

Научная статья

УДК 633.854.78:631.531.048:631.524.84

DOI: 10.25230/2412-608X-2022-1-189-45-53

## Формирование продуктивности материнских линий гибридов подсолнечника при выращивании с разной плотностью стояния растений

Николай Михайлович Тишков  
Владимир Арнольдович Тильба  
Василий Леонидович Махонин  
Маргарита Вячеславовна Шкарупа

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК,

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 254-13-59

agrohim@vniimk.com

**Ключевые слова:** подсолнечник, материнская линия гибрида, плотность стояния растений, урожайность, масличность семян, структура урожая

**Для цитирования:** Тишков Н.М., Тильба В.А., Махонин В.Л., Шкарупа М.В. Формирование продуктивности материнских линий гибридов подсолнечника при выращивании с разной плотностью стояния растений // Масличные культуры. 2022. Вып. 1 (189). С. 45–53.

**Аннотация.** В 2017–2020 гг. на чернозёме выщелоченном в центральной природно-климатической зоне Краснодарского края изучали формирование урожая, его структуру и качество у раннеспелых самоопылённых линий – материнских форм гибридов подсолнечника ВК 101, ВК 678, ВК 905, ВА 760 и ЭД 765 селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК при выращивании их при свободном цветении с плотностью стояния растений 40, 50, 60 и 70 тыс. шт./га. Установлена отрицательная зависимость выхода семян с решета с продолговатыми отверстиями размером 2,5 × 20 мм от увеличения густоты стояния растений. Максимальная урожайность этой фракции семян получена при выращивании материнских линий ВК 101 и ЭД 765 с плотностью стояния растений 50 тыс. шт./га (1,18 и 1,12 т/га), ВА 760 и ВК 678 – 60 тыс. шт./га (1,16 и 1,33 т/га), ВК 905 – 70 тыс. шт./га (1,50 т/га). С загущением посевов материнских линий на 10 тыс. шт./га выход семян с решета с размером отвер-

стей 2,5 × 20 мм в среднем уменьшался у ВК 905 на 1,9 %, ВК 101, ВК 678 и ВА 760 – на 4,9–5,0 и ЭД 765 – на 5,9 %. С увеличением густоты стояния растений с 40 до 70 тыс. шт./га масличность семян возрастала от 0,6 % у ВК 101 до 3,0 % у ВК 678, а в среднем по материнским линиям гибридов – на 1,7 %. Выявлена отрицательная зависимость диаметра корзинки, величины продуктивной площади корзинки, массы 1000 семян, числа выполненных семян в корзинке от увеличения густоты стояния растений. С увеличением густоты стояния растений на 10 тыс. шт./га уменьшались диаметр корзинки – на 0,64–1,02 см, продуктивная площадь корзинки – на 14,4–27,2 см<sup>2</sup>, масса 1000 семян – на 1,4–3,5 г, число выполненных семян в корзинке – на 37–125 шт. в зависимости от материнской линии гибрида.

UDC 633.854.78:631.531.048:631.524.84

## Formation of productivity of maternal lines of sunflower hybrids under cultivation with different plant density.

N.M. Tishkov, chief researcher, doctor of agriculture

V.A. Tilba, chief researcher, doctor of biology, academician of RAS

V.L. Makhonin, head of the lab., leading researcher, PhD in agriculture

M.V. Shkarupa, junior researcher

V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038 Russia

Tel.: (861) 254-13-59

agrohim@vniimk.com

**Key words:** sunflower, maternal line of a hybrid, plant density, yield, oil content of seeds, yield structure

**Abstract.** In 2017–2020, we studied the yield formation, its structure and quality in early-maturing self-pollinated lines – maternal forms of sunflower hybrids VK 101, VK 678, VK 905, VA 760, and ED 765 bred at V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops. The research was carried out on leached chernozem in the central natural and climatic zone of the Krasnodar region under free flowering cultivation with plant population of 40, 50, 60, and 70 thousand plants/ha. We established the negative dependence of seed yield from the sieve with oblong holes of 2.5 × 20 mm in size on increasing the plant density. The maximum yield of this seed fraction was obtained when growing maternal lines VK 101 and ED 765 with a population of 50 thousand plants/ha (1.18 and 1.12 t/ha), VA 760 and VK 678 – 60 thousand plants/ha (1.16 and 1.33 t/ha), VK 905 – 70 thousand plants/ha (1.50 t/ha). With the thickening of sowings of maternal lines by 10 thousand plants/ha, the yield of seeds from the sieve with

a hole size of  $2.5 \times 20$  mm on average decrease in VK 905 by 1.9%, VK 101, VK 678, and VA 760 – by 4.9–5.0%, and ED 765 – by 5.9%. With increasing the plant population from 40 to 70 thousand plants/ha, the oil content of seeds increased from 0.6% for VK 101 to 3.0% for VK 678, and on average for the maternal lines of hybrids – by 1.7%. We established the negative dependence of the head diameter, size of productive area of a head, thousand-seed weight, and number of filled seeds in a head on increase in the plant density. The increase of plant population by 10 thousand plants/ha resulted in decrease of a head diameter by 0.64–1.02 cm, productive area of a head by 14.4–27.2 cm<sup>2</sup>, thousand-seed weight by 1.4–3.5 g, a number of filled seeds in a head by 37–125 seeds, depending on the maternal line of a hybrid.

**Введение.** Производство гибридного подсолнечника определяется величиной урожая и качеством семян материнских линий на участках размножения и гибридизации [1; 2].

Самоопылённые линии подсолнечника, вследствие их узкой генетической основы, характеризуются высокой зависимостью от неблагоприятных погодных условий в первые фазы онтогенеза [3]. Исследования ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в 2018–2019 гг. [4] позволили авторам дать характеристику самоопылённым материнским линиям VK 101, VK 678, VK 905, VA 760, ЭД 765 по продолжительности вегетационного периода, высоте растений, урожайности и масличности семян, массе 1000 семян, а также указать на преимущества и недостатки изучаемых самоопылённых материнских линий.

Одним из основных направлений повышения эффективности технологий возделывания подсолнечника является разработка сортовых агротехник, основой которых является отзывчивость сорта, гибрида, родительских линий на сроки посева, густоту стояния растений и применение удобрений. Указанные элементы технологий в достаточной мере отражают сортовую специфику отзывчивости и поэтому необходимы для разработки сортовой агротехники подсолнечника.

Для коммерческих сортов и гибридов подсолнечника установлена оптимальная густота стояния растений для различных

зон их возделывания, но для материнских линий гибридов селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК этот элемент агротехники изучен недостаточно [5; 6; 7]. Актуальность исследований состоит в разработке важнейшего элемента сортовой агротехники – густоты стояния растений материнских линий гибридов подсолнечника, и тем самым оптимизации площади питания с целью наиболее полной реализации биологического потенциала продуктивности этих линий.

В результате 4-летних исследований изучена отзывчивость пяти материнских линий гибридов селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК на густоту стояния растений с 40 до 70 тыс. шт./га.

**Материалы и методы.** Исследования проводили в 2017–2020 гг. в научном севообороте центральной экспериментальной базы (ЦЭБ) ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар).

Объект исследований – фертильные раннеспелые материнские линии гибридов подсолнечника VK 101, VK 678, VK 905, VA 760, ЭД 765. В двухфакторном полевом опыте изучали реакцию указанных материнских линий (фактор А) на густоту стояния растений 40, 50, 60 и 70 тыс. шт./га (фактор В). При широко-рядном способе посева с междурядьями 70 см такая густота стояния растений соответствует средней площади питания одного растения – соответственно 2520, 2030, 1680 и 1400 см<sup>2</sup>.

Размер учётной площади делянки 14,0 м<sup>2</sup>, повторность 3-кратная. Посев проводили вручную в третьей декаде апреля – первой декаде мая. При образовании у растений 8 настоящих листьев в каждом гнезде оставляли по одному растению. Перед посевом семена инкрустировали разработанным во ВНИИМК инсекто-фунгицидным составом с включением в него регуляторов роста растений и микроэлементов. В период вегетации растения опрыскивали раствором фунгицида с микроэлементами. Уборку урожая проводили срезанием корзинок с учётной пло-

щади делянки в фазе биологической спелости каждой изучаемой материнской линии, обмолачиванием их вручную при влажности семян в корзинке 14–16 % и очисткой семян от примесей. Перед уборкой отбирали корзинки растений для определения структуры урожая в соответствии с разработанной во ВНИИМК методикой [8]. Выход чистых семян с решета с продолговатыми отверстиями размером 2,5 × 20 мм определяли по ГОСТ 12037-81, массу 1000 семян – по ГОСТ 12042-80, содержание масла в семенах – на ЯМР-анализаторе АМВ-1006М по ГОСТ 8.596-2010 в отделе физических методов исследований ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Полученные экспериментальные данные оценивали методами математической статистики [9]. В опытах применяли агротехнику, рекомендованную для выращивания подсолнечника в центральной природно-климатической зоне Краснодарского края [10].

Почва опытных участков – чернозём выщелоченный слабогумусный сверхмощный тяжелосуглинистый. В годы исследований слой почвы 0–20 см характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН<sub>KCl</sub> потенцио-метрически 5,5–5,9, содержание гумуса по Тюрину 3,46–3,61 %, подвижного фосфора в вытяжке по Мачигину 26,0–27,9 мг/кг почвы, обменного калия в вытяжке по Мачигину 405–451 мг/кг почвы, нитрификационная способность по методу Кравкова 15,8–18,8 мг N-NO<sub>3</sub> на кг почвы.

**Результаты и обсуждение.** Погодные условия вегетационного периода подсолнечника (май – август) в 2017–2020 гг. характеризовались отсутствием дефицита влаги в почве в предпосевной период (апрель), незначительными осадками в июне 2018–2020 гг. и в августе 2017, 2018 и 2020 гг. при высокой среднесуточной температуре воздуха в июне и августе, превышавшей показатель средних многолетних данных за указанные месяцы на 3,1–4,7 и 1,9–3,8 °С соответственно. За период май – август в среднем осадков

выпало больше нормы на 15,6 мм (6,7 %), но распределялись они неравномерно. Если в мае их количество превышало норму на 37,9 %, в июле – на 94,3 %, то в июне и августе осадков выпало значительно меньше – на 43,9 и 47,9 % соответственно. В то же время среднесуточная температура воздуха превышала норму в мае на 1,5 °С, в июне – на 3,2 °С, в июле – на 1,9 °С, в августе – на 2,2 °С, а в среднем за май – август – на 2,2 °С.

Для подсолнечника в период цветения – налив семян важное значение имеют показатели влагообеспеченности растений и температуры воздуха. В наших опытах в цветение (2–3 декады июля) выпали обильные осадки, превышавшие норму (39,0 мм) в 2,2; 3,1; 3,4 и 2,4 раза по годам исследований соответственно, а среднесуточная температура воздуха была выше нормы на 1,6–2,6 °С. Период налив – созревание семян (3-я декада июля – 2-я декада августа) в 2017, 2018 и 2020 гг. характеризовался дефицитом осадков – на 11,6–27,6 мм меньше нормы (52,0 мм), но температура воздуха превышала норму на 1,3–2,2 °С в 2020 и 2018 гг. и на 3,7 °С в 2017 г.

С увеличением густоты стояния растений с 40 до 70 тыс. шт./га диаметр корзинки у материнских линий уменьшался (табл. 1). Выявлено значительное варьирование показателя диаметра корзинки по годам исследований. В среднем за 2017–2020 гг. максимальный коэффициент вариации (CV) выявлен у ВК 678 – 12,4–16,7 %, у ВА 760 и ВК 101 он составил 6,0–11,8 %, а у ЭД 765 и ВК 905 – 3,2–4,2 и 3,9–7,0 %. Установлена отрицательная зависимость диаметра корзинки от густоты стояния растений с коэффициентами корреляции от -0,496 у ВК 678 до -0,863 у ЭД 765. С увеличением густоты стояния растений на 10 тыс. шт./га диаметр корзинки в среднем уменьшался у ВА 760 на 0,64 см, у ВК 905, ВК 101, ВК 678 – на 0,88–0,90 см, у ЭД 765 – на 1,02 см.

Пустозёрная часть корзинки у материнских линий не зависела от густоты стояния растений и в среднем составляла

2,3–2,5 см. Минимальное значение указанного показателя выявлено у линий ВК 905 и ВК 678 (1,1–1,2 см), максимальное – у ВК 101 и ЭД 765 (по 3,9 см).

Таблица 1

**Диаметр корзинки у материнских линий гибридов в зависимости от густоты стояния растений**

Материнская линия (фактор А)	Густота стояния растений, тыс. шт./га (фактор В)	Диаметр корзинки (см) по годам				Среднее по вариантам	
		2017	2018	2019	2020	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ , см	CV
ВК 101	40	18,3	16,0	15,5	18,5	17,1 ± 0,4	7,6
	50	17,0	15,9	15,3	17,7	16,5 ± 0,3	6,0
	60	16,7	13,3	15,1	17,0	15,5 ± 0,5	10,7
	70	15,7	12,7	13,0	16,4	14,5 ± 0,5	11,8
ВК 678	40	17,5	13,5	13,9	15,4	15,1 ± 0,6	12,4
	50	15,9	11,4	13,3	14,9	13,9 ± 0,6	14,7
	60	15,5	10,4	12,7	14,6	13,3 ± 0,7	16,7
ВК 905	40	17,0	17,0	17,2	17,8	17,3 ± 0,2	4,0
	50	15,3	16,9	16,8	17,2	16,6 ± 0,4	7,0
	60	14,9	15,4	15,9	16,3	15,6 ± 0,2	3,9
ВА 760	40	17,2	15,3	16,3	16,4	16,3 ± 0,3	5,7
	50	16,4	14,6	15,9	16,1	15,8 ± 0,3	6,2
	60	15,9	13,3	14,9	15,5	14,9 ± 0,4	8,5
	70	15,8	12,8	14,3	14,9	14,5 ± 0,4	9,2
ЭД 765	40	18,3	17,9	19,6	18,1	18,5 ± 0,3	4,2
	50	17,4	17,7	18,3	17,8	17,8 ± 0,2	3,7
	60	16,5	16,2	16,5	17,1	16,6 ± 0,2	3,2
	70	15,4	15,1	15,4	16,1	15,5 ± 0,2	3,8
НСР <sub>05</sub> вариантов		0,96	1,13	0,76	1,09	–	–

Примечание:  $\bar{x}$  – среднее значение,  $S_{\bar{x}}$  – ошибка среднего арифметического, CV – коэффициент вариации

Продуктивная площадь корзинки (разница между общей площадью корзинки и площадью её пустозёрной части) с увеличением густоты стояния растений с 40 до 70 тыс. шт./га уменьшалась: у ВА 760 на 41 см<sup>2</sup>, ВК 678 – на 58, ВК 101 и ВК 905 – на 65 и ЭД 765 – на 81 см<sup>2</sup>, а в среднем по материнским линиям гибридов на 62 см<sup>2</sup> – с 217 до 155 см<sup>2</sup> (табл. 2).

Таблица 2

**Продуктивная площадь корзинки у материнских линий гибридов в зависимости от густоты стояния растений**

Материнская линия (фактор А)	Густота стояния растений, тыс. шт./га (фактор В)	Продуктивная площадь корзинки (см <sup>2</sup> ) по годам				Среднее по вариантам	
		2017	2018	2019	2020	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ , см <sup>2</sup>	CV
ВК 101	40	234	194	170	264	216 ± 10,3	15,1
	50	210	180	159	243	198 ± 10,2	16,3
	60	204	137	155	225	180 ± 12,7	22,2
	70	178	109	110	207	151 ± 13,6	28,5
ВК 678	40	241	133	152	185	178 ± 15,3	27,3
	50	199	101	139	173	153 ± 14,0	28,9
	60	188	76	127	167	140 ± 15,3	34,6
ВК 905	40	223	227	233	248	233 ± 6,0	8,1
	50	178	224	221	232	214 ± 8,1	12,0
	60	169	184	198	210	190 ± 6,3	10,5
ВА 760	40	214	178	209	207	202 ± 7,4	11,5
	50	198	159	200	201	190 ± 8,7	14,5
	60	189	135	174	185	171 ± 9,0	16,7
ЭД 765	40	241	234	293	254	256 ± 9,7	12,0
	50	207	232	261	238	235 ± 8,2	11,1
	60	187	192	213	220	203 ± 6,8	10,6
	70	158	167	183	192	175 ± 6,8	10,2
НСР <sub>05</sub> вариантов		30,8	26,6	34,2	33,9	–	–

Примечание:  $\bar{x}$  – среднее значение,  $S_{\bar{x}}$  – ошибка среднего арифметического, CV – коэффициент вариации

Выявлено высокое варьирование показателя продуктивной площади корзинки по годам исследований. Коэффициенты вариации составили 8,1–12,0 % у ВК 905 и ЭД 765, 11,5–18,9 – у ВА 760, 15,1–28,5 – у ВК 101 и 26,9–34,6 % у ВК 678. Между продуктивной площадью корзинки и густотой стояния растений установлена отрицательная зависимость с коэффициентами корреляции от -0,472 у ВК 678 до -0,795 у ЭД 765. С увеличением густоты стояния растений на 10 тыс. шт./га продуктивная площадь корзинки в среднем снижалась у ВА 760 на 14,4 см<sup>2</sup>, ВК 678 – на 18,8 см<sup>2</sup>, ВК 101 и ВК 905 – на 21,1–21,9 см<sup>2</sup>, ЭД 765 – на 27,2 см<sup>2</sup>.

Завязываемость семян в корзинке (отношение числа выполненных семян к общему их числу в корзинке, выраженное в процентах) при выращивании материнских линий гибридов при свободном цветении в среднем составляло 68–70 % у ВК 905, 75–83 – у ЭД 765, ВК 101, ВК 678 и 85 % у ВА 760 с коэффициентами вариации 5,3–7,5 % у ВА 760, 8,1–10,2 – у ВК 678, 8,4–13,6 – у ВК 101, 9,5–13,4 – у ВК 905, 11,1–14,7 % у ЭД 765.

Выход чистых семян с решета с размером отверстий 2,5 × 20 мм с увеличением густоты стояния растений с 40 до 70 тыс. шт./га уменьшался у ВК 905 на 6 %, ВК 101, ВК 678, ВА 760 – на 14–15 и ЭД 765 – на 17 % (табл. 3). Наименьшее варьирование показателя по годам исследований отмечено у ЭД 765 и ВК 905 с коэффициентами вариации соответственно 3,8–9,2 и 5,3–6,6 %. Более высокие коэффициенты вариации выявлены у ВА 760 (7,0–17,4 %), ВК 678 (11,7–15,3 %) и ВК 101 (10,6–18,1 %).

Таблица 3

**Выход семян у материнских линий гибридов в зависимости от густоты стояния растений**

Материнская линия (фактор А)	Густота стояния растений, тыс. шт./га (фактор В)	Выход семян (%) по годам				Среднее по вариантам	
		2017	2018	2019	2020	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ , %	CV
ВК 101	40	81	72	69	89	78 ± 2,4	17,5
	50	79	70	64	81	77 ± 2,3	10,6
	60	74	60	57	87	70 ± 3,7	18,1
	70	68	54	53	79	64 ± 3,3	17,9
ВК 678	40	96	76	82	99	88 ± 3,0	11,7
	50	93	71	73	97	84 ± 3,6	14,8
	60	90	67	71	94	81 ± 3,5	15,1
	70	75	64	63	89	73 ± 3,2	15,3
ВК 905	40	98	95	87	100	95 ± 1,4	5,3
	50	95	93	86	100	94 ± 1,6	5,9
	60	93	92	85	98	92 ± 1,4	5,2
	70	89	89	81	97	89 ± 1,7	6,6
ВА 760	40	78	68	71	85	76 ± 2,1	9,6
	50	76	67	70	79	73 ± 1,5	7,0
	60	71	63	66	74	69 ± 1,5	7,6
	70	64	51	53	75	61 ± 3,1	17,4
ЭД 765	40	80	76	80	81	79 ± 0,9	3,8
	50	75	77	78	69	75 ± 1,2	5,7
	60	73	70	67	70	80 ± 0,8	3,8
	70	67	62	53	64	62 ± 1,7	9,2

Примечание:  $\bar{x}$  – среднее значение,  $S_{\bar{x}}$  – ошибка среднего арифметического, CV – коэффициент вариации

Установлена отрицательная зависимость выхода семян от густоты стояния растений с коэффициентами корреляции от -0,377 у ВК 905 до -0,824 у ЭД 765. С увеличением густоты стояния растений на 10 тыс. шт./га выход семян уменьшался на 4,9–5,0 % у ВА 760, ВК 101, ВК 678, на 5,9 – у ЭД 765 и всего на 1,9 % у ВК 905.

Высокая и близкая к максимальной урожайность семян материнских линий получена при выращивании ВК 101 с густотой стояния растений 40–50 тыс. шт./га, ВК 678, ВА 760 и ЭД 765 – 50–60, а ВК 905 – 60–70 тыс. шт./га (табл. 4).

Таблица 4

**Урожайность семян у материнских линий гибридов в зависимости от густоты стояния растений**

Материнская линия (фактор А)	Густота стояния растений, тыс. шт./га (фактор В)	Урожайность (т/га) по годам				Среднее по вариантам	
		2017	2018	2019	2020	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ , т/га	CV
ВК 101	40	1,42	1,07	1,18	0,95	1,16 ± 0,05	16,1
	50	1,55	1,18	1,12	0,87	1,18 ± 0,08	22,6
	60	1,44	1,12	1,02	0,95	1,13 ± 0,06	17,5
	70	1,34	1,08	0,87	0,92	1,04 ± 0,06	18,7
ВК 678	40	1,62	1,11	1,14	0,79	1,17 ± 0,09	26,9
	50	1,83	1,16	1,06	0,94	1,25 ± 0,11	29,1
	60	1,89	1,35	1,17	0,91	1,33 ± 0,11	28,3
	70	1,65	1,32	1,13	0,73	1,21 ± 0,10	28,8
ВК 905	40	1,46	1,40	1,60	0,55	1,25 ± 0,13	34,8
	50	1,59	1,51	1,65	0,66	1,35 ± 0,12	31,6
	60	1,75	1,64	1,70	0,72	1,46 ± 0,13	30,6
	70	1,84	1,75	1,64	0,76	1,50 ± 0,13	30,3
ВА 760	40	1,21	1,03	1,22	0,78	1,06 ± 0,05	17,9
	50	1,34	1,15	1,30	0,71	1,13 ± 0,08	23,4
	60	1,35	1,17	1,34	0,79	1,16 ± 0,07	20,8
	70	1,33	1,04	1,06	0,85	1,07 ± 0,06	18,4
ЭД 765	40	1,02	1,15	1,47	0,52	1,04 ± 0,10	34,7
	50	1,08	1,27	1,45	0,69	1,12 ± 0,09	27,1
	60	1,13	1,28	1,27	0,56	1,06 ± 0,09	29,8
	70	1,07	1,27	0,98	0,47	0,95 ± 0,09	32,8
НСР <sub>05</sub> вариантов		0,12	0,13	0,10	0,06	–	–

Примечание:  $\bar{x}$  – среднее значение,  $S_{\bar{x}}$  – ошибка среднего арифметического, CV – коэффициент вариации

Выявлено сильное варьирование урожайности материнских линий в зависимости от условий их произрастания по годам исследований. Коэффициенты вариации составили: у ВК 101 16,1–22,6 %, ВА 760 – 17,9–23,4, ВК 678 – 26,9–28,8, ЭД 765 – 27,1–34,7 и ВК 905 – 30,3–34,8 %.

В среднем за 2017–2020 гг. при выращивании с густотой стояния растений 40–50 тыс. шт./га урожайность ВК 101 составляла 1,16–1,18 т/га, 50–60 тыс. шт./га – у ЭД 765 1,06–1,12 т/га, ВА 760 – 1,13–1,18, ВК 678 – 1,25–1,33, а у ВК 905 – 1,46–1,50 т/га при густоте стояния растений 60–70 тыс. шт./га.

Установлена криволинейная зависимость урожайности семян от густоты стояния растений у ВК 101, ВК 678, ВА 760, ЭД 765 и положительная корреляция у ВК 905 (рисунок).

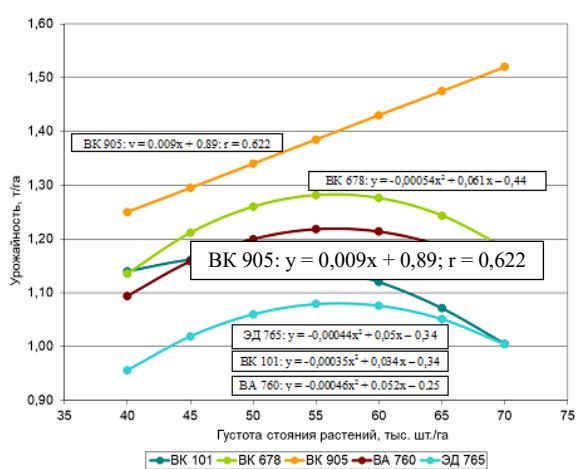


Рисунок – Зависимость урожайности семян материнских линий гибридов подсолнечника от густоты стояния растений (среднее за 2017–2020 гг.)

Масличность семян материнских линий гибридов подсолнечника с увеличением густоты стояния растений с 40 до 70 тыс. шт./га возрастала: у ВК 101 на 0,6 %, ВА 760 и ЭД 765 – на 1,1, ВК 905 – на 2,7, ВК 678 – на 3,0 %, а в среднем по материнским линиям – на 1,7 %: с 43,3 до 45,0 %. В семенах ВК 905 и ВА 760 в среднем содержалось масла 42,9 %, ВК 101 и ВК 678 – 44,3–44,6, а ЭД 765 – 46,3 %. Наиболее высокие коэффициенты вариации показателя масличности семян выявлены у ЭД 765 (8,0–11,3 %) и у ВК 905 (9,6–12,9 %).

Масса 1000 семян уменьшалась с загущением посевов с 40 тыс. раст./га (43–71 г) до 70 тыс. раст./га (39–60 г) на 4–11 г

в зависимости от материнской линии (табл. 5).

Таблица 5

Масса 1000 семян у материнских линий гибридов в зависимости от густоты стояния растений

Материнская линия (фактор А)	Густота стояния растений, тыс. шт./га (фактор В)	Масса 1000 семян (г) по годам				Среднее по вариантам		
		2017	2018	2019	2020	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ , г	CV	
ВК 101	40	47,4	46,1	44,2	56,1	48 ± 1,4	10,1	
	50	45,8	45,6	42,2	55,3	47 ± 1,5	10,9	
	60	43,9	42,9	40,7	52,1	45 ± 1,3	10,2	
	70	42,2	37,8	36,6	50,4	42 ± 1,7	13,9	
ВК 678	40	71,2	64,6	70,5	69,7	69 ± 0,8	4,2	
	50	67,9	62,6	64,9	66,0	66 ± 0,6	3,4	
	60	63,4	60,7	63,5	64,5	63 ± 0,5	2,9	
ВК 905	40	68,8	64,8	71,2	79,5	71 ± 1,7	8,1	
	50	63,4	61,7	67,5	66,9	65 ± 0,9	5,0	
	60	61,4	60,8	66,3	63,6	63 ± 0,8	4,2	
ВА 760	40	58,7	58,0	63,4	60,5	60 ± 0,8	4,7	
	50	39,2	45,6	47,6	38,1	43 ± 1,3	10,2	
	60	38,3	45,1	47,1	35,9	42 ± 1,5	12,9	
ЭД 765	40	34,9	41,7	46,4	35,0	40 ± 1,5	13,0	
	50	35,0	40,6	44,4	34,4	39 ± 1,3	11,5	
	60	35,0	40,6	44,4	34,4	39 ± 1,3	11,5	
ЭД 765	40	52,9	58,6	61,6	43,7	55 ± 2,1	13,2	
	50	51,7	56,1	57,2	41,7	52 ± 1,9	12,7	
	60	48,8	55,2	52,6	36,9	49 ± 2,1	15,3	
ЭД 765	70	44,7	54,5	46,6	34,2	45 ± 2,2	17,0	
	НСР <sub>05</sub> вариантов		2,1	2,0	2,4	2,6	–	–

Примечание:  $\bar{x}$  – среднее значение,  $S_{\bar{x}}$  – ошибка среднего арифметического, CV – коэффициент вариации

При выращивании с густотой стояния растений 50–60 тыс. шт./га, которая обеспечивает высокую урожайность изучаемых линий (в среднем 1,21–1,23 т/га), масса 1000 семян достигает 45–47 г у ВК 101, 63–66 – у ВК 678 и ВК 905, 40–42 – у ВА 760, 49–52 г у ЭД 765. Следует отметить низкие коэффициенты вариации показателя массы 1000 семян у ВК 678 (2,9–4,6 %) и ВК 905 (4,2–8,1 %), более высокие – у ВК 101 и ВА 760 (10,1–13,9 %), а максимальные – у ЭД 765 (12,7–17,0 %).

Выявлена отрицательная зависимость между массой 1000 семян и густотой стояния растений с коэффициентами корреляции от -0,332 у ВА 760 до -0,786 у ВК 678. С увеличением густоты стояния рас-

тений на 10 тыс. шт./га масса 1000 семян в среднем снижалась на 1,4 г у ВА 760, на 2,2 г – ВК 101, на 3,1–3,2 – у ЭД 765 и ВК 678 и на 3,5 г у ВК 905.

Число семян (выход с решета с размером отверстий 2,5 × 20 мм) в корзине зависело не только от густоты стояния растений, но и от особенностей материнской линии гибридов (табл. 6).

Таблица 6

**Число семян в корзине у материнских линий гибридов в зависимости от густоты стояния растений**

Материнская линия (фактор А)	Густота стояния растений, тыс. шт./га (фактор В)	Число семян в корзине (шт.) по годам				Среднее по вариантам	
		2017	2018	2019	2020	$\bar{x} \pm S_x$ , шт.	CV
ВК 101	40	1040	1007	702	964	928 ± 42	16,3
	50	954	869	647	844	829 ± 38	15,8
	60	810	526	542	825	676 ± 44	22,4
	70	675	437	430	709	563 ± 40	24,9
ВК 678	40	773	599	446	560	595 ± 36	21,0
	50	708	486	422	547	541 ± 33	20,9
	60	673	413	412	518	504 ± 33	22,5
	70	521	386	355	458	430 ± 21	17,2
ВК 905	40	712	776	769	570	732 ± 27	12,6
	50	672	737	731	526	667 ± 26	13,7
	60	646	673	647	495	615 ± 22	12,6
	70	606	631	685	482	601 ± 23	13,1
ВА 760	40	1037	730	845	930	886 ± 35	13,8
	50	964	683	745	845	809 ± 33	14,0
	60	858	639	680	787	741 ± 28	13,0
	70	765	486	505	728	621 ± 40	22,4
ЭД 765	40	668	866	803	919	814 ± 30	12,9
	50	614	875	716	719	731 ± 28	13,3
	60	575	751	647	609	646 ± 24	12,6
	70	488	627	468	530	528 ± 20	13,4
НСР <sub>05</sub> вариантов		64,1	52,5	62,2	82,8	–	–

Примечание:  $\bar{x}$  – среднее значение,  $S_x$  – ошибка среднего арифметического, CV – коэффициент вариации

Наибольшее число таких семян в корзине сформировалось при выращивании материнских линий с густотой стояния 40 тыс. шт./га – от 595 штук у ВК 678 до 928 штук у ВК 101. С увеличением густоты стояния растений с 40 до 70 тыс. шт./га число семян в корзине в среднем снижалось: у ВК 905 на 131 шт. (17,9 %), ВК 678 – на 165 (27,7 %), ВА 760 – на 265 (29,9 %), ЭД 765 – на 286 (35,1 %) и ВК 101 – на 365 шт. (39,3 %), а в среднем по материнским линиям – на

242 шт. (30,6 %). Варьирование числа семян в корзине по годам исследований наибольших значений достигало у ВК 678 (17,2–22,5 %), наименьших – у ВК 905 (12,6–13,7 %) и ЭД 765 (12,6–13,4 %). Коэффициент вариации в среднем составлял 20,4 % у ВК 678, 17,1 – у ВК 101, 15,8 – у ВА 760 и 13,0–13,1 % у ВК 905 и ЭД 765.

Установлена отрицательная корреляция между числом семян в корзине и густотой стояния растений с коэффициентами корреляции от -0,461 у ВК 905 до -0,795 у ЭД 765. С увеличением густоты стояния растений на 10 тыс. шт./га число семян в корзине в среднем уменьшалось: у ВК 905 на 37 шт., ВК 678 – на 53, ВА 760 – на 86, ЭД 765 – на 94 и ВК 101 на 125 шт.

**Заключение.** Проведенными в 2017–2020 гг. исследованиями по изучению отзывчивости фертильных раннеспелых материнских линий гибридов подсолнечника ВК 101, ВК 678, ВК 905, ВА 760, ЭД 765 на густоту стояния растений 40, 50, 60, 70 тыс. шт./га на черноземе выщелоченном в центральной природно-климатической зоне Краснодарского края установлено:

- с возрастанием густоты стояния растений с 40 до 70 тыс. шт./га диаметр корзины и её продуктивная площадь уменьшались. С увеличением густоты стояния растений на 10 тыс. шт./га в среднем снижались диаметр корзины – от 0,64 см у ВА 760 до 1,02 см у ЭД 765, продуктивная площадь корзины – от 14,4 до 27,2 см<sup>2</sup> соответственно;

- выход чистых семян с решета с размером отверстий 2,5 × 20 мм с загущением посевов с 40 до 70 тыс. раст./га уменьшался на 6–17 %. С увеличением густоты стояния растений на 10 тыс. шт./га выход семян снижался: у ВК 905 на 1,9 %, ВА 760, ВК 101, ВК 678 – на 4,9–5,0, ЭД 765 на 5,9 %;

- высокая урожайность семян получена при выращивании с густотой стояния растений 40–50 тыс. шт./га у ВК 101 (1,13–1,18 т/га), 50–60 тыс. шт./га у ВК

678 (1,25–1,33 т/га), ВА 760 (1,12–1,16 т/га), ЭД 765 (1,06–1,12 т/га), а у ВК 905 с густотой стояния растений 60–70 тыс. шт./га (1,46–1,50 т/га). Выявлено сильное варьирование урожайности по годам исследований. Коэффициенты вариации составили: у ВК 101 18,7 %, у ВА 760 – 20,1, у ВК 678 – 28,3, у ЭД 765 и ВК 905 31,1–31,8 %. Установлена криволинейная зависимость урожайности от густоты стояния растений у ВК 101, ВК 678, ВА 760, ЭД 765 и положительная корреляция у ВК 905;

- масличность семян материнских линий гибридов подсолнечника с увеличением густоты стояния растений с 40 до 70 тыс. шт./га возрастала на 0,6–1,1 % у ВК 101, ВА 760 и ЭД 765, на 2,7 – у ВК 905 и на 3,6 % у ВК 678. В среднем в семенах ВК 905 и ВА 760 содержалось масла 42,9 %, у ВК 101 и ВК 678 – 44,3–44,6, ЭД 765 – 46,3 %;

- масса 1000 семян уменьшалась с загущением посевов с 40 тыс. раст./га (43–71 г) до 70 тыс. раст./га (39–60 г) на 4–11 г в зависимости от материнских линий. При выращивании изучаемых материнских линий с оптимальной густотой стояния растений 50–60 тыс. шт./га масса 1000 семян составляла 63–66 г у ВК 678 и ВК 905, 49–52 – у ЭД 765, 45–47 – у ВК 101 и 40–42 г у ВА 760. Установлена отрицательная зависимость между массой 1000 семян и густотой стояния растений, с увеличением которой на 10 тыс. шт./га масса 1000 семян в среднем снижалась на 1,4 г у ВА 760, на 2,2 – у ВК 101, на 3,1–3,2 – у ЭД 765 и ВК 678, на 3,5 г у ВК 905;

- число выполненных семян (выход с решета с размером отверстий 2,5 × 20 мм) в корзинке с увеличением густоты стояния растений с 40 до 70 тыс. шт./га в среднем снижалось: у ВК 101 на 365 шт. (39,3 %), у ЭД 765 – на 286 (35,1 %), у ВА 760 – 265 (29,9 %), у ВК 678 – на 165 (27,7 %), у ВК 905 – на 131 шт. (17,9 %). Установлена отрицательная зависимость между числом выполненных семян в корзинке и густотой стояния растений. С

увеличением густоты стояния растений на 10 тыс. шт./га число семян в корзинке в среднем уменьшалось: у ВК 905 на 37 шт., ВК 678 – на 53, ВА 760 – на 86, ЭД 765 – на 94, ВК 101 – на 125 шт.;

- для получения высокой урожайности семян (выход с решета с размером отверстий 2,5 × 20 мм) рекомендуется выращивать материнские линии ВК 101, ВК 678, ВА 760, ЭД 765 с густотой стояния растений 50–60 тыс. шт./га, ВК 905 – 60–70 тыс. шт./га.

#### Список литературы

1. Беккер Х. Селекция растений. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. – 425 с.
2. Hristova-Cherbadzhi M. Evaluation of variation on sunflower single crosses // Proc. of 19th Inter. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May–2 June, 2016. – P. 583–592.
3. Demir I. Determination of the yield and yield components performance of some sunflower (*Helianthus annuus* L.) under rainfed conditions // Proc. of 19th Inter. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May–2 June, 2016. – P. 985–992.
4. Бочковой А.Д., Камардин В.А. Дополнительные критерии оценки самоопыленных линий подсолнечника в звеньях первичного семеноводства // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 13–23.
5. Горбаченко Ф.И., Горбаченко О.Ф., Бурляев Е.Г. Влияние густоты стояния материнских линий тройных гибридов подсолнечника на продуктивность и посевные качества семян // Земледелие. – 2011. – № 6. – С. 36–37.
6. Тишков Н.М., Дряхлов А.А. Влияние густоты стояния растений на урожайность и качество урожая материнских линий гибридов подсолнечника // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 1 (169). – С. 49–57.
7. Лукомец В.М., Тишков Н.М. Продуктивность материнских форм гибридов



подсолнечника в зависимости от густоты стояния растений // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 1 (177). – С. 40–47.

8. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. В.М. Лукомца; 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар, 2010. – С. 238–245.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Альянс, 2014. – 352 с.

10. Инновационные технологии возделывания масличных культур / Под общ. ред. акад. РАН В.М. Лукомца. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2017. – 256 с.

#### References

1. Bekker Kh. Seleksiya rasteniy. – М.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2015. – 425 s.

2. Hristova-Cherbadzhi M. Evaluation of variation on sunflower single crosses // Proc. of 19th Inter. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May–2 June, 2016. – P. 583–592.

3. Demir I. Determination of the yield and yield components performance of some sunflower (*Helianthus annuus* L.) under rainfed conditions // Proc. of 19th Inter. Sunfl. Conf., Edirne, Turkey, 29 May–2 June, 2016. – P. 985–992.

4. Bochkovoy A.D., Kamardin V.A. Dopolnitel'nye kriterii otsenki samoopylennykh liniy podsolnechnika v zven'yakh pervichnogo semenovodstva // Maslichnye kul'tury. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 13–23.

5. Gorbachenko F.I., Gorbachenko O.F., Burluyaev E.G. Vliyaniye gustoty stoyaniya materinskikh liniy troynnykh gibridov podsolnechnika na produktivnost' i posevnyye kachestva semyan // Zemledelie. – 2011. – № 6. – С. 36–37.

6. Tishkov N.M., Dryakhlov A.A. Vliyaniye gustoty stoyaniya rasteniy na urozhaynost' i kachestvo urozhaya materinskikh liniy gibridov podsolnechnika //

Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2017. – Вып. 1 (169). – С. 49–57.

7. Lukomets V.M., Tishkov N.M. Produktivnost' materinskikh form gibridov podsolnechnika v zavisimosti ot gustoty stoyaniya rasteniy // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Вып. 1 (177). – С. 40–47.

8. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / Pod obshch. red. V.M. Lukomtsa; 2-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar, 2010. – С. 238–245.

9. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy. – М.: Al'yans, 2014. – 352 s.

10. Innovatsionnyye tekhnologii vozde-lyvaniya maslichnykh kul'tur / Pod obshch. red. akad. RAN V.M. Lukomtsa. – Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2017. – 256 s.

#### Сведения об авторах

**Н.М. Тишков**, глав. науч. сотр., д-р с.-х. наук

**В.А. Тильба**, глав. науч. сотр., д-р биол. наук, акад. Рос. акад. наук

**В.Л. Махонин**, зав. лаб. агрохимии, вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук

**М.В. Шкарупа**, млад. науч. сотр.

*Получено/Received*

28.01.2022

*Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed*

01.02.2022

*Получено после доработки/Manuscript revised*

07.02.2022

*Принято/Accepted*

17.03.2022

*Manuscript on-line*

30.05.2022