

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21>

**КОРОТКОСТЕБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ ВИР ДЛЯ СОЗДАНИЯ НИЗКОРОСЛЫХ СОРТОВ И ГИБРИДОВ  
ПОДСОЛНЕЧНИКА**

Научная статья

**Гаврилова В.А.<sup>1,\*</sup>, Макарова Л.Г.<sup>2</sup>, Ступникова Т.Г.<sup>3</sup>, Бемова В.Д.<sup>4</sup>, Анисимова И.Н.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-8110-9168;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0001-7913-3815;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0003-4920-6539;

<sup>4</sup> ORCID : 0000-0002-9574-0356;

<sup>5</sup> ORCID : 0000-0003-0474-8860;

<sup>1,2,4,5</sup> Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>3</sup> Кубанская опытная станция Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (v.gavrilova[at]vir.nw.ru)

**Аннотация**

В статье приведены данные трехлетнего сравнительного изучения короткостебельных и высокорослых линий, а также стандартного районированного сорта подсолнечника Мастер. В результате проведенного фенотипирования 39 короткостебельных линий коллекции ВИР выявлены генотипы с высотой растения 47-60 см и длиной междоузлия менее трех сантиметров. Такие линии отнесены к группе карликовых. Линии с длиной междоузлия более трех сантиметров и высотой до 100 см следует отнести к группе короткостебельных. У линий ВИР340 и ВИР755 в оба года наблюдали высоту растения свыше 100 см и длину междоузлия 4,2 – 5,4 см; они не являются короткостебельными и взяты в исследование в качестве контроля. В годы изучения высота растения линий незначительно изменялась в сторону увеличения или уменьшения, но короткостебельные линии при этом не переходили в разряд высокорослых. Двухфакторный дисперсионный анализ показал преобладающее влияние генотипа на высоту растения, число листьев и длину междоузлия. Выявлены линии, в течение трех лет не поражаемые основными патогенами культуры, с высокой продуктивностью (49-54 г) и массой 1000 семян 68-71 г). Установлена тесная корреляционная связь числа листьев на растении и продолжительности вегетационного периода. Показано, что размер семян у короткостебельных линий сравним с таковым у промышленных гибридов масличного назначения.

**Ключевые слова:** подсолнечник, короткостебельность, продуктивность, поражаемость патогенами.

**SHORT-STEMMED VIPI LINES FOR DEVELOPING LOW-GROWTH SUNFLOWER VARIETIES AND HYBRIDS**

Research article

**Gavrilova V.A.<sup>1,\*</sup>, Makarova L.G.<sup>2</sup>, Stupnikova T.G.<sup>3</sup>, Bemova V.D.<sup>4</sup>, Anisimova I.N.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> ORCID : 0000-0002-8110-9168;

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0001-7913-3815;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0003-4920-6539;

<sup>4</sup> ORCID : 0000-0002-9574-0356;

<sup>5</sup> ORCID : 0000-0003-0474-8860;

<sup>1,2,4,5</sup> N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Saint-Petersburg, Russian Federation

<sup>3</sup> Kuban Experimental Station of N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Saint-Petersburg, Russian Federation

\* Corresponding author (v.gavrilova[at]vir.nw.ru)

**Abstract**

The article presents the data of a three-year comparative study of short-stemmed and long-stemmed lines, as well as the standardized variety of sunflower Master. As a result of phenotyping of 39 short-stemmed lines of the VIPD collection, genotypes with plant height of 47-60 cm and internode length of less than three centimetres were identified. Such lines were classified as dwarf lines. Lines with internode length more than three centimetres and height up to 100 cm should be referred to the short-stemmed group. The lines VIPD340 and VIPD755 in both years had plant height over 100 cm and internode length 4.2 – 5.4 cm; they are not short-stemmed and were taken in the study as a control group. The plant height of the lines varied slightly upward or downward during the years of study, but the short-stemmed lines did not convert to high-growth. Two-factor analysis of variance showed a dominant effect of genotype on plant height, number of leaves and internode length. The lines, not affected by the main pathogens of the crop for three years, with high productivity (49-54 g) and 1000 seed weight 68-71 g) were identified. A close correlation between the number of leaves on the plant and the duration of the growing season was established. It is shown that the seed size of short-stemmed lines is comparable to that of industrial oilseed hybrids.

**Keywords:** sunflower, short-stemmed sunflower, productivity, pathogen incidence.

## Введение

Признак короткостебельности широко используется в селекции различных сельскохозяйственных растений. Создание низкорослых (карликовых) форм зерновых культур, устойчивых к полеганию, привело к значительному повышению урожайности в 1960-1970-х годах и было одной из главных задач «зеленой революции», направленной на преобразования в сельском хозяйстве [1]. Подсолнечник является пятой масличной культурой в мире и основной – в России [2]. Высокие растения подсолнечника выносят из почвы больше питательных веществ, позднеспелы, не устойчивы при сильном ветре и урагане [3]. В то же время после уборки и обмолота корзинок стеблестой не используется. Низкорослый подсолнечник представляет интерес для производителей по многим параметрам. Такой подсолнечник обладает толстым устойчивым к полеганию стеблем. Большое количество листьев за счет укороченной длины междоузлий хорошо затеняют почву, что подавляет рост сорняков. Обширные площади посева легче просматриваются при высоте растений, не превышающих 120-140 см, что уменьшает хищения. После уборки низкорослого подсолнечника на поле остается меньше растительных остатков. Корзинки довольно крупные, хорошо выполненные. Семянки пригодны для использования как в масложировой, так и в кондитерской промышленности.

Мировое производство подсолнечника базируется на использовании эффекта гетерозиса гибридов первого поколения. Важнейшим преимуществом гибридов является высокая морфологическая выравненность и биологическая однородность, что повышает их приспособленность к механизированной уборке. Посевы подсолнечника в РФ составляют около 10 миллионов гектаров (10,0 млн. га – в 2022г., 9,8 млн. га – в 2023) [4]. Большинство возделываемых отечественных гибридов характеризуются высотой более 200 см.

Для получения гибридов с оптимальной высотой растения не более 170 см необходимы родительские формы с высотой растения около 80-100 см [5] с числом листьев не более 33. Число листьев и длина междоузлий влияет как на высоту растения, так и на продолжительность вегетационного периода [6], [7], [8]. Иностранные фирмы, представленные в РФ, регистрируют гибриды подсолнечника все более короткостебельные (80-120 см), постоянно повышая их урожайность (до 2,5 т/га). Среди отечественных сортов и гибридов такая тенденция не наблюдается [9]. Создание короткостебельных линий как исходного материала для отечественной гетерозисной селекции актуально.

Целью работы было сравнительное изучение короткостебельных линий подсолнечника и выявление селекционно-ценного материала.

## Материал, методы и условия проведения опыта

Инбредные линии получены путем многократного самоопыления сортов – популяций из коллекции ВИР. Для создания линий были выбраны образцы самого разного происхождения: стародавние сорта отечественной селекции, гибридные популяции из США, Канады, Аргентины, Франции, Финляндии, образцы из Венгрии, Италии, а также межвидовые гибриды, полученные от скрещивания культурного подсолнечника и многолетних дикорастущих видов (табл.1, графа 4). В потомстве проводили отбор генотипов, способных к самоопылению и выровненных по морфологическим и селекционно важным признакам: высоте растения, наклону корзинки, её толщине, прикреплению к стеблю, продолжительности вегетационного периода [10], [11]. Из генетической коллекции подсолнечника ВИР выбраны 39 линий, высота растений которых по результатам 3-х летнего изучения (2016-2018 г.) составляла не более 80 см [12]. Линии подсолнечника высевались согласно Методическим указаниям [13] на полях на Кубанской опытной станции – филиале ВИР (КОС ВИР) в 2021-2023 гг. Посев проводился на трехрядковых делянках по два растения в гнезде. Расстояние между рядками и между гнездами 70 × 70 см.

Промеры высоты растения (вместе с корзинкой), диаметра корзинки и подсчет числа листьев проводили во время цветения для всех растений на делянке. Среднюю длину междоузлия вычислили как отношение высоты растения к числу листьев каждого растения. В качестве стандартов в исследование взяты районированный в Краснодарском крае сорт 'Мастер' и высокорослые выровненные линии 30-го поколения инбридинга ВИР340 и ВИР755. Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Microsoft Office Excel 10.

Наибольшее снижение урожайности подсолнечника в настоящее время вызывают ложная мучнистая роса (ЛМР), (возбудитель – *Plasmopara halstedii* (Farl) Berl. et de Toni), фомопсис (возбудитель – *Phomopsis helianthi* Munt.-Cvet.) и цветковое растение-паразит – заразиха (*Orobanche cumana* Wallr.). Учеты поражения проводили дважды: перед началом цветения (начало июня) и в период созревания (начало августа). Процент пораженных растений рассчитывали как отношение числа поражённых растений к общему числу растений на делянке и умножали на 100 [13]. Оценка поражения болезнями выполнена в 2021 и в 2023 гг. В качестве стандарта использовали районированный сорт 'Мастер'.

Кубанская опытная станция – филиал ВИР находится в Краснодарском крае в степной части Прикубанской равнины, рельеф ровный. Уровень грунтовых вод низкий (15–20 м). Почва – слабо выщелоченный чернозём. Мощность гумусовых горизонтов 130-170 см. Содержание гумуса в поверхностных горизонтах почвы 3,6-4,6 % Высевают подсолнечник в самом конце апреля или в первых числах мая. Всходы появляются в середине мая, рост и формирование вегетативных органов происходит до начала цветения. Следовательно, погодные условия мая-июня оказывают самое большое влияние на развитие анализируемых нами признаков. Температура воздуха летнего периода 2021, 2022 и 2023 гг. незначительно превышала среднемноголетние значения (рис. 1). Лето 2023 г. на Кубанской ОС было жарким и с обилием осадков. Среднемесячное выпадение осадков во все годы наблюдений во все летние месяцы превышало средние многолетние значения. Особенно влажными были июль и август 2021, июнь 2022, май и июнь 2023 Засушливым был только август 2023 г. (рис. 2).

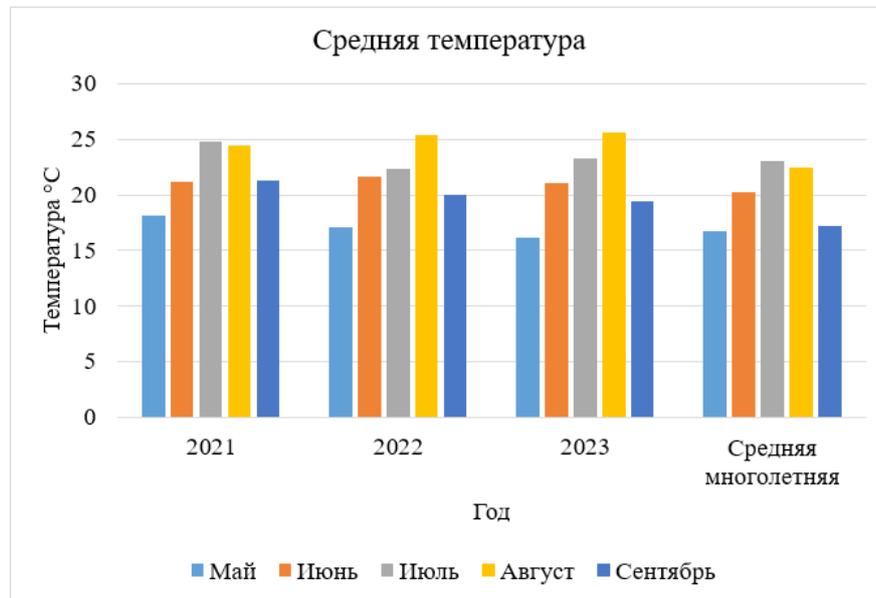


Рисунок 1 - Среднесуточная температура воздуха (°C) в годы проведения опыта (Краснодарский край, Кубанская ОС - филиал ВИР, 2021-2023 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.1>

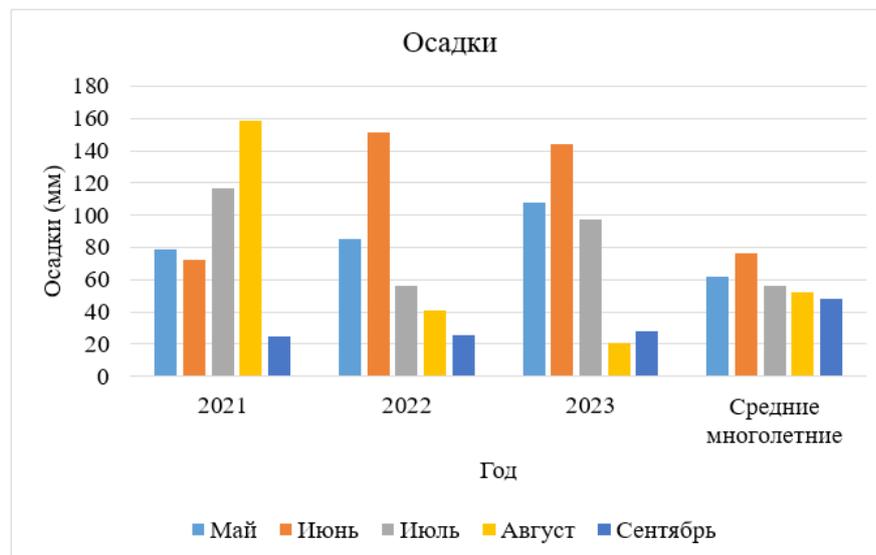


Рисунок 2 - Среднемесячное количество выпавших осадков в годы проведения опыта (Краснодарский край, Кубанская ОС - филиал ВИР, 2021-2023 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.2>

### Основные результаты

Стандартный сорт 'Мастер' по данным 2022 г. на Кубанской опытной станции – филиале ВИР достигал высоты растения в среднем  $193,6 \pm 6,3$  см, что превышает показатель 2021 года ( $168,1 \pm 4,3$  см) и было сравнимо с высотой растения сорта в 2023 г. (рис. 1). Число листьев в среднем на растении было  $38,7 \pm 0,8$  ( $37,3 \pm 0,9$  в 2021 г.), длина междоузлия –  $5,0 \pm 0,2$  см ( $4,5 \pm 0,1$  см в 2021 г.). Для линий ВИР 340, ВИР 692, ВИР 771, ВИР 772, ВИР 795, ВИР 830 значения высоты в 2022 и 2023 гг., так же как и для сорта Мастер, превышают значения 2021 года. В то же время для растений линий ВИР 136, ВИР 171, ВИР 304, ВИР 319, ВИР 631, ВИР 648, ВИР 670, ВИР 762, ВИР 768, ВИР 793, ВИР 826, ВИР 832, ВИР 833, ВИР 839, ВИР 902 отмечено обратное – показатели высоты в 2021 г. превышают значения 2022 года (см.рис. 1). Интересно, что у изученных линий с увеличением высоты количество листьев чаще всего не меняется (кроме ВИР 340 и ВИР 692), в то время как уменьшение высоты в большинстве случаев сопровождается уменьшением количества листьев (кроме ВИР 304, ВИР 648, ВИР 762). Изменение длины междоузлия (на  $>0,5$  мм с учетом ошибки) отмечено для линий ВИР 340, ВИР 692, ВИР 755, ВИР 758, ВИР 786, ВИР 817.

Выделились линии ВИР 755, ВИР 340, ВИР758 и ВИР 768, у которых средняя высота растений в течение трех лет наблюдений составляла более 100 см. Длина междоузлий этих линий была более 4 см. Самыми низкорослыми линиями с высотой растения до 60 см во все годы изучения оказались ВИР 631, ВИР 720, ВИР 771, ВИР 772, ВИР 789, ВИР 818, ВИР 832, ВИР 839 (см. рис. 3). Из них самое большое число листьев –  $19,1 \pm 0,3$  в 2021 и  $17,8 \pm 1,9$  в 2022, – у линии ВИР 720. При этом самое короткое междоузлие отмечено у линии ВИР 772 –  $2,5 \pm 0,1$  и  $2,9 \pm 0,2$  см (рис. 4). Интерес представляет линия ВИР 434. Среди линий высотой ниже 80 см ( $72 \pm 0,9$  см в 2021 и  $63,1 \pm 1,2$  см в 2022 г.) она имеет самое большое число листьев ( $35,4 \pm 0,6$  и  $28,4 \pm 0,5$ ), и при этом самые короткие междоузлия ( $2,0 \pm 0,03$  см и  $2,2 \pm 0,0$  см).

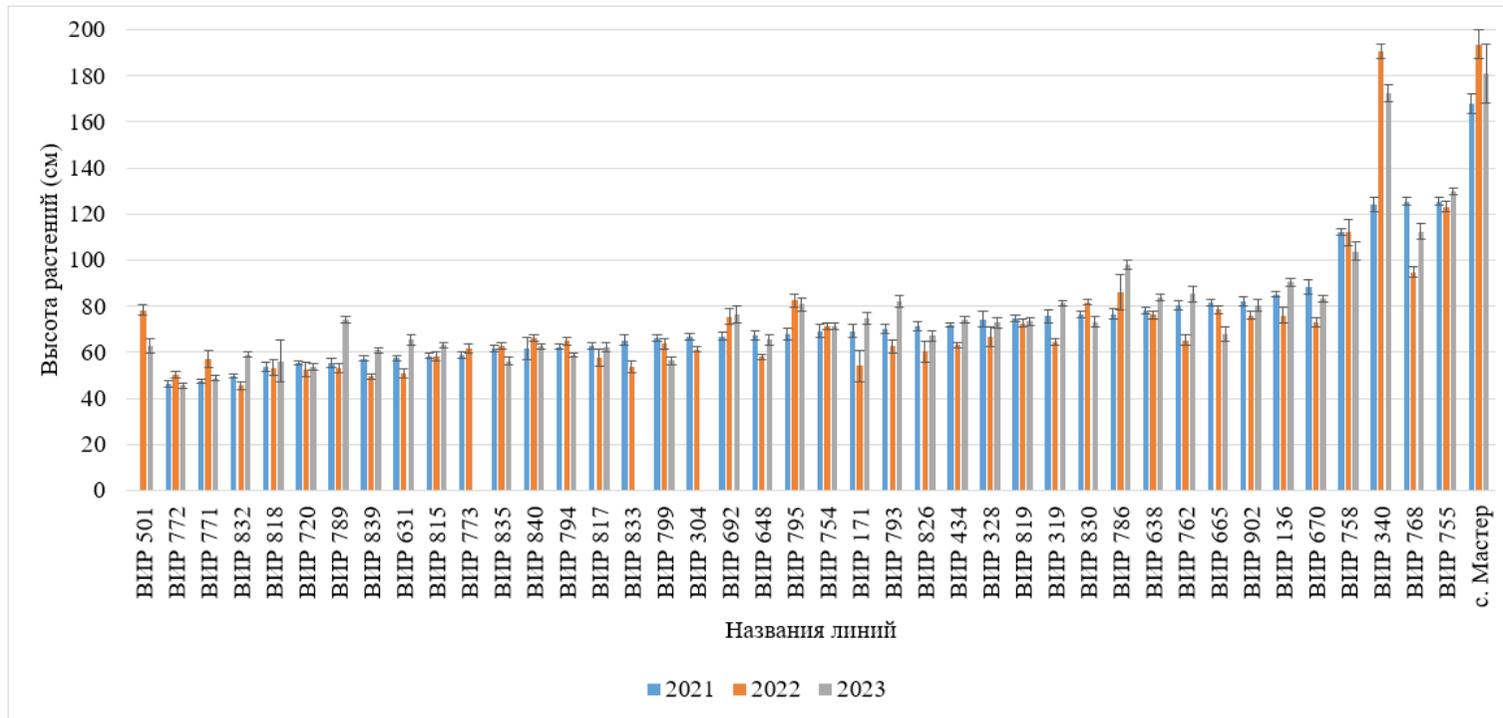


Рисунок 3 - Распределение линий подсолнечника по высоте растения (Краснодарский край, Кубанская ОС – филиал ВИР, 2021-2023 гг.)  
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.3>

Восемь линий (ВИР 648, ВИР 304, ВИР 434, ВИР 772, ВИР 773, ВИР 171, ВИР 826, ВИР 832) из 42 проанализированных имели наименьший средний размер междоузлия (2,0-2,7 см). У высокорослых линий ВИР755 и ВИР340 средняя длина междоузлия равна или превышает 5 см (рис. 4). Это больше, чем размер междоузлия у стандартного высокорослого сорта Мастер (в среднем за три года 4,8 см). Длинное междоузлие около 4,5 см отмечено также у линий ВИР 762, ВИР 793, ВИР 795, хотя высота растения этих линий около 80 см.

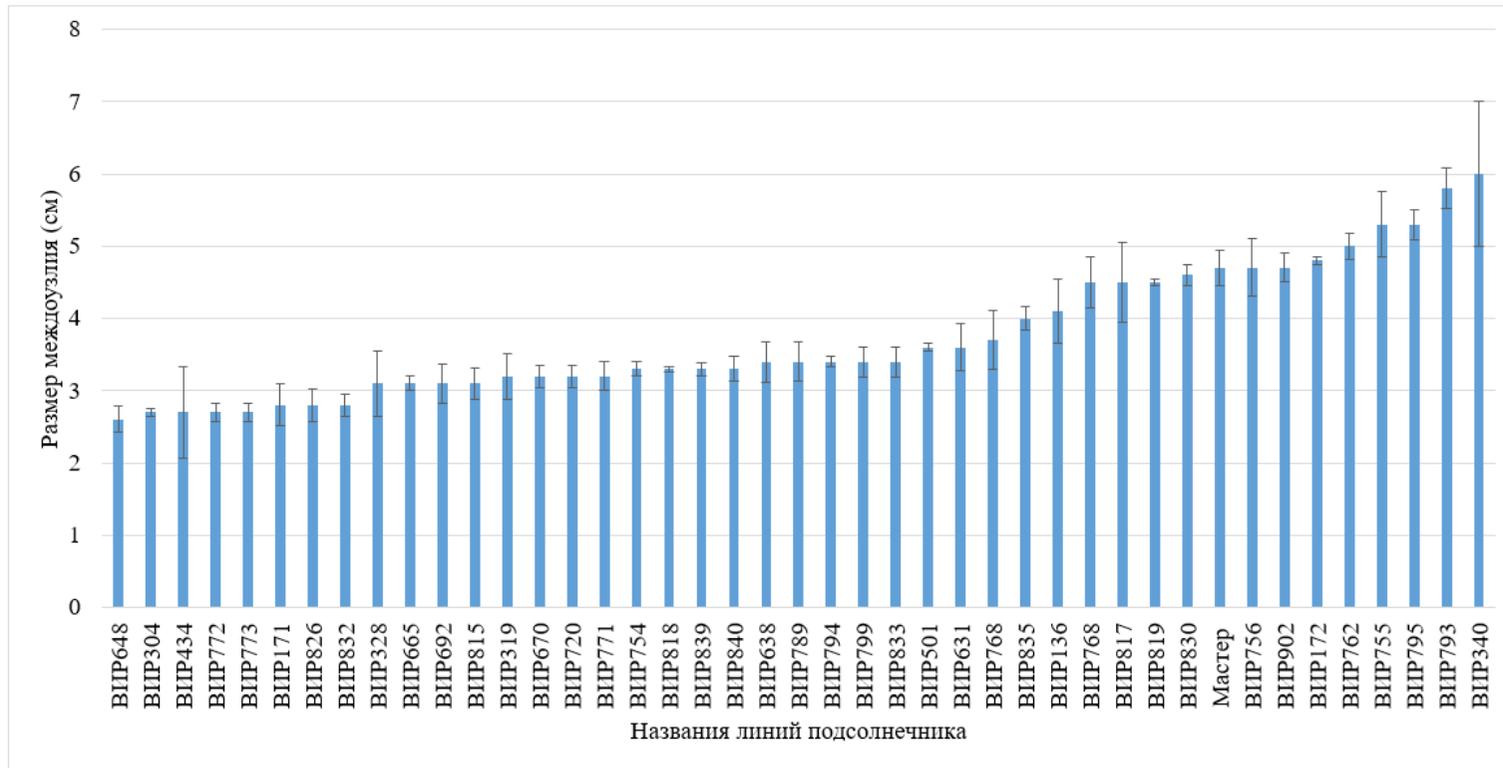


Рисунок 4 - Распределение линий подсолнечника по средним за три года значениям длины междоузлия (Краснодарский край, Кубанская ОС – филиал ВИР)  
 DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.4>

Размеры корзинки являются косвенным показателем продуктивности (табл. 1). Диаметр корзинки стандартного сорта 'Мастер'  $23,4 \pm 0,7$  см, близкий диаметр корзинки у линии ВИР 136 –  $22,9 \pm 0,8$  см в 2022 году при высоте растения  $76,1 \pm 3,5$  см. У данной линии также большое значение показателя средний размер междоузлия ( $3,9 \pm 0,2$  см). Среди линий с размерами междоузлий до 4 см диаметр корзинки свыше 15 см характерен для 14 линий (ВИР 171, ВИР 304, ВИР 319, ВИР 328, ВИР 434, ВИР 501, ВИР 638, ВИР 648, ВИР 665, ВИР 670, ВИР 773, ВИР 818, ВИР 826, ВИР 833). Линия ВИР 340 имела самый большой диаметр корзинки среди высокорослых линий –  $16,2 \pm 0,6$  см в 2021 и  $15,4 \pm 0,5$  см в 2022 г., линия ВИР 755 –  $13 \pm 0,3$  см и  $13,1 \pm 0,2$  см соответственно, и линия ВИР 758 –  $8,5 \pm 0,3$  см и  $9,8 \pm 0,6$  см. Выявлены наиболее продуктивные короткостебельные линии: ВИР 319 (33 г с массой 1000 семян 67 г), ВИР 638 (35 г с массой 1000 семян 71 г), ВИР 670 (54 г, масса 1000 семян (см. табл. 1). Высокослая линия ВИР 340 характеризуется продуктивностью 49 г с одного растения при массе 1000 семян 68 г. У линии ВИР 833, отмеченной нами как донор, продуктивность составляет 21 г с растения и масса 1000 семян 42 г. Линия ультраранняя – вегетационный период составляет 70-75 дней.

Большинство линий характеризовались большей высотой растения и диаметром корзинки в 2023 году по сравнению с предыдущими годами изучения. Возможно, это объясняется более влажными условиями произрастания. Однако, короткостебельные линии оставались таковыми (с высотой растения менее 100 см) все три года исследований.

Короткостебельные линии имели разную продолжительность вегетационного периода: скороспелые – 80-85 дней созревания (ВИР 136, ВИР 304, ВИР 501, ВИР 648); раннеспелые – 86-100 дней созревания (ВИР 665, ВИР 755, ВИР 768, ВИР 826) и позднеспелые – более 100 дней созревания (ВИР 171, ВИР 319, ВИР 328, ВИР 340, ВИР 434, ВИР 638, ВИР 670); большинство отнесены к группе ультраскороспелые – 65-79 дней (ВИР 631, ВИР 720, ВИР 754, ВИР 762, ВИР 771, ВИР 772, ВИР 773, ВИР 786, ВИР 789, ВИР 793, ВИР 794, ВИР 795, ВИР 799, ВИР 815, ВИР 817, ВИР 819, ВИР 830, ВИР 832, ВИР 833, ВИР 835, ВИР 839, ВИР 840, ВИР 902) (см. табл. 1).

Таблица 1 - Характеристика короткостебельных линий коллекции ВИР по хозяйственно ценным признакам, репродукции 2021-2023 гг. (Краснодарский край, Кубанская ОС – филиал ВИР)

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.5>

№ пп	Название	№ кат.	Происхождение	Диаметр корзинки (см)			Период всходы-созревание (дн.)			Продуктивность (г/с одного растения)	Масса 1000 семян (г)
				2021	2022	2023	2021	2022	2023		
1	с. Мастер	3553	Краснодар, ВНИИМК	23,4±0,7	-	-	100	99	107	-	56-84
2	ВИР 136	2776	к-2194, Спутник, Краснодар, кр	17,5±0,9	22,9±0,8	15,5±0,74	81	87	81	11	74
3	ВИР 171	2792	к-2026, Канада	15,2±0,7	12,0±2,1	14,4±0,70	97	101	91	9	35
4	ВИР 304	3643	Краснод. кр., РФ	11,9±0,4	15,0±0,6	-	81	87	84	7	37
5	ВИР 319	3417	Краснод. кр., РФ	13,5±0,7	20,6±0,6	17,3±0,36	108	100	102	33	67
6	ВИР 328	3475	к-2948, Аргентина	16,6±0,6	15,7±1,3	18,8±1,10	110	101	78	-	-
7	ВИР 340	3513	к-1933, Венгрия	16,2±0,6	15,4±0,5	19,9±0,65	101	101	102	49	68
8	ВИР 434	3515	НА 378, США	13,1±0,6	16,7±0,6	18,9±0,58	96	102	94	46	47
9	ВИР 501	3508	к-3012, Mandi, Венгрия	-	17,1±0,7	16,2±0,74	-	88	86	-	-
10	ВИР 631	3440	гибрид Sunbred 265, Франция	6,1±0,4	5,7±0,2	6,8±0,38	74	65	70	5	33
11	ВИР 638	3639	Краснод. кр., РФ	15,4±0,3	15,5±0,5	15,9±0,32	95	95	95	35	71

12	ВИР 648	3420	к-2961, Аргентина	18,2±0,8	21,0	-	81	84	81	8	39
13	ВИР 665	3492	к-2961, аргентина	15,2±0,3	18,0±0,6	16,6±0,73	89	86	84	17	47
14	ВИР 670	2936	LINE 938- 39-4-4-8-6- 5, Аргентина	15,7±0,8	15,7±0,6	18,6±0,57	101	100	99	54	68
15	ВИР 692	3522	Краснод. кр., РФ	8,1±0,3	7,0±1,0	9,0±0,45	81	86	78	ЛМР	-
16	ВИР 720	3509	Краснод. кр., РФ	10,9±0,5	9,0±0,3	10,6±0,41	74	66	70	-	-
17	ВИР 754	3824	Краснод. кр., РФ	6,9±0,5	8,1±0,3	7,1±0,32	74	67	70	3	34
18	ВИР 755	3692	и-588386, SAM462, Финлянди я	13±0,3	13,1±0,2	13,2±0,25	88	86	87	ЛМР	-
19	ВИР 758	3554	ВИР 129 × <i>H. floridan</i> <i>us</i> , Краснодар ск. кр.	8,5±0,3	9,8±0,6	9,9±0,57	87	84	85	32	39
20	ВИР 762	3592	и- 576410,С ША	7,1±0,3	5,2±0,5	9,6±0,69	74	67	75	ЛМР	-
21	ВИР 768	3568	ВИР 232 х <i>H.maximili</i> <i>ani</i> , Краснод.к р., РФ	8,7±0,4	8,7±0,6	8,7±0,37	81	85	87	29	41
22	ВИР 771	3558	Краснод. кр., РФ	5,1±0,3	4,1±0,3	6,3±0,30	74	70	71	4	24
23	ВИР 772	3559	и-588386, SAM462, Финлянди я	6,5±0,3	6,2±0,7	6,9±0,41	72	70	73	5	28
24	ВИР 773	3693	Краснод. кр., РФ	12,6±0,8	16,4±0,8	11,9±0,95	75	69	77	26	33
25	ВИР 786	3775	Краснод.	5,9±0,4	6,7±0,8	6,9±0,32	95	84	92	20	36

			кр., РФ									
26	ВИР 789	3702	Краснод. кр., РФ	7±0,4	6,5±0,5	6,5±0,20	74	67	72	4	31	
27	ВИР 793	3597	Краснод. кр., РФ	5,3±0,2	5,0±0,4	8,3±0,37	74	72	74	ЛМР	-	
28	ВИР 794	3797	Краснод. кр., РФ	5,4±0,3	6,5±0,2	5,6±0,17	73	69	72	3	32	
29	ВИР 795	3760	Краснод. кр., РФ	8,9±0,9	9,1±0,4	10,0±0,34	74	67	78	9	22	
30	ВИР 799	3800	Краснод. кр., РФ	5,9±0,3	6,1±0,2	4,8±0,30	74	70	72	-	-	
31	ВИР 815	3686	Краснод. кр., РФ	9,8±0,7	10,5±0,5	9,0±0,24	75	67	76	ЛМР	-	
32	ВИР 817	3630	МДА 3617, Финлянди я	5,5±0,3	3,8±0,3	5,5±0,31	74	65	71	2	36	
33	ВИР 818	3645	и-576410, США	16,2±0,3	10,7±1,8	10,7±1,45	76	69	81	ЛМР	-	
34	ВИР 819	3761	ВИР 114 х к-1039, Краснод.к р., РФ	7,8±0,3	8,4±0,4	7,8±0,26	74	69	73	11	42	
35	ВИР 826	3649	к-1034, Италия	19±0,4	15,3±0,8	14,7±0,75	80	86	85	12	43	
36	ВИР 830	3762	и-598386, Финлянди я	8±0,3	9,3±0,3	7,9±0,32	76	67	73	7	41	
37	ВИР 832	3646	и-576407, США	6,6±0,4	5,2±0,4	7,9±0,26	75	67	73	ЛМР	-	
38	ВИР 833	3647	и-576407, США	19±0,8	12,1±0,8	16,1±0,56	75	70	76	21	42	
39	ВИР 835	3791	Краснод. кр., РФ	8,1±0,4	9,0±0,4	4,8±0,34	72	66	70	-	-	
40	ВИР 839	3675	Краснод. кр., РФ	6,1±0,3	7,0±0,3	7,7±0,20	71	65	73	7	34	
41	ВИР 840	3676	Краснод. кр., РФ	11,1±1,3	9,9±0,4	9,2±0,27	74	68	74	11	29	
42	ВИР 902	3650	к-3411,	5,7±0,3	5,9±0,2	8,4±0,27	75	75	79	-	-	

---

---

			Финляндия								
--	--	--	-----------	--	--	--	--	--	--	--	--

Примечание: ЛМР – ложная мучнистая роса (возбудитель *Plasmopara halstedii* (Farl) Berl. et de Toni); Краснодар. кр. – Краснодарский край

Выявлены наиболее продуктивные короткостебельные линии: ВИР 319 (33 г с массой 1000 семян 67 г), ВИР 638 (35 г с массой 1000 семян 71 г), ВИР 670 (54 г, масса 1000 семян (см. табл. 1). Высокослая линия ВИР 340 характеризуется продуктивностью 49 г с одного растения при массе 1000 семян 68 г. У линии ВИР 833, отмеченной нами как донор, продуктивность составляет 21 г с растения и масса 1000 семян 42 г. Линия ультраранняя – вегетационный период составляет 70-75 дней.

Представляет интерес такой показатель как устойчивость к различным патогенам. По данным полевых наблюдений, в 2021 г. было выявлено 11 образцов подсолнечника, которые были устойчивы как к ложной мучнистой росе, так и к заразихе; 27 образцов устойчивы к ЛМР, а 18 образцов устойчивы к заразихе. Образец ВИР 319, к-3417 оказался на 100% поражаем заразихой (табл. 2). Однако в 2023 году число растений, пораженных патогенами, значительно увеличилось. Образцы, не поражаемые в 2021-2022 годах, оказались неустойчивы в 2023 г. В наибольшей степени проявилась ложная мучнистая роса и фомопсис. Этому способствовали благоприятные погодные условия, сложившиеся в период появления всходов и начального роста растений. В месяцах мае и июне в целом выпало 252 мм осадков, что на 114 мм больше средней многолетней. Сочетание обильного увлажнения и оптимальных дневных температур вызвало развитие этих патогенов. На основании двухлетних полевых наблюдений было выявлено 13 образцов подсолнечника, которые были устойчивы к ложной мучнистой росе. На фоне эпифитотии фомопсиса в 2023 г. линия ВИР 771 была поражена на 100%, а совсем не поражились линии ВИР 319, ВИР 818 и ВИР 902. Линия ВИР 304 отмечена как устойчивая к ложной мучнистой росе в течение 2-х лет исследований и заразихе в 2021 г. (когда наблюдалось сильное распространение цветкового паразита).

Таблица 2 - Результаты полевой оценки короткостебельных линий по устойчивости к ложной мучнистой росе, заразихе, фомопсису (Краснодарский край, Кубанская ОС - филиал ВИР, 2021, 2023 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.6>

№ пп	Название	№ по каталогу ВИР	Происхождение	Поражение ложной мучнистой росой (%)		Поражение заразихой (%)	Поражение фомопсисом (%)
				2021	2023		
1	с. Мастер	3553	Краснодар, ВНИИМК	0	13	40	36
2	ВИР 136	2776	к-2194, Спутник, Краснодар. кр.	0	20	33	20
3	ВИР 171	2792	к-2026, Канада	14	10	9	10
4	ВИР 304	3643	Краснодарский край., РФ	0	0	0	6
5	ВИР 319	3417	Краснодар. кр., РФ	3	6	100	0
6	ВИР 328	3475	к-2948, Аргентина	0	0	71	0
7	ВИР 340	3513	к-1933, Венгрия	0	16	44	14
8	ВИР 434	3515	НА 378, США	6	24	26	30
9	ВИР 501	3508	к-3012, Mandi, Венгрия	-	43	-	28
10	ВИР 631	3440	гибрид Sunbred 265,	0	12	11	39

			Франция				
11	ВИР 638	3639	Краснодарский край, РФ	0	8	0	19
12	ВИР 648	3420	к-2961, Аргентина	0	44	36	18
13	ВИР 665	3492	к-2961, Аргентина	6	31	22	13
14	ВИР 670	2936	LINE 938-39-4-4-8-6-5, Аргентина	0	3	41	3
15	ВИР 692	3522	Краснод. кр., РФ	10	47	43	23
16	ВИР 720	3509	Краснод. кр., РФ	0	10	21	100
17	ВИР 754	3824	Краснод. кр., РФ	0	21	0	23
18	ВИР 755	3692	и-588386, SAM462, Финляндия	0	28	25	34
19	ВИР 758	3554	ВИР 129 х <i>H.floridanus</i> , Краснодарск. кр.	10	50	17	31
20	ВИР 762	3592	и-576410, США	3	48	0	47
21	ВИР 768	3568	ВИР 232 х <i>H.maximiliani</i> , Краснодар. кр., РФ	3	18	22	23
22	ВИР 771	3558	Краснод. кр., РФ	12	4	0	100
23	ВИР 772	3559	и-588386, SAM462, Финляндия	12	18	0	71
24	ВИР 773	3693	Краснод. кр., РФ	0	19	4	26
25	ВИР 786	3775	Краснод. кр., РФ	0	26	0	14
26	ВИР 789	3702	Краснод. кр., РФ	9	5	0	22
27	ВИР 793	3597	Краснод. кр., РФ	3	1	0	26
28	ВИР 794	3797	Краснод. кр., РФ	0	5	0	23
29	ВИР 795	3760	Краснод. кр., РФ	0	31	7	20
30	ВИР 799	3800	Краснод. кр., РФ	5	18	0	22

31	ВИР 815	3686	Краснод. кр., РФ	8	3	8	14
32	ВИР 817	3630	МДА 3617, Финлянд ия	0	6	0	74
33	ВИР 818	3645	и-576410, США	0	10	0	0
34	ВИР 819	3761	ВИР 114 × к-1039, Краснод. кр., РФ	0	8	0	26
35	ВИР 826	3649	к-1034, Италия	0	10	0	4
36	ВИР 830	3762	и-598386, Финлянд ия	0	16	0	17
37	ВИР 832	3646	и-576407, США	9	8	6	28
38	ВИР 833	3647	и-576407, США	33	14	11	39
39	ВИР 835	3791	Краснод. кр., РФ	3	12	0	6
40	ВИР 839	3675	Краснод. кр., РФ	0	6	3	2
41	ВИР 840	3676	Краснод. кр., РФ	0	0	30	8
42	ВИР 902	3650	к-3411, Финлянд ия	0	24	13	0

### Обсуждение

Для сравнительного изучения из коллекции ВИР были выбраны короткостебельные линии самого различного происхождения. В литературе, посвященной исследованиям карликовости у подсолнечника, бытует мнение, что существует только два источника карликовости: источник DDR неизвестного происхождения и сорт российской селекции Донской низкорослый 47 [14]. В генеалогии последнего сорта значится, что он создан на основе линии ВИР 171, которая поступила в коллекцию из Канады. Таким образом, нами показано, что в коллекции ВИР источники короткостебельности (карликовости) представлены более широко, а именно: линии североамериканского, аргентинского, западно-европейского (итальянского, французского, венгерского) происхождения и линии из стародавних российских сортов и межвидовых гибридов.

Большинство линий характеризовались большей высотой растения и диаметром корзинки в 2023 году по сравнению с предыдущими годами изучения. Возможно, это объясняется более влажными условиями произрастания. Однако, короткостебельные линии оставались таковыми (с высотой растения менее 100 см) все три года исследований.

Мы считаем, что сближенное листорасположение за счет коротких междоузлий является основным признаком карликовости. Близки к линии ВИР 434 по размеру междоузлия линии ВИР 171, ВИР826, ВИР 328, ВИР 772, ВИР 773.

Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что доля влияния генотипа на изменчивость признака высота растения составляет 93,78% (табл. 3, рис. 5). На изменчивость признаков число листьев на растении (табл. 4, рис. 6) и средняя длина междоузлия (табл. 5, рис.7) внешние условия оказывают несколько большее влияние 5,75% и 5,98% соответственно.

Таблица 3 - Дисперсионный анализ по признаку высота растения

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.7>

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое	Доля влияния
Генотип	92163,41	40	2304,08	32,60	1,38	1,54	93,77
Условия года	464,57	2	232,28	3,28	0,04	3,11	0,47

Погрешность	5653,00	80	70,66	-	-	-	5,75
Итого	98280,99	122	-	-	-	-	-

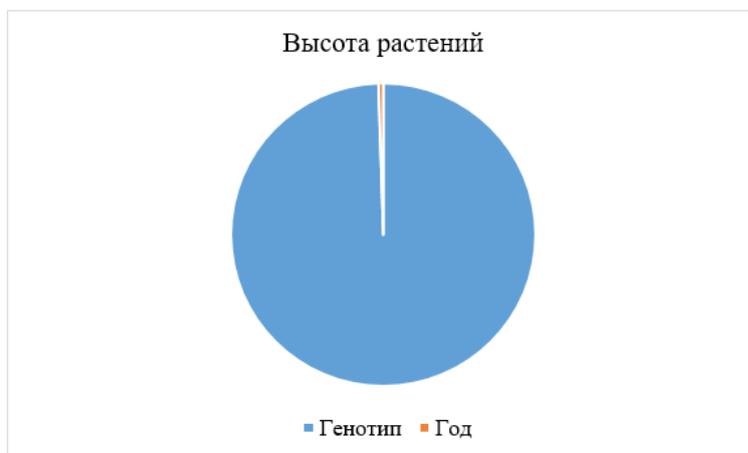


Рисунок 5 - Преимущественное влияние генотипа и внешних условий на формирование высоты растения подсолнечника (Краснодарский край, Кубанская ОС – филиал ВИР, 2021-2023 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.8>

Примечание: \*влияние достоверно при  $p \leq 0,05$

Таблица 4 - Дисперсионный анализ по признаку число листьев

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.9>

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое	Доля влияния
Генотип	3032,56	40	75,81	17,63	0,00	1,54	84,62
Условия года	207,27	2	103,63	24,11	0,00	3,11	5,78
Погрешность	343,834	80	4,29	-	-	-	10
Итого	3583,67	122	-	-	-	-	-

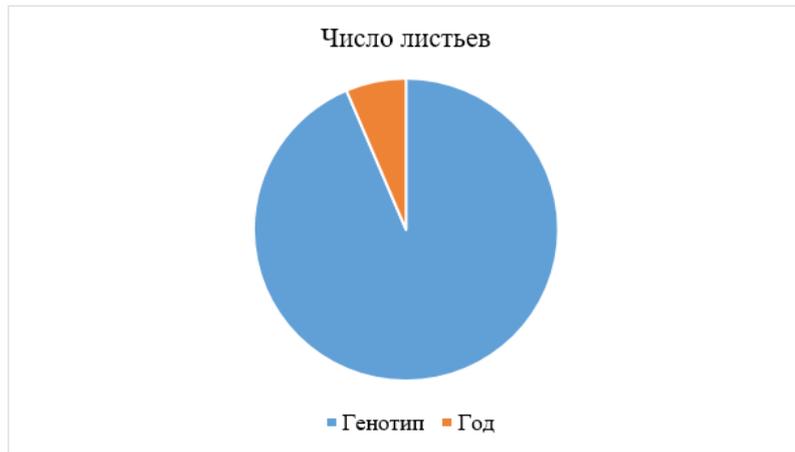


Рисунок 6 - Влияние генотипа и внешних условий на формирование числа листьев на растении подсолнечника (Краснодарский край, Кубанская ОС – филиал ВИР, 2021-2023 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.10>

Примечание: \*влияние достоверно при  $p \leq 0,05$

Таблица 5 - Дисперсионный анализ по признаку длина междоузлия

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.11>

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое	Доля влияния
Генотип	104,33	40	2,60	13,71	1,73	1,54	82,04
Условия года	7,61	2	3,80	20,01	8,94	3,11	5,98
Погрешность	15,21	80	0,19	-	-	-	-
Итого	127,16	122	-	-	-	-	-

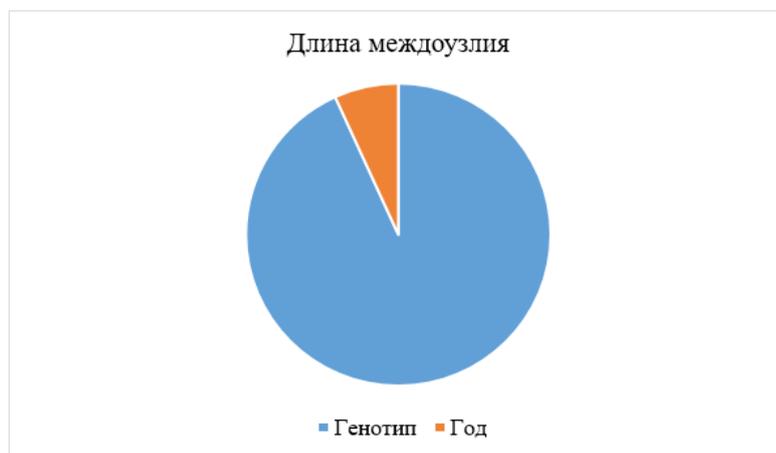


Рисунок 7 - Влияние генотипа и внешних условий на формирование междоузлий на растении подсолнечника (Краснодарский край, Кубанская ОС – филиал ВИР, 2021-2023 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.12>

Примечание: \*влияние достоверно при  $p \leq 0,05$

На основе полученных данных проведен корреляционный анализ (табл. 6). Отметим, что корреляция между высотой растения и периодом всходы-созревание составляет 0,53, что свидетельствует об отсутствии взаимозависимости этих признаков. Сильная корреляционная связь отмечена между признаками число листьев и всходы-созревание – коэффициент корреляции 0,81. Малое число листьев определяет ультрараннеспелость линии, и чем больше число листьев на растении, тем продолжительнее вегетационный период. Корреляции между другими признаками не существенны.

Таблица 6 - Данные корреляционного анализа между морфологическими признаками короткостебельных линий (Краснодарский край, Кубанская ОС – филиал ВИР, 2021)

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.13>

Признаки	Всходы-созревание	Диаметр корзинки	Число листьев	Высота общая	Длина междоузлия
Всходы-созревание	1	-	-	-	-
Диаметр корзинки	0,55	1	-	-	-
Число листьев	0,81	0,63	1	-	-
Высота общая	0,53	0,48	0,59	1	-
Длина междоузлия	-0,11	-0,05	-0,26	0,60	1

Карликовые растения характеризуются уменьшением не только высоты растения, междоузлия и диаметра корзинки, но и размеров семянки. Отметим, крупные семянки имеют грызовые и кондитерские образцы. Высокомасличные сорта отечественной селекции также более крупноплодны, чем промышленные гибриды масличного использования. Для сравнения семян короткостебельных образцов и возделываемых гибридов нами взяты три образца районированных масличных гибридов, три образца линий-карликов ВИР репродукции Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур имени В.С. Пустовойта (ВНИИМК), 2019 г., два образца линий ВИР разных мест и лет репродукции и гибриды F1 на основе одной из карликовых линий ВИР 501, к-3508 и линии ВИР 340, к-3513 (репродукция ВНИИМК 2019 г. и репродукция Пушкин 2021 г.).

Измерения семян подсолнечника проводилось по трем параметрам: длина, ширина и толщина семянки. Также определяли массу 1000 семян для каждого из образцов (табл. 7).

У всех карликовых линий и линии ВИР 340 масса 1000 семян несколько ниже, чем у гибридов. Но, несмотря на это, гибриды на основе карликовой линии ВИР 501, имеют массу 1000 семян, сопоставимую с массой 1000 семян масличных гибридов. Такая же картина получается и с размерами семян. У линий-карликов и у родительских линий семена меньше, в то время как семена гибридов с линией ВИР 501 и гибридов масличных уже крупнее по всем трем измеряемым показателям.

Таблица 7 - Сравнение семян районированных масличных гибридов подсолнечника и короткостебельных (карликовых) образцов подсолнечника

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2024.41.21.14>

№ кат. или интрод.	Название	Происхождение	Год и место репродукции	Масса 1000, г	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм
<b>Карликовые линии</b>							
2792	ВИР 171	к-2026, Канада	ВНИИ МК, 2019	36	9,3±0,08	3,4±0,06	2,7±0,09
3492	ВИР 665	к-2961, Аргентина	ВНИИ МК, 2019	48	8,4±0,08	5,3±0,12	3,4±0,11
3554	ВИР 758	НА 232 x <i>H.maximiliani</i>	ВНИИ МК, 2019	40	10,6±0,11	4,4±0,07	2,5±0,06
<b>Родительские линии</b>							
3513	ВИР 340	к-1933, Венгрия	Пушкин, 2021	37±3,4	10,2±0,13	5,9±0,07	3,7±0,07
3508	ВИР 501	Краснодарский край, РФ	ВНИИ МК, 2019	44	8,2±0,08	4,8±0,13	3,3±0,12
<b>Гибриды на основе карликовой линии ВИР 501</b>							
	F1(F0)	ВИР 340 к-3513 x ВИР 501 к-3508	ВНИИ МК, 2019	67	10,8±0,08	5,0±0,04	3,34±0,04
	F1	ВИР 340 к-3513 x ВИР 501 к-3508	Пушкин, 2021	77,3±5,4	10,1±0,13	7,1±0,13	4,6±0,12
<b>Районированные масличные гибриды</b>							
636949	БДА 01 (F1)	Франция	Московская обл, 2020г.	65	10,1±0,13	5,2±0,08	3,5±0,08
636952	РАТ П 04 (F1)	Франция	Московская обл, 2020г.	64	10±0,12	5,1±0,12	3,5±0,08
636953	РАТ П 05 (F1)	Франция	Московская обл, 2020г.	67	9,8±0,11	4,9±0,09	3,5±0,08

Высота растения зависит от условий года и у некоторых линий этот признак незначительно изменялся в сторону увеличения или уменьшения, но карликовые линии при этом не переходили в разряд короткостебельных или высокорослых, что согласуется с результатами предыдущих исследований, выполненных на базе коллекции ВИР [15], [16], [17] Подтверждены данные, полученные ранее другими исследователями [6], [7] о том, что продолжительность вегетационного периода положительно коррелирует с числом листьев.

#### **Заключение**

В результате проведенного фенотипирования 40 короткостебельных линий коллекции ВИР выявлены линии с высотой растения 47-60 см и длиной междоузлия менее трех сантиметров. Такие линии отнесены к группе карликовых. Линии с длиной междоузлия более трех сантиметров и высотой до 100 см следует отнести к группе

короткостебельных. У линий ВИР340 и ВИР755 во три года наблюдалась высота растения свыше 100 см и длины междоузлия 4,2-5,4 см. Эти линии не являются короткостебельными и взяты в исследование в качестве контроля.

В результате проведенных исследований выявлены линии ВИР 304, ВИР 319, ВИР 818, ВИР 902, стабильно короткостебельные, характеризующиеся сравнительно высокой продуктивностью и массой 1000 семян, толерантностью к болезням, ложной мучнистой росе и фомопсису, к тем расам патогенов, которые были распространены в Краснодарском крае в годы проведения опыта. Перечисленные линии рекомендуются к использованию при создании отечественных низкорослых гибридов подсолнечника.

### Финансирование

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075-15-2022-323 от 21.04.2022 о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

### Благодарности

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Funding

This research was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation in accordance with Agreement No. 075-15-2022-323 dated April 21, 2022, on providing a grant in the form of subsidies from the federal budget of the Russian Federation. The grant was provided for the state-supported establishment and development of the world-class scientific center “Agrotechnologies for the Future”.

### Acknowledgement

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Khush G.S. Green Revolution: the Way Forward / G.S. Khush // Nature Reviews Genetics. — 2001. — 2. — p. 815-822. DOI: 10.1038/35093585.
2. Seiler G. Basic Information. Genetics, Genomics and Breeding of Sunflower / G. Seiler, C.C. Jan — USA: FL: CRC Press, 2010. — 50 p.
3. Schneiter A.A. Production of Semidwarf and Dwarf Sunflower in the Northern Great Plains of the USA / A.A. Schneiter // Field Crops Research. — 1992. — 30. — p. 391-401. DOI: 10.1016/0378-4290(92)90007-V.
4. Russian Oil and Fat Union. — 2023 — URL: <https://mzhsr.ru/news/novosti-otrasli/minselxoz-soobshhil-o-roste-rosevnoj-ploshhadi-v-rf-v-2023-godu-do-47,7-mln-ga> (accessed: 23.12.2023)
5. Тихонов О. И. Биология, селекция и возделывание подсолнечника / О. И. Тихонов, Н.И. Бочкарев, А.Б. Дьяков — Москва: Агропромиздат, 1992. — 281 с.
6. Таволжанский Н.П. Теория и практика создания гибридов подсолнечника в современных условиях / Н.П. Таволжанский — Белгород: , 2000. — 451 с.
7. Толмачев В.В. Короткостебельность. Биология, селекция и возделывание подсолнечника / В.В. Толмачев — Москва: Агропромиздат, 1992. — 281 с.
8. Škorić D. Sunflower breeding. Sunflower Genetics and Breeding International Monogram / D. Škorić — Novi Sad, Serbia.: Serbian Acad. Sciences and Arts, 2012. — 518 p.
9. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. «Сорта растений» (офиц. издание) // Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. «Сорта растений» (офиц. издание). — 2022. — №1. — URL: <https://gossortrf.ru/registry/> (дата обращения: 23.12.2023)
10. Gavrilova V.A. Sunflower Genetic Collection at the Vavilov Institute of Plant Industry / V.A. Gavrilova, V.T. Rozhkova, I.N. Anisimova // Helia. — 2014. — 37(60). — p. 1-16.
11. Гаврилова В.А. Линии подсолнечника, полученные на основе высокомасличных сортов / В.А. Гаврилова, Н.И. Анисимова, Т.Г. Ступникова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 2018. — 179(3). — с. 167-178. DOI: 10.30901/2227-8834-2018-3.
12. Гаврилова В.А. Генетическая коллекция подсолнечника. Каталог ВИР / В.А. Гаврилова, И.Н. Анисимова, Н.В. Алпатьева, В.Т. Рожкова, Т.Г. Ступникова, Ю.И. Карабидина, Е.Б. Кузнецова — Санкт-Петербург: ВИР, 2017. — 853 с.
13. Анащенко А.В. Методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур. Выпуск II. Подсолнечник / А.В. Анащенко — Ленинград: ВИР, 1976. — 39 с.
14. Ramos M.L. Phenotypic Characterization, Genetic Mapping and Candidate Gene Analysis of a Source Conferring Reduced Plant Height in Sunflower / M.L. Ramos, E. Altieri, M. Bulos // Theoretical and Applied Genetics. — 2013. — 126. — p. 251-263. DOI: 10.1007/s00122-012-1978-4.
15. Есаев А.Л. Генетический контроль короткостебельности некоторых инбредных линий культурного подсолнечника: автореферат канд. дисс. / А.Л. Есаев. Автореферат канд. дисс. — Санкт-Петербург. ВИР, 1998 — с. 1-21

16. Гаврилова В.А. Короткостебельные линии в коллекции ВИР / В.А. Гаврилова, А.Л. Есаев, В.Т. Рожкова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. — 1999. — 156. — с. 14-25.
17. Гаврилова В.А. Генетические коллекции важнейших сельскохозяйственных культур. Подсолнечник. Идентифицированный генофонд растений и селекция / В.А. Гаврилова, А.Л. Есаев, В.Т. Рожкова — Санкт-Петербург: ВИР, 2005. — 880 с.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Khush G.S. Green Revolution: the Way Forward / G.S. Khush // Nature Reviews Genetics. — 2001. — 2. — p. 815-822. DOI: 10.1038/35093585.
2. Seiler G. Basic Information. Genetics, Genomics and Breeding of Sunflower / G. Seiler, C.C. Jan — USA: FL: CRC Press, 2010. — 50 p.
3. Schneiter A.A. Production of Semidwarf and Dwarf Sunflower in the Northern Great Plains of the USA / A.A. Schneiter // Field Crops Research. — 1992. — 30. — p. 391-401. DOI: 10.1016/0378-4290(92)90007-V.
4. Russian Oil and Fat Union. — 2023 — URL: <https://mzhsr.ru/news/novosti-otrasli/minselxoz-soobshhil-o-roste-posevnoj-ploshhadi-v-rf-v-2023-godu-do-47,7-mln-ga> (accessed: 23.12.2023)
5. Tihonov O. I. Biologija, seleksija i vzdelyvanie podsolnechnika [Biology, Selection and Cultivation of Sunflower] / O. I. Tihonov, N.I. Bochkarev, A.B. D'jakov — Moskva: Agropromizdat, 1992. — 281 p. [in Russian]
6. Tavolzhanskij N.P. Teorija i praktika sozdanija gibridov podsolnechnika v sovremennyh uslovijah [Theory and Practice of Creating Sunflower Hybrids in Modern Conditions] / N.P. Tavolzhanskij — Belgorod: , 2000. — 451 p. [in Russian]
7. Tolmachev V.V. Korotkostebel'nost'. Biologija, seleksija i vzdelyvanie podsolnechnika [Short-stemmed. Biology, Selection and Cultivation of Sunflower] / V.V. Tolmachev — Moskva: Agropromizdat, 1992. — 281 p. [in Russian]
8. Škorić D. Sunflower breeding. Sunflower Genetics and Breeding International Monogram / D. Škorić — Novi Sad, Serbia.: Serbian Acad. Sciences and Arts, 2012. — 518 p.
9. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopuschennyh k ispol'zovaniju. «Sorta rastenij» (ofits. izdanie) [State Register of Selection Achievements Approved for Use. "Varieties of Plants" (official edition)] // State Register of Selection Achievements Approved for Use. "Varieties of Plants" (official edition). — 2022. — №1. — URL: <https://gossortrf.ru/registry/> (accessed: 23.12.2023) [in Russian]
10. Gavrilova V.A. Sunflower Genetic Collection at the Vavilov Institute of Plant Industry / V.A. Gavrilova, V.T. Rozhkova, I.N. Anisimova // Helia. — 2014. — 37(60). — p. 1-16.
11. Gavrilova V.A. Linii podsolnechnika, poluchennye na osnove vysokomaslichnyh sortov [Sunflower Lines Obtained on the Basis of High-oil Varieties] / V.A. Gavrilova, N.I. Anisimova, T.G. Stupnikova // Works on Applied Botany, Genetics and Breeding. — 2018. — 179(3). — p. 167-178. DOI: 10.30901/2227-8834-2018-3. [in Russian]
12. Gavrilova V.A. Geneticheskaja kollekcija podsolnechnika. Katalog VIR [Genetic Collection of Sunflower] / V.A. Gavrilova, I.N. Anisimova, N.V. Alpat'eva, V.T. Rozhkova, T.G. Stupnikova, Ju.I. Karabitsina, E.B. Kuznetsova — Sankt-Peterburg: VIR, 2017. — 853 p. [in Russian]
13. Anaschenko A.V. Metodicheskie ukazanija po izucheniju mirovoj kollekcii maslichnyh kul'tur. Vypusk II. Podsolnechnik [Methodical Instructions for the Study of the World Collection of Oilseeds. Issue II. Sunflower] / A.V. Anaschenko — Leningrad: VIR, 1976. — 39 p. [in Russian]
14. Ramos M.L. Phenotypic Characterization, Genetic Mapping and Candidate Gene Analysis of a Source Conferring Reduced Plant Height in Sunflower / M.L. Ramos, E. Altieri, M. Bulos // Theoretical and Applied Genetics. — 2013. — 126. — p. 251-263. DOI: 10.1007/s00122-012-1978-4.
15. Yesaev A. L. 1998. Geneticheskij kontrol' korotkostebel'nosti nekotoryh inbrednyh linij kul'turnogo podsolnechnika [Genetic Control of Some Inbred Short-stemmed Lines of Sunflower Cultural: Ph.D / A. L. Yesaev. Dissertation author's abstract. — St.Petersburg, VIR, 1998 — pp. 1-21 [in Russian]
16. Gavrilova V.A. Korotkostebel'nye linii v kollekcii VIR [Dwarf Lines in the VIR Collection] / V.A. Gavrilova, A.L. Esaev, V.T. Rozhkova // Bulletin of Applied Botany, Genetics and Breeding. — 1999. — 156. — p. 14-25. [in Russian]
17. Gavrilova V.A. Geneticheskie kollekcii vazhnejshih sel'skohozjajstvennyh kul'tur. Podsolnechnik. Identifitsirovannyj genofond rastenij i seleksija [Genetic Collection of Major Agricultural Crops. Sunflower. In the Book: Identified Plant Diversity and Breeding ] / V.A. Gavrilova, A.L. Esaev, V.T. Rozhkova — Sankt-Peterburg: VIR, 2005. — 880 p. [in Russian]