

## Сведения об авторах:

Брель-Киселева Инна Михайловна\* – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой продовольственной безопасности и биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Маяковского 99/1, тел.: +7-700-430-03-63, e-mail: inessab7@mail.ru.

Амандықова Айгуль Бахылхановна – кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель проекта ТОО «Сары Арка Автопром», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, тел.: +7-705-544-63-31, e-mail: amandykova\_1983@mail.ru.

Сафронова Ольга Станиславовна – кандидат сельскохозяйственных наук, главный специалист ТОО «СХОС – Заречное», Республика Казахстан, 1100008, Костанайская область, п. Заречный, ул. Ленина, тел.: +7-701-464-35-64, e-mail: olga\_safronova73@mail.ru.

Брель-Киселева Инна Михайловна\* – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, азық-түлік қауіпсіздігі және биотехнология кафедрасының меңгерушісі, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті», Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Маяковский көш, 99/1. тел.: +7-700-430-03-63, e-mail: inessab7@mail.ru.

Амандықова Айгуль Бахылхановна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Сары Арка Автопром» ЖШС жобасының жетекшісі, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., тел.: +7-705-544-63-31, e-mail: amandykova\_1983@mail.ru.

Сафронова Ольга Станиславовна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «АШОС – Заречное» ЖШС бас маманы, Қазақстан Республикасы, 110008, Қостанай облысы, Заречный кенті, Ленин көш, тел.: +7-701-464-35-64, e-mail: olga\_safronova73@mail.ru.

Brel-Kisseleva Inna Mikhailovna\* – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of food safety and biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 99/1 Mayakovskiy Str., tel.: +7-700-430-03-63, e-mail: inessab7@mail.ru.

Amandykova Aigul Bakhykhanovna – Candidate of Agricultural Sciences, Project Manager of SaryArkaAvtoprom LLP, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, tel.: +7-705-544-63-31, e-mail: amandykova\_1983@mail.ru.

Safronova Olga Stanislavovna – Candidate of Agricultural Sciences, Chief Specialist of SKhOS – Zarechnoye LLP, Republic of Kazakhstan, 110008, Kostanay region, Zarechniy village, Lenin str., tel.: +7-701-464-35-64, e-mail: olga\_safronova73@mail.ru.

МРНТИ 68.35.37

УДК 363.633

[https://doi.org/10.52269/22266070\\_2024\\_4\\_68](https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_68)

### СОЗДАНИЕ САМООПЫЛЕННЫХ ЛИНИЙ И ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ В МАСЛЕ СЕМЯН

Гаврилова О.А.\* – заведующая отдела масличных культур, ТОО «Восточно-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция», г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан.

Сейлгазинова С.М. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель Председателя Правления по научной работе, ТОО «Восточно-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция», г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан.

Закиева А.А. – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированный профессор кафедры сельского хозяйства, НАО «Университет имени Шакарима» г. Семей, Республика Казахстан.

Сабырбаев Г.Б. – магистр сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией масличных культур, ТОО «Восточно-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция» г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан.

Генофонд самоопыленных линий подсолнечника ТОО «ВКСХОС» был создан за период 1972-2024 гг. Его формирование и пополнение осуществлялось в процессе селекционной работы и интродукции. Изучение линий проходило по всем ценным хозяйственно полезным признакам, но жирнокислотный состав масла в семенах начали изучать только с 2004 года. Проведено исследование более 500 линий – закрепителей стерильности и восстановителей фертильности пыльцы. В процессе исследований обнаружены ценные образцы с содержанием олеиновой кислоты (ген ОI) в масле семян более 86%. Данные образцы использовали в селекции подсолнечника на повышенное содержание олеиновой кислоты в масле. За период 2006-2024 годов было создано 45 новых самоопыленных линий, в том числе 38 линий – закрепителей стерильности и 7 линий – восстановителей фертильности пыльцы, с высоким, средним и низким содержанием олеиновой кислоты в масле. В 2020-2024 годах у новых линий были определены ценные хозяйственные и морфологические признаки. Было создано 13 олеиновых гибридов подсолнечника. Новый гибрид (УК 32 А х УК 2) содержит (82,1%) олеиновой кислоты в масле семян. Гибрид среднеранний, с периодом вегетации 101-110 дней. Генетический потенциал урожайности семян – свыше 40 ц/га. Содержание масла в семенах высокое – 50-52%. Гибрид с успехом можно выращивать в различных агроэкологических условиях, хорошо выносит стрессовые условия. Создание гибридов подсолнечника с повышенным содержанием олеиновой кислоты в масле семян позволит обеспечить отечественным сырьем мясоперерабатывающую промышленность.

**Ключевые слова:** генофонд, подсолнечник, самоопыляемые линии, гибрид, жирно-кислотный состав, олеиновая кислота.

**ТҰҚЫМ МАЙЫНДА ОЛЕИН ҚЫШҚЫЛЫ ЖОҒАРЫ КҮНБАҒЫСТЫҢ ӨЗДІГІНЕН  
ТОЗАҢДАНАТЫН ЛИНИЯЛАРЫ МЕН БУДАҢДАРЫН ЖАСАУ**

Гаврилова О.А.\* – майлы дақылдар бөлімінің меңгерушісі, «Шығыс–Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Өскемен қ., Қазақстан Республикасы.

Сейлгазинова С.М. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Басқарма Төрағасының ғылым жөніндегі орынбасары, «Шығыс–Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Өскемен қ., Қазақстан Республикасы.

Закиева А.А. – философия докторы (PhD), ауыл шаруашылығы кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., «Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, Семей қ., Қазақстан Республикасы.

Сабырбаев Г.Б. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, майлы дақылдар зертханасының меңгерушісі, «Шығыс–Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Өскемен қ., Қазақстан Республикасы.

«ШҚАШТС» ЖШС күнбағыс тұқымдарының өздігінен тозаңданатын гендік қоры 1972-2024ж.ж. құрылған. Оны қалыптастырылуы және толықтырылуы селекциялық жұмыс жасау мен енгізу барысында жүзеге асырылады. Линияларды зерттеу барлық құнды шаруашылыққа пайдалы белгілер бойынша жүргізілді, бірақ тұқымдардағы май қышқылдарының құрамын зерттеу тек 2004 жылдан бастау алды. 500-ден астам стерильді фиксаторлар мен тозаңның құнарлығын қалпына келіретін линиялар зерттелді. Зерттеу барысында тұқым майының құрамында олеин қышқылының (OL гені) мөлшері 86%-дан асатын құнды үлгілер табылды. Бұл үлгілер майдағы олеин қышқылының жоғары мөлшері үшін күнбағыс шаруашылығында қолданылады. 2006-2024 жылдар аралығында май құрамында олеин қышқылының жоғары, орташа және төмен мөлшері бар 45 жаңа өздігінен тозаңданатын линиялар жасалды, оның ішінде 38 сызық – стерильді және 7 тозаң құнарлығын қалпына келтіретін линиялар анықталды. Олеинді күнбағыстың 13 гибридтері жасалды. Жаңа гибрид (UK 32 A x UK 2) – тұқым майында (82,1 %) олеин қышқылы бар. Гибрид орташа ерте піседі, вегетациялық кезеңі 101-110 күн. Тұқым өнімділігінің генетикалық әлеуеті 40 ц / га-дан асады. Тұқымның май мөлшері 50-52% жоғары. Гибридті ертүрлі агроэкологиялық жағдайларда сәтті өсіруге болады, стресстік жағдайларға жақсы төзеді. Тұқым майында олеин қышқылының мөлшері жоғары күнбағыс будандарын құру отандық шикізатпен май өңдеу өнеркәсібін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** генофонд, күнбағыс, өздігінен тозаңданатын линиялар, гибрид, май қышқылдарының құрамы, олеин қышқылы.

**CREATION OF SELF-POLLINATED SUNFLOWER LINES AND HYBRIDS  
WITH INCREASED OLEIC ACID CONTENT IN SEED OIL**

Gavrilova O.A.\* – Head of the Oilseeds Department, East Kazakhstan Agricultural Experimental Station LLP, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan.

Seilgazina S.M. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Deputy Chairman of the Board for Research, East Kazakhstan Agricultural Experimental Station, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan.

Zakiyeva A.A. – PhD, acting Associate Professor of the Department of agriculture, Shakarim State University NJSC, Semey, Republic of Kazakhstan.

Sabyrbayev G.B. – Master of Agricultural Sciences, Head of the Oilseeds Laboratory, East Kazakhstan Agricultural Experimental Station, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan.

The gene pool of self-pollinated sunflower lines of the East Kazakhstan Agricultural Experimental Station LLP was created during the period from 1972 to 2024. Its formation and enrichment were carried out through selective breeding and introduction processes. The study of lines focused on all economic traits, but the study of fatty acid composition of seed oil only began in 2004. Research was conducted on more than 500 lines, including sterility fixers and fertility restorers of pollen. During the study, valuable samples were identified with oleic acid content (Ol gene) in seed oil exceeding 86%. These samples were used in sunflower breeding for an increased content of oleic acid in oil. During the period from 2006 to 2024, 45 new self-pollinated lines were created, including 38 lines of sterility fixers and 7 lines of pollen fertility restorers, with high, medium and low oleic acid content in oil. In 2020-2024, valuable economic and morphological traits were identified in the new lines. 13 oleic sunflower hybrids were created. The new hybrid (UK 32 A x UK 2) contains (82.1%) oleic acid in seed oil. The hybrid is medium-early, with a growing season of 101-110 days. The genetic potential of seed yield is over 40 c/ha. The oil content in the seeds is high: 50-52%. The hybrid can be successfully grown in various agroecological conditions, it tolerates stressful conditions well. The creation of sunflower hybrids with a high content of oleic acid in seed oil will provide the meat-processing industry with domestic raw materials.

**Key words:** gene pool, sunflower, self-pollinated lines, hybrid, fatty acid composition, oleic acid.

**Введение.** Направление селекционной работы всегда отвечает потребностям рынка. Так как подсолнечник в Казахстане является основным поставщиком сырья для производства растительного масла, то одним из приоритетных направлений нашей селекции подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) было создание раннеспелых высокопродуктивных сортов и гибридов с высоким содержанием масла в семенах [1, с. 100]. Показатели жирнокислотного состава масла в процессе селекции подсолнечника не принимались во внимание. Проведенные биохимические исследования образцов генофонда подсолнечника показали широкие диапазоны варьирования жирнокислотного состава масла, определены образцы с содержанием олеиновой кислоты в масле (ген Ol) – 80-86%, что позволило вести селекцию на измененный жирно-кислотный состав. В 1976 году во ВНИИМК при использовании метода химического мутагенеза впервые в мире был создан высокоолеиновый сорт подсолнечника – Первенец [2, с. 5].

Этот сорт с содержанием олеиновой кислоты около 70% был неоднородным по составу биотипов и относится по современной классификации к среднеолеиновому типу. Сорт Первенец стал уникальным донором признака высокоолеиновости в селекционных программах во всем мире. В результате гибридологического анализа был установлен моногенный контроль мутации высокоолеиновости, обозначенной *OI*. Эта тенденция получила дальнейшее развитие исследователями во многих странах, которые сосредоточили свои усилия на выяснении закономерностей генетического контроля высокого содержания олеиновой кислоты.

В зависимости от содержания жирнокислотного состава масла в семенах, подсолнечник условно делится на четыре типа: первый тип – *высокоолеиновый* подсолнечник, генетический потенциал содержания олеиновой кислоты является наивысшим среди масличных культур – до 94-95%. Жирнокислотный состав масла для высокоолеинового подсолнечника: содержание олеиновой кислоты не ниже 80%, линолевая кислота – 9%, насыщенные жиры – 9%. Второй тип – NuSun®, или *среднеолеиновый* подсолнечник был разработан в США с помощью традиционных методов селекции. В настоящее время это самый распространенный вид подсолнечника, который производится в США и Канаде. Стандартный жирнокислотный состав масла: 65% – олеиновая кислота, линолевая кислота – 26%, насыщенные жиры – 9%. Третий тип – *высоколинолевый* подсолнечник – традиционный вид подсолнечника, который производится на протяжении многих лет. Стандартный жирнокислотный состав масла: 69% – линолевая кислота, олеиновая кислота – 20%, насыщенные жиры – 11%. Четвертый тип – *высокостеариновый* подсолнечник – новейший вид подсолнечника, разработанный в США с помощью традиционных методов селекции. В настоящее время на выращивание семян гибрида и производство масла действует патент, а масло выпускается под торговой маркой Nutrisun™. Его преимущество заключается в функциональности, а именно, в альтернативности по отношению к частично гидрогенизированным маслам и тропическим маслам. Стандартный жирнокислотный состав масла: 18% – стеариновая кислота, 72% – олеиновая кислота, 5% – линолевая кислота и 5% – другие насыщенные жиры.

Олеиновая кислота – одна из основных полезных жирных кислот, без которой невозможен правильный обмен веществ в организме человека. Больше всего олеиновой кислоты содержится в оливковом масле, которое именно поэтому и ценится, ведь олеиновая кислота прекрасно усваивается организмом. Высокоолеиновый подсолнечник – это прекрасная альтернатива заместить сырье из оливкового масла более дешевым подсолнечным (масло, произведенное из высокоолеинового подсолнечника, дешевле оливкового в 3-4 раза) [3, с. 18].

В мировом промышленном производстве подсолнечное масло, в зависимости от жирнокислотного состава, классифицируется на три типа: первый – обычное, второй – высокоолеиновое (*high oleic*) и третий – среднеолеиновое (*mid-oleic*). Обычное масло получают из традиционного подсолнечника, которое по жирно-кислотному составу относится к линолевому типу с максимальным содержанием линолевой (C18:2) кислоты до 72% от общей суммы. Второй тип масла – высокоолеиновое (*high oleic*) содержит более 85% олеиновой (C18:1) кислоты в масле семян. Такое свойство данного вида масла имеет ряд преимуществ перед обычным, традиционным. Во-первых, высокоолеиновое масло содержит большое количество природных антиоксидантов в виде витамина Е. Во-вторых, данный тип подсолнечного масла (*«high oleic»*) обладает большей оксидостойкостью, по сравнению с традиционным, и хорошо подходит для жарки и консервации, вредные для организма транс-жиры, которые могут провоцировать онкологические процессы, выделяются в значительно меньшем количестве. Третий тип масла – среднеолеиновое (*mid-oleic*), по действующему международному стандарту CODEX Sta 210 содержит около 43–72% олеиновой (C18:1) кислоты [4, с. 17].

Проведенные нами исследования показали возможность создания самоопыляемых линий подсолнечника с повышенным содержанием олеиновой кислоты в масле семян, с ценными хозяйственными характеристиками, и использования их в дальнейшем в гетерозисной селекции.

Нашей **целью** было изучение линий из коллекции генофонда подсолнечника в качестве исходного материала для создания новых самоопыленных линий (закрепителей стерильности, восстановителей фертильности пыльцы) и гибридов подсолнечника с повышенным содержанием олеиновой кислоты в масле семян.

#### **Задачи исследования:**

- Определить содержание олеиновой кислоты в образцах подсолнечника из коллекции генетических ресурсов.
- В питомнике оценки потомств отобрать биотипы с содержанием олеиновой кислоты 81-90%.
- Создать родительские линии гибридов и экспериментальные гибриды подсолнечника с повышенным содержанием олеиновой кислоты в масле.

Научная новизна исследований заключается в том, что впервые в регионе создан материал для селекции подсолнечника с повышенным содержанием олеиновой кислоты в масле семян.

**Материал и методы исследования.** В исследованиях использовали полевые и лабораторные методы анализа [5, с. 15; 6, с. 451]. В 2006-2008 годах был проведен скрининг коллекционных образцов линий закрепителей стерильности и восстановителей фертильности пыльцы на жирнокислотный состав масла в семенах. В процессе исследований обнаружены ценные образцы с содержанием олеиновой кислоты (*ген OI*) в масле семян более 80%. Коллекционные самоопыленные линии: УК 574Б [*OI*-86%], УК 654Б [*OI*-82%], УК 383Б [*OI*-87%], УК 777Б [*OI*-81%], УК 131В [*OI*-83%] стали основой источника гена *OI*, контролирующего высокое содержание олеиновой кислоты в масле для получения новых линий. В качестве материнского компонента использовали среднеолеиновые линии (*OI* -36-58%). Они опылялись пыльцой, собранной с изолированных растений – линий закрепителей стерильности (УК 574Б, УК 654Б, УК 383Б, УК 777Б). В 2009-2014 годах были проведены скрещивания материнских и отцовских линий на основе фертильности с использованием искусственной и химической (гиббереллин – 0,035 мг/л) кастрации цветков. При искусственной кастрации пыльники удаляли пинцетом перед открытием цветка, при химической – изучаемые линии были обработаны водным раствором гиббереллина в концентрации 0,035 мг/л, в фазе закладки генеративных органов (фаза звездочки). В 2009-2018 годах проводилось ежегодное самоопыление растений, растения отбирались по морфологическим признакам с хорошим потенциалом урожайности и основополагающим фактором являлся отбор по критерию высокого содержания олеиновой кислоты в семенах. Линии, достигшие гомозиготности по морфологическим признакам, изучались на полях научного севооборота Восточно-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции в 2019-2022 годах.

Средняя температура воздуха в период выращивания подсолнечника (май-сентябрь) составила 17,6°С в 2019 году, 17,8° – в 2020 году, 17,9°С – в 2021 году и 19,0°С – в 2022 году (среднее значение за 2000-2020 годы составляет 16,7°С). Количество осадков в мае-сентябре составило 317,3 мм в 2019 году, 199,1 мм – в 2020 году, 253,7 мм – в 2021 году и 146,3мм – в 2022 году (среднее значение за 2000-2020 годы составило 285,5 мм). В течение исследуемых лет на разных фазах онтогенеза подсолнечника наблюдались стрессовые условия (высокие температуры и дефицит воды), что позволило нам выявить более адаптированные к условиям выращивания генотипы. Для развития заболевания ложной мучнистой росой (*Plasmopara halstedii* (Far), альтернариозом (*Alternariatenis* Nees) и серой гнилью (*Botrytis cinerea*) благоприятные условия складывались в 2019 году. Сезон 2021 года можно назвать нетипичным по погодным условиям: затяжная холодная весна, обильные осадки в начале лета и высокая температура в первой половине лета способствовали развитию ржавчины подсолнечника (*Puccinia helianthi* Schwein), ложной мучнистой росы (*Plasmopara halstedii* (Far), белой гнили (*Sclerotinia sclerotiorum*), фузариоза (*Fusarium spp.*).

Самоопыленные линии, гибриды высевались в селекционных питомниках площадью от 3,1 м<sup>2</sup> до 19,1 м<sup>2</sup>. Посев проводился в первой декаде мая, ручными сажалками-хлопушками, по схеме 0,70 x 0,35 м. В течение вегетационного периода были проведены фенологические наблюдения, при которых отмечали: время посева, полные всходы (75% взшедших гнезд), начало (10%) и полное (75%) цветение и созревание. Когда растения достигали физиологической зрелости, проводили биометрические измерения: измеряли высоту растения от поверхности почвы до точки крепления корзинки, уровень наклона корзинки и её диаметр. Самоопыление проводили с использованием индивидуальных пергаментных пакетов. Для изоляции растений при гибридизации использовали тканевые изоляторы – рукава. Процесс опыления был проведен в соответствии с методом селекции гибридов подсолнечника.

Исследования степени поражения болезнями проводились лабораторно-полевыми методами с использованием фитопатологических и селекционных методик. Определение видов грибов проводилось при помощи соответствующих определителей. Восприимчивость генотипов подсолнечника к поражению болезнями в лабораторных условиях определяли по методу А.Я. Панченко [7, с. 110]. Растения подсолнечника подвергались заражению болезнями в контейнерах (50×25×10 см), заполненных почвенно-песчаной смесью. Оценку проводили на 25 день после всходов при инфекционной нагрузке 0,1 и 0,2 г семян болезни на 1 кг почвенно-песчаной смеси. Степень поражения растений определяли после промывания корневой системы подсчетом количества «клубеньков» болезни на корнях. Степень поражения ложной мучнистой росой в полевых условиях оценивали по 9-балльной шкале-классификатору устойчивости путем вычисления процента, 9 баллов – поражено более 25% растений, 1 балл – поражений нет. Пораженность ржавчиной в полевых условиях оценивалась по 9-балльной шкале, где 1 балл – растение не поражено даже после искусственного заражения, а 9 баллов – растение поражено сильно. Интенсивность поражения белой гнилью корзинок определяли по 5-ти балльной шкале: 1 балл – пораженная часть корзинки занимает менее 10%; 5 баллов – пораженная часть корзинки занимает 76% и более. Среднюю урожайность определяли путем взвешивания семян, собранных с учетной площади делянки. Семена свободно опыляемых растений отбирали для анализа на содержание масла, массы 1000 семян, лужистости. Масса 1000 семян и лужистость были определены в соответствии с действующим стандартом. Содержание масла в семенах определяли методом ядерного магнитного резонанса на ЯМР-анализаторе АМВ-1006 М. Для анализа жирнокислотного состава масла были взяты семена с растений, изолированных в пергаментных пакетах во время цветения. Определение жирнокислотного состава подсолнечника проводилось по модифицированной методике Sherlock (MIDI, Inc. 125 SandyDr.Newark, DE 19713) на высокоэффективном жидкостном хроматографе Agilent 7890. Было определено содержание четырех основных жирных кислот. Образцы с содержанием олеиновой кислоты более 75% считались высокоолеиновыми; с содержанием олеиновой кислоты в диапазоне от 35 до 75% – среднеолеиновыми; с содержанием олеиновой кислоты ниже 35% – линолевыми (низкоолеиновыми).

**Результаты и обсуждение.** Анализ 535 коллекционных линий из генофонда подсолнечника на жирнокислотный состав масла провели в 2004-2006 годах, содержание олеиновой кислоты в масле изучаемых образцов составило: минимум – 15,4% и максимум – 87,5%. (таблица 1).

Таблица 1 – Распределение коллекционных образцов по содержанию олеиновой кислоты в масле семян

Коллекционные образцы	Содержание олеиновой кислоты в масле семян, %			Всего
	I группа низкоолеиновые ≤35%	II группа среднеолеиновые от 35 до 75%	III группа высокоолеиновые ≥75%	
восстановители фертильности ♂, шт	106	25	4	135
материнские фертиль- ные линии ♀, шт	350	38	12	400
Итого:	456	63	16	535

В группе с содержанием олеиновой кислоты ≤ 35% – 106 восстановителей фертильности и 350 материнских фертильных линий, с содержанием олеиновой кислоты 35-75% – 25 восстановителей фертильности и 38 материнских фертильных линий и с содержанием олеиновой кислоты больше 75% – 4 восстановителя фертильности и 12 материнских фертильных линий. Итого по результатам скрининга обнаружено 16 образцов, которые относятся к высокоолеиновым, из них 5 – с содержанием олеиновой кислоты в масле семян более 80 %. Коллекционные линии: УК 574Б [OI-86%], УК 654Б [OI-82%], УК 383Б [OI-87%], УК 777Б [OI-81%], УК 131В [OI-83%] стали основой источника гена OI, контролирующего высокое содержание олеиновой кислоты в масле для получения новых линий. Олеиновая линия УК 574Б [OI-86%] – закрепитель стерильности пыльцы – создана в ВКСХОС путем скрещивания линий УК 181Б / УК 21Б / УК 771Б, олеиновая линия УК 654Б [OI-82%] – закрепитель стерильности пыльцы – создана в ВКСХОС при скрещивании линий УК 168Б / УК 21Б / УК 181Б, олеиновая линия УК 383Б [OI-87%] –

закрепитель стерильности пыльцы – создана в ВКСХОС при скрещивании линий УК 102Б / УК 21Б, олеиновая линия УК 777Б [ОI-81%] – закрепитель стерильности пыльцы – создана в ВКСХОС при скрещивания линий УК 264Б / УК 21Б, олеиновая линия УК 131В [ОI-83%] – восстановитель фертильности пыльцы – создана в ВКСХОС при скрещивания линий УК 6В / УК 33В. Отбор высокоолеиновых биотипов начался в 2007 году. Был создан исходный материал при скрещивании высокоолеиновых и среднеолеиновых линий [ОI-36-58%], опыление проводилось пыльцой, собранной с изолированных растений – линий закрепителей стерильности (УК 574Б, УК 654Б, УК 383Б, УК 777Б). У гибридных комбинаций содержание олеиновой кислоты в масле из семян F<sub>1</sub>, собранных с корзинок генотипов УК 574Б / УК 264Б, УК 574Б / УК 276Б, варьировалось от 22,4% до 82,3%. Содержание олеиновой кислоты в масле из семян F<sub>1</sub>, собранных с корзинок генотипов УК 654Б / УК 38Б, УК 654Б / УК 33 Б, УК 654Б / УК 41Б, варьировалось от 9,0% до 66,9%. Содержание олеиновой кислоты в масле из семян F<sub>1</sub>, собранных с корзинок генотипов УК 383Б / УК 264Б, УК 383Б / УК 181Б, УК 383Б / УК 276Б, варьировалось от 34,7 до 81,4%. Содержание олеиновой кислоты в масле из семян F<sub>1</sub>, собранных с корзинок генотипов УК 777Б / УК 264Б, УК 777Б / УК 181Б, УК 777Б / УК 276Б, варьировалось от 44,3 до 87,3%. Таким образом, масло из семян всех гибридных комбинаций F<sub>1</sub>, используемых для дальнейшего отбора высокоолеиновых биотипов, характеризовалось средним и высоким содержанием олеиновой кислоты – от 58,20% до 87,3%. В последующие годы лучшие растения подвергались инцухтированию и ежегодно отбирались высокоолеиновые биотипы. Были отобраны растения без полегания, минимально пораженные болезнями, с максимальным количеством завязавшихся семян. В пятом (J<sub>5</sub>) и шестом (J<sub>6</sub>) поколениях линии, полученные в процессе инцухтирования, достигли морфологической и биохимической однородности. Начиная с J<sub>3</sub>, они проходили оценку на хозяйственно полезные признаки и контроль содержания олеиновой кислоты в масле семян. В 2014-2015 годах прошли тестирование на способность фиксировать стерильность пыльцы, для этого были проведены скрещивания со стерильными линиями – источниками цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС). На основе четырех высокоолеиновых линий было создано 38 линий подсолнечника с ценными хозяйственными характеристиками которые являются закрепителями стерильности (таблица 2).

Таблица 2 – Жирно-кислотный состав масла в семенах новых инцухт-линий

Происхождение	(C16:0)	(C18:0)	Σ насыщенных	(C18:1n9c)	(C18:2n6c)	S	Линолевая/Олеиновая	Σ ненасыщенных	Ненасыщенные/Насыщенные
	Пальмитиновая кислота	Стеариновая кислота		Олеиновая кислота	Линолевая кислота				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	1+2	4	5	1+4+5	5/4	4+5	8/3
<i>Скрещивания с УК 574Б ОI-86%</i>									
УК - 1	6,5	2,7	9,1	14,0	76,0	96,4	5,4	90,0	9,9
УК - 2	5,9	2,7	8,6	11,4	78,4	95,7	6,8	89,8	10,5
УК - 3	5,9	3,1	9,0	24,8	65,3	96,0	2,6	90,1	10,1
УК - 4	5,2	2,1	7,3	58,3	33,3	96,8	0,6	91,6	12,5
УК - 5	6,4	2,4	8,8	58,5	31,4	96,3	0,5	89,9	10,2
УК - 6	6,0	2,8	8,7	81,3	11,1	98,4	0,1	92,4	10,6
УК - 7	5,8	2,2	8,0	68,3	22,2	96,3	0,3	90,5	11,3
УК - 8	6,7	2,1	8,8	80,2	10,1	97,0	0,1	90,3	10,2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	2	1+2	4	5	1+4+5	5/4	4+5	8/3
<i>Скрещивания с УК 654Б ОI-82%</i>									
УК - 9	5,9	2,2	8,1	36,7	54,3	96,9	1,5	91,0	11,2
УК - 10	7,0	3,6	10,6	22,6	65,9	95,5	2,9	88,5	8,4
УК - 11	6,0	4,3	10,4	23,6	65,2	94,8	2,8	88,8	8,6
УК - 12	5,5	3,6	9,1	82,5	9,6	97,6	0,1	92,1	10,1
УК - 13	6,7	2,4	9,1	12,7	77,0	96,4	6,1	89,7	9,9
УК - 14	7,2	2,3	9,5	17,3	72,4	96,9	4,2	89,7	9,5
УК - 15	6,3	2,8	9,1	9,4	81,0	96,6	8,6	90,3	9,9
УК - 16	7,7	1,2	9,0	12,4	77,6	97,8	6,2	90,1	10,0
<i>Скрещивания с УК 383Б ОI-87%</i>									
УК - 17	7,4	2,0	9,4	12,0	77,6	96,9	6,5	89,6	9,6
УК - 18	4,4	3,1	7,5	83,8	7,5	95,8	0,1	91,4	12,1
УК - 19	6,2	3,2	9,3	83,2	7,9	97,3	0,1	91,1	9,8
УК - 20	4,2	2,7	6,8	84,7	7,7	96,6	0,1	92,4	13,5
УК - 21	6,5	3,4	9,9	16,0	73,4	96,0	4,6	89,5	9,0
УК - 22	4,9	3,2	8,2	9,0	82,3	96,2	9,2	91,2	11,2
УК - 23	6,5	3,6	10,1	16,8	71,9	95,2	4,3	88,7	8,8
УК - 24	5,6	3,3	8,9	81,3	8,2	95,1	0,1	89,5	10,1

Продолжение таблицы 2

УК - 25	6,2	2,9	9,1	17,9	72,3	96,4	4,0	90,2	10,0
УК - 26	6,3	3,7	10,0	11,8	77,7	95,8	6,6	89,5	8,9
УК - 27	5,1	4,3	9,4	85,2	7,1	97,4	0,1	92,3	9,8
УК - 28	5,8	2,6	8,3	14,2	76,4	96,3	5,4	90,5	10,9
УК - 29	6,3	2,4	8,7	15,3	75,4	97,1	4,9	90,7	10,4
УК - 30	5,3	2,7	8,0	82,8	8,8	96,9	0,1	91,6	11,4
УК - 31	6,5	4,1	10,6	17,3	71,5	95,3	4,1	88,8	8,4
УК - 32	4,8	3,7	8,5	83,6	7,4	95,8	0,1	91,0	10,7
УК - 33	5,1	2,7	7,8	86,5	6,2	97,8	0,1	92,7	11,8
<i>Скрещивания с УК 777Б ОI-81%</i>									
УК - 34	7,2	2,7	9,9	11,6	77,7	96,5	6,7	89,3	9,0
УК - 35	5,8	2,9	8,7	11,8	79,0	96,6	6,7	90,8	10,5
УК - 36	6,9	2,8	9,7	13,3	76,3	96,5	5,7	89,6	9,3
УК - 37	6,0	2,9	8,9	16,5	74,0	96,5	4,5	90,5	10,2
УК - 38	6,2	4,0	10,2	16,3	72,9	95,5	4,5	89,3	8,8
<b>min</b>	<b>4,2</b>	<b>1,2</b>	<b>6,8</b>	<b>9,0</b>	<b>6,2</b>	<b>94,8</b>	<b>0,1</b>	<b>88,5</b>	<b>8,4</b>
<b>max</b>	<b>7,7</b>	<b>4,3</b>	<b>10,6</b>	<b>86,5</b>	<b>82,3</b>	<b>98,4</b>	<b>9,2</b>	<b>92,7</b>	<b>13,5</b>
<b>сред- нее</b>	<b>6,0</b>	<b>2,8</b>	<b>8,7</b>	<b>47,8</b>	<b>44,2</b>	<b>96,6</b>	<b>4,6</b>	<b>90,6</b>	<b>11,0</b>

Содержание олеиновой кислоты в семенах новых линий, полученных из различных комбинаций, варьирует от 9,0% до 86,5%. Одиннадцать линий относятся к высокоолеиновым, что составляет 28,9% от общего числа полученных линий. Изучаемые линии разнообразны по длине вегетационного периода, количеству листьев, форме листа, форме и наклону корзинки, и другим признакам. Лучшие из них отличаются дружностью цветения, выравненностью по высоте, наклону корзинки и хозяйственно ценным признакам (таблица 3). Во время цветения на делянках изолировали от 5 до 9 растений и самоопыляли. Перед цветением на J<sub>4</sub> и J<sub>6</sub> проводились жесткие браковки растений с нежелательными морфологическими признаками: не выровненные по высоте, склонности к полеганию, сильному наклону корзинки, плохой завязываемости семян, с признаками поражения ложной мучнистой росы, белой, серой гнили, альтернариоза и др. болезней.

Проводился отбор в селекционном материале устойчивых родителей для дальнейшего создания гетерозисных гибридов, обладающих высокой степенью полевой устойчивости к болезням. Анализ по устойчивости к болезням показал, что поражение заразой, ЛМР и белой и серой гнилью было незначительно.

Таблица 3 – Характеристика новых высокоолеиновых линий подсолнечника

Происхождение	Вегетационный период, дни		Биометрические измерения, см			Масса 1000 семян, г	Масличность семян, %	Урожай семян, ц/га	±St ц/га
	До цветения	До созревания	Высота растений	Наклон растений	Диаметр корзинки				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УК 1 Б st	63	100	211,5	154	19,4	67,0	47,8	23,1	
УК - 6	58	90	119,5	83	16,6	68,5	52,4	16,6	-6,5
УК - 8	57	91	150	126	15,8	62,0	51,5	11,3	-11,8
УК - 12	59	91	144,5	98	17,3	72,3	53,1	25,0	+1,9
УК - 18	61	93	141	90,5	17,1	72,9	49,9	21,7	-1,4
УК - 19	61	91	136	91	16,8	65,7	51,4	20,7	-2,4
УК - 20	69	110	174,5	127	16,1	60,1	49,5	26,3	+3,2
УК - 24	68	110	167	114	16,1	68,4	50,4	29,0	+5,9
УК - 27	68	110	178	127,5	16,8	63,3	50,7	31,3	+8,2
УК - 30	65	108	177	113	16,7	87,2	52,8	27,6	+4,5
УК - 32	63	103	151,5	134	18,5	94,4	50,1	24,3	+1,2
УК - 33	62	101	147,5	130	17,9	94,0	48,2	19,6	-3,5
НСР <sub>095</sub>								2,0	

Урожайность линий (таблица 3) варьирует от 11,3 ц/га до 31,3 ц/га (УК -27), 4 линии достоверно превысили по урожайности контроль от 3,2 до 8,2 ц/га: УК 20, УК-24, УК-27, УК-30. Вегетационный период новых линий варьирует от всходов до цветения от 57 до 68 дней, а до физиологического созревания от 91 до 110 дней. Так как Восточно-Казахстанская область относится к зоне рискованного земледелия, где лимитирующим фактором является вегетационный период, разнообразие новых линий по срокам созревания позволило создавать гибриды, принадлежащие к разным группам спелости.

Селекционная работа по созданию высокопродуктивных гибридов с повышенным содержанием олеиновой кислоты проведена с применением полных схем скрещивания. Полученные гибриды подверглись направленному

отбору по ряду качественных и количественных признаков на высокую и стабильную урожайность, накопление масла в семенах, формирование массы 1000 семян и формирование высоты растений при изменяющихся погодных условиях в разные годы выращивания (таблица 4).

Таблица 4 – Характеристика лучших гибридов с повышенным содержанием олеиновой кислоты

Происхождение	Вегетационный период, (дни)	Урожайность семян, ц/га	Отклонение от контролей, ц/га		Масса 1000 семян, гр	Масличность семян, %	Содержание олеиновой кислоты в семенах, %	Отклонение от контролей, ц/га	
			± K <sub>1</sub>	± K <sub>2</sub>				± K <sub>1</sub>	± K <sub>2</sub>
контроль 1	104	25,1	0,0	-5,3	51,8	50,3	81,3	0,0	+3,0
контроль 2	108	30,4	+5,3	0,0	58,8	55,6	78,3	-3,0	0,0
УК 6А х УК 2В	105	33,0	+7,9	+2,6	52,3	54,2	80,2	-1,1	+1,9
(УК 12 А х УК 6Б) х УК 13В	107	32,9	+7,8	+2,5	65,5	56,6	82,0	+0,7	+3,7
УК 24А х УК 76В	108	31,1	+6,0	+0,7	52,4	55,7	80,6	-0,7	+2,3
УК 32А х УК 2В	103	34,1	+9,0	+3,7	67,6	50,3	82,1	+0,8	+3,8
УК 33А х УК 209В	107	27,0	+1,9	-3,4	65,9	52,2	80,7	-0,6	+2,4
НСР <sub>095</sub> , ц/га		2,0							

Из данных таблицы 4 видно, что достоверное превышение по урожаю семян над двумя контролями от 3,7 до 9,0 ц/га показали гибриды УК 32 А х УК 2В; (УК 12А х УК 6Б) х УК13В; УК 6А х УК 2В. Содержание олеиновой кислоты в семенах новых гибридов, полученных из различных комбинаций варьирует от 80,2% до 82,1%.

У гибрида УК 32А х УК 2 содержание олеиновой кислоты (82,1%) – это показатель высокоолеиновости. Гибрид среднеранний, с периодом вегетации 101-110 дней. Высота растения 155-170 см, диаметр корзинки 20-22 см, угол наклона 130°. Генетический потенциал урожайности семян – свыше 40 ц/га. Содержание масла в семенах высокое – 50-52%. Содержание лузги составляет 21-24%. Гибрид устойчив к ложной мучнистой росе (*Orobanche cumana*) и ржавчине (*Puccinia helianthi*). Этот гибрид с успехом можно выращивать в различных агроэкологических условиях, хорошо выносит стрессовые условия.

**Закключение.** Проведенная селекционная работа позволила провести создание высокоолеиновых биотипов, повысить выраженность признака высокоолеиновости в гибридных комбинациях до (82%). В дальнейшем работа по созданию высокоолеиновых гибридов подсолнечника будет продолжена, перспективность данного направления в селекции обусловлена спросом на рынке.

**Информацию по финансированию.** Данное исследование финансируется по бюджетной программе 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований» по НТП ИРНН BR22885305 «Селекционно-генетическая технология развития систем долгосрочного хранения, восстановления, мониторинга и рационального использования агробиоразнообразия, как базовой основы улучшения селекционных программ РК»МСХ РК (ПЦФ 2024-2026 гг.).

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Seilgazina S.M. Optimal resources required for the cultivation of agricultural crops in the conditions of Eastern Kazakhstan. INNOVATIVE APPROACHES IN THE MODERN SCIENCE [Текст] / S.M. Seilgazina / Proceedings of XLVII international scientific-practical conference No. 11 (47) June 2019. – P.98-107.
2. Солдатов К.И. Высокоолеиновый сорт подсолнечника Первенец [Текст] / К.И. Солдатов // Бюл. науч.-техн. информ. по маслич. культ. – Краснодар, 1976 – С. 3-7.
3. Демури́н Я.Н., Борисенко О.М., Чебанова Ю.В., Левуцкая А.Н. Материнский эффект в наследовании признака среднеолеиновости масла в семенах подсолнечника у гибридов первого поколения [Текст] / Я.Н. Демури́н, О.М. Борисенко, Ю.В.Чебанова, А.Н. Левуцкая // Масличные культуры. – 2016. – №1(165) – С.16-21.
4. Харченко Л.Н., Бегу А.А. Подсолнечник. «Метод определения массовой доли олеиновой кислоты по показателю преломления масла в семенах высокоолеиновых сортов и гибридов» [Текст]: ГОСТ 28238-89 – 1989. – М:Изд-во стандартов, 1989. – С.15-20.
5. Пенчуков В.М. Биология, селекция и возделывание подсолнечника [Текст]. – Москва: Агропромиздат, 1991 – 281 с.
6. Таволжанский Н.П. Теория и практика создания гибридов подсолнечника в современных условиях [Текст]. / РАСХН ВНП СХИ Ц.Ч.Р. – Белгород, 2000. – 451 с.
7. Панченко А.Я. Ранняя диагностика заразиоустойчивой при селекции и улучшающем семеноводстве подсолнечника [Текст] / А.Я. Панченко // Вестник с.-х.-н. – 1975. – № 2 – С. 107-115.

**REFERENCES:**

1. Seilgazina S.M.. Optimal resources required for the cultivation of agricultural crops in the conditions of Eastern Kazakhstan. INNOVATIVE APPROACHES IN THE MODERN SCIENCE. Proceedings of XLVII international scientific-practical conference, 2019, no. 11 (47), pp. 98-107.
2. Soldatov K.I. Vy'sokooleinovy'j sort podsolnechnika Pervenec [High oleic sunflower variety Pervenets]. Byul. nauch.-tekhn. inform. po maslich. kul't., Krasnodar, 1976, pp. 3-7. (In Russian)

3. Demurin Ya.N., Borisenko O.M., Chebanova Yu.V., Levuckaya A.N. Materinskij e'ffekt v nasledovani priznaka sredneoleinovosti masla v semenah podsolnechnika u gibridov pervogo pokoleniya [Maternal effect in the inheritance of the medium oleic oil trait in sunflower seeds in first generation hybrids]. *Maslichny'e kul'tury'*, 2016, no.1(165), pp.16-21. (In Russian)

4. Harchenko L.N., Begu A.A. Podsolnechnik. «Metod opredeleniya massovoj doli oleinovyh kisloty' po pokazatelyu prelomleniya masla v semenah vy'sokooleinovyh sortov i gibridov» [Sunflower. "Method for determining the mass fraction of oleic acid based on the refractive index of oil in seeds of high-oleic varieties and hybrids"]. GOST 28238-89, 1989, pp.15-20. (In Russian)

5. Penchukov V.M. *Biologiya, selekciya i vzdelyvanie podsolnechnika* [Biology, selection and cultivation of sunflower]. Agropromizdat, 1992, pp. 5-25. (In Russian)

6. Tavolzhanskij N.P. *Teoriya i praktika sozdaniya gibridov podsolnechnika v sovremennyh usloviyah* [Theory and practice of creating sunflower hybrids in modern conditions]. RASHN VNP SHI C.Ch.R., Belgorod, 2000, 451 p. (In Russian)

7. Panchenko A.Ya. *Rannyya diagnostika zarazhoustojchivosti pri selekcii i uluchshayushchem semenovodstve podsolnechnika* [Early diagnostics of Orobancha resistance within selection and improvement seed production of sunflower]. *Vestnik s.-h.-n.*, 1975, no. 2, pp. 107-115. (In Russian)

#### Сведения об авторах:

Гаврилова Ольга Александровна\* – заведующая отдела масличных культур, ТОО «Восточно-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция», Республика Казахстан, 070000, г. Усть-Каменогорск, ул. Нагорная, 3, e-mail: gavrilova-1962@rambler.ru.

Сейлгази́на Сауле Мункановна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель Председателя Правления по научной работе, ТОО «Восточно-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция», Республика Казахстан, 070000, г. Усть-Каменогорск, ул. Нагорная, 3, тел.: +7-777-586-86-31, e-mail: seylgazina58@mail.ru.

Закиева Арайлы Аленхановна – доктор PhD, и.о. ассоциированный профессор кафедры сельского хозяйства, НАО «Университет имени Шакарима», Республика Казахстан, 071409, г. Семей, ул. Глинки 20А, тел.: +7-777-672-20-25, e-mail: araisyly@mail.ru.

Сабырбаев Газиз Болатович – магистр сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией масличных культур, ТОО «Восточно-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция», Республика Казахстан, 070000, г. Усть-Каменогорск, ул. Нагорная, 3, e-mail: gaziz.sabyrbaev.91@mail.ru.

Гаврилова Ольга Александровна\* – майлы дақылдар бөлімінің меңгерушісі, «Шығыс-Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 070000, Өскемен қ., Нагорный көш, 3, e-mail: gavrilova-1962@rambler.ru.

Сейлгази́на Сауле Мункановна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Басқарма Терағасының ғылым жөніндегі орынбасары, «Шығыс-Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 070000, Өскемен қ., Нагорный көш, 3, тел.: +7-777-586-86-31, e-mail: seylgazina58@mail.ru.

Закиева Арайлы Аленхановна – PhD докторы, ауыл шаруашылығы және биоресурстар кафедрасының аға оқытушысы, «Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, Қазақстан Республикасы, 071409, Семей қ., Глинки көш, 20 А, тел.: +7-777-672-20-25, e-mail: araisyly@mail.ru.

Сабырбаев Газиз Болатович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, майлы дақылдар зертханасының меңгерушісі, «Шығыс-Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Қазақстан Республикасы, 070000, Өскемен қ., Нагорный көш, 3, e-mail: gaziz.sabyrbaev.91@mail.ru.

Gavrilova Olga Alexandrovna\* – Head of the Oilseeds Department, East Kazakhstan Agricultural Experimental Station, Republic of Kazakhstan, 070000, Ust-Kamenogorsk, 3 Nagornaya Str., e-mail: gavrilova-1962@rambler.ru.

Sailgazina Saule Munkanovna – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Deputy Chairman of the Board for Research, East Kazakhstan Agricultural Experimental Station, Republic of Kazakhstan, 070000, Ust-Kamenogorsk, 3 Nagornaya Str., tel.: +7-777-586-86-31, e-mail: seylgazina58@mail.ru.

Zakiyeva Aarily Alenkanovna – PhD, acting Associate Professor of the Department of agriculture, Shakarim State University NJSC, Republic of Kazakhstan, 071409, Semey, 20A Glinka Str., tel.: +7-777-672-20-25, e-mail: araisyly@mail.ru.

Sabyrbayev Gaziz Bolatovich – Master of Agricultural Sciences, Head of the Oilseeds Laboratory, East Kazakhstan Agricultural Experimental Station, Republic of Kazakhstan, 070000, Ust-Kamenogorsk, 3 Nagornaya Str., e-mail: gaziz.sabyrbaev.91@mail.ru.

МРНТИ: 68.39.15

УДК: 636.085.8:636.5.033

[https://doi.org/10.52269/22266070\\_2024\\_4\\_75](https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_75)

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ В РАЦИОНЕ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Голодова И.В.\* – кандидат химических наук, зав. лабораторией ТОО «Научно-технологический центр воды», г. Петропавловск, Республика Казахстан.