотипов микроклонально размножены. Данные линии могут быть использованы для создания отечественных гибридов, устойчивых к холоду.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stevanato P., Chiodi C., Broccanello C., Concheri G., Biancardi E., Pavli O., Skaracis G. Sustainability of the Sugar Beet Crop // Sugar Tech. 2019. Vol. 21. P. 703–716. DOI: 10.1007/s12355-019-00734-9.
2. Biancardi E., Mitchell M.J., Panella L., Lewellen R., Stevanato P. Chapter 6 Sugar Beet. Bradshaw J.E. (ed.) // Root and Tuber Crops, Handbook of Plant Breeding. 2010. P. 173–219. DOI: 10.1007/978-0-387-92765-7\_6.
3. Pfeiffer N., Trankner C., Lemnian I., Grosse I., Muller A., Jung C., Kopisch-Obuch F. Genetic analysis of bolting after winter in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) // Theoretical and Applied Genetics. 2014. Vol. 127. Is. 11. P. 2479–2489. DOI: 10.1007/s00122-014-2392-x.
4. Волгин В.В., Логвинов В.А., Павленко Е.А., Шевченко А.Г. Выведение холодостойких гибридов // Сахарная свекла. 1994. № 6. С. 9–10.
5. Ройк Н.В., Бех Н.С., Коцар М.А., Бойко И.И. Оценка и отбор холодостойких форм сахарной свеклы с использованием культуры *in vitro* // Сахарная свекла. 2016. № 9. С. 11–13.
6. Патуринский А.В., Козулина Н.С. Физиологическая оценка засухоустойчивости и потенциальной продуктивности селекционного материала зерновых культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2003. № 4. С. 151–156.
7. Baloch M.J., Dunwell J., Khakwani A.A., Denner M., Jatoi W.A., Channa S.A. Assessment of wheat cultivars for drought tolerance via osmotic stress imposed at early seedling growth stages // Journal of Agricultural Research. 2012. Vol. 50. P. 299–310.
8. Юдина Р.С., Леонова И.Н., Салина Е.А., Хлесткина Е.К. Влияние чужеродных интрагрессий в геноме пшеницы на ее устойчивость к осмотическому стрессу // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 4/1. С. 643–649.
9. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures // Physiologia Plantarum. 1962. Vol. 15. P. 473-497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.

10. Yerzhebayeva R.S., Abekova A.M., Bersimbaeva G.H., Konysbekov K.T., Bastaubaeva Sh.O., Roik N.V., Urazaliev K.R. *In vitro* Cell Selection of Sugar Beet for Resistance to Culture Filtrate of the Fungus *Fusarium oxysporum* // *Cytology and Genetics*. 2019. Vol. 53 (4). P. 307–314. DOI: 10.3103/S0095452719040042.

## REFERENCES

1. Stevanato P., Chioldi C., Broccanello C., Concheri G., Biancardi E., Pavli O. & Skaracis G. Sustainability of the Sugar Beet Crop. *Sugar Tech.*, 2019, vol. 21, pp. 703–716. DOI: 10.1007/s12355-019-00734-9.
2. Biancardi E., Mitchell M.J., Panella L., Lewellen R., Stevanato P. Chapter 6 Sugar Beet. Bradshaw J.E. (ed.). *Root and Tuber Crops, Handbook of Plant Breeding*, Springer Science + Business Media, LLC, 2010, pp. 173–219. DOI: 10.1007/978-0-387-92765-7\_6.
3. Pfeiffer N., Trankner C., Lemnian I., Grosse I., Muller A., Jung C., Kopisch-Obuch F. Genetic analysis of bolting after winter in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 2014, vol. 127, is. 11, pp. 2479–2489. DOI: 10.1007/s00122-014-2392-x.
4. Volgin V.V., Logvinov V.A., Pavlenko E.A., Shevchenko A.G. Breeding of cold-resistant hybrids. *Sakharnaya svekla = Sugar beet*, 1994, no. 6, pp. 9–10 (In Russian).
5. Roik N.V., Bekh N.S., Kotsar M.A., I.I. Evaluation and screening of cold-resistant forms of sugar beets using culture in vitro. *Sakharnaya svekla = Sugar beet*, 2016, no. 9, pp. 11–13. (In Russian).
6. Paturinskii A.V., Kozulina N.S. Physiological assessment of drought resistance and potential productivity of the breeding material of grain crops. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2003, no. 4, pp. 151–156. (In Russian).
7. Baloch M.J., Dunwell J., Khakwani A.A., Denner M., Jatoi W.A., Channa S.A. Assessment of wheat cultivars for drought tolerance via osmotic stress imposed at early seedling growth stages. *Journal of Agricultural Research*, 2012, vol. 50, pp. 299–310.
8. Yudina R.S., Leonova I.N., Salina E.A., Khlestkina E.K. Effect of alien genomic introgressions on the osmotic tolerance of wheat. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2014, vol. 18, no. 4/1, pp. 643–649. (In Russian).
9. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, 1962, vol. 15, pp. 473–497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.
10. Yerzhebayeva R.S., Abekova A.M., Bersimbaeva G.H., Konysbekov K.T., Bastaubaeva Sh.O., Roik N.V., Urazaliev K.R. *In vitro* Cell Selection of Sugar Beet for Resistance to Culture Filtrate of the Fungus *Fusarium oxysporum*. *Cytology and Genetics*, 2019. vol. 53 (4), pp. 307–314. DOI: 10.3103/S0095452719040042.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**(✉) Абекова А.М.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Республика Казахстан, 040909, Алматинская область, Карабайский район, пос. Алмалыбак, ул. Ерлепесова, 1; e-mail: aabekova@mail.ru

**Ержебаева Р.С.**, кандидат биологических наук, руководитель группы

**Агеенко А.В.**, доктор философии, генеральный директор

**Конысбеков К.Т.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

**Берсимбаева Г.Х.**, старший лаборант

## AUTHOR INFORMATION

**(✉) Alfiya M. Abekova**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; **address:** 1, Yerlepesov St, Almalybak v., Karasaisky district, Almaty region, 040909, Republic of Kazakhstan; e-mail: aabekova@mail.ru

**Raushan S. Yerzhebaeva**, Candidate of Sciences in Biology, Head of the Group

**Andrey V. Ageyenko, PhD**, General Director

**Kerimkul T. Konysbekov**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

**Gulnara Kh. Bersimbaeva**, Senior Assistant

Дата поступления статьи 21.08.2020  
Received by the editors 21.08.2020