СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ/PLANT BREEDING, SEED PRODUCTION AND BIOTECHNOLOGY

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.8

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОПОНИКИ В КАЧЕСТВЕ ПРИЕМА УСКОРЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ

Научная статья

Тетерюк С.С.[1], Зайцев С.А.[2,] *, Сумятин А.А.[3], Башинская О.С.[4], Чернова А.В.[5]
[2] ORCID : 0000-0002-6829-1970;
[1, 3, 4, 5] ООО "Русид", Саратов, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (zea_mays[at]mail.ru)

Аннотация

В статье рассматриваются результаты эксперимента по выращиванию подсолнечника в условиях фитотронно-тепличного комплекса на гидропонной среде. Объектом исследования является материал генетической коллекции подсолнечника (*Helianthus annuus L.*) ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова (ВИР). Цель работы состояла в проведении фенотипирования и возможности получения семян в условиях фитотронно-тепличного комплекса для повышения эффективности селекции. В качестве субстрата применялись маты и кубики из минеральной ваты. Все минеральные вещества, необходимые для развития растений, поступали к растениям помощью автоматического полива. Все минеральные вещества, необходимые для развития растений, поступали к растениям помощью автоматического полива. В состав питательного раствора входили 12 химических элементов: азот (154 мг/л), фосфор (56 мг/л), калий (167 мг/л), кальций (170 мг/л), железо (2,5 мг/л), марганец (0,77 мг/л), цинк (0,33 мг/л), бор (0,5 мг/л), медь (0,063 мг/л), молибден (0,063 мг/л), кобальт (0,02 мг/л) и селен (0,015 мг/л). В процессе эксперимента выявлены достаточно высокие различия между образцами по высоте растения, диаметру стебля, диаметру корзинки, количеству семян с корзинки, что указывает на высокое генетическое разнообразие в представленной выборке. Оценка, согласно методике ООС ФГБУ «Госсорткомиссия», выявила отличимость между образцами по положению корзинки в пространстве, форме семенной стороны корзинки, окраске язычковых и трубчатых цветков, окраске семян. Круглогодичное выращивание растений и получение семян подсолнечника в условиях камеры гидропоники может стать дополнением групповым сетчатым изоляторам при первичном семеноводстве, а также селекционному процессу в полевых условиях.

Ключевые слова: подсолнечник, селекция, гидропоника, фитотрон, коллекция.

THE APPLICATION OF HYDROPONICS AS A METHOD OF ACCELERATING SELECTION

Research article

Teteryuk S.S.[1], Zaitsev S.A.[2,] *, Sumyatin A.A.[3], Bashinskaya O.S.[4], Chernova A.V.[5]
[2] ORCID : 0000-0002-6829-1970;
[1, 3, 4, 5] RUSEED, Saratov, Russian Federation

* Corresponding author (zea_mays[at]mail.ru)

Abstract

The article examines the results of the experiment on sunflower cultivation in the conditions of phytotron and greenhouse complex on hydroponic medium. The object of the study is the material of the genetic collection of sunflower (*Helianthus annuus L.*) of Federal Research Centre All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov. The aim of the work was to carry out phenotyping and the possibility of seed production in the conditions of phytotron and greenhouse complex to improve the efficiency of breeding. Mats and cubes of mineral wool were used as substrate. All mineral substances necessary for plant development were supplied to the plants by automatic irrigation. All mineral substances necessary for plant development were supplied to the plants by automatic watering. The composition of the nutrient solution included 12 chemical elements: nitrogen (154 mg/l), phosphorus (56 mg/l), potassium (167 mg/l), calcium (170 mg/l), iron (2.5 mg/l), manganese (0.77 mg/l), zinc (0.33 mg/l), boron (0.5 mg/l), copper (0.063 mg/l), molybdenum (0.063 mg/l), cobalt (0.02 mg/l) and selenium (0.015 mg/l). The experiment showed rather high differences between samples in plant height, stem diameter, basket diameter, number of seeds per basket, indicating high genetic diversity in the presented sample. The evaluation, according to the methodology of EPD FSBI “Gossortkomissiya”, identified the difference between the samples in terms of the position of the anthode in space, the shape of the seed side of the anthode, the colour of the uvular and tubular flowers, and the colour of the seeds. Year-round cultivation of plants and sunflower seed production under conditions of hydroponics chamber can be a supplement to group net isolators in primary seed production, as well as selection process in the field.

Keywords: sunflower, selection, hydroponics, phytotron, collection.

Введение

Обеспеченность населения продуктами растительного питания и в целом продовольственная безопасность государства во многом зависит от повышения урожайности возделываемых культур. Важнейшая роль при этом отводится селекции растений, поскольку сумма затрат в данном случае во много раз меньше, чем при агротехнологиях. Созданный при меньших затратах новый сорт может возделываться более десяти лет, не требует финансовых вложений, а дорогие агротехнические приемы и различные агрохимикаты необходимо применять ежегодно [1].

Кроме того, эффективность селекционного процесса можно повысить при использовании фитотронно-тепличных комплексов. За счет использования осенне-зимнего периода фитотрон экономит селекционеру 3–4 года работы и

избавляет от необходимости в слишком больших площадях питомника отбора. Существует много новых актуальных направлений селекции растений, реализовать которые можно только через организацию селекционного процесса в фитотроне: – создание при полной элиминации лимитирующих факторов среды эталонной коллекции морфотипов разных сортов, сравнение с которой отклонений признаков при воздействии факторов разной напряженности позволит количественно определять адаптивность разных фаз онтогенеза; – создание обратной связи процедур сортоиспытания с селекционером, который будет получать от работников фитотрона конкретные указания по дальнейшему генетическому улучшению сортов [2].

Одним из ключевых преимуществ фитотронно-тепличного комплекса является способность экономить воду. Традиционные методы ведения сельского хозяйства в тепличных условиях часто требуют большого количества воды, значительная часть которой теряется в результате испарения или стока. В гидропонике вода подается дозировано, что сводит к минимуму потери и снижает потребление воды. Это делает гидропонику идеальным решением для регионов, испытывающих нехватку воды. Сегодня метод беспочвенной культуры является наиболее интенсивным методом растениеводства и успешно применяется во многих государствах в коммерческих целях [3]. Данный метод успешно применяется для получения лекарственного сырья [4], овощной продукции [5].

Гидропоника позволяет выращивать растения и вести селекционные работы круглый год, независимо от сезонных ограничений [6], [7]. Контролируя такие факторы, как температура, освещение и уровень питательных веществ, можно создать оптимальные условия для выращивания различных культур. Гидропонный метод устраняет необходимость в пестицидах и гербицидах, снижая воздействие на окружающую среду, связанное с традиционными методами ведения сельского хозяйства [8].

Рост и будущее гидропоники во многом зависит от разработки и адаптации менее сложных коммерческих систем. Они должны быть конкурентоспособными по стоимости в отношении высокотехнологичных технологий, созданных и используемых в развитых странах, с использованием природных субстратов, развитием культур с экономическим потенциалом. Между тем, поскольку в мире наблюдается сокращение сельскохозяйственных почв, гидропонная культура становится важной производственной альтернативой на деградированных участках, в особенности, в городских и пригородных районах [9]. Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства предусмотрено ускоренное развитие средств интенсификации создания новейших селекционных достижений. При этом важным направлением интенсификации селекции становится изучение растений и получение семенного материала в защищенном грунте, в том числе с применением фитотронно-тепличного комплекса [10]. Гидропоника используется интенсивно в промышленных масштабах, в основном, для выращивания овощной, лекарственной или декоративной продукции [11]. Однако для выращивания подсолнечника в селекционных целях существует определенный пробел в подобных исследованиях [12].

В связи с этим ООО «Русид» была поставлена цель провести анализ фенотипических характеристик подсолнечника в условиях фитотронно-тепличного комплекса.

Методы и принципы исследования

В данном исследовании изучали показатели растений коллекционного материала, предоставленного ВИР. Опыт заложен в осенне-зимний период (сентябрь-декабрь 2024 г.) на базе фитотронно-тепличного комплекса ФГБОУ ВО «Вавиловский университет» (г. Саратов). Измерения высоты растений проводились нивелирной рейкой, диаметра корзинки сантиметровой лентой. Для описания фенотипических параметров использованы соответствующие методики [13], [14]. Выборка составила 20 растений в каждом варианте. Для орошения используется система подачи воды, включающая бак с управляемым электроприводным насосом. В качестве субстрата использовали специализированную минеральную вату с расположенными на его поверхности капельницами, что дает растениям прямой доступ к необходимым питательным веществам, воде и кислороду, а также приводит к более быстрым темпам роста, позволяет увеличить урожай, повысить его качество, уменьшить энергозатраты, совершенствовать водный и воздушный режимы, контролировать минеральное питание (рисунок 1). Условия выращивания растений: гидропонное помещение — температура 20-22 ℃. Длина дня 16 ч. Длина ночи 8 ч. Освещенность на уровне всходов 10–15 килолюкс. Средняя относительная влажность воздуха 60–70%.

В качестве основы для питания был взят состав для овощных культур на базе раствора Кнопа, который в процессе работы модифицировали исходя из реакции 6 объектов исследования. Всего в состав питательного раствора входило 12 химических элементов: N, P, K, Ca, S, Mg, B, Cu, Fe, Mo, Mn и Zn. Используемый состав питательного раствора включает азот (154 мг/л), фосфор (56 мг/л), калий (167 мг/л), кальций (170 мг/л), железо (2,5 мг/л), марганец (0,77 мг/л), цинк (0,33 мг/л), бор (0,5 мг/л), медь (0,063 мг/л), молибден (0,063 мг/л), кобальт (0,02 мг/л) и селен (0,015 мг/л). До посева кубики из минеральной ваты выдерживали в растворе фитоспорина для дезинфекции.

Рисунок 1 - Всходы подсолнечника на минеральном субстрате
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.8.1

Основные результаты

Наблюдаемые особенности вегетации анализировали и корректировали мероприятия по уходу за растениями. Так, было отмечено влияние объема полива на ломкость листьев и растрескивание стебля. В фазе 4-6 листьев была проведена фунгицидная обработка растений препаратом с д.в. - **Спироксамин + тебуконазол + триадименол** (250 + 167 + 43 г/л). В результате это позволило оценить реакцию образцов на восприимчивость к данному типу препаратов: от очень слабой (1 балл) до средне-высокой (6 баллов). Во время цветения в условиях гидропонной камеры наблюдали хорошую пыльцевую продуктивность растений, что позволяет в перспективе собирать достаточное количество пыльцы для получения гибридных комбинаций в зимний период (рисунок 2).

Рисунок 2 - Растения подсолнечника в фазу цветения
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.8.2

В ходе исследования выявлена продолжительность межфазных периодов развития растений (таблица 1). Продолжительность периода всходы-цветение в исследуемой выборке варьировала в пределах 32–61 день, всходы-физиологическая спелость — 54–95 дней, всходы-полное созревание 80–128 дней.

Эксперимент позволил распределить изучаемый материал по группам спелости (рисунок 3): 1). Ультраскороспелая — к-3675 ВИР 839, к-3702 ВИР 789; 2). скороспелая — к-2315 ВИР АМ, к-3064 RHA 296; 3). раннеспелая — к-2289

СМ13, к-3421 ВИР 649 Rf, к-3554 ВИР 358 Rf, к-3696 ВИР 388Rf, к-3713 ВИР 172 А, к-3714 ВИР 172 Б, к-3765 ВИР 215А, к-3766 ВИР 215Б; 4). среднераннеспелая — к-2310 ВИР 129Б, к-2343, к-2373 77 АВ, к-2374 СМ 90 Rf, к-2529 ВИР 129 А, к-2709 линия ТА-4181-8, к-2717 линия ТА-3692, к-2773 ТА-716-18, к-3065 RHA 297, к-3441 ВИР 636Rf, к-3505 ВИР 681 Rf, к-3683 ВИР 846, 4 к-3692 ВИР 755 Rf; 5). среднеспелая — к-3067 RHA 299, к-3448 ВИР 110 А, к-3449 ВИР 110Б, к-3462 ВИР 151 А, к-3463 ВИР 151 Б, к-3480 ВИР 364 Rf, к-3512 ВИР 340 А, к-3513 ВИР 340 Б, к-3553 Мастер, к-3594 ВИР 130 А, к-3595 ВИР 130 Б, к-3596 ВИР 338, к-3639 ВИР 638 Rf, к-3681 ВИР 747, к-3684 DM2, к-3729 ВИР 848, к-3841 RHA374; 6). среднепоздняя — к-2396 НА 89, к-3556 ВИР 769 Rf, к-3560 ВИР 767 Rf, к-3562 ВИР 866, к-3564 ВИР 770, к-3660 ВИР 633, к-3669 ВИР 117 А, к-3670 ВИР 117 Б.

Таблица 1 - Продолжительность межфазных периодов коллекционного материала подсолнечника в условиях фитотрона в днях

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.8.3

Параметр	Всходы-фаза звездочки	Всходы-бутонизация	Всходы-появление ложноязычковых цветков	Всходы-цветение	Всходы-физиологическая спелость	Всходы-техническая спелость
St (Мастер)	37,0	42,0	53	55,0	88,0	118,0
Среднее значение, x	29,1	36,0	47,6	52,7	86,2	114,4
Ошибка средней, sx	0,72	0,67	0,72	0,76	1,09	1,32
Коэффициент вариации, V	17,5	13,0	10,6	10,1	8,8	8,1
Коэффициент асимметрии, A	-0,497 ns	-0,032 ns	-0,472 ns	-0,661 ns	-0,827	-0,722
Коэффициент эксцесса, E	0,360 ns	-0,604 ns	-0,732 ns	-0,492 ns	-0,032 ns	2,575
min	14	19	27	32	54	80
max	37	45	55	61	95	128

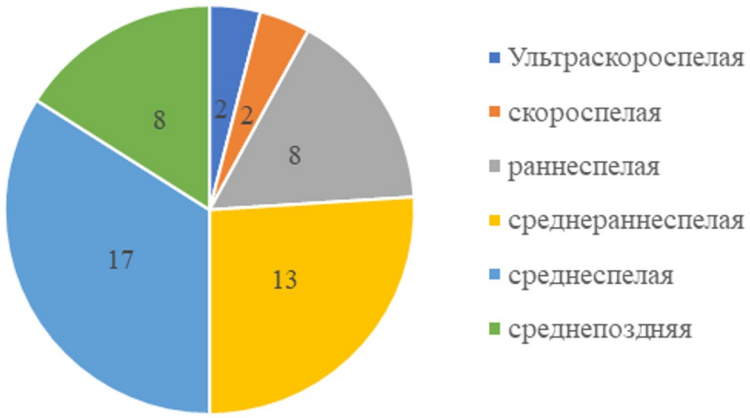

Рисунок 3 - Распределение селекционного материала по группам спелости

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.8.4

При выращивании растений на гидропонной основе отмечена сильная изменчивость выборки по ряду биометрических показателей (таблица 2). Так, коэффициент вариации по высоте растений составил 19%, по диаметру стебля — 20,0%, диаметру корзинки — 20,2%, что указывает на достаточно сильные генетические различия между образцами. При этом выровненность самих объектов исследования была достаточно высокой: низкий коэффициент

вариации по высоте растения (до 10%) выявлен у 40% образцов, а 50% генотипов в выборке характеризовались средней степенью изменчивости признака. Эксперимент показал, что максимальное значение высоты растений отмечено на уровне 159,1 см, что является достаточно большим показателем для линий даже в условиях открытого грунта. При этом минимальная высота растения, прошедшего все фенологические фазы и сформировавшего типичные семена, составила 55,6 см.

В то же время наблюдали существенные различия внутри генотипов в диаметре корзинок. Высокий коэффициент вариации (более 20%) отмечен в данном случае у 78% линий, что указывает на сильное влияние условий выращивания при формировании признака. Уменьшение диаметра корзинки оказало непосредственное влияние на показатели продуктивности и урожайности. В сравнении с открытым грунтом показатель семенной продуктивности ниже приблизительно в 3–4 раза. Средняя масса семян с одной корзинки на фертильных растениях составила 3,2 г. Искусственное опыление позволило получить 2,9 г семян с корзинки у стерильных растений. При этом, лишь у одного стерильного аналога не завязались семена (к-3669 ВИР 117 А).

Для характеристики вариационных рядов изучаемых параметров (использованы эмпирические показатели, характеризующие соответствие нормальному распределению. Приближенную оценку соответствия нормальному распределению биометрических показателей при помощи коэффициентов ассиметрии и эксцесса [15]. Ассиметрия считается незначительной при As ≤ 0,2, а в случае As ≥ 0,5 скошенность сильная. Предельная граница отрицательного эксцесса до Ex = -2. Положительный эксцесс классифицируется как незначительный, если Ex< 0,5. В случае островершинности Ex > 3, а при плосковершинности Ex < 3. В целом несущественное значение коэффициентов асимметрии по большинству изучаемых параметров (исключение — «всходы-физиологическая спелость», «всходы-техническая спелость», «высота растений») и эксцесса (исключение — «всходы-техническая спелость») характеризует исследуемую выборку как соответствующую нормальному распределению.

Таблица 2 - Биометрические показатели коллекционного материала подсолнечника

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.8.5

Параметр	Высота растений, см	Диаметр стебля, мм	Диаметр корзинки, см	Количество листьев на растении, шт.	Количество семян с растения, шт.	Масса семян с корзинки, г
St (Мастер)	151,0	11,0	6,2	25,8	137,7	5,3
Среднее значение, x	124,8	9,9	4,9	23,1	96,7	3,2
Ошибка средней, sx	3,34	0,28	0,14	0,47	8,0	0,3
Коэффициент вариации, V	19,0	20,0	20,2	14,4	58,3	64,9
Коэффициент асимметрии, A	-0,919*	0,148 ns	0,027 ns	-0,032 ns	0,077 ns	0,615 ns
Коэффициент эксцесса, E	0,758 ns	0,379 ns	0,253 ns	0,53 ns	-1,105 ns	-0,165 ns
min	55,6	5,3	2,3	15,2	4,7	0,2
max	159,1	14,5	7,1	31,0	202,6	8,8

Отрицательные значения коэффициентов асимметрии указывают на скошенность вариационной кривой в сторону меньших значений таких признаков как «продолжительность межфазных периодов», «высота растения», «количество листьев на растении». По диаметру стебля, диаметру корзинки, количеству семян с растения, массе семян с корзинки выявлена скошенность асимметрии в сторону увеличения значений признаков (A>0).

Таким образом, исследуемая выборка исходного материала подсолнечника охарактеризовалась достаточно высокими различиями между образцами. При этом, ряд вариантов сформировали высокие растения, однако большинство уступило взятому в качестве стандарта, сорту Мастер (таблица 3). В заложенном эксперименте растения сформировали мелкую или очень мелкую корзинку (диаметр < 10 см). Превышение над стандартом в данном случае отмечено у образцов к-3681 и к-3684. По количеству листьев на растении коллекционный материал распределился на 4 группы: 1). Сформировавшие менее 21 шт. — к-3421 ВИР 649, к-3441 ВИР 636, к-3675 ВИР 839); 2). с малым числом листьев — к-2289 СМ 13, к-3594 ВИР 130 А, к-3660 ВИР 633, к-3660 ВИР 633 (21–25 шт.); 3). среднеоблиственные — к-2396 НА 89, к-2310 ВИР 129 Б, к-3681 ВИР 747; 4). к сформировавшим большое число листьев на растении следует отнести один образец — к-3462 ВИР 151 А (31 шт.).

В представленной выборке 56% образцов уступили стандарту по количеству семян с корзинки (23,9–106,6 шт.), 13% превысили показатель стандарта на 21,4–64,9 шт., один образец (к-3594 ВИР 130 А) сформировал количество семян на уровне стандарта — 137,7 шт.

Таблица 3 - Биометрические параметры селекционного материала подсолнечника в условиях гидропонного выращивания

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.8.6

Генотип	Высота растений, см		Диаметр корзинки, см		Количество листьев на растении, шт.		Количество семян с растения, шт.	
	X	Δ	X	Δ	X	Δ	X	Δ
St (Мастер)	151,0		6,2		25,8		137,7	
к-2289 СМ 13	124,6	-26,4	3,9	-2,3	22,1	-3,7	51,3	-86,4
к-2310 ВИР 129 Б	122,4	-28,6	4,3	-1,9	28,4	2,6	103,1	-34,6
к-2315 ВИР АМ	107,2	-43,8	3,8	-2,4	24,1	-1,7	90,0	-47,7
к-2396 НА 89	134,3	-16,7	5,9	-0,3	26,3	0,5	84,5	-53,2
к-2773 ТА 716-18	93,9	-57,1	4,9	-1,3	20,0	-5,8	202,6	64,9
к-3421 ВИР 649	90,3	-60,7	4,1	-2,1	17,7	-8,1	106,6	-31,1
к-3441 ВИР 636	95,3	-55,7	4,0	-2,2	16,6	-9,2	101,1	-36,6
к-3462 ВИР 151 А	140,1	-10,9	5,2	-1,0	31,0	5,2	171,8	34,0
к-3562 ВИР 866	120,1	-30,9	3,4	-2,8	20,9	-4,9	55,6	-82,1
к-3594 ВИР 130 А	150,6	-0,4	5,7	-0,5	21,8	-4,0	139,8	2,1
к-3639 ВИР 638	106,7	-44,3	5,3	-0,9	22,8	-3,0	159,1	21,4
к-3660 ВИР 633	153,9	2,9	4,6	-1,6	22,1	-3,7	175,3	37,6
к-3675 ВИР 839	55,6	-95,4	2,3	-3,9	15,2	-10,6	30,6	-107,1
к-3683 ВИР 846	101,5	-49,5	5,2	-1,0	21,4	-4,4	23,9	-113,8
к-3692 ВИР 755	133,9	-17,1	4,9	-1,3	18,5	-7,3	184,9	47,2
к-3702 ВИР 789	61,4	-89,6	3,0	-3,2	17,6	-8,2	24,4	-113,3

Генотип	Высота растений, см		Диаметр корзинки, см		Количество листьев на растении, шт.		Количество семян с растения, шт.	
	X	Δ	X	Δ	X	Δ	X	Δ
к-3681 ВИР 747	157,4	6,4	7,1	0,9	29,2	3,4	182,7	45,0
к-3684 DM2	159,1	8,1	6,9	0,7	23,5	-2,3	164,1	26,4
$НСР_{05}$	13,2		1,1		1,6		9,1	

*Примечание: * - X — среднее значение признака, D — отклонение от стандарта (сорт Мастер)*

Оценка коллекционного материала согласно методике ООС ФГБУ «Госсорткомиссия») выявила отличимость между образцами по многим параметрам (таблица 4). Исследуемая выборка включает образцы: по времени цветения — от очень ранних (к-3675 ВИР 839, к-3702 ВИР 789) до средне-поздних (к-2396 НА 89, к-3562 ВИР 866, к-3660 ВИР 633); по характеру ветвления — ветвистые и однокорзиночные; по положению корзинки в пространстве — от вертикальной (к-3702 ВИР 789) до повернутой вниз с изогнутым стеблем (к-2310 ВИР 129 Б, к-2396 НА 89, к-3683 ВИР 846); по форме семенной стороны корзинки — от слабовогнутой (к-2396 НА 89, к-2773 ТА 716-18) до деформированной (к-3594 ВИР 130 А, к-3660 ВИР 633, к-3684 DM2).

Таблица 4 - Характеристика селекционного материала подсолнечника в условиях гидропонного выращивания

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.8.7

Генотип	Время цветения	Язычковый цветок: окраска	Трубчатый цветок: окраска	Ветвление	Корзинка: положение в пространстве	Корзинка: форма семенной стороны	Семянка: основная окраска
	индекс						
St (Мастер)	5	4	2	1	4	3	7
к-2289 СМ 13	3	3	2	1	5	3	7
к-2310 ВИР 129 Б	4	3	1	1	7	3	7
к-2315 ВИР АМ	2	3	1	1	5	4	7
к-2396 НА 89	6	3	1	1	7	2	7
к-2773 ТА 716-18	4	4	1	1	5	2	7
к-3421 ВИР 649	3	3	1	9	5	2	7
к-3441 ВИР 636	4	3	1	9	4	3	7
к-3562 ВИР 866	6	3	2	9	4	3	7
к-3462 ВИР 151 А	5	4	2	1	4	2	7
к-3594 ВИР 130 А	5	5	3	9	4	6	1
к-3639 ВИР 638	5	3	2	1	4	3	7
к-3660	6	3	1	9	5	6	7

Генотип	Время цветения	Язычковый цветок: окраска	Трубчатый цветок: окраска	Ветвление	Корзинка: положение в пространстве	Корзинка: форма семенной стороны	Семянка: основная окраска
	индекс						
ВИР 633							
к-3675 ВИР 839	1	2	1	9	4	3	7
к-3683 ВИР 846	4	4	1	9	7	2	3
к-3692 ВИР 755	4	4	1	9	4	2	7
к-3702 ВИР 789	1	3	1	9	3	3	7
к-3681 ВИР 747	5	3	2	1	5	3	7
к-3684 DM2	5	4	2	1	7	6	7

Примечание: согласно методике ФГБУ «Госсорткомиссия» на отличимость, однородность и стабильность параметры растений оцениваются по индексам: время цветения – 1 (очень раннее), 2 (от очень раннего до раннего), 3 (раннее), 4 (от раннего до среднего), 5 (среднее), 6 (от среднего до позднего); язычковый цветок, окраска: 2 (светло-желтый), окраска – 3 (желтая), 4 (оранжево-желтая); трубчатый цветок: окраска – 1 (желтый), 2 (оранжевая), 3 (пурпурная); ветвление – 1 (отсутствует), 9 (имеется); корзинка: положение в пространстве – 3 (вертикальная) 4 (полуповернутая вниз с прямым стеблем), 5 (полуповернутая вниз с изогнутым стеблем), 7 (повернутая вниз с изогнутым стеблем); корзинка: форма семенной стороны – 2 (слабовогнутая), 3 (плоская), 4 (слабовыпуклая), 6 (деформированная); семянка: основная окраска – 1 (белая), 3 (серая), 7 (черная)

У большей части изучаемого материала выявлена черная основная окраска семян, однако, в эксперименте были представлены и образцы с белой (к-3594 ВИР 130 А) и серой (к-3683 ВИР 846) окраской семян. Исследуемые образцы охарактеризовались также различной окраской язычковых и трубчатых цветков. Окраска язычковых цветков представлена светло-желтым (к-3675 ВИР 839), желтым (к-3421 ВИР 649, к-3441 ВИР 636, к-3702 ВИР 789) и оранжево-желтым цветом (к-2773 ТА 716-18, к-3462 ВИР 151 А, к-3683 ВИР 846). Окраска трубчатых цветков представлена желтым (к-2310 ВИР 129 Б, к-2396 НА 89, к-3441 ВИР 636), оранжевым (к-2289 СМ 13, к-3562 ВИР 866, к-3639 ВИР 638) и пурпурным цветом (к-3594 ВИР 130 А).

Уборку корзинок провели при достижении семенами влажности 7–8% в первой декаде января. Полученные семена прошли проверку на энергию прорастания и всхожесть, где показали хорошие результаты. Фертильные растения сформировали достаточное количество семянок для проведения дальнейших исследований.

Заключение

Опыт выращивания подсолнечника в помещении на гидропонном методе показал возможность получения дополнительного семенного материала в осенне-зимний период. А также, позволил провести фенотипическую оценку селекционного материала. Таким образом, подтверждается мнение других ученых, что наличие фитотронно-тепличных комплексов может способствовать решению различных важнейших стратегических задач: таких как создание непрерывно работающего конвейера по эколого-генетическому скринингу коллекции ВИРа при подборе родительских пар для гибридизации и созданию сортов для любой экологической зоны РФ и мира [16], [17]. Селекционный фитотрон позволяет в любую фазу онтогенеза родителей и гибридов создать необходимый лимитирующий фактор среды и выявить генетико-физиологическую реакцию растительного организма на признак, закладывающийся в эту фазу. Стоимость экологических испытаний в фитотроне можно уменьшить в разы, тем самым снизить стоимость создания сорта и существенно увеличить конкурентоспособность сортов РФ на мировых рынках.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.8.8

Conflict of Interest

None declared.

Review

International Research Journal Reviewers Community
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.59.8.8

Список литературы / References

1. Драгавцев В.А. Новая система регуляции у растений и необходимость создания селекционного фитотрона в РФ / В.А. Драгавцев // Журнал технической физики. 2018. — Т. 88. — № 9. — С. 1331–1335.

2. Драгавцев В.А. Как помочь накормить человечество / В.А. Драгавцев // Биосфера. — 2013. — Т. 5. — № 3. — С. 279–290.

3. Ивойлова И.В. Инновации в сельском хозяйстве Нидерландов / И.В. Ивойлова // Journal of Economy and Business. — 2022. — Т. 6-1 (88). — С. 176–181.

4. Тихомирова Л.И. Способ получения лекарственного растительного сырья лапчатки белой (Potentilla alba L.) в условиях гидропоники / Л.И. Тихомирова, Н.Г. Базарнова, Т.Н. Ильичёва [и др.] // Химия растительного сырья. — 2016. — № 3. — С. 59–66.

5. Карпухин М.Ю. Селекция, семеноводство и особенности выращивания индетерминантных гетерозисных гибридов томата (Solanum lycopersicum) в условиях тепличной малообъемной гидропоники : научно-практические рекомендации / М.Ю. Карпухин, А.В. Юрина, К.А. Чусовитина. — Екатеринбург : Издательство Уральского ГАУ, 2020. — 44 с.

6. Сайфетдинов Е.А. Технология speed breeding для ускорения селекции растений / Е.А. Сайфетдинов, О.В. Ткаченко // Вавиловские чтения — 2023. Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 136-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова. — Саратов, 2023. — С. 548–554.

7. Пивоваров В.Ф. Анализ эффективности гибридизации по степени проявления целевых признаков в поколениях F2, F3 при селекции форм томата для многоярусной узкостеллажной гидропоники / В.Ф. Пивоваров, И.Т. Балашова, С.М. Сирота [и др.] // Сельскохозяйственная биология. — 2017. — Т. 52. — № 5. — С. 1049–1055.

8. Демурин Я.Н. Способ отбора гетерозиготных имидазолиноно-устойчивых растений подсолнечника в условиях фитотрона / Я.Н. Демурин, А.А. Перстенёва // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. — 2009. — № 1 (140). — С. 21–26.

9. Vasconcelos R.R.R. Hidroponia como alternativa de uso e ocupação do solo em áreas degradadas por parques eólicos: avaliação de impactos ao meio ambiente / R.R. R. de Vasconcelos, C.E. de M. Jerônimo // Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. — 2012. — Vol. 8. — № 8. — P. 1794–1804.

10. Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017—2025 годы: Постановление правительства Российской Федерации от 25.08.2017 № 996 // Официальный интернет-портал правовой информации. — 2017. — 87 с.

11. Antoniacomi L.A.M. Hydroponic production of ornamental sunflower with cooling of the nutrient solution and planting density / L.A.M. Antoniacomi, P.B. da Luz, M.K.C. Vilarinho // Ornamental Horticulture. — 2023. — Vol. 29. — № 2. — P. 143–149.

12. Демурин Я.Н. Гидропонная система выращивания растений подсолнечника для селекционных целей / Я.Н. Демурин, Т.М. Перетягина, Ю.В. Чебанова [и др.] // Масличные культуры. — 2024. — № 4 (200). — С. 3–12.

13. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. подсолнечник (Helianthus annuus L.). — Госсорткомиссия, 2009. — С. 16.

14. Международный классификатор СЭВ культурных видов рода *Helianthus* L. — Ленинград, 1989. — С. 47.

15. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для биологических специальностей вузов / Г.Ф. Лакин. — Москва: Высшая школа, 1990. — 352 с.

16. Мережко А.Ф. Принципы поиска, создания и использования доноров ценных признаков в селекции растений / А.Ф. Мережко // Идентифицированный генофонд растений и селекция. — Санкт-Петербург: ВИР, 2005. — С. 189–205

17. Драгавцев В.А. О пропастях между генетикой и селекцией растений и путях их преодоления / В.А. Драгавцев // Идентифицированный генофонд растений и селекция. — Санкт-Петербург: ВИР, 2005. — С. 13–20.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dragavcev V.A. Novaja sistema reguljacii u rastenij i neobhodimost' sozdanija selekcionnogo fitotrona v RF [New system of regulation in plants and the need to create a phytotron breeding in the RF]/ V.A. Dragavcev // Zhurnal tehnicheskoj fiziki [Journal of Technical Physics]. 2018. — Vol. 88. — № 9. — P. 1331–1335. [in Russian]

2. Dragavcev V.A. Kak pomoch' nakormit' chelovechestvo [How to help feed humanity] / V.A. Dragavcev // Biosfera [Biosphere]. — 2013. — Vol. 5. — № 3. — P. 279–290. [in Russian]

3. Ivojlova I.V. Innovacii v sel'skom hozjajstve Niderlandov [Innovation in agriculture of the Netherlands] / I.V. Ivojlova // Journal of Economy and Business. — 2022. — Vol. 6-1 (88). — P. 176–181. [in Russian]

4. Tihomirova L.I. Sposob poluchenija lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ja lapchatki beloj (Potentilla alba L.) v uslovijah gidroponiki [Method of production of medicinal plant raw material white (Potentilla alba L.) under hydroponic conditions] / L.I. Tihomirova, N.G. Bazarnova, T.N. Il'ichjova [et al.] // Himija rastitel'nogo syr'ja [Chemistry of vegetable raw materials]. — 2016. — № 3. — P. 59–66. [in Russian]

5. Karpuhin M.Ju. Selekcija, semenovodstvo i osobennosti vyrashhivanija indeterminantnyh geterozisnyh gibridov tomata (Solanum lycopersicum) v uslovijah teplichnoj maloob'emnoj gidroponiki : nauchno-prakticheskie rekomendacii [Selection, seed cultivation and peculiarities of growing heterogenic hybrids of tomato (Solanum lycopersicum) in conditions of warm low volume hydroponics : scientific-practical recommendations] / M.Ju. Karpuhin, A.V. Jurina, K.A. Chusovitina. — Yekaterinburg : Ural SAU Publishing House, 2020. — 44 p. [in Russian]

6. Sajfetdinov E.A. Tehnologija speed breeding dlja uskorenija selekcii rastenij [Speed breeding technology to accelerate plant selection] / E.A. Sajfetdinov, O.V. Tkachenko // Vavilovskie chtenija — 2023. Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 136-letiju so dnja rozhdenija akademika N.I. Vavilova [Vavilov readings — 2023.

Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 136th anniversary of the birth of the academician N.I. Vavilov]. — Saratov, 2023. — P. 548–554. [in Russian]

7. Pivovarov V.F. Analiz jeffektivnosti gibridizacii po stepeni projavlenija celevyh priznakov v pokolenijah F2, F3 pri selekcii form tomata dlja mnogojarusnoj uzkostellazhnoj gidroponiki [Analysis of the effectiveness of hybridization according to the degree of manifestation of target traits in generations F2, F3 in the selection of forms of tomato for multiple-tier narrow hydroponics] / V.F. Pivovarov, I.T. Balashova, S.M. Sirota [et al.] // Sel'skohozjajstvennaja biologija [Agricultural Biology]. — 2017. — Vol. 52. — № 5. — P. 1049–1055. [in Russian]

8. Demurin Ja.N. Sposob otbora geterozigotnyh imidazolinono-ustojchivyh rastenij podsolnechnika v uslovijah fitotrona [Method of selection of heterozygous imidazolino-resistant sunflower plants in conditions of phytotron] / Ja.N. Demurin, A.A. Perstenjova // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij bjulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur [Oil crops. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Research Institute for Oilseeds]. — 2009. — № 1 (140). — P. 21–26. [in Russian]

9. Vasconcelos R.R.R. Hidroponia como alternativa de uso e ocupação do solo em áreas degradadas por parques eólicos: avaliação de impactos ao meio ambiente [Hydroponics as an alternative for land use and occupation in areas degraded by wind farms: environmental impact assessment]/ R.R. R. de Vasconcelos, C.E. de M. Jerônimo // Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental [Management, Education and Environmental Technology]. — 2012. — Vol. 8. — № 8. — P. 1794–1804. [in Portuguese]

10. Ob utverzhdenii Federal'noj nauchno-tehnicheskoj programmy razvitija sel'skogo hozjajstva na 2017—2025 gody: Postanovlenie pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 25.08.2017 № 996 [On the approval of the Federal Scientific and Technical Program for Agricultural Development 2017-2025: Decree of the Government of the Russian Federation dated 25.08.2017 996] // Oficial'nyj internet-portal pravovoj informacii [Official Internet portal of legal information]. — 2017. — 87 p. [in Russian]

11. Antoniacomi L.A.M. Hydroponic production of ornamental sunflower with cooling of the nutrient solution and planting density / L.A.M. Antoniacomi, P.B. da Luz, M.K.C. Vilarinho // Ornamental Horticulture. — 2023. — Vol. 29. — № 2. — P. 143–149.

12. Demurin Ja.N. Gidroponnaja sistema vyrashhivanija rastenij podsolnechnika dlja selekcionnyh celej [Hydroponic system of growing sunflower plants for breeding purposes] / Ja.N. Demurin, T.M. Peretjagina, Ju.V. Chebanova [et al.] // Maslichnye kul'tury [Oilseeds]. — 2024. — № 4 (200). — P. 3–12. [in Russian]

13. Metodika provedenija ispytanij na otlichimost', odnorodnost' i stabil'nost'. podsolnechnik (Helianthus annuus L.) [Method of conducting tests for differentiation, uniformity and stability. sunflower (Helianthus annuus L.)]. — Gossortkomissija, 2009. — P. 16. [in Russian]

14. Mezhdunarodnyj klassifikator SJeV kul'turnyh vidov roda Helianthus L. [MEA International Classification of Helianthus L] — Leningrad, 1989. — P. 47. [in Russian]

15. Lakin G.F. Biometrija. Uchebnoe posobie dlja biologicheskih special'nostej vuzov [Biometrics. Training manual for biological specialties of universities] / G.F. Lakin. — Moscow: Higher School, 1990. — 352 p. [in Russian]

16. Merezhko A.F. Principy poiska, sozdanija i ispol'zovanija donorov cennyh priznakov v selekcii rastenij [Principles for finding, creating and using donors of valuable traits in plant breeding] / A.F. Merezhko // Identificirovannyj genofond rastenij i selekcija [Identified plant gene pool and breeding]. — St.Petersburg: VIR, 2005. — P. 189–205 [in Russian]

17. Dragavcev V.A. O propastjah mezhdu genetikoj i selekciej rastenij i putjah ih preodolenija [On the gaps between plant genetics and plant breeding and how to overcome them] / V.A. Dragavcev // Identificirovannyj genofond rastenij i selekcija [Identified plant gene pool and breeding]. — St.Petersburg: VIR, 2005. — P. 13–20. [in Russian]