

DOI 10.33952/2542-0720-2021-1-25-164-173

УДК 633.85:631:526.32

Прахова Т. Я.

ИНТРОДУКЦИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА ASTERACEAE В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»

Реферат. В статье представлена оценка продуктивности и качества семян масличных культур семейства Астровые в агроклиматических условиях лесостепи Среднего Поволжья. Объектом исследований являлись масличные культуры: сафлор красильный (*Carthamus tinctorius*), расторопша пятнистая (*Silybum marianum*) и гвизоция абиссинская (*Guizotia abyssinica*). Вегетационный период 2019 г. протекал в недостаточно увлажненных условиях при ГТК 0,68. Период вегетации 2020 г. отличался умеренным дефицитом осадков (166,9 мм) и характеризовался как засушливый, ГТК составил 0,78. Период вегетации 2018 г. характеризовался как острозасушливый (ГТК 0,34). Продолжительность вегетационного периода сафлора составила 108–121 день, гвизоции – 111–130 дней, расторопши – 111–117 дней. Число корзинок на одном растении у сафлора составило 15,3, у гвизоции – 112,5 и у расторопши – 7,5 шт. Продуктивность одного растения варьировала в широких пределах – от 9,2 до 19,2 г при коэффициенте вариации 8,1–29,3 %. Масса 1000 семян изменялась незначительно, коэффициент вариации составлял от 2,5 % у гвизоции до 7,3 % у расторопши. Все культуры в условиях лесостепи Среднего Поволжья сформировали высокую продуктивность маслосемян 0,88–1,68 т/га с масличностью до 24,51–40,62 % и отличались высокой засухоустойчивостью (62,1–71,3 %). Гвизоция абиссинская характеризовалась высокой урожайностью семян (1,54–1,68 т/га) и значительным содержанием в них масла (40,62 %). Коэффициент засухоустойчивости составил 68,5 %. Сафлор красильный отличался наибольшей засухоустойчивостью, показатель которого составил 71,3 %. Продуктивность семян в среднем была 1,37 т/га при масличности 24,51 %. Расторопша пятнистая характеризовалась содержанием масла до 29,31 % и высоким уровнем продуктивности семян (0,70–0,88 т/га). В целом, данные культуры, сочетающие высокую продуктивность и качество маслосемян, представляют интерес для интродукции в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Ключевые слова: масличные культуры, сафлор красильный (*Carthamus tinctorius*), расторопша пятнистая (*Silybum marianum*), гвизоция абиссинская (*Guizotia abyssinica*), урожайность, масличность, жирнокислотный состав, засухоустойчивость.

Для цитирования: Прахова Т. Я. Интродукция и продуктивность масличных культур семейства Asteraceae в условиях Среднего Поволжья // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 1(25). С. 164–173. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-1-25-164-173.

For citation: Prakhova T. Ya. Introduction and productivity of oilseeds of the Asteraceae family under conditions of the Middle Volga region // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 1(25). P. 164–173. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-1-25-164-173.

Введение

В современном сельскохозяйственном производстве происходит постоянное сокращение биологического разнообразия возделываемых растений, из-за чего уже утрачено около 75 % видового состава генофонда растений и наблюдается рост

«монокультуры». Например, на сегодняшний день около 80 % посевных площадей масличных культур занято подсолнечником, соей и рапсом. Это приводит в первую очередь к ухудшению фитосанитарной обстановки, к зависимости отрасли растениеводства от изменений климата и неустойчивому обеспечению перерабатывающей промышленности сырьем различного направления использования [1, 2].

Все эти факторы говорят о необходимости расширения ассортимента масличных культур, урожай которых идет на пищевые, технические, кормовые, лекарственные и другие цели с учетом природно-ресурсного потенциала отдельных регионов [1, 3]. Жученко А. А. [4] писал, что реализация биоклиматического потенциала каждого региона и обеспечение диверсификации растениеводства возможны благодаря возделыванию таких культур, которые наиболее приспособлены к неблагоприятным и экстремальным условиям окружающей среды.

Сегодня изменения погодных условий, непосредственно повышение температуры и переориентация рынков сбыта, требуют расширения сортимента возделывания масличных культур, в первую очередь засухоустойчивых и жаростойких. Среди таковых особенно перспективными являются масличные культуры семейства Asteraceae: сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.), расторопша пятнистая (*Silybum marianum* (L.) Gaertn) и гвизоция абиссинская (*Guizotia abyssinica* (L.) Cass). Биологические особенности этих видов позволяют выращивать их как в регионах с недостаточной влажностью, так и в районах с достаточным количеством осадков. Они обладают высоким потенциалом продуктивности и качества маслосемян. Получаемые из них растительные масла являются необходимым сырьем для различных отраслей пищевой и технической промышленности [3, 5, 6].

Хозяйственное значение сафлора красильного заключается, в первую очередь, в производстве масличного сырья для различных целей. В семянках и ядре сафлора содержится соответственно 25–36 % и 45–50 % масла, с содержанием линолевой кислоты до 80–90 %, благодаря чему его широко используют в пищевой промышленности [7, 8].

Турина Е. Л. в своей обзорной работе [3] указывает, что масло сафлора используют в технической промышленности для производства красок, линолеума, алкидных смол и покрытий; в производстве косметических средств, в медицине, и в качестве биологически активной добавки, ссылаясь при этом на другие российские и зарубежные публикации [9, 10]. Кроме этого, исследования других ученых показывают, что сафлоровое масло можно использовать в качестве производства биотоплива [11].

С агрономической точки зрения, сафлор используют как кормовую, способную формировать до 30 т/га зеленой массы, как сидеральную, обладающую фитосанитарным действием и медоносную культуру [3, 7].

Гвизоция абиссинская – новая перспективная масличная и кормовая культура, в семенах которой содержится до 43 % приятного на вкус и ароматного масла, используемого как в пищу, так и на технические цели [6]. Авторы работ [12, 13] пишут: «В Индии, Эфиопии и других южных странах гвизоция традиционно выращивается непосредственно на пищевое масло». Кроме этого, в семенах гвизоции содержится высокое процентное отношение сырого белка (до 20,9 %), углеводов (до 17,8 %), йода (до 5,6 %) и достаточно большее количество витамина Е [12, 13].

Гвизоция является хорошим медоносом [14] и сидеральной культурой, способной формировать до 450 ц/га зеленой массы [6], характеризуется устойчивостью к засухе и повышенным температурам, а также высокой

отзывчивостью на дополнительное увлажнение [6, 12].

Расторопшу пятнистую относят к достаточно неприхотливым и засухоустойчивым растениям.

Николайченко Н. В. с соавторами и Рамазанов А. Ш. с соавторами в своих работах указывают, что масличность семян расторопши составляет 25–32 %. Кроме этого, в ее маслосеменах содержатся витамины группы А, В, D, Е, К, F, различные микроэлементы и ферменты, особенно важные фенольные соединения, среди них флаволигнаны [5, 15]. Масло расторопши относится к маслу высшего класса, так как характеризуется достаточно низким кислотным числом – 0,29–0,34 мг КОН. Благодаря своему жирнокислотному составу, большому количеству микро- и макроэлементов и эфирных соединений масло расторопши обладает очень сильными целебными свойствами и применяется как пищевое и при лечении ряда заболеваний, а также укрепления иммунитета [16].

Расторопшу можно использовать как нетрадиционное кормовое растение, продуктивность ее надземной массы достигает до 31,7 ц/га, она отличается хорошей кормовой ценностью, что позволяет ее использовать в составе травосмесей для повышения питательной ценности [1, 17].

Но, несмотря на свою перспективность, неприхотливость и засухоустойчивость сафлор красильный, расторопша пятнистая и гвизоция абиссинская для Пензенского региона достаточно новые культуры, поэтому их интродукция в конкретных почвенно-климатических условиях, где три из пяти лет бывают засушливыми, является актуальным.

Цель исследований – оценка продуктивности и качества семян масличных культур семейства Астровые в агроклиматических условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Материалы и методы исследований

Экспериментальную работу по оценке продуктивности масличных культур проводили в 2018–2020 гг. на опытном поле ФГБНУ «ФНЦ ЛК ОП Пензенский НИИСХ».

Объектом исследований являлись сафлор красильный сорта Ершовский 4, гвизоция абиссинская сорта Медея и расторопша пятнистая сорта Дебют.

Климат лесостепи Среднего Поволжья, куда входит Пензенская область, умеренно-континентальный, характеризуется большим варьированием суммы годовых осадков (от 350 до 750 мм). Среднегодовая температура воздуха до 5,3 °С, а сумма эффективных температур за период вегетации яровых культур варьирует от 1850 до 2450 °С.

Метеорологические условия каждого года были в разной степени засушливые, о чем свидетельствует варьирование гидротермического коэффициента от 0,34 до 0,78 единиц.

Наиболее жесткие условия (сильно засушливые) вегетации культур отмечали в 2018 г. – гидротермический коэффициент (ГТК) составил в среднем 0,34 единицы. Среднесуточные температуры достигали 18,8 °С, сумма активных температур – 1954 °С, осадков за период вегетации культур выпало всего 65,8 мм.

Период вегетации 2019 г. был недостаточно увлажненным при среднесуточной температуре 18,0 °С и характеризовался как засушливый (ГТК = 0,68). Сумма эффективных температур была на уровне 2115,0 °С при сумме осадков 144,8 мм.

Период вегетации 2020 г. отличался повышенной суммой эффективных температур – 2128,0 °С с умеренным дефицитом осадков (всего выпало 166,9 мм) и характеризовался как засушливый, гидротермический коэффициент составил 0,78.

Почвы опытного участка представлены выщелоченными черноземами с содержанием гумуса 6,0–6,2 %.

Закладку опытов и оценку урожайности проводили согласно методическим рекомендациям по масличным культурам [18]. Площадь делянок составляла 15 м², повторность трехкратная. В опытах применяли рекомендованную для культуры технологию возделывания. Посев проводили в оптимальные сроки (первая декада мая), норма высева для сафлора составляла 250 тыс. всхожих семян на 1 га, для рапсоропши – 1,0 млн шт./га, гвизоции – 2,0 млн шт./га. Статистическую обработку данных и коэффициент вариации (CV %) показателей структуры урожая определяли по методике Б. А. Доспехова [19].

Коэффициент засухоустойчивости (КЗЖУ) рассчитывали по методике, предложенной Ю. В. Лобачевым [20]. КЗЖУ определяли как процентное отношение средней урожайности в сухие и благоприятные годы.

Результаты и их обсуждение

В условиях 2018–2020 гг. продолжительность вегетационного периода масличных культур составила в среднем 114–121 день. Период вегетации сафлора красильного варьировал от 108 до 121 день, в зависимости от года. Наименьшую продолжительность вегетационного периода у рапсоропши и гвизоции отмечали в 2018 г. – 111 дней, наибольшую – в 2020 г. – 117 и 130 дней (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика основных показателей структуры урожая (среднее за 2018–2020 гг.)

Показатель	Параметр	Сафлор	Гвизоция	Рапсоропша
Продолжительность вегетационного периода, дни	min	108	111	111
	max	121	130	117
	среднее	114	121	114
	CV %	6,1	5,8	6,7
Высота растения, см	min	72,9	99,8	98,3
	max	120,3	118,9	132,2
	среднее	92,5	109,9	115,6
	CV %	19,1	6,7	11,1
	НСР ₀₅	3,75	2,53	9,51
Число корзинок на одном растении, шт.	min	10,9	90,6	5,6
	max	20,6	156,7	8,7
	среднее	15,3	112,5	7,5
	CV %	23,8	23,2	21,9
	НСР ₀₅	8,23	5,76	3,13
Число семян в одной корзинке, шт.	min	28,1	21,7	53,8
	max	36,5	35,7	95,4
	среднее	32,4	29,8	69,2
	CV %	9,3	17,2	23,7
	НСР ₀₅	3,50	2,20	5,14
Масса семян с одного растения, г	min	9,9	9,2	9,9
	max	19,2	10,9	16,7
	среднее	13,1	10,1	12,3
	CV %	29,3	8,1	21,4
	НСР ₀₅	1,15	0,98	1,69
Масса 1000 семян, г	min	39,9	3,6	28,0
	max	44,2	3,8	33,7
	среднее	41,7	3,7	30,2
	CV %	4,7	2,5	7,3
	НСР ₀₅	1,06	0,07	0,88

Урожайность складывается из совокупности элементов структуры урожая, основными из которых для данных масличных культур являются: количество корзинок на одном растении, число выполненных семян в одной корзинке, масса семян с одного растения и масса 1000 семян.

В среднем за три года число корзинок составило у сафлора 15,3, у гвизоции – 112,5 и у рапса – 7,5 шт. на одном растении. При этом отмечена высокая вариабельность этого показателя – $CV = 21,9-23,8 \%$.

Количество семян в одной корзинке у сафлора по годам исследования изменялось незначительно – от 28,1 до 36,5 шт., коэффициент вариации составил 9,3 %. Наибольшего варьирования данный признак достигал у рапса пятнистой. Минимальное число выполненных семян в одной корзинке у рапса составило 53,8 шт., максимальное – 95,4 шт. У гвизоции вариабельность величины этого показателя была средней ($CV = 17,2 \%$), число семян в корзинке изменялось от 21,7 до 35,7 шт.

Продуктивность одного растения гвизоции варьировала от 9,2 до 10,9 г, при коэффициенте вариации 8,1 %. Величины этого признака у рапса и сафлора варьировали в более широких пределах ($CV = 21,4$ и $29,3 \%$ соответственно), масса семян с одного растения которых составляла 9,9–16,7 и 9,9–19,2 г/растение соответственно.

Масса 1000 семян является одним из сортовых признаков и мало изменяется под влиянием метеорологических условий периода вегетации, коэффициент вариации по годам составил от 2,5 % у гвизоции до 7,3 % – у рапса. Масса 1000 семян сафлора изменялась от 39,9 до 44,2 г, у рапса – от 28,0 до 33,7 г, у гвизоции – 3,6–3,8 г.

Наши исследования показали, что в условиях лесостепи Среднего Поволжья урожайность сафлора была достаточно высокой и составила в среднем 1,37 т/га. Самый высокий урожай (1,44 т/га) зафиксирован в острозасушливом 2018 г. В этом году масличность семян также была наиболее высокая и составила 25,13 % (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность и масличность масличных культур

Показатель	Год	Сафлор	Гвизоция	Рапс
Урожайность, т/га	2018	1,44	1,54	0,70
	2019	1,37	1,61	0,76
	2020	1,31	1,68	0,88
	среднее	1,37	1,61	0,78
	НСР ₀₅	0,06	0,09	0,05
	CV %	6,6	4,7	5,8
Масличность, %	2018	25,13	39,89	28,83
	2019	23,71	41,74	29,31
	2020	24,68	40,24	28,47
	среднее	24,51	40,62	28,87
	НСР ₀₅	0,98	1,11	0,86
КЗЖУ		71,3	68,5	62,1

Гвизоция и рапс наиболее низкую продуктивность сформировали в 2018 г., которая составила 1,54 и 0,70 т/га соответственно. Для данных культур наиболее благоприятными были условия 2020 г. (ГТК 0,78) – сформировалась урожайность на уровне 1,68 т/га у гвизоции и 0,88 т/га – у рапса.

Содержание жира в семенах сафлора варьировало от 23,71 до 25,13 % в зависимости от года.

Масличность семян гвизоции в среднем составила 40,62 %, при этом самая высокая величина этого показателя (41,74 %) отмечена в 2019 г., наименьшая (39,89 %) – в 2018 г. Содержание жирного масла в семенах расторопши изменялось по годам незначительно, варьируя в пределах 28,47–29,31 %.

За годы исследований отмечена низкая вариабельность урожайности культур, коэффициент вариации составил 4,7–6,6 %. Это свидетельствует о стабильном проявлении признака урожайности за годы изучения и показывает достаточно высокую биологическую стойкость культур в отношении действия климатических факторов (засухи), так как указывалось выше, все три года изучения выдались засушливыми.

Известно, что жаро- и засухоустойчивость растений являются генетически детерминированными признаками, только в большей мере они определяются ответной реакцией растений на недостаток влаги. Одним из важных критериев засухоустойчивости культуры является коэффициент засухожароустойчивости (КЗЖУ), который определяется отношением средней урожайности в сухие и благоприятные годы [20].

Все культуры отличались высоким критерием засухоустойчивости, КЗЖУ которых составил 62,1–71,3 %. Наиболее высокий этот показатель отмечен у сафлора красильного – 71,3 %. У гвизоции и расторопши коэффициент засухоустойчивости был ниже на 2,8–9,2 %, величины этого показателя составили 68,5 и 62,1 % соответственно.

Содержание масла в семенах является одним из основных показателей, характеризующих ценность той или иной масличной культуры, а наиболее важной качественной характеристикой является его жирнокислотный состав, который у изучаемых культур был практически идентичным.

Маслосемена гвизоции и сафлора характеризовались очень высоким содержанием линолевой кислоты 77,37–79,87 %, при этом у сафлора отмечено очень низкое количество линоленовой кислоты – 0,13 % (таблица 3).

Таблица 3 – Жирнокислотный состав масличных культур (2018–2020 гг.)

Жирная кислота	Гвизоция	Расторопша	Сафлор
Миристиновая	0,04	0,08	0,09
Пальмитиновая	8,18	7,89	6,34
Стеариновая	6,80	5,52	2,28
Олеиновая	5,37	29,43	10,03
Линолевая	77,37	49,16	79,87
Линоленовая	0,47	0,24	0,13
Арахидиновая	0,42	3,25	0,32
Эйкозеновая	0,07	1,12	0,17
Бегеновая	0,58	2,35	0,22
Эруковая	-	0,09	0,12
Лигноцериновая	0,41	0,63	0,09

Меньшее содержание линолевой кислоты (49,16 %) отмечено у расторопши пятнистой, причем содержание мононенасыщенной олеиновой кислоты было наиболее высоким и достигало 29,43 %. Содержание олеиновой кислоты у сафлора составило 10,03 %, минимальное ее содержание зафиксировано в маслосеменах гвизоции абиссинской – всего 5,37 %.

Сумма насыщенных кислот (пальмитиновой и стеариновой) находилась в пределах 8,62–14,98 %, где наибольшая доля приходилась на пальмитиновую кислоту, максимум содержания которой отмечен у гвизоции (8,18 %) и минимум – у

сафлора (6,34 %). Содержание стеариновой кислоты варьировало по культурам в диапазоне от 2,28 до 6,80 %.

В маслосеменах расторопши отмечено достаточно высокое содержание арахиновой (3,25 %), бегеновой (2,35 %) и эйкозеновой (1,12 %) кислот. Тогда как содержание данных кислот у гвизоции составляло всего 0,07–0,58 % и у сафлора – 0,17–0,32 %

Содержание миристиновой кислоты по культурам было практически на одном уровне – 0,04–0,09 %. Эруковая кислота в масле отсутствовало (у гвизоции) или ее содержание сводилось к следовым значениям и варьировало от 0,09 % (у расторопши) до 0,12 % (у сафлора).

Выводы

Таким образом, все изучаемые культуры в среднем за 2018–2020 гг. в условиях лесостепи Среднего Поволжья сформировали высокую продуктивность маслосемян до 0,88–1,68 т/га с масличностью до 24,51–40,62 % и отличались высоким критерием засухоустойчивости (62,1–71,3 %).

Гвизоция абиссинская характеризовалась высоким уровнем урожайности (1,54–1,68 т/га) и содержанием масла в семенах (40,62 %). Коэффициент засухоустойчивости составлял 68,5 %.

Сафлор красильный отличался наибольшей засухоустойчивостью, показатель КЗЖУ которого составил 71,3 %. Продуктивность семян в среднем составила 1,37 т/га при масличности 24,51 %.

Расторопша пятнистая характеризовалась высоким содержанием мононенасыщенной олеиновой кислоты (29,43 %), содержанием масла (до 29,31 %) и высоким уровнем продуктивности семян (0,70–0,88 т/га).

В целом, предлагаемые для интродукции в условиях лесостепи Среднего Поволжья масличные культуры семейства Астровые, сочетают в себе высокую продуктивностью и качество маслосемян и обладают высокой засухоустойчивостью, что говорит об их широком диапазоне приспособительных возможностей и благоприятствует их распространению именно в климатических условиях Пензенского региона.

Литература

1. Кшникаткина А. Н. Интродукция нетрадиционных растений и инновационные технологии их возделывания – важнейший фактор устойчивого развития сельского хозяйства // Сборник трудов конференции «Инновационные технологии в АПК: теория и практика». Пенза: Пензенский ГАУ, 2020. С. 3–12.
2. Beaudoin F., Sayanova O., Haslam R.P., Bancroft I., Napier J.A. Oleaginous crops as integrated production platforms for food, feed, fuel and renewable industrial feedstock // OCL. 2014. Vol. 21. No. 6. D 606. DOI: 10.1051/oc/2014042.
3. Турина Е. Л. Значение сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.) и обоснование актуальности исследований с ним в Центральной Степи Крыма (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 1(21). С. 100–121. DOI 10.33952/2542-0720-2020-1-21-100-121.
4. Жученко А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М.: РУДН, 2001. Т. 1. С. 465–466.
5. Nikolaychenko N. V., Eskov I. D., Druzhkin A. F., Shyurova N. A., Kishnikatina A. N., Strizhkov N. I. Yield, oil content and biochemical composition of seeds of milk thistle, depending on the methods of soil cultivation in the Volga Region Steppe Zone // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. No. 1. С. 223–227.
6. Prakhova T. Ya., Kshnikatkina A. N., Medvedev A. P. Productivity of *Guizotia abyssinica* depending on seeding rate under conditions of the Middle Volga region // Volga Region Farmland. 2019. № 2 (2). С. 47–50. DOI: 10.26177/VRF.2019.2.2.012.
7. Адамень Ф. Ф., Прошина И. А. Сафлор красильный. Симферополь, 2016. 296 с.

8. Khalid N., Khan R. S., Hussain M. I., Farooq M., Ahmad A., Ahmed I. A comprehensive characterisation of Safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient – a review // Trends in Food Science & Technology. 2017. Vol. 66. P. 176–186. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.06.009.
9. Barashovets O. V., Popova N. V., Bondarenko N. Yu., Blazheevskiy M. Ye. Flavonoids and antioxidant activity of safflower // Український біофармацевтичний журнал. 2018. № 3 (56). С. 60–65. DOI: 10.24959/ubphj.18.181.
10. Кантуреева А. М., Устенова Г. О., Тургумбаева А. А., Бейсебаева У. Т. Технология производства фотозащитного крема из экстракта сафлора казахстанского вида «Акмай» // Фармация Казахстана. 2016. № 10 (185). С. 39–41.
11. Матеев Е. З., Терехина А. В., Копылов М. В. Исследование качественных показателей сафлорового масла // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 3 (73). С. 115–119. DOI: 10.20914/2310-1202-2017-3-115-119.
12. Ranganatha A. R. G., Panday A. K., Bisen R., Jain S., Sharma S. Niger breeding oilseed crops for sustainable production // Opportunities and Constraints. 2016. No. 1. P. 169–199.
13. Айтбаева Г. К. Народно хозяйственное значение растений *Crotalaria alata* и *Guizotia abyssinica* // Теория и практика современной науки. 2017. № 6 (24). С. 33–36.
14. Sandipan P. B., Jagtap P. K., Patel M. C., Solanki B. P., Sharma S., Rathod N. Seed yield increase in niger crop in to relation to honeybee and other pollinators // Cercetari Agronomice in Moldova. 2017. No. 2 (170). P. 73–81. DOI: 10.1515/cerce-2017-0016.
15. Рамазанов А. Ш., Балаева Ш. А., Шахбанов К. Ш. Химический состав плодов и масла расторопши пятнистой, произрастающей на территории республики Дагестан // Химия растительного сырья. 2019. № 2. С. 113–118. DOI: 10.14258/jcrgm.2019024441.
16. Куркин В. А., Сазонова О. В., Росихин Д. В., Рязанова Т. К. Жирнокислотный состав масла плодов расторопши пятнистой, культивируемой в Самарской области // Химия растительного сырья. 2017. №3. С. 101–105. DOI: 10.14258/jcrgm.2017031727.
17. Аленин П. Г., Воронова И. А. Экологически безопасная технология возделывания расторопши пятнистой (*Silybum Marianum* (L.) Gaertn.) // Нива Поволжья. 2010. № 4 (17). С. 1–7.
18. Лукомец В. М., Тишков Н. М., Баранов В. Ф., Пивень В. Т., Корреа У. Т., Шуляк И. И. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2007. 113 с.
19. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
20. Лобачев Ю. В. Проявление генов низкорослости у яровых пшениц в нижнем Поволжье. Саратов: Саратовский ГАУ, 2000. 262 с.

References

1. Kshnikatkina A. N. Introduction of non-traditional plants and innovative technologies of their cultivation – the most important factor of sustainable development agriculture // Proceedings of the conference “Innovative technologies in the agro-industrial complex: theory and practice”. Penza: Penza State Agrarian University, 2020. P. 3–12.
2. Beaudoin F., Sayanova O., Haslam R.P., Bancroft I., Napier J.A. Oleaginous crops as integrated production platforms for food, feed, fuel and renewable industrial feedstock // OCL. 2014. Vol. 21. No. 6. D 606. DOI: 10.1051/ocl/2014042.
3. Turina E. L. *Carthamus tinctorius* L. value and the relevance of the research with this crop in the Central Steppe of the Crimea (review) // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2020. No. 1 (21). P. 100–121. DOI 10.33952/2542-0720-2020-1-21-100-121.
4. Zhuchenko A. A. Adaptive plant breeding system (ecological and genetic basis). Moscow: RUDN University, 2001. Vol. 1. P. 465–466.
5. Nikolaychenko N. V., Eskov I. D., Druzhkin A. F., Shyurova N. A., Kishnikatkina A. N., Strizhkov N. I. Yield, oil content and biochemical composition of seeds of milk thistle, depending on the methods of soil cultivation in the Volga Region Steppe Zone // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. No. 1. P. 223–227.
6. Prakhova T. Ya., Kshnikatkina A. N., Medvedev A. P. Productivity of *Guizotia abyssinica* depending on seeding rate under conditions of the Middle Volga region // Volga Region Farmland. 2019. No. 2 (2). P. 47–50. DOI: 10.26177/VRF.2019.2.2.012.
7. Adamen F. F., Proshina I. A. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Simferopol, 2016. 296 p.
8. Khalid N., Khan R. S., Hussain M. I., Farooq M., Ahmad A., Ahmed I. A comprehensive characterisation of Safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient – a review // Trends in Food Science & Technology. 2017. Vol. 66. P. 176–186. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.06.009.

9. Barashovets O. V., Popova N. V., Bondarenko N. Yu., Blazheevskiy M. Ye. Flavonoids and antioxidant activity of safflower // Ukrainian Biopharmaceutical Journal. 2018. No. 3 (56). P. 60–65. DOI: 10.24959/ubphj.18.181.
10. Kantureva A. M., Ustenova G. O., Turgumbaeva A. A., Beisebaeva U. T. Technology photo protective cream from the extract of safflower kind of Kazakhstan ‘Akmai’ // Pharmacy of Kazakhstan. 2016. No. 10 (185). P. 39–41.
11. Mateev E. Z., Terekhina A. V., Kopylov M. V. Research of quality indicators of safflower oil // Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2017. Vol. 79. No. 3 (73). P. 115–119. DOI: 10.20914/2310-1202-2017-3-115-119.
12. Ranganatha A. R. G., Panday A. K., Bisen R., Jain S., Sharma S. Niger breeding oilseed crops for sustainable production // Opportunities and Constraints. 2016. No. 1. P. 169–199.
13. Aitbaeva G. K. National economic importance of plants *Crotalaria alata* and *Guizotia abyssinica* // Theory and practice of modern science. 2017. No. 6 (24). P. 33–36.
14. Sandipan P. B., Jagtap P. K., Patel M. C., Solanki B. P., Sharma S., Rathod N. Seed yield increase in niger crop in relation to honeybee and other pollinators // Cercetari Agronomice in Moldova. 2017. No. 2 (170). P. 73–81. DOI: 10.1515/cerce-2017-0016.
15. Ramazanov A. Sh., Balaeva Sh. A., Shakhbanov K. Sh. Chemical composition of fruit and oil *Silybum marianum*, growing in the territory of the Republic of Dagestan // Khimija rastitel'nogo syr'ja (Chemistry of plant raw material). 2019. No. 2. P. 113–118. DOI: 10.14258/jcprm.2019024441.
16. Kurkin V. A., Sazonova O. V., Rosikhin D. V., Ryazanova T. K. The fatty acid composition of oil from *Silybum marianum*, cultivated in Samara region // Khimija rastitel'nogo syr'ja (Chemistry of plant raw material). 2017. No. 3. P. 101–105. DOI: 10.14258/jcprm.2017031727.
17. Alenin P. G., Voronova I. A. Ecological safe technology of blessed milk thistle cultivation (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) // Niva Povolzhya. 2010. No. 4 (17). P. 1–7.
18. Lukomets V. M., Tishkov N. M., Baranov V. F., Piven V. T., Correa U. T., Shulyak I. I. Methodology for conducting field and agrotechnical experiments with oilseeds. Krasnodar: V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil crops (VNIIMK), 2007. 113 p.
19. Dospikhov B. A. Methods of field research with the basics of statistical processing of research results. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
20. Lobachev Yu. V. Manifestation of short stature genes in spring wheat in the Lower Volga region. Saratov: Saratov State Agrarian University, 2000. 262 p.

UDC 633.85:631.526.32

Prakhova T. Ya.

INTRODUCTION AND PRODUCTIVITY OF OILSEEDS OF THE ASTERACEAE FAMILY UNDER CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

Summary. The article presents an assessment of the productivity and quality of oilseeds of the Asteraceae family in the agro-climatic conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. The object of the research: safflower (*Carthamus tinctorius*), milk thistle (*Silybum marianum*), guizotia (*Guizotia abyssinica*). Insufficient amount of precipitation was observed during the growing season of 2019 (Selyaninov Hydrothermal Coefficient (HTC) – 0.68). In 2020, a moderate precipitation deficiency was observed during the growing season (166.9 mm); year was characterized as arid (HTC 0.78). The growing season 2018 was severely arid (HTC 0.34). The length of the safflower growing season during the monitoring years was 108–121 days, guizotia — 111–130 days, milk thistle — from 111 to 117 days. The number of developed flower heads per one safflower plant was 15.3, guizotia – 112.5, milk thistle – 7.5. The productivity of one plant varied from 9.2 to 19.2 g; the coefficient of variation (CV) was 8.1–29.3 %. 1000-seed weight did not vary significantly; CV ranged from 2.5 (guizotia) to 7.3 % (milk thistle). All crops in the forest-steppe of the Middle Volga region formed a high yield of oilseeds (0.88–1.68 t/ha) with oil content up to 24.51–40.62 % and were characterized as highly drought tolerant (62.1–71.3 %). *Guizotia abyssinica* provided a high yield of seeds (1.54–1.68 t/ha) and a significant content of oil in them (40.62 %). The drought-tolerant coefficient (DC) was 68.5 %. *Carthamus tinctorius* is an amazing drought tolerant plant;

DC – 71.3 %. On average, its seed yield amounted to 1.37 t/ha; oil content – 24.51 %. Content of oleic acid in *Silybum marianum* oil was high (29.43 %), seed oil content – up to 29.31 %, seed productivity – 0.70–0.88 t/ha. In general, these crops combine high oilseeds' productivity and quality and are of interest for introduction in the forest-steppe of the Middle Volga region.

Keywords: oilseeds, *Carthamus tinctorius*, *Silybum marianum*, *Guizotia abyssinica*, yield, oil content, fatty acid composition, drought tolerance.

Прахова Татьяна Яковлевна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; 442731, Россия, Пензенская область, п. Лунино, ул. Мичурина, 1б; e-mail: prakhova.tanyaf@yandex.ru.

Prakhova Tatyana Yakovlevna, Dr. Sc. (Agr.), chief researcher of the Laboratory of breeding technologies, FSBSI “Federal Research Center of Fibre Crops”; 1b, Michurina str., vill. Lunino, Penza district, 442731, Russia; e-mail: pakhova.tanya@yandex.ru.

Дата поступления в редакцию 14.02.2021.

Дата принятия к печати 23.03.2021.