



Научная статья

УДК 633.854.54:631.526.32:001.53

doi: 10.55186/25876740_2022_65_4_380

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОРТООБРАЗЦОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО (*LINUM USITATISSIMUM L.*) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА

В.Н. Бражников

Федеральный научный центр лубяных культур — Обособленное подразделение
«Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,
Лунино, Пензенская область, Россия

Аннотация. Лен — одно из ценных сельскохозяйственных растений. По биологической ценности льняное масло занимает первое место среди других пищевых растительных масел. Различное соотношение жирных кислот позволяет использовать его для пищевых и технических целей. Цель исследований — изучить влияние гидротермических условий и длительности вегетационного периода на урожайность, содержание и сбор масла и протеина в семенах перспективных сортов льна масличного, а также проанализировать их взаимосвязь. Эксперименты выполняли в ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в 2015–2020 гг. Материал для исследования — 7 сортов льна собственной селекции. Стандартом служили сорта ВНИИМК-622 и Исток. При проведении исследований использовали Методику государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. В результате исследований выделен скороспелый образец К-9/23-12, созревающий на 3–5 суток раньше стандарта ВНИИМК-622. По комплексу основных хозяйственно полезных признаков выделены ценные образцы 261/32 и Аргамак (281/52) с урожайностью 1,60 и 1,58 т/га, масличностью — 44,96 и 44,61 % и сбором масла — 624,1 и 609,6 кг/га соответственно. Большая урожайность семян данных сортов образовалась в условиях избыточного увлажнения 2015 г. — 2,28 и 2,26 т/га соответственно. Выявлены наиболее стабильные сортаобразцы: по семенной продуктивности — сорт Ермак (241/12-2) ($V=21,8\%$), по масличности — К-9/23-16-1 ($V=1,6\%$) и 261/32 ($V=2,3\%$), по сбору масла — 208/4 ($V=19,1\%$) и К-9/23-16-1 ($V=19,4\%$). Определена зависимость урожайности семян ($r=-0,52-0,76$), урожайности льносоломы ($r=-0,44-0,77$), масличности семян ($r=-0,28-0,70$) и содержания сырого протеина ($r=-0,67-0,30$), сбора масла ($r=-0,51-0,77$) и сырого протеина ($r=-0,47-0,59$) созданных сортов образцов от основных показателей гидротермических условий вегетационного периода и его длительности. Наибольшее влияние на формирование семенной продуктивности оказывает количество осадков периода вегетации ($r=0,43-0,73$) и ГТК ($r=0,41-0,70$). Наиболее тесные зависимости описаны уравнениями регрессии. Проведенный анализ позволил определить оптимальные для сортов образцов гидротермические показатели. Составленные уравнения позволяют прогнозировать не только урожайность, но и масличность семян, содержание протеина, сбор масла и сырого протеина созданных перспективных сортов образцов.

Ключевые слова: лен масличный (*Linum usitatissimum L.*), сорт, селекция, продуктивность, масличность, сбор масла, стабильность, уравнение регрессии

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (№ FGSS-2022-0008). Выражаем благодарность Бражниковой О.Ф., кандидату сельскохозяйственных наук, лаборанту-исследователю лаборатории селекционных технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур».

Original article

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF VARIETIES OF OIL FLAX (*LINUM USITATISSIMUM L.*) DEPENDING ON THE HYDROTHERMAL MODE

V.N. Brazhnikov

Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division
“Penza Research Institute of Agriculture”, Lunino, Penza region, Russia

Abstract. Flax is one of the valuable agricultural plants. In terms of biological value, flaxseed oil ranks first among other edible vegetable oils. The different ratio of fatty acids allows it to be used for food and technical purposes. The purpose of the research is to study the effect of hydrothermal conditions and the duration of the growing season on the yield, content and collection of oil and protein in the seeds of promising varieties of oil flax, as well as to analyze their relationship. The experiments were carried out at the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture” in 2015–2020. The material for the study is 7 variety samples of our own selection. The varieties VNIIMK-622 and Istok served as the standard. When conducting research, we used the Methodology of the state variety testing of agricultural crops. As a result of the research, an early maturing specimen K-9/23-12 was isolated, maturing 3–5 days earlier than the VNIIMK-622 standard. Valuable specimens 261/32 and Argamak (281/52) with a yield of 1.60, 1.58 t/ha, oil content — 44.96 were identified according to the complex of the main economically useful traits; 44.61 % and oil collection — 624.1; 609.6 kg/ha respectively. A high seed yield of these varieties was formed under conditions of excessive moisture in 2015 — 2.28 and 2.26 t/ha respectively. The most stable varieties were identified: by seed productivity — variety Ermak (241/12-2) ($V=21.8\%$), by oil content — K-9/23-16-1 ($V=1.6\%$) and 261/32 ($V=2.3\%$), oil collection — 208/4 ($V=19.1\%$) and K-9/23-16-1 ($V=19.4\%$). The dependence of seed yield ($r=-0.52-0.76$), flax straw yield ($r=-0.44-0.77$), seed oil content ($r=-0.28-0.70$) and crude protein content was determined ($r=-0.67-0.30$), collection of oil ($r=-0.51-0.77$) and crude protein ($r=-0.47-0.59$) of the created variety samples from the main indicators of the hydrothermal conditions of the vegetation period and its duration. The greatest influence on the formation of seed productivity is exerted by the amount of precipitation during the growing season ($r=0.43-0.73$) and HTC ($r=0.41-0.70$). The closest dependencies are described by regression equations. The analysis made it possible to determine the optimal hydrothermal parameters for variety samples. The formulated equations make it possible to predict not only the yield, but also the oil content of the seeds, the protein content, the collection of oil and crude protein of the created promising variety samples.

Keywords: oil flax (*Linum usitatissimum L.*), variety, selection, productivity, oil content, oil yield, stability, regression equation

Acknowledgments: the work was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation under the State Assignment of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (No. FGSS-2022-0008). We express our gratitude to Brazhnikova O.F., candidate of agricultural sciences, laboratory assistant-researcher of the laboratory of breeding technologies of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops.



Введение. Лен — одно из ценнейших сельскохозяйственных растений, используемых человеком как для питания, медицины, парфюмерии, так и в технических целях. Его возделывание выгодно как в экономическом, так и в экологическом плане. Во всем мире растет спрос на семена льна масличного и продукты его переработки как на ценные пищевые продукты [1-4].

Данные археологии свидетельствуют о том, что человек возделывал данную культуру еще 8700-7000 лет до н.э. [5]. На территории России культура льна существовала еще до II тысячелетия до н.э. [6].

В семенах современных сортов льна содержится до 50% жирного масла, в составе которого содержатся линоленовая кислота — 30-65%, линолевая — 5-35%, олеиновая — 15-20%, пальмитиновая — 5-7%, стеариновая — 3-4%; а также 12-27% белка, органические кислоты, ферменты, витамины, стиролы. Льняное масло обладает высоким удельным энергосодержанием, равным 39,4 кДж/г. Высокомолекулярные ненасыщенные жирные кислоты, содержащиеся в его составе, определяют способность к быстрому высыханию и ценность как технического масла. При гидрогенизации получают саломас, из которого производится маргарин [7-9].

Урожайность семян, содержание в них жира и протеина, а также их качественный состав

обусловлены геномом растений. Тем не менее гидротермические условия возделывания оказывают определенное влияние на указанные показатели. Рядом авторов выявлены некоторые связи как самих признаков, так и их сопряжение с метеоусловиями [9-13].

Цель исследований — изучить влияние гидротермических условий и длительности вегетационного периода на урожайность, содержание и сбор масла и протеина в семенах перспективных сортообразцов льна масличного, а также проанализировать их взаимосвязь.

Материалы и методы исследований. Научно-исследовательскую работу выполняли в ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в 2015-2020 гг. Почва опытного участка — чернозем выщелоченный мощный среднегумусный тяжелосуглинистый. Почва характеризуется хорошими агрохимическими свойствами: содержание гумуса — 4,63%, легкогидролизуемых форм азота — среднее, подвижного фосфора — высокое, обменного калия — повышенное. Степень кислотности согласно pH_{вод.} — слабокислая, по pH_{сол.} — среднекислая.

Метеорологические условия в годы исследований были разнообразны и достаточно полно отражали особенности лесостепной зоны Среднего Поволжья (табл. 1). Посев льна проводили в 2015 г. — 13 мая, в 2016 г. — 6 мая, в 2017 г. — 18 мая, в 2018 г. — 12 мая, в 2019 г. — 30 апреля

и в 2020 г. — 4 мая. В целом вегетация растений протекала в 2015 г. в условиях избыточного увлажнения (ГТК — 1,38), в 2016 г. — обеспеченного увлажнения (ГТК — 1,17), в 2017 г. — недостаточного увлажнения (ГТК — 0,77), в 2018 г. — остро засушливого (ГТК — 0,40), 2019 г. — засушливого (ГТК — 0,71), 2020 г. — обеспеченного увлажнения (ГТК — 1,03). Продолжительность вегетационного периода составила 97, 101, 111, 102, 105 и 111 дней соответственно. Сумма активных температур — 1977,0, 2055,5, 2030,0, 1909,0, 1952,0 и 1954,0°C. За весь период выпало 273,0, 240,0, 156,6, 76,4, 139,5 и 201,7 мм осадков соответственно. Указанные условия значительно повлияли на рост, развитие и продуктивность растений.

На ранних этапах селекции проходили изучение более 5000 образцов. В 2015 г. по комплексу хозяйственно ценных признаков было выделено 7 сортообразцов, которые и были вовлечены в конкурсное сортоиспытание: Ермак (241/12), Аргамак (281/52), 261/32, 205/1, К-9/23-12, 208/4, К-9/23-16-1.

В качестве стандарта использовали два районированных сорта: скороспелый ВНИИМК-622 (St. 1) — продолжительность вегетационного периода 97-104 дней, коричневосемянный, с традиционным жирнокислотным составом (ЖКС); и среднеспелый Исток (St. 2) — продолжительность вегетационного периода 103-111 дней,

Таблица 1. Гидротермические условия роста и развития льна по межфазным периодам (2015-2020 гг.)
Table 1. Hydrothermal conditions for the growth and development of flax by interphase periods (2015-2020)

Показатель	Год	Межфазный период						
		посев-всходы	всходы-елочка	елочка-бутонизация	бутонизация-цветение	цветение-созревание	посев-созревание	всходы-созревание
Продолжительность, сутки	2015	5	8	22	8	54	97	92
	2016	10	5	34	8	44	101	91
	2017	9	7	30	5	60	111	102
	2018	9	13	25	6	49	102	93
	2019	14	6	24	5	56	105	91
	2020	9	6	36	7	53	111	102
Среднесуточная температура воздуха, °С	2015	13,1	18,0	21,4	23,4	20,6	20,4	20,8
	2016	16,5	13,7	19,0	20,9	22,9	20,4	20,8
	2017	13,2	12,3	17,4	16,6	20,3	18,3	18,7
	2018	17,1	13,8	17,0	24,0	20,5	18,7	18,87
	2019	14,9	15,3	18,5	21,4	18,0	17,6	18,3
	2020	13,8	10,7	17,3	19,9	19,0	17,6	17,9
Сумма активных температур, °С	2015	65,7	143,6	470,4	187,4	1110,0	1977,0	1911,0
	2016	164,8	68,5	645,7	167,0	1009,5	2055,5	1890,7
	2017	118,8	86,2	522,7	82,8	1219,0	2030,0	1911,0
	2018	154,0	179,0	426,0	144,0	1006,0	1909,0	1755,0
	2019	208,0	107,0	518,0	107,0	1012,0	1952,0	1744,0
	2020	124,0	64,0	622,0	139,0	1005,0	1954,0	1830,0
Количество осадков, мм	2015	0,0	3,0	17,5	48,4	204,1	273,0	273,0
	2016	15,3	4,2	93,2	22,1	105,2	240,0	224,7
	2017	35,7	27,5	10,2	5,5	77,7	156,6	120,9
	2018	3,4	27,1	10,0	3,4	32,5	76,4	73,0
	2019	10,5	13,3	11,9	0,0	103,8	139,5	129,0
	2020	21,4	19,8	60,8	0,0	99,7	201,7	180,3
ГТК (по Селянину)	2015	0,00	0,21	0,37	2,58	1,84	1,38	1,43
	2016	0,93	0,61	1,44	1,32	1,04	1,17	1,19
	2017	3,01	3,19	0,20	0,66	0,64	0,77	0,63
	2018	0,22	1,51	0,23	0,24	0,32	0,40	0,42
	2019	0,50	1,24	0,23	0,0	1,03	0,71	0,74
	2020	1,73	3,09	0,98	0,0	0,99	1,03	0,99



желтосемянный, с измененным ЖКС масла. Использование двух указанных стандартов позволило более объективно оценить сортообразцы.

При выполнении исследований использовали Методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур [14], Методики Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [15], Методические указания по селекции льна-долгунца [16], Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов [17]. Содержание масла в семенах определяли по методу Лебедева-Раушковского [18]. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [19].

Площадь делянки — 10 м². Повторность 4-кратная, размещение делянок последовательное систематическое. Предшественник — чистый пар. Норма высева семян — 7,0 млн шт./га. Посев осуществляли сеялкой СН-10Ц рядовым способом. Уборку проводили вручную, обмолот снопового материала — селекционным комбайном «Нефе-125», очистку и сортировку семян — вручную с использованием комплекта растительных сит.

Результаты исследований. Раннее созревание наблюдали у стандарта ВНИИМК-622. Изучаемые сортообразцы по продолжительности периода вегетации были на уровне второго стандарта (Исток). В условиях 2015-2020 гг. из изучаемой выборки более скороспелым был сортообразец К-9/23-12, хозяйственная спелость которого наступала на 3-5 суток раньше, чем у ВНИИМК-622. Все изучаемые сортообразцы оказались устойчивыми к полеганию и имели слабую степень поражения фузариозом (*Fusarium oxysporum* Schl. f. *Sp. lini* (Boll.), антракнозом (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley), мучнистой росой (*Erysiphe cichoracearum* DC. f. *lini* Jacz.) — менее 10%.

Урожайность семян изучаемых сортообразцов составила 1,43-1,60 т/га, при величине этого показателя у стандартов ВНИИМК-622 и Исток 1,45 и 1,64 т/га соответственно (табл. 2).

По величине этого показателя достоверно превысили первый стандарт сортообразцы 261/32 (на 10,1%) и Аргамак (281/52) (на 9,0%). Продуктивность пяти из них определена на уровне первого стандарта и колебалась в интервале от 1,43 до 1,57 т/га. Ни один сортообразец не превысил по сбору семян стандарт Исток. Семенная продуктивность шести сортообразцов, составившая 1,54-1,60 т/га, определена на уровне второго стандарта. Наибольшую продуктивность сформировали сортообразцы 261/32 (1,60 т/га) и Аргамак (281/52) (1,58 т/га). Большая урожайность семян данных сортообразцов сформировалась в условиях избыточного увлажнения 2015 г. — 2,28 и 2,26 т/га соответственно, при средней температуре за период вегетации льна — 20,8°C, цветение-созревание — 20,6°C, сумме активных температур — 1911,0, 1110,0°C, сумме осадков — 273,0, 204,1 мм и ГТК — 1,43, 1,84 соответственно. Коэффициент вариации семенной продуктивности находился на уровне 21,8-27,4%, при величине этого показателя у ВНИИМК-622 и Истока 19,8 и 24,1% соответственно. Наиболее стабилен сорт Ермак (241/12-2) (V=21,8%).

Урожайность льносоломки составила 3,65-4,79 т/га при 4,02 т/га у ВНИИМК-622 и 4,83 т/га у Истока (табл. 2).

Шесть сортообразцов достоверно превысили по величине этого показателя первый стандарт — на 12,2-19,3%, но были лишь на уровне

Истока. Высокий сбор льносоломки обеспечили сортообразцы К-9/23-16-1 (4,79 т/га) и Ермак (241/12-2) (4,78 т/га). У изучаемых сортообразцов этот признак варьировал в пределах от 50,0 до 57,9% при значениях у стандартов ВНИИМК-622 и Исток 53,3 и 52,4% соответственно. Более стабилен селекционный номер 208/4 (V=50,0%).

Высокопродуктивные по урожайности семян и льносоломки сортообразцы менее стабильны по годам.

Масличность семян составляла 42,72-45,06%. У стандарта ВНИИМК-622 она составляла 42,66%, у Истока — 44,19% (табл. 3). Выделены высокомасличные сортообразцы Ермак (241/12-2), 261/32 и Аргамак (281/52), превосходившие по величине этого показателя первый стандарт на 2,40, 2,30 и 1,95% соответственно.

Большая масличность семян данных сортообразцов сформировалась в засушливых условиях увлажнения 2020 г. — 47,43, 46,37 и 46,81% соответственно, при средней температуре за период вегетации льна — 17,9°C, цветение-созревание — 19,0°C, сумме активных температур — 1830,0, 1005,0°C, сумме осадков — 180,3, 99,7 мм и ГТК — 0,99, 0,99 соответственно.

Коэффициент вариации признака у всех изучаемых генотипов был низким — 1,6-3,3%. Самыми стабильными по масличности были сортообразцы К-9/23-16-1 (V=1,6%) и 261/32 (V=2,3%). У высокопродуктивных по сбору семян и масличности сортообразцов Ермак (241/12-2), 261/32 и Аргамак (281/52) коэффициент вариации масличности по годам составил 2,7, 2,3 и 2,7% соответственно.

Таблица 2. Урожайность семян и льносоломки льна масличного (2015-2020 гг.), т/га

Table 2. Seed and flax straw yield of oil flax (2015-2020), t/ha

Сортообразец	Урожайность семян		Урожайность льносоломки	
	т/га	V, %	т/га	V, %
ВНИИМК-622 (St. 1)	1,45	19,8	4,02	53,3
Исток (St. 2)	1,64	24,1	4,83	52,4
Ермак (241/12-2)	1,57	21,8	4,78	51,5
Аргамак (281/52)	1,58	22,5	4,55	50,8
261/32	1,60	24,8	4,58	52,9
205/1	1,52	25,2	4,51	57,9
К-9/23-12	1,43	27,4	3,65	55,0
208/4	1,57	25,1	4,70	50,0
К-9/23-16-1	1,54	22,9	4,79	56,5
НСР _{0,5}	0,12	55,8	0,37	72,7

Таблица 3. Масличность и сбор масла льна масличного (2015-2020 гг.)

Table 3. Oil content and harvest of oil flax oil (2015-2020)

Сортообразец	Масличность семян		Сбор масла	
	С, %	V, %	кг/га	V, %
ВНИИМК-622 (St. 1)	42,66	3,1	557,2	25,7
Исток (St. 2)	44,19	1,6	609,9	19,7
Ермак (241/12-2)	45,06	2,9	616,1	21,7
Аргамак (281/52)	44,61	2,7	609,6	20,6
261/32	44,96	2,3	624,1	25,1
205/1	42,72	3,3	570,5	26,8
К-9/23-12	42,24	3,1	540,8	31,5
208/4	43,84	2,4	578,0	19,1
К-9/23-16-1	44,10	1,6	580,0	19,4
НСР _{0,5}	0,72	40,9	39,5	32,7

Таблица 4. Содержание и сбор сырого протеина льна масличного (2015-2020 гг.)

Table 4. Content and collection of oil flax crude protein (2015-2020)

Сортообразец	Сырой протеин		Сбор сырого протеина	
	С, %	V, %	кг/га	V, %
ВНИИМК-622 (St. 1)	27,00	8,6	345,6	2,4
Исток (St. 2)	26,75	8,6	359,4	2,4
Ермак (241/12-2)	25,91	8,8	372,0	2,3
Аргамак (281/52)	26,23	8,7	367,7	2,3
261/32	26,45	8,7	356,6	2,4
205/1	27,17	8,6	378,4	2,3
К-9/23-12	27,33	8,6	349,4	2,4
208/4	26,36	8,7	344,8	2,4
К-9/23-16-1	27,11	8,6	364,2	2,3
НСР _{0,5}	1,24	40,2	10,8	13,6



Сортообразцы 261/32, Ермак (241/12-2) и Аргамак (281/52) превысили по сбору масла первый стандарт ВНИИМК-622 на 12,0, 10,6 и 9,4% соответственно (табл. 3), что было на уровне сорта Исток (St. 2). Большой сбор масла всех образцов получен в условиях избыточного увлажнения 2015 г. — 731,3-891,1 кг/га. Коэффициент вариации признака по годам составил 19,4-31,5% при величине этого показателя у стандартов ВНИИМК-622 и Исток 25,7 и 19,7% соответственно. Более стабильны по этому признаку сортообразцы 208/4 (V=19,1%) и К-9/23-16-1 (V=19,4%). У лучших по этому признаку сортообразцов 261/32, Ермак (241/12-2) и Аргамак (281/52) коэффициент вариации по годам составил 25,1, 21,7 и 20,6% соответственно.

Содержание сырого протеина в семенах изучаемой выборки составило 25,91-27,11% при

27,00 и 26,75% у ВНИИМК-622 и Истока соответственно (табл. 4). Ни один изучаемый сортообразец достоверно не превысил стандарты по величине этого показателя.

Содержание сырого протеина в семенах всех изучаемых сортообразцов определено на уровне стандартов. Больше содержание сырого протеина в семенах определено в остро засушливых условиях увлажнения 2018 г. — 27,41-29,22%, при средней температуре за период вегетации льна — 18,9°C, цветение-созревание — 20,5°C, сумме активных температур — 1755,0, 1006,0°C, сумме осадков — 73,0, 32,5 мм и ГТК — 0,42, 0,32 соответственно.

Коэффициент вариации признака у всех изучаемых генотипов был низким — 8,6-8,8%, что говорит о стабильности признака. Более стабильны по данному показателю

сортообразцы К-9/23-16-1, 205/1 и К-9/23-12 (V=8,6%).

Сбор сырого протеина изучаемых сортообразцов составил 344,8-378,4 кг/га при 345,6 кг/га у ВНИИМК-622 и 3359,4 кг/га у Истока (табл. 4). Пять сортообразцов достоверно превысили первый стандарт на 3,2-9,5%. Сортообразцы 205/1 и Ермак (241/12-2) достоверно превысили по сбору сырого протеина показатели сорта Исток (St. 2) на 19,0 и 12,6 кг/га соответственно. На его уровне находились четыре образца. Максимальный сбор протеина обеспечили сортообразцы 205/1 (378,4 кг/га) и Ермак (241/12-2) (372,0 кг/га). Большой сбор сырого протеина получен также в условиях избыточного увлажнения 2015 г. — 456,3-550,9 кг/га. Этот признак у всех изучаемых образцов варьировал слабо — 2,3-2,4%.

Таблица 5. Параметры сопряженности основных показателей продуктивности сортообразцов льна масличного и факторами погодных условий (2015-2020 гг.)
Table 5. Parameters of conjugation of the main indicators of the productivity of oil flax varieties and weather conditions (2015-2020)

Показатель		ВНИИМК-622 (St. 1)	Исток (St. 2)	Ермак (241/12-2)	Аргамак (281/52)	261/32	205/1	К-9/23-12	208/4	К-9/23-16-1
Продолжительность, сутки	Урожайность семян, т/га	-0,49	-0,35	-0,52	-0,37	-0,50	-0,51	-0,18	-0,33	-0,23
	Урожайность соломы, т/га	-0,23	-0,27	-0,08	-0,12	-0,07	-0,05	-0,12	0,00	0,02
	Масличность, %	-0,03	0,16	0,23	0,37	0,14	0,14	-0,03	0,25	0,33
	Сбор масла, кг/га	-0,48	-0,32	-0,51	-0,35	-0,48	-0,50	-0,25	-0,31	-0,19
	Содержание протеина в семенах, %	0,13	0,30	-0,15	0,00	-0,06	0,13	-0,09	0,03	0,25
	Сбор протеина, кг/га	-0,12	-0,30	-0,47	-0,42	-0,35	-0,31	-0,28	-0,19	-0,12
Температура воздуха, °С	Урожайность семян, т/га	0,53	0,32	0,59	0,73	0,56	0,72	0,68	0,46	0,42
	Урожайность соломы, т/га	0,47	0,30	0,31	0,33	0,30	0,24	0,26	0,22	0,19
	Масличность, %	0,05	-0,28	-0,28	-0,26	-0,10	-0,27	0,23	0,04	-0,18
	Сбор масла, кг/га	0,60	0,13	0,58	0,73	0,53	0,70	0,74	0,38	0,34
	Содержание протеина в семенах, %	-0,37	-0,22	0,07	-0,15	-0,10	-0,36	-0,24	-0,32	-0,52
	Сбор протеина, кг/га	0,24	0,46	0,38	0,51	0,59	0,41	0,42	0,49	0,24
Сумма активных температур, °С	Урожайность семян, т/га	0,30	0,22	0,30	0,57	0,31	0,47	0,76	0,36	0,42
	Урожайность соломы, т/га	0,75	0,71	0,77	0,75	0,77	0,74	0,71	0,73	0,73
	Масличность, %	0,03	-0,18	-0,12	0,07	0,11	-0,14	0,25	0,26	0,13
	Сбор масла, кг/га	0,37	0,06	0,29	0,60	0,30	0,46	0,76	0,32	0,40
	Содержание протеина в семенах, %	-0,26	0,06	-0,05	-0,11	-0,14	-0,32	-0,30	-0,38	-0,34
	Сбор протеина, кг/га	0,31	0,36	0,13	0,30	0,43	0,35	0,42	0,44	0,31
Количество осадков, мм	Урожайность семян, т/га	0,52	0,43	0,62	0,72	0,63	0,69	0,59	0,43	0,43
	Урожайность соломы, т/га	-0,06	-0,32	-0,28	-0,26	-0,32	-0,34	-0,34	-0,36	-0,39
	Масличность, %	0,51	0,30	0,33	0,41	0,58	0,34	0,67	0,62	0,49
	Сбор масла, кг/га	0,66	0,27	0,68	0,78	0,66	0,74	0,72	0,35	0,37
	Содержание протеина в семенах, %	-0,58	-0,45	-0,28	-0,39	-0,42	-0,45	-0,44	-0,65	-0,45
	Сбор протеина, кг/га	0,27	0,51	0,35	0,48	0,56	0,39	0,35	0,36	0,27
ГТК (по Селянинову)	Урожайность семян, т/га	0,51	0,43	0,62	0,70	0,63	0,68	0,55	0,41	0,41
	Урожайность соломы, т/га	-0,11	-0,36	-0,34	-0,32	-0,37	-0,39	-0,39	-0,41	-0,44
	Масличность, %	0,55	0,34	0,38	0,44	0,62	0,39	0,70	0,65	0,53
	Сбор масла, кг/га	0,66	0,28	0,68	0,77	0,66	0,74	0,68	0,34	0,35
	Содержание протеина в семенах, %	-0,60	-0,49	-0,30	-0,41	-0,44	-0,45	-0,45	-0,67	-0,46
	Сбор протеина, кг/га	0,25	0,50	0,35	0,47	0,54	0,37	0,33	0,32	0,25





Установлены линейные коэффициенты корреляции урожайности семян, льносолломы, масличности, сбора масла, содержания протеина и сбора протеина с гидротермическими условиями периода вегетации льна: продолжительностью, средней температурой, суммой активных температур, количеством осадков и гидротермическим коэффициентом (табл. 5).

Наибольшее влияние на показатель «урожайность семян» сорта Аргмак (281/52) оказали температура воздуха ($r=0,73$), количество осадков ($r=0,72$) и ГТК ($r=0,70$). Связь между показателями описывают следующие уравнения:

$$Y = 7,2575 - 0,7840 \times X + 0,02534 \times X^2$$

$$Y = 2,0288 - 0,0104 \times X_1 + 0,00003966 \times X_1^2$$

$$Y = 2,1879 - 2,3366 \times X_2 + 1,6164 \times X_2^2$$

где: Y — урожайность семян сорта Аргмак (281/52); X — температура воздуха, °C; X_1 — количество осадков, мм; X_2 — значение ГТК.

Таким образом, максимальная урожайность сорта Аргмак (281/52) может быть получена при средней температуре 19,5°С и выше, количестве осадков — не менее 220 мм и значении ГТК — не менее 1,13.

По сортообразцу 205/1 установлена положительная сильная зависимость данного показателя с температурой воздуха ($r=0,72$), описываемая приведенным ниже уравнением:

$$Y_1 = 7,2924 - 0,8063 \times X + 0,02623 \times X^2$$

где: Y_1 — урожайность семян сортообразца 205/1; X — температура воздуха, °C.

Исходя из него, оптимальные значения средней температуры для сортообразца 205/1 составляют также не менее 19,5°С.

Урожайность семян образца К-9/23-12 положительно сильно сопряжена с показателем «сумма активных температур» ($r=0,76$).

$$Y_2 = 271,5094 - 0,2998 \times X_3 + 0,000083042 \times X_3^2$$

где: Y_2 — урожайность семян сортообразца К-9/23-12; X_3 — сумма активных температур, °C.

Сортообразец К-9/23-12 способен обеспечить наибольшую семенную продуктивность при значении показателя «сумма активных температур» не менее 1888°С.

Таким образом, по всем изучаемым сортообразцам среди основных факторов погодных условий наибольшее влияние на формирование семенной продуктивности оказывает количество осадков периода вегетации ($r=0,43-0,73$) и ГТК ($r=0,41-0,70$).

Урожайность льносолломы положительно сильно сопряжена с показателем «сумма активных температур» ($r=0,71-0,77$). Наибольшее значение величины этого показателя определены у сортообразцов Ермак (241/12-2) ($r=0,77$) и 261/32 ($r=0,77$) и описываются уравнениями регрессии:

$$Y_3 = 1640,2296 - 1,8166 \times X_3 + 0,0005035 \times X_3^2$$

$$Y_4 = 1582,2193 - 1,7528 \times X_3 + 0,0004859 \times X_3^2$$

где: Y_3 — урожайность льносолломы сорта Ермак (241/12-2); Y_4 — урожайность льносолломы сортообразца 261/32; X_3 — сумма активных температур, °C.

Нижняя граница оптимальных значений показателя «сумма активных температур» для

получения большей урожайности льносолломы указанными сортообразцами составляет 1888°С.

На показатель «масличность» наибольшее влияние оказало значение ГТК ($r=0,34-0,70$) и количество осадков ($r=0,30-0,67$). Установлена сильная и средняя корреляционные зависимости между данными показателями у сортообразцов К-9/23-12 и 208/4, масличность-ГТК — $r=0,70$, 0,65 и масличность-количество осадков — $r=0,67$, 0,62 соответственно, что описывают нижеприведенные уравнения:

$$Y_5 = 35,0852 + 14,8286 \times X_2 - 6,6820 \times X_2^2$$

$$Y_6 = 38,4192 + 11,2499 \times X_2 - 5,08 \times X_2^2$$

$$Y_5 = 35,8354 + 0,0716 \times X_1 - 0,0001712 \times X_1^2$$

$$Y_6 = 38,9114 + 0,0553 \times X_1 - 0,0001331 \times X_1^2$$

где: Y_5 — масличность сортообразца К-9/23-12, %; Y_6 — масличность сортообразца 208/4, %; X_1 — количество осадков, мм; X_2 — значение ГТК.

Таким образом, максимальные значения масличности могут быть получены при значении ГТК — 0,96-1,29 и количестве осадков — 160-250 мм.

Сбор масла более сильно положительно коррелировал с количеством осадков ($r=0,27-0,78$) и ГТК ($r=0,28-0,77$). Более тесная взаимосвязь этого показателя с количеством осадков определена у сортообразцов Аргмак (281/52) ($r=0,78$), 205/1 ($r=0,74$) и К-9/23-12 ($r=0,72$), с ГТК — Аргмак (281/52) ($r=0,77$), 205/1 ($r=0,74$), с температурой — К-9/23-12 ($r=0,74$), Аргмак (281/52) ($r=0,73$), 205/1 ($r=0,70$) и суммой активных температур — К-9/23-12 ($r=0,76$). Данные зависимости описываются следующими уравнениями:

$$Y_7 = 692,6581 - 2,7895 \times X_1 + 0,01182 \times X_1^2$$

$$Y_7 = 740,6754 - 646,4073 \times X_2 + 486,2364 \times X_2^2$$

$$Y_7 = 8377,4501 - 870,1693 \times X + 24,1582 \times X^2$$

$$Y_8 = 610,0799 - 2,4631 \times X_1 + 0,01148 \times X_1^2$$

$$Y_8 = 635,1663 - 535,1885 \times X_2 + 449,7879 \times X_2^2$$

$$Y_8 = 11194,8137 - 1175,9207 \times X + 32,3034 \times X^2$$

$$Y_9 = 493,0706 - 1,4267 \times X_1 + 0,008832 \times X_1^2$$

$$Y_9 = 820,1096 - 127,1595 \times X + 5,8367 \times X^2$$

$$Y_9 = 104394,9029 - 115,4771 \times X_3 + 0,03204 \times X_3^2$$

где: Y_7 — сбор масла сорта Аргмак (281/52), кг/га; Y_8 — сбор масла сортообразца 205/1, кг/га; Y_9 — сбор масла сортообразца К-9/23-12, кг/га; X — температура воздуха, °C; X_1 — количество осадков, мм; X_2 — значение ГТК; X_3 — сумма активных температур, °C.

Исходя из приведенных уравнений, наибольший сбор масла возможно получить при следующих условиях: Аргмак (281/52) — количество осадков — 230-270 мм, ГТК — 1,13-1,50, средняя температура воздуха — 19,5-21,0°С; сортообразец 205/1 — количество осадков — 230-270 мм, ГТК — 1,13-1,50, средняя температура воздуха — 19,5-21,0°С; сортообразец К-9/23-12 — количество осадков — 190-270 мм, средняя температура воздуха — 20,0-21,0°С.

Гидротермические условия периода вегетации также оказывали влияние на содержание протеина в семенах льна. Среднее отрицательное сопряжение данного показателя определено с ГТК ($r=-0,30-0,67$) и количеством

осадков ($r=-0,28-0,65$). Более тесная отрицательная связь данного показателя выявлена у образца 208/4 с ГТК ($r=-0,67$) и количеством осадков ($r=-0,65$). Уравнения, описывающие данные зависимости выглядят следующим образом:

$$Y_{10} = 38,0237 - 24,6179 \times X_2 + 11,3204 \times X_2^2$$

$$Y_{10} = 36,9862 - 0,1210 \times X_1 + 0,0002957 \times X_1^2$$

где: Y_{10} — содержание сырого протеина, %; X_2 — значение ГТК; X_1 — количество осадков, мм.

Для получения максимальных показателей содержания протеина оптимальными являются следующие условия: ГТК — 0,71 и менее, осадки — 170 мм и менее.

Сбор сырого протеина большей части изучаемых сортообразцов средне положительно коррелирует с температурой ($r=0,24-0,59$), количеством осадков ($r=0,27-0,56$), ГТК ($r=0,25-0,54$), суммой активных температур ($r=0,13-0,44$) и отрицательно сопряжен с продолжительностью периода вегетации ($r=-0,12-0,47$). Более тесное сопряжение этого показателя определено у сортообразцов 261/32 — с температурой ($r=0,59$), количеством осадков ($r=0,56$), ГТК ($r=0,54$), 208/4 — с суммой активных температур ($r=0,44$) и Ермак (241/12-2) — с продолжительностью периода вегетации ($r=-0,47$).

$$Y_{11} = -3716,0852 + 372,8094 \times X - 8,3439 \times X^2$$

$$Y_{11} = 580,3121 - 3,9858 \times X_1 + 0,01364 \times X_1^2$$

$$Y_{11} = 629,1221 - 862,9204 \times X_2 + 543,8398 \times X_2^2$$

$$Y_{12} = 79862,8527 - 87,6669 \times X_3 + 0,02412 \times X_3^2$$

$$Y_{13} = -75,2243 + 17,7355 \times X_4 - 0,1366 \times X_4^2$$

где: Y_{11} — сбор сырого протеина сортообразца 261/32, кг/га; Y_{12} — сбор сырого протеина сортообразца 208/4, кг/га; Y_{13} — сбор сырого протеина сорта Ермак (241/12-2), кг/га; X — температура воздуха, °C; X_1 — количество осадков, мм; X_2 — значение ГТК; X_3 — сумма активных температур, °C; X_4 — продолжительность периода вегетации, сутки.

Большой сбор сырого протеина сортообразец 261/32 формирует при средней температуре 19,5-21,0°С и выше, количестве осадков — 220-270 мм, ГТК — 1,20-1,40, 208/4 — сумме активных температур 1888-1896°С, сорт Ермак (241/12-2) — продолжительность периода вегетации — 91-96 суток.

Таким образом, используя указанные уравнения, можно прогнозировать не только урожайность, но и масличность семян, содержание протеина, сбор масла и сырого протеина созданных перспективных сортообразцов.

Выводы. Наибольшую продуктивность сформировали сортообразцы 261/32 (1,60 т/га) и Аргмак (281/52) (1,58 т/га). Большая урожайность семян данных сортообразцов сформировалась в условиях избыточного увлажнения 2015 г. — 2,28 и 2,26 т/га соответственно, при средней температуре за период вегетации льна — 20,8°С, цветение-созревание — 20,6°С, сумме активных температур — 1911,0, 1110,0°С, сумме осадков — 273,0, 204,1 мм и ГТК — 1,43, 1,84 соответственно.

В результате проведенных исследований определена зависимость урожайности семян ($r=-0,52-0,76$), урожайности льносолломы ($r=-0,44-0,77$), масличности семян ($r=-0,28-0,70$) и содержания сырого протеина ($r=-0,67-0,30$),



сбора масла ($r = -0,51-0,77$) и сырого протеина ($r = -0,47-0,59$) созданных сортообразцов от основных показателей гидротермических условий вегетационного периода.

Наибольшее влияние на формирование семенной продуктивности оказывает количество осадков периода вегетации ($r = 0,43-0,73$) и ГТК ($r = 0,41-0,70$). Наиболее тесные зависимости описаны уравнениями регрессии. Проведенный анализ позволил определить оптимальные для сортообразцов гидротермические показатели.

Установленные зависимости следует учитывать в селекционной работе, направленной на создание новых сортов льна масличного, а также в производстве для прогнозирования не только урожайности, но и масличности семян, содержания протеина, сбора масла и сырого протеина. Более подробный анализ составленных уравнений регрессии позволяет теоретически обосновать направленность географического вектора районирования конкретных сортообразцов.

Список источников

1. Лазаричева С.Г. Состояние и перспективы производства основных масличных культур / ВАСХНИЛ, ВНИИ ТЭЧСХ. М., 1978. 50 с.
2. Бражников В.Н., Бражникова О.Ф., Прахова Т.Я., Прахов В.А. Результаты селекции и жирно-кислотный состав масла льна масличного // Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 6. С. 23-27.
3. Бражников В.Н., Бражникова О.Ф. Результаты селекции льна масличного // Научно-практические аспекты технологии возделывания и переработки масличных культур: материалы научно-практической конференции / отв. за выпуск Д.В. Виноградов; ФГБОУ «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Рязань, 2013. С. 50-53.
4. Новиков Э.В., Басова Н.В., Ущачовский И.В., Безбабченко А.В. Масличный лен как глобальный сырьевой ресурс для производства волокна // Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 3 (27). III кв. С. 187-204.
5. Зеленцов С.В. История культуры льна в мире и России // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2017. Вып. 1 (169). С. 93-103.
6. Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры. Л.: Колос, 1969. С. 200-201.
7. Соловьев А.Я. Льноводство. М.: Агропромиздат, 1989. 319 с.
8. Крепков А.П. Селекция льна-долгунца в Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 2000. 185 с.
9. Галкин Ф.М., Хатнянский В.И., Тишков Н.М., Пивень Т.В., Шафоростов В.Д. Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / РАСХН, ГНУ ВНИИМК. Краснодар, 2008. 191 с.
10. Руководство по семеноводству масличных культур / под общ. ред. акад. В.С. Пустовойта. М.: Колос, 1967. 351 с.
11. Склярков С.В. Жирно-кислотный профиль и оксидостабильность масла низколиноленовых сортообразцов льна масличного // Масличные культуры. 2012. № 2 (151-152). С. 91-95.

Информация об авторе:

Бражников Владимир Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3186-5993>, v.brazhnikov.pnz@fncl.ru

Information about the author:

Vladimir N. Brazhnikov, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of breeding technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3186-5993>, v.brazhnikov.pnz@fncl.ru

12. Маслинская М.Е., Андроник Е.В., Иванова Е.В. Оценка селекционных сортообразцов льна масличного по продолжительности основных фаз вегетации и жирнокислотному составу масла // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 4. С. 66-72.

13. Носевич М.А., Айссотодэ Й.З., Рошин В.И., Ведерников Д.Н. Оценка качества масла и волокна льна масличного в зависимости от генетических особенностей и условий его произрастания // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (46). С. 15-20.

14. Методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур / под ред. Г.Г. Давидян. Л.: ВИР, 1976. 21 с.

15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общ. ред. М.А. Федина. М.: Сельхозиздат, 1983. 183 с.

16. Павлова Л.П., Александрова Т.А., Марченков А.Н., Рожмина Т.А., Лошакова Н.И., Кудрявцева Л.П., Кралова Т.В., Герасимова Е.Г. Методические указания по селекции льна-долгунца. М.: Россельхозакадемия, 2004. 43 с.

17. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: Бранденс Медицина, 1998. С. 84-93.

18. Раушковский С.С. Методы исследований при селекции масличных растений по содержанию масла. М.: Пищепромиздат, 1959. 46 с.

19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.

References

1. Lazaricheva, S.G. (1978). *Sostoyaniye i perspektivy proizvodstva osnovnykh maslichnykh kul'tur* [State and prospects of production of major oilseeds]. Moscow, 50 p.
2. Brazhnikov, V.N., Brazhnikova, O.F., Prakhova, T.Ya., Prakhov, V.A. (2015). Rezul'taty seleksii i zhirno-kislотноy sostav masla l'na maslichnogo [Results of selection and fatty acid composition of flax oil]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 23-27.
3. Brazhnikov, V.N., Brazhnikova, O.F. (2013). Rezul'taty seleksii l'na maslichnogo [Results of selection of oil flax]. *Nauchno-prakticheskie aspekty tekhnologii vozdelvaniya i pererabotki maslichnykh kul'tur: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Scientific and practical aspects of technologies for the cultivation and processing of oilseeds: materials of the scientific-practical conference]. Ryazan, pp. 50-53.
4. Novikov, E.V., Basova, N.V., Ushchapovskii, I.V., Bezbabchenko, A.V. (2017). Maslichnyi len kak global'nyi syr'evoi resurs dlya proizvodstva volokna [Oil flax as a global raw material resource for fiber production]. *Molochnokhozyaistvennyi vestnik* [Dairy bulletin], no. 3 (27), III quarter, pp. 187-204.
5. Zelentsov, S.V. (2017). Istoriya kul'tury l'na v mire i Rossii [The history of flax culture in the world and Russia]. *Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* [Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds], issue. 1 (169), pp. 93-103.
6. Sinskaya, E.N. (1969). *Istoriicheskaya geografiya kul'turnoi flory* [Historical geography of cultural flora]. *Istoriicheskayageografiya kul'turnoy flory* [Historical geography of cultural flora]. Leningrad, Kolos Publ., pp. 200-201.
7. Solov'ev, A.Ya. (1989). *L'novodstvo* [Flax growing]. Moscow, Agropromizdat Publ., 319 p.
8. Krepkov, A.P. (2000). *Seleksiya l'na-dolguntsa v Sibiri* (2000). [Breeding flax-fiber in Siberia]. Tomsk, TSU Publishing house, 185 p.
9. Galkin, F.M., Khatnyanskii, V.I., Tishkov, N.M., Piven', T.V., Shaforostov, V.D. (2008). *Len maslichnyi: seleksiya, semenovodstvo, tekhnologiya vozdelvaniya i uborki* [Oil flax: selection, seed production, cultivation and harvesting technology]. Krasnodar, 191 p.
10. Pustovoit, V.S. (ed.) (1967). *Rukovodstvo po semenovodstvu maslichnykh kul'tur* [Guidelines for seed production of oilseeds]. Moscow, Kolos Publ., 351 p.
11. Sklyarov, S.V. (2012). Zhirno-kislотноy profil' i oksistabil'nost' masla nizkolinoленovykh sortoobraztsov l'na maslichnogo [Fatty-acid profile and oxystability of oil of low-linolenic varieties of oil flax]. *Maslichnye kul'tury* [Oil crops], no. 2 (151-152), pp. 91-95.
12. Maslinskaya, M.E., Andronik, E.V., Ivanova, E.V. (2016). Otsenka seleksionnykh sortoobraztsov l'na maslichnogo po prodolzhitel'nosti osnovnykh faz vegetatsii i zhirnokislотноmu sostavu masla [Evaluation of breeding varieties of oil flax according to the duration of the main phases of vegetation and the fatty acid composition of the oil]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy], no. 4, pp. 66-72.
13. Nosevich, M.A., Aiissotode, I.Z., Roshchin, V.I., Vedernikov, D.N. (2017). Otsenka kachestva masla i volokna l'na maslichnogo v zavisimosti ot geneticheskikh osobennostei i uslovii ego proizrastaniya [Evaluation of the quality of oil and oil flax fiber depending on the genetic characteristics and conditions of its growth]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University], no. 1 (46), pp. 15-20.
14. Davidiyan, G.G. (ed.) (1976). *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoi koleksii maslichnykh kul'tur* [Guidelines for the study of the world collection of oilseeds]. Leningrad, VIR, 21 p.
15. Fedin, M.A. (ed.) (1983). *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Moscow, Sel'khozizdat Publ., 183 p.
16. Pavlova, L.P., Aleksandrova, T.A., Marchenkov, A.N., Rozhmina, T.A., Loshakova, N.I., Kudryavtseva, L.P., Kralova, T.V., Gerasimova, E.G. (2004). *Metodicheskie ukazaniya po seleksii l'na-dolguntsa* [Methodological guidelines for the selection of fiber flax]. Moscow, Rossel'khozakademiya, 43 p.
17. Skurikhin, I.M., Tutel'yan, V.A. (ed.) (1998). *Rukovodstvo po metodam analiza kachestva i bezopasnosti pishchevykh produktov* [Guidance on methods of analyzing the quality and safety of foodstuffs]. Moscow, Bradens: Meditsina, pp. 84-93.
18. Raushkovskii, S.S. (1959). *Metody issledovaniya pri seleksii maslichnykh rastenii po sodержaniyu masla* [Research methods in the selection of oil-bearing plants by oil content]. Moscow, Pishchepromizdat Publ., 46 p.
19. Dospikhov, B.A. (2012). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniya)* [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Kniga po trebovaniyu Publ., 352 p.

