

Влияние метеорологических условий на биохимические показатели семян подсолнечника сорта Скормас

Ю.Ю. Поморова,

зав. лабораторией, канд. тех. наук

Д.В. Бескоровайный,

мл. науч. сотрудник

В.В. Пятовский,

аналитик

Ю.М. Серова,

науч. сотрудник

Ю.С. Болховитина,

аналитик

Ю.Ю. Шемет

лаборант-исследователь

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

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

E-mail: protein@vniimk.ru

Для цитирования: Поморова Ю.Ю., Бескоровайный Д.В., Пятовский В.В., Серова Ю.М., Болховитина Ю.С., Шемет Ю.Ю. Влияние метеорологических условий на биохимические показатели семян подсолнечника сорта Скормас // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 3 (183). – С. 39–44.

Ключевые слова: подсолнечник, масличный сорт Скормас, аминокислотный состав, протеин, масличность, метеорологические условия.

Материалом для исследования послужили семена скороспелого сорта подсолнечника Скормас 2016–2018 гг. выращивания. Представлены результаты анализа масличности, общего содержания белка и его аминокислотного состава. Исследования проводились в лаборатории белка отдела биологических исследований ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Содержание белка в семенах сорта Скормас в различные вегетационные периоды варьировало от 19,00 до 23,58 г, коэффициент вариации $C = 10,76$ %. Установлена сильная обратная зависимость между масличностью и содержанием белка $r = -0,99$. Метеорологические условия оказали влияние на содержание общего белка и масличность сорта в разные годы выращивания. Так, при гидротермическом коэффици-

енте (ГТК) равном 1,2 вегетационного периода 2016 г. содержание белка в семенах составляло 21,61 г, а при ГТК = 0,6 в 2017 г., который характеризуется, как засушливый, – 23,58 г. Содержание белка обратно коррелирует с влагообеспеченностью растений $r = -0,94$. В годы с недостаточным увлажнением почвы семена подсолнечника накапливают меньше масла и больше белка. В семенах сорта Скормас 2018 г. выращивания было обнаружено наибольшее количество незаменимых аминокислот – 25,74 г/100 г. Количество заменимых аминокислот 2016 и 2018 гг. оказалось практически на одном уровне – 47,98 и 47,19 г/100 г. Несмотря на различия по общему содержанию белка, аминокислотный состав семян сорта в различные вегетационные периоды достаточно стабилен. В белке семян сорта Скормас содержится большое количество глутаминовой (16,46 г/100 г) и аспарагиновой (7,55 г/100 г) кислот. В течение трех лет их количество оказалось стабильным. Коэффициент вариации этих кислот составил $C = 2,14$ % и $C = 2,40$ % соответственно. Среднее содержание незаменимой аминокислоты лизина за этот же период составило 2,42 г/100 г с коэффициентом вариации $C = 12,14$ %. Заменимые аминокислоты тирозин и цистеин оказались на уровне 1,74 и 0,54 г/100 г с коэффициентами вариации $C = 13,59$ % и $C = 16,32$ %.

UDC 633.854.78:581.192.7

The effect of meteorological conditions on the biochemical characteristics of sunflower seeds of the variety Skormas.

Yu.Yu. Pomorova, PhD in engineering, head of the lab.

D.V. Beskorovainy, junior researcher

V.V. Pyatovsky, analyst

Yu.M. Serova, researcher

Yu.S. Bolkhovitina, analyst

Yu.Yu. Shemet, laboratory research assistant

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

17 Filatova street, Krasnodar, 350038, Russia

E-mail: protein@vniimk.ru

Key words: sunflower, oil variety Skormas, amino acid composition, protein, oil content, meteorological conditions.

The seeds of early-ripening sunflower variety Skormas of the 2016-2018 years of cultivation became the material for the research. The article presents the results of oil content, total protein content, and analysis of amino acid composition. We conducted the research in the protein laboratory of the department of biological research of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops. The protein content in the seeds of variety Skormas in different

growth seasons varied from 19.00 to 23.58 g, the coefficient of variation was $C = 10.76 \%$. We established a strong inverse relation between oil content and protein content – $r = -0.99$. The meteorological conditions influenced the total protein content and oil content of the variety in different years of cultivation. Thus, with the hydrothermal coefficient (HC) equal to 1.2 in the growth season of 2016, the protein content in the seeds was 21.61 g, and with the HC equal to 0.6 of 2017, characterized as arid, it was 23.58 g. The protein content inversely correlates with the moisture supply of plants – $r = -0.94$. In years with insufficient soil moistening, sunflower seeds accumulate less oil and more protein. We identified the largest amount of the essential amino acids, 25.74 g/100g, in the seeds of variety Skormas, grown in 2018. The number of non-essential amino acids of 2016 and 2018 turned out to be nearly at the same level – 47.98 and 47.19 g/100g. Despite the differences in the total protein content, the amino acid composition of the seeds of the variety is fairly stable in the different growth seasons. The protein of seeds of the variety Skormas contains a large amount of glutamic acid – 16.46 g/100g and aspartic acid – 7.55 g/100g. In course of three years, their amount turned out to be stable. The coefficient of variation of these acids was $C = 2.14 \%$ and $C = 2.40 \%$, respectively. The average content of the essential amino acid lysine for the same period was 2.42 g/100g with the coefficient of variation $C = 12.14 \%$. The non-essential amino acids tyrosine and cysteine were at the level of 1.74 g/100g and 0.54 g/100g with the coefficient of variation $C = 13.59 \%$ and $C = 16.32 \%$.

Введение. В России подсолнечник является ведущей масличной культурой, поставляющей основное количество сырья для производства растительного масла. Рост урожайности семян и повышение их качества сдерживают многие факторы, в числе которых относительно короткий вегетационный период растений, определяемый географическим положением России. Скороспелые гибриды подсолнечника рекомендуется возделывать в Центрально-Черноземном районе [1; 2]. Уменьшение вегетационного периода гарантирует получение урожая за счет исключения периодов возможных заморозков и засухи, сокращает расходы на полив и уход за растениями, а также позволяет уйти от периодов массового развития болезней [3].

По данным Хейзера [4], американские индейцы, которые ввели подсолнечник в культуру, сеяли его первым из всего на-

бора сельскохозяйственных культур, а убирали последним. То есть это была культура с самым продолжительным вегетационным периодом [4; 5].

Селекция на сокращение продолжительности вегетационного периода – одно из классических направлений работы со всеми сельскохозяйственными культурами, возникшее, вероятно, одновременно с самой идеей отбора.

По мнению Жученко А.А., скороспелость является фактором избегания стрессовых условий и определяет ареал возделывания той или иной культуры [6; 7]. Сокращение сроков созревания растений сопровождается снижением урожая семян и их масличности [8; 9]. Однако селекционерами доказана возможность сочетания высокой продуктивности с укороченным периодом вегетации [10].

Сорт Скормас – скороспелый масличный сорт подсолнечника, создан в 2010–2015 гг. из сорта СУР. Вегетационный период – 86 суток, урожайность – 29–31 ц/га, содержание масла – 49–51 %, лузжистость семян – 21,4 %. Сорт отличается также устойчивостью к комплексу рас ложной мучнистой росы. При искусственном заражении поражение ЛМР составило 28 % [1; 11].

Материалы и методы. Исследования проводились в лаборатории белка отдела биологических исследований ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. Материалом служили семена скороспелого сорта подсолнечника Скормас урожая 2016–2018 гг., выращенные на центральной экспериментальной базе ВНИИМК. Масличность семян определяли с помощью ЯМР-анализатора АМВ-1006М по ГОСТ Р 8.597-2010 [12], массовую долю сырого протеина – по ГОСТ 13496.4-93 [13], лузжистость семян – по ГОСТ 10855-64 [14], аминокислотный состав белка семян – по ГОСТ 32195-2013 [15] на ВЭЖХ-анализаторе Sevko&Co с градиентным элюированием и постколоночной дериватизацией нингидрином. Математическую обработку результатов исследований осуществляли с использо-

ванием статистических методов в программе Excel [16].

Коэффициент вариации рассчитывался по формуле:

$$C = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100,$$

где σ – среднее квадратическое отклонение;

\bar{x} – среднее арифметическое значение.

Корреляцию считали в программе Excel пакета Microsoft Office.

Гидротермический коэффициент вычислялся по методике Г.Т. Селянинова [17] за месяцы вегетационного периода:

$$ГТК = \frac{\Sigma r}{\Sigma t_{10}} \times 10,$$

где Σr – сумма осадков в месяц за период с температурой выше 10 °С, в мм;

Σt_{10} – сумма температур в градусах Цельсия за период со среднесуточными температурами выше 10 °С.

Степени увлажнения среды согласно показателям ГТК имеют следующие значения: показатель менее 0,3 означает слабое увлажнение территории (сильная засуха), от 0,4 до 0,5 – сухо, от 0,6 до 0,7 – засушливо, от 0,8 до 1,0 – недостаточное увлажнение, от 1,0 до 1,5 – достаточное увлажнение и от 1,6 и более – избыточное увлажнение.

Результаты и обсуждение. Содержание белка в семенах сорта Скормас в различные вегетационные периоды варьировало от 19,00 до 23,58 г, коэффициент вариации $C = 10,8\%$ (табл. 1). Установлена обратная сильная зависимость между масличностью и содержанием белка – $-0,99$. Семена 2017 г. отличались большими размерами в сравнении с другими годами выращивания, масса 1000 семян составляла 90,45 г. Количество белка в семенах 2017 г. оказалось наибольшим – 23,58 г. Размер семян зависит от взаимодействия факторов генотип – среда, в числе которых срок посева, погодные условия и площадь питания растения. Усло-

вия трех лет выращивания недостаточно информативны, установить достоверную статистическую связь между размером семян и биохимическими показателями нам не удалось.

Таблица 1

Биохимическая характеристика семян сорта Скормас

Год	Масличность семян, %	Содержание белка в семенах, г/100 г	Масса 1000 семян, г	Лузжистость, %
2016	47,0	21,61	75,66	24,36
2017	43,7	23,58	90,45	24,47
2018	49,8	19,00	77,01	22,88

Одними из основных факторов, определяющих интенсивность развития растений, представляют собой температура, влажность воздуха и почвы. Наглядным показателем влагообеспеченности вегетационного периода является гидротермический коэффициент (ГТК). Для оценки влагообеспеченности сельскохозяйственных растений используют шкалу Селянинова [18; 19].

Таблица 2

Метеорологические условия вегетационных периодов 2016–2018 гг., по данным метеостанции «Круглик», г. Краснодар

Год	Месяц								ГТК
	Апрель		Май		Июнь		Июль		
	Средняя температура, °С	Сумма осадков, мм							
2016	14,7	25,6	17,7	62,2	23,4	176,1	25,8	43,4	1,2
2017	12,1	19,4	17,5	62,1	22,0	30,4	24,8	23,9	0,6
2018	13,5	17,6	19,0	86,0	23,5	11,0	26,3	119,2	1,4

Гидротермические коэффициенты вегетационных периодов 2016 г. (1,2) и 2018 г. (1,4) характеризуют их как годы с достаточным увлажнением, а 2017 г. был засушливым. Содержание белка обратно коррелирует с влагообеспеченностью растений – $r = -0,94$. В годы с недостаточным увлажнением почвы семена подсолнечника накапливают меньше масла и больше белка (табл. 1, 2).

В семенах сорта Скормас 2018 г. выращивания было обнаружено наибольшее количество незаменимых аминокислот – 25,74 г/100 г. Количество заменимых аминокислот в представленном образце 2016 и 2018 гг. оказалось на одном уровне – 47,98 и 47,19 г/100 г (табл. 3).

Таблица 3

Аминокислотный состав семян сорта Скормас селекции ВНИИМК, г/100 г

Аминокислота	Год		
	2016	2017	2018
Незаменимые			
Валин	3,84	3,57	3,62
Гистидин	1,65	1,62	1,85
Изолейцин	3,20	3,17	3,33
Лейцин	5,18	4,96	5,34
Лизин	2,44	2,12	2,71
Метионин	1,86	1,81	2,04
Треонин	3,13	2,91	3,44
Фенилаланин	3,75	3,75	3,41
∑ незаменимых аминокислот	25,05	23,92	25,74
Заменимые			
Аланин	3,23	3,19	3,39
Аргинин	6,02	5,31	6,19
Аспарагиновая кислота	7,45	7,43	7,75
Глицин	4,80	4,57	4,91
Глутаминовая кислота	16,81	16,47	16,10
Пролин	3,64	3,55	3,28
Серин	3,48	3,35	3,50
Тирозин	1,94	1,80	1,48
Цистеин	0,61	0,44	0,58
∑ заменимых аминокислот	47,98	46,11	47,19

В целом, несмотря на различия по общему содержанию белка, аминокислотный состав семян сорта в различные годы произрастания достаточно стабилен. В белке семян подсолнечника сорта Скормас содержится большое количество глутаминовой (16,10–16,81 г/100 г) и аспарагиновой кислот (7,43–7,75 г/100), за три года их количество оказалось стабильным. Небольшой размах изменчивости был обнаружен у незаменимой аминокислоты лизина – $C = 12,14\%$, и заменимых – тирозина и цистеина – $C = 13,59\%$ и $C = 16,32\%$ (табл. 4).

Изменчивость содержания аминокислот в семенах сорта Скормас, 2016–2018 гг.

Аминокислота	Содержание аминокислот, г/100 г	Диапазон изменчивости, г/100 г	Коэффициент вариации, С %
	в среднем по сорту	min-max	
Незаменимые аминокислоты			
Валин	3,68	3,57–3,84	3,82
Гистидин	1,71	1,62–1,85	7,44
Изолейцин	3,23	3,17–3,33	2,57
Лейцин	5,16	4,96–5,34	3,70
Лизин	2,42	2,12–2,71	12,14
Метионин	1,90	1,81–2,04	6,31
Треонин	3,16	2,91–3,44	8,43
Фенилаланин	3,64	3,41–3,75	5,51
Заменимые аминокислоты			
Аланин	3,27	3,19–3,39	3,18
Аргинин	5,84	5,31–6,19	7,98
Аспарагиновая кислота	7,55	7,43–7,75	2,40
Глицин	4,76	4,57–4,91	3,70
Глутаминовая кислота	16,46	16,10–16,81	2,14
Пролин	3,49	3,28–3,64	5,37
Серин	3,45	3,35–3,50	2,32
Тирозин	1,74	1,48–1,94	13,59
Цистеин	0,54	0,44–0,61	16,32

Выводы. Содержание белка за 2016–2018 гг. в семенах варьировало, $C = 10,76\%$. На содержание белка влияют метеорологические условия вегетационного периода, для объективной оценки условий тепло- и влагообеспеченности удобно пользоваться интегрированным показателем – гидротермическим коэффициентом Сеянинова (ГТК). Так, в годы с недостаточным увлажнением почвы, подсолнечник накапливает в семенах больше белка и меньше масла. Корреляция гидротермического коэффициента и содержания белка ($r = -0,94$) сильная обратная.

Подтверждены более ранние исследования об обратной сильной корреляции масличности и содержания белка, а также о присущем всем сортам подсолнечника высоком содержании глутаминовой (16,46 г/100 г) и аспарагиновой (7,55 г/100 г) кислот. Низкое содержание цистеина (0,54 г/100 г) и тирозина (1,74 г/100 г) также наблюдается у сорта подсолнечника Скормас. Коэффициент вариации у

большинства аминокислот не превышает 8 %.

Метеорологические условия оказали влияние на содержание массовой доли белка и масличности. Несмотря на различия по общему содержанию белка, аминокислотный состав семян сорта в различные вегетационные периоды достаточно стабилен.

Список литературы

1. Децына А.А., Илларионова И.В. Скороспелый сорт подсолнечника Скормас // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2018. – Вып. 4 (176). – С. 178–180.

2. Кудряшов С.П. Исходный материал для селекции подсолнечника на скороспелость и эректоидный морфотип растений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Сергей Петрович Кудряшов: 06.01.05. – Саратов, 2009. – 20 с.

3. Гончаров С.В. Селекция линий и гибридов подсолнечника на скороспелость // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2011. – Вып. 2 (148–149). – С. 27–30.

4. Heiser C.V. Taxonomy of Helianthus and origin of domesticated sunflower // In: Sunflower science and technology / Carter J.F (Ed.). – Am. Soc. Agron., Madison, 1978. – P. 31–53.

5. Гончаров С.В., Антонова Т.С., Арасланова Н.М., Рыженко Е.Н. Селекция гибридов подсолнечника на устойчивость к новым расам паразитов // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2012. – Вып. 1 (150). – С. 9–12.

6. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства // Докл. РАСХН. – 1999. – № 2. – С. 5–11.

7. Суrowикин В.Н., Бородин С.Г. Методика селекционного процесса // Биология, селекция и возделывание подсолнечника. – М., 1992. – С. 89–100.

8. Захарова М.В., Гончаров С.В. Продолжительность вегетационного периода и урожайность гибридов подсолнечника в селекции на скороспелость // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2007. – Вып. 2 (137). – С. 14–17.

9. Мироненко И.М. Создание раннеспелого исходного селекционного материала подсолнечника в условиях ЦЧР: дис. ... канд. с.-х. наук / Иван Михайлович Мироненко: 06.01.05. – Краснодар, 1998. – 136 с.

10. Волошина О.И. Контрастные сроки посева как фон для оценки и отбора селекционного материала подсолнечника: дис. ... канд. биол. наук / Ольга Ивановна Волошина: 06.01.05. – Краснодар, 2003. – 171 с.

11. Децына А.А., Илларионова И.В. Экологическое испытание новых сортов подсолнечника селекции ВНИИМК // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 2 (178). – С. 22–26.

12. ГОСТ Р 8.597-2010 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Семена масличных культур и продукты их переработки. Методика измерений масличности и влажности методом импульсного ядерного магнитного резонанса. – М.: Стандартиформ, 2019. – 13 с.

13. ГОСТ 13496.4-93 Корма комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина // Сб. ГОСТов. – М.: Стандартиформ, 2011. – 33 с.

14. ГОСТ 10855-64 Семена масличные. Метод определения лужистости // Сб. ГОСТов. – М.: Стандартиформ, 2010. – 2 с.

15. ГОСТ 32195-2013 Корма комбикорма. Метод определения содержания аминокислот // Сб. ГОСТов. – М.: Стандартиформ, 2014. – 27 с.

16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1985. – 352 с.

17. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. – Л.: Гидрометеиздат, 1937. – С. 5–26.

18. Чудновская Г.В. Использование гидротермического коэффициента (гтк) для экспресс-оценки урожайности *Achillea asiatica* serg // Мат-лы V междунар. науч.-практ. конф. «Климат, экология, сельское хозяйство Евразии». – Иркутск, 2016. – С. 312–315.

19. Кобышева Н.В. Костин С.И. Струнников Э.А. Климатология. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 344 с.

References

1. Detsyna A.A., Illarionova I.V. Skorospelyy sort podsolnechnika Skormas // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2018. – Vyp. 4 (176). – S. 178–180.

2. Kudryashov S.P. Iskhodnyy material dlya selektsii podsolnechnika na skorospelost' i erektoidnyy morfotip rasteniy: avtoref. dis. ... kand. s.-kh nauk / Sergey Petrovich Kudryashov: 06.01.05. – Saratov, 2009. – 20 s.

3. Goncharov S.V. Seleksiya liniy i gibridov podsolnechnika na skorospelost' // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2011. – Vyp. 2 (148–149). – С. 27–30.

4. Heiser C.B. Taxonomy of Helianthus and origin of domesticated sunflower // In: Sunflower science and technology / Carter J.F (Ed.). – Am. Soc. Agron., Madison, 1978. – P. 31–53.

5. Goncharov S.V., Antonova T.S., Araslanova N.M., Ryzhenko E.N. Seleksiya gibridov podsolnechnika na ustoychivost' k novym rasam zarazikhi // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2012. – Vyp. 1 (150). – S. 9–12.

6. Zhuchenko A.A. Strategiya adaptivnoy intensivatsii sel'skogo khozyaystva // Dokl. RASKhN. – 1999. – № 2. – S. 5–11.

7. Surovikin V.N., Borodin S.G. Metodika selektsionnogo protsessa // Biologiya, seleksiya i vozdeleyvanie podsolnechnika. – M., 1992. – S. 89–100.

8. Zakharova M.V., Goncharov S.V. Prodolzhitel'nost' vegetatsionnogo perioda i urozhaynost' gibridov podsolnechnika v selektsii na skorospelost' // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2007. – Vyp. 2 (137). – S. 14–17.

9. Mironenko I.M. Sozdanie rannespelogo iskhodnogo selektsionnogo materiala podsolnechnika v usloviyakh TsChR: dis. ... kand. s.-kh nauk / Ivan Mikhaylovich Mironenko: 06.01.05. – Krasnodar, 1998. – 136 s.

10. Voloshina O.I. Kontrastnye sroki poseva kak fon dlya otsenki i otbora selektsionnogo materiala podsolnechnika: dis ... kand. biol. nauk / Ol'ga Ivanovna Voloshina: 06.01.05. – Krasnodar, 2003. – 171 s.

11. Detsyna A.A., Illarionova I.V. Ekologicheskoe ispytanie novykh sortov podsolnechnika selektsii VNIIMK // Maslichnye kul'tury. – 2019. – Vyp. 2 (178). – S. 22–26.

12. GOST R 8.597-2010 Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmereniy (GSI). Semena maslichnykh kul'tur i produkty ikh pererabotki. Metodika izmereniy maslichnosti i vlazhnosti metodom impul'snogo yadernogo magnitnogo rezonansa. – M.: Standartinform, 2019. – 13 s.

13. GOST 13496.4-93 Korma kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya soderzhaniya azota i syrogo proteina // Sb. GOSTov. – M.: Standartinform, 2011. – 33 s.

14. GOST 10855-64 Semena maslichnye. Metod opredeleniya luzhchivosti // Sb. GOSTov. – M.: Standartinform, 2010. – 2 s.

15. GOST 32195-2013 Korma kombikorma. Metod opredeleniya soderzhaniya aminokislot // Sb. GOSTov. – M.: Standart-inform, 2014. – 27 s.

16. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M., 1985. – 352 s.

17. Selyaninov G.T. Metodika sel'skokhozyaystvennoy kharakteristiki klimata // Mirovoy agroklimaticheskii spravochnik. – L.: Gidrometeoizdat, 1937. – S. 5–26.

18. Chudnovskaya G.V. Ispol'zovanie gidrotermicheskogo koeffitsienta (gtk) dlya ekspres-otsenki urozhaynosti Achillea asiatica serg // Mat-ly V mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Klimat, ekologiya, sel'skoe khozyaystvo Evrazii». – Irkutsk, 2016. – S. 312–315.

19. Kobysheva N.V. Kostin S.I. Strunnikov E.A. Klimatologiya. – L.: Gidrometeoizdat, 1980. – 344 s.

Получено: 17.09.2020 Принято: 05.10.2020

Received: 17.09.2020 Accepted: 05.10.2020