

Введение

Кунжут *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae Lindl.) – ценная высокомасличная культура. По данным многих исследователей, в его семенах содержится 50–65 % масла, до 27 % белка и 20 % растворимых углеводов. Кунжутное, или сезамовое масло по вкусовым достоинствам относится к лучшим пищевым маслам. Семена кунжута являются источниками витаминов А, В1, С и Е. Кунжутное масло стабильно благодаря присутствию природных антиоксидантов, таких как сезамолин, сезамин и сезамол. В масле кунжута содержится до 46–49 % олеиновой, 38–48 % линолевой, 8–9 % пальмитиновой, 4–5 % стеариновой жирных кислот. Благодаря этим свойствам употребление кунжутного масла оказывает положительное влияние на здоровье человека.

Культура кунжута в мире имеет огромное экономическое значение, выращивается на территориях от тропических до холодно-умеренных зон, расположенных между 45° с. ш. и 45° ю. ш. В России климатические условия южных регионов Краснодарского края, Астраханской и Ростовской областей позволяют возделывать эту культуру. В настоящее время в Госреестре находятся два сорта кунжута. Сорт ‘Солнечный’ создан на Донской опытно-селекционной станции ВНИИ масличных культур им. В. С. Пустовойта: белосемянный, скороспелый, обладает высокой продуктивностью и масличностью, районирован с 1993 г. Сорт ‘Визирь’ создан во ВНИПТИ сорго и кукурузы, имеет кремовые семена, среднеспелый, устойчивый к засухе, районирован с 2014 г.

Коллекция ВИР насчитывает свыше 1560 образцов кунжута, которые представлены различными экотипами и имеют разное эколого-географическое происхождение. Они различаются по продолжительности вегетационного периода, продуктивности, окраске семян, жирнокислотному составу, содержанию белка и масла. Сбор коллекции кунжута ВИР был начат в 1923 г., с 1926 по 1936 гг. коллекция кунжута была пополнена благодаря экспедициям с личным участием Н. И. Вавилова. Большой вклад в сбор образцов кунжута был привнесен экспедициями П. М. Жуковского, С. М. Букасова, Е. А. Столетовой, А. М. Арзумановой, Д. В. Тер-Аванесяна и др.

Предлагаемый нами каталог представляет материал изучения коллекционных образцов кунжута по морфологическим и хозяйственно ценным признакам, в том числе содержанию масла, белка и жирнокислотному составу. Каталог иллюстрирован фотографиями растений. Описание морфологических признаков проводили на основе «Классификатора вида *Sesamum indicum* L. (кунжут индийский, культурный)» (1985) и работы В. Гильтебрандта «Кунжут» (1931).

Работа по выращиванию и оценке образцов выполнена на полях Прикаспийского аграрного федерального научного центра РАН (ПАФНЦ РАН), Астраханская обл., Черноярский р-н, с. Соленое Займище в 2019–2023 гг. Выращивали растения согласно «Методическим рекомендациям по возделыванию кунжута в Астраханской области» (Асфандиярова и др., 2009).

Методика изучения образцов кунжута коллекции ВИР

Проведено изучение 250 образцов кунжута коллекции ВИР по признакам продуктивности, в том числе для 174 образцов дана характеристика по морфологическим и фенологическим признакам (с иллюстрациями фотографий растений), выборочно проведена оценка по составу жирных кислот, содержанию масла и белка.

В работе использованы образцы семян старых лет: репродукции Среднеазиатского филиала ВИР (САФ ВИР) 1981–1992 гг., и Волгоградской ОС ВИР 2002–2007 гг. В 2019 г. удалось получить всходы от образцов кунжута репродукции 1981–1992 гг., что подтвердило литературные данные о том, что кунжут в течение 30 лет сохраняет всхожесть при обычных условиях хранения (при комнатной температуре, при отсутствии низкой влажности) (Kobayashi, 1986).

Посев семян кунжута и уход за растениями выполняли согласно «Методическим рекомендациям по возделыванию кунжута в Астраханской области» (Асфандиярова и др., 2009). Морфологические и хозяйственно ценные признаки определяли согласно «Классификатору вида *Sesamum indicum* L. (кунжут индийский, культурный)» (1985) и на основе рекомендаций В. Гильтебрандта в работе «Кунжут» (1931). Жирнокислотный состав масла, содержание белка и масла в образцах семян кунжута оценивали в отделе биохимии и молекулярной биологии ВИР. Жирнокислотный состав в масле кунжута определяли с помощью газовой хроматографии, сопряженной с масс-спектрометрией на приборе Agilent 6850A (США) (Shelenga et al., 2020). Содержание масла и белка изучали согласно методам, указанным в «Методах биохимического исследования растений» (1987).

Ботаническое описание и биологические особенности кунжута были опубликованы нами ранее в обзоре «Биологические особенности и возделывание кунжута» (Кишлян и др., 2021).

ПАФНЦ расположен в зоне полупустынь с экстремально засушливым, жарким летом и малым количеством осадков. Почвенный покров представлен светло-каштановыми, низкоплодородными почвами. Содержание гумуса – 0,7–0,8 %. Семена при посеве заделывали рыхлой почвой на глубину 2–4 см. В фазе 2-3 настоящих листьев проводили первое прореживание, в гнезде оставляли 3-4 растения. Через 7-8 дней делали второе прореживание, чтобы в гнезде было по одному крупному растению. Расстояние между растениями 14–17 см. Площадь опытных делянок составляла 0,98 м² (1,4 × 0,7). Применяли капельное орошение и ежегодно вносили удобрения в начале вегетации. Поливы проводили 5-6 раз за время вегетации по мере необходимости.

Полевое изучение проводили в 2019–2023 гг., в качестве стандарта использовали сорт ‘Солнечный’. Морфологическое описание 174 образцов кунжута осуществляли по признакам: высота растения, высота штамба (от поверхности почвы до 1-й ветви), количество ветвей на стебле, опушение и окраска стебля; расположение, опушение и окраска листьев, рассеченность

и форма края листовой пластины; окраска венчика цветка, окраска нижней губы венчика, наличие антоцианового пятна на венчике; количество цветков в пазухе листа, число коробочек на растении и число плодолистиков в коробочке, число гнезд, наличие ложных перегородок в коробочке, форма коробочки, окраска семян. Морфологические особенности растений отражены на фотографиях (табл. 1). Все культурные формы кунжута делят на две ботанические группы: узколистная и широколистная. Растения узколистной формы менее требовательны к воздушной и почвенной засухе (Каталог мировой..., 1969). Существует градация формы листьев в зависимости от расположения по длине стебля. Листья верхнего яруса более мелкие, цельнокрайние. В средней части стебля листья более крупные, цельные, рассеченные, редко трехлопастные. В нашем описании дана характеристика листьев на стебле верхнего яруса.

Цветок закладывается в пазухе листа. В большинстве случаев формировалось по 1 цветку в пазухе листа, по 2 плодолистика в коробочке, число гнезд – 4. Все образцы, имевшие другие показатели, представлены в таблице 2. Цветков в пазухе листа у кунжута может быть от 1 до 5 (Гильтебрандт, 1931). Мы наблюдали по 1 цветку, редко встречали по 2, 3 или 1, 2, 3 цветка в пазухе листа. По 2, 3 цветка в пазухе листа встречали у образцов к-848, Узбекистан (раст. 1) и к-1506 (Венесуэла). По 1, 2, 3 цветка в пазухе листа: к-766, к-805, (Узбекистан), к-784 (Туркмения), к-808 (Таджикистан), к-1060 (Индия) и др. По 3 цветка в пазухе листа у образца к-1855 (Кения).

Плод кунжута – коробочка. Она образована 2 или 4 плодолистиками, края которых загибаются внутрь коробочки, образуя ложные пленчатые перегородки, которые часто остаются недоразвитыми. В нашем изучении коробочки образцов кунжута были в основном 2-, редко 3- или 4-плодолистиковые; 4-, 6- или 8-гнездные (см. табл. 2).

Кунжут – самоопылитель. Однако, при изучении обнаруживается гетерогенность внутри некоторых образцов по признакам: высота растения, число ветвей, расположение листьев, форма и рассеченность листа, окраска венчика цветка и семян, разное число цветков в пазухе листа и др. Гетерогенность образцов в таблице 1 на фото отмечена – раст. 1, раст. 2, или звездочкой, что означает группы растений с набором определенных признаков. По мнению В. Гильтебрандта (1931), староместные сорта кунжута разного происхождения не представляют чистого селекционного материала, это – популяции, созданные в результате векового влияния климата, почвы и прочих естественных условий. Современные сорта отличаются единообразием по комплексу морфологических признаков.

Ограничением для промышленного производства кунжута является недружное созревание. Коробочки на нижних ветвях и нижней части стебля созревают быстрее, растрескиваются, и семена осыпаются. При уборке коллекционных образцов ветви с созревшими коробочками срезают и обмолачивают. Остальные остаются в поле для дозревания. Поэтому важно создание сортов с дружным созреванием и с нерастрескивающимися коробочками.

В коллекции ВИР имеются образцы с нерастрескивающимися коробочками. Они имеют ряд морфологических особенностей: коробочки усеченной формы, фасциацию лепестков венчика цветка, скрученность листьев на ранней стадии роста растений, на оборотной стороне листа могут быть наросты (см. с. 104). Например, форма коробочки округло-продолговатая, усеченная у образцов к-1620, к-1625, к-1626, к-1627 из Греции, к-1705, к-1709, к-1710 из Вьетнама. При этом один и тот же коллекционный образец кунжута может иметь цветок с венчиком нормальной формы и удлиненную коробочку, и с венчиком фасциированной формы и усеченную коробочку. Характеристика данных образцов по хозяйственно ценным признакам отражена в таблице 3, морфологические особенности – в фотографиях (см. табл. 1). С явлением нерастрескивания коробочек ученые сталкивались еще в середине XX века. Установлено рецессивное наследование данного признака (Langham, 1946). Описанные в коллекции формы образцов кунжута с нерастрескивающимися коробочками представляют интерес для молекулярно-генетических исследований и могут быть использованы в селекции на основе геномных технологий.

При изучении коллекционных образцов кунжута в образце к-1046 (Мексика) было обнаружено несколько растений с израстанием соцветий. Это явление описано В. Гильтебрандтом (1931): «Выявлено израстание соцветий, распространенное среди бухарских кунжутов. Все органы цветка зеленые. Ненормально разрослась цветоножка, завязь и другие органы цветка». В каталоге приведены фото образца к-1046 (Мексика) с нормальным типом соцветия и с израстанием.

Характеристика всех изученных образцов кунжута по хозяйственно ценным признакам представлена в таблице 3. Из образцов кунжута репродукции 2019, 2020, 2023 гг. сделана выборка по 30 образцов для оценки содержания масла, белка и жирнокислотного состава (табл. 4, 5, 6).

В 2019 г. изучено 36 образцов кунжута по хозяйственно ценным признакам, для 30 из них дана биохимическая характеристика: содержание белка, масла и его жирнокислотный состав (см. табл. 3, 4). По урожайности на уровне стандарта и выше выделились образцы к-840, к-896, к-950 (Узбекистан), к-869, к-870 (Иран), к-1011 (Китай) и к-1290 (Судан). По содержанию масла превысили стандарт образцы к-479 Афганистан (41,14 %), к-869 Иран (41,39 %), к-1431 Венесуэла (41,45 %). У большинства образцов, включая стандарт, уровень содержания олеиновой кислоты преобладает над линолевой: у стандарта ‘Солнечный’ (к-1748) 43,56 % олеиновой кислоты и 37,18 % линолевой.

В 2020–2022 гг. изучали образцы семян старых лет репродукции: 1981–1992 гг. (САФ ВИР) и 2002–2007 гг. (Волгоградская ОС ВИР) по морфологическим и хозяйственно ценным признакам кунжута.

В 2020 г. высокопродуктивными и урожайными были образцы кунжута к-188 (Турция), к-743, к-827 (Узбекистан), к-820 (Уганда), к-901 (Туркмения) (см. табл. 3). Высокое содержание масла выявлено у образцов к-158 Турция

(45,05%), к-754 Узбекистан (46,72 %), к-756 Узбекистан (45,42 %), к-758 Узбекистан (45,28 %), к-765 Узбекистан (45,0 %), к-796 Таджикистан (45,08 %), к-808 Таджикистан (45,61 %), к-824 Узбекистан (45,44 %), к-831 Узбекистан (45,10 %), к-836 Узбекистан (45,16 %), к-845 Узбекистан (45,78 %), к-855 Узбекистан (45,49 %), к-906 Туркмения (45,00 %) (см. табл. 5). Содержание олеиновой и линолевой кислот у некоторых образцов близко 1 : 1 (к-758, к-765, Узбекистан; к-770, к-910, Туркмения; к-795, к-808 Таджикистан; к-820, Уганда; к-1080, Индия; к-1213, Афганистан).

В 2021 г. изучалась большая группа образцов кунжута из Узбекистана, Китая, Индии, Мексики и Венесуэлы. По урожайности и продуктивности выделились образцы к-913 (Туркмения), к-977, к-985 (Китай), к-1033, к-1040 (Мексика), к-1498 (Венесуэла). Максимальная урожайность достигала 3,8–4,6 т/га, продуктивность 1 растения – 37–46 г (см. табл. 3). Обнаружено разнообразие между образцами и выявлена гетерогенность внутри образцов по морфологическим признакам (см. табл. 1, 2).

В 2022 г. по урожайности и продуктивности лучшими были образцы к-105 Узбекистан, к-435 Япония, к-483 Индия, к-486, к-489 Корея. Максимальная урожайность достигала 4,0 т/га, продуктивность 1 растения – 39,0 г (см. табл. 3).

В 2023 г. изучали группу образцов кунжута, в которую наряду с обычными образцами, входили образцы с нарастрескивающимися коробочками, отмечены морфологические особенности растений на стадии цветения и созревания (см. табл. 1). Признаки нарастрескивающихся коробочек выявлены у образцов к-1620 (Греция), к-1625 (Греция), к-1626 (Греция), к-1627 (Греция), к-1705 (Вьетнам), к-1709 (Вьетнам), к-1710 (Вьетнам). У некоторых образцов, ранее отмеченных с признаком нарастрескивания коробочек, этот признак не проявился. Это образцы из Греции к-1617, к-1621 (Aspra 1452), к-1622 (RAT 1450), к-1628 (Dodekani sos) и Вьетнама к-1713 (UCR/82 N11-NS), к-1715 (UCR/82 N13-NS), к-1722 (UCR/82 N204-NS).

По продуктивности и урожайности выделились два образца: к-204 Турция и к-236 Греция, о. Родос (см. табл. 3). Содержание масла на уровне стандарта было у образцов к-1620 Греция (40,1 %), к-1622 Греция (40,01 %), к-1713 Вьетнам (41,53 %), к-1767 ВНИИМК (40,28 %). У ряда образцов выявлено преобладание содержания линолевой кислоты над олеиновой: к-69 Армения, к-382 Узбекистан, к-1617, к-1620, к-1621, к-1622 Греция (см. табл. 6).

Большой интерес для селекции представляют белосемянные формы кунжута, в данном каталоге это образцы к-87 (Афганистан), к-158 (Турция), 784 (Туркмения), к-901 'Белосемянный М-7' (Туркмения), к-1621, к-1622, к-1626 (Греция), к-1748 'Солнечный' (Россия), к-1767 'Кубанец 93' (Россия, ВНИИМК), к-1855 (Кения).

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	5
Таблица 1. Морфологическое описание и фото образцов кунжута	10
Таблица 2. Характеристика образцов кунжута по наличию цветков в пазухе листа, числу плодолистиков и гнезд в коробочке	111
Таблица 3. Характеристика хозяйственно ценных признаков образцов кунжута, репродукция 2019–2023 гг.	113
Таблица 4. Характеристика образцов кунжута по содержанию масла, белка и составу жирных кислот, репродукция 2019 г.	124
Таблица 5. Характеристика образцов кунжута по содержанию масла, белка и составу жирных кислот, репродукция 2020 г.	126
Таблица 6. Характеристика образцов кунжута по содержанию масла, белка и составу жирных кислот, репродукция 2023 г.	128
Список литературы	130