

5. Применение льняного масла холодного прессования в качестве лечебно-профилактического средства при атерогенном нарушении липидного обмена / В. Ф. Виноградов [и др.] // Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствования технологии возделывания и первичная переработка льна-долгунца. – Торжок, 2000. – С. 83–85.
6. Галкин, Ф. М. Лён масличный – перспективная рыночная культура для Северного Кавказа / Ф. М. Галкин, Л. Г. Рябенко // Главный агроном. – 2005. – № 5. – С. 77.
7. Дьяков, А. Б. Физиология и экология льна / А. Б. Дьяков. – Краснодар, 2006. – 224 с.
8. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна масличного: методические рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 52 с.
9. Доронин, С. В. Лён-долгунец. Технология возделывания и селекции: монография / С. В. Доронин, С. Ф. Тихвинский. – Киров: Вятская ГСХА, 2003. – 112 с.
10. Лён масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / Галкин Ф. М. [и др.] // РАСХН, ГНУ ВНИИМК. – Краснодар, 2008. – С. 30.
11. Хамканов, К. М. Основы планирования эксперимента: методическое пособие / К. М. Хамканов. – 2001, ВСГУТУ. – Улан-Удэ. – 94 с.
12. Никитина, М. А. Применение методов планирования эксперимента в технологических исследованиях / М. А. Никитина, В. Б. Крылова, Е. Б. Сусь // Все о мясе. – 2016. – № 1. – С. 14–17.
13. Возделывание льна масличного в Республике Беларусь / И. А. Голуб [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2017. – С. 666–682.
14. Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.); под ред. Н. К. Лемешева. – Ленинград, 1988. – 29 с.
15. Кошак, Ж. В. Моделирование и оптимизация технологических процессов зерноперерабатывающей и хлебопекарной промышленности: учеб. пособие / Ж. В. Кошак, А. Э. Кошак. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 152 с.

УДК 633.521:631.527

## Генетическая паспортизация новых сортов льна-долгунца белорусской селекции с использованием молекулярных маркеров

В. З. Богдан<sup>1</sup>, кандидат с.-х. наук, В. А. Лемеш<sup>2</sup>, М. В. Богданова<sup>2</sup>, кандидаты биологических наук, Т. М. Богдан<sup>1</sup>, М. А. Литарная<sup>1</sup>, кандидаты с.-х. наук

<sup>1</sup>Институт льна

<sup>2</sup>Институт генетики и цитологии НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 14.09.2021)

Представлены результаты изучения генетического полиморфизма 9 сортов льна-долгунца, созданных в РУП «Институт льна»: Грант, Лада, Мара, Рубин, Маяк, Дукат, Талер, Алтын, Эверест с использованием SSR-маркеров. По микросателлитным ДНК-маркерам были идентифицированы пики на электрофореграмме, что позволило выявить генетическое разнообразие по уникальным локусам у новых сортов льна-долгунца. На основе выбранной системы маркеров, включающих 11 локусов с высоким уровнем информативности, составлены генетические паспорта новых сортов льна-долгунца. Полученные результаты исследований в дальнейшем будут способствовать повышению эффективности селекционной и семеноводческой работы по культуре льна, а также послужат механизмом защиты авторских прав.

*The results of the study of genetic polymorphism of 9 varieties of flax, created in Institute of Flax: Grant, Lada, Mara, Rubin, Mayak, Dukat, Taler, Altyn, Everest using SSR markers are presented. The peaks on the electrophoregram were identified using microsatellite DNA markers, which made it possible to identify genetic diversity by unique loci in new varieties of flax. On the basis of the selected system of markers, including 11 loci with a high level of informativeness, genetic passports of new varieties of flax have been compiled. The obtained research results will further contribute to improving the efficiency of breeding and seed-growing work on flax culture, as well as serve as a mechanism for copyright protection.*

### Введение

Лён-долгунец представляет собой уникальную культуру, потенциал которой необычайно велик для многих отраслей промышленности. Для отечественной текстильной промышленности льноволокно является практически единственным натуральным экологически чистым целлюлозным сырьем. Сопряженной продукцией при производстве льна-долгунца являются льносемена, представляющие сырье для получения льняного масла, содержащего в своем составе уникальный комплекс незаменимых жирных кислот Омега-3, Омега-6 и др.

Важная роль в повышении урожая и качества льнопродукции принадлежит сорту. Селекция льна-долгунца

в Республике Беларусь имеет богатый опыт и традиции успешного производства сортов с отличными потребительскими показателями. Некоторые из них (например, эталон по качеству волокна Оршанский 2) доминировали в посевах льносеющих республик бывшего СССР, широко использовались в селекционных учреждениях в качестве источников продуктивности, тонковолокнистости и других показателей, характерных для белорусских сортов [5].

Основной ресурсного материала для селекционного процесса является национальный генофонд льна-долгунца, включающий 628 образцов различного эколого-географического происхождения из 34 стран мира. На настоящем этапе развития селекции льна-долгунца

в РУП «Институт льна» основным методом создания сортов является внутривидовая гибридизация. Зачастую в схемы создания новых сортов включаются высокопродуктивные мутантные линии, созданные на основе химического и физического мутагенеза.

Из 18 сортов льна-долгунца селекции РУП «Институт льна», включенных в Государственный реестр (36 % всего сортимента), 8 сортов включены в течение 2014–2021 гг. [2]. В 2021 г. они занимали площадь возделывания 22,3 тыс. га или 53,1 % в структуре посевов льна-долгунца в республике.

Сорта льна-долгунца обычно не имеют ярко выраженных морфологических различий. Однако между собой они различаются по хозяйственно-биологическим показателям: урожайности, устойчивости к полеганию и болезням, содержанию и качеству волокна [3]. Кроме того, морфологические признаки имеют определенные ограничения, связанные с субъективностью в анализе признака. На них может оказывать влияние окружающая среда и элементы агротехники. Некоторые диагностические признаки проявляются только на конкретной стадии развития растения (цветения или созревания плода). По морфологическим признакам трудно различить сорта близкородственного происхождения.

Сложности, связанные с использованием морфологических признаков, приводят к необходимости поиска новых, более удобных и надежных методов идентификации сортов растений. Ими на полном основании могут стать молекулярные методы анализа генома. Особенно активно применение молекулярных маркеров в идентификации сортов развивается по видам растений со слабыми межсортными различиями: лен, рапс и др. [6].

В настоящее время для повышения эффективности процесса селекции льна наиболее рациональным считается применение высокоточных, быстрых и надежных молекулярно-генетических методов, основанных на использовании полимеразной цепной реакции (ПЦР). Наиболее эффективными для льна являются микросателлитные или SSR (Simple Sequence Repeats) маркеры, количество которых превышает 1300 [4]. Полученные на основании ДНК-маркеров данные можно использо-

вать для идентификации ценных генотипов, подбора родительских форм для скрещивания, маркирования отдельных генов и локусов растений, а также для паспортизации сортов и линий [8, 10].

Цель данных исследований – изучение генетического полиморфизма новых сортов льна-долгунца селекции РУП «Институт льна» с использованием SSR-маркеров и разработка на их основе генетических паспортов.

### Материал и методы исследований

В качестве материала для исследований были использованы 9 сортов льна-долгунца, созданных в РУП «Институт льна», из которых 8 (Грант, Лада, Мара, Рубин, Маяк, Дукат, Талер, Алтын) включены в Госреестр в течение 2014–2021 гг. и один (Эверест) проходит государственное сортоиспытание. Сорта, включенные в Госреестр, созданы методом гибридизации и индивидуального отбора с привлечением в качестве родительских компонентов лучших сортов отечественной селекции, а также географически отдаленных образцов (сорта Томской селекции, Западной Европы). Сорт Эверест мутантного происхождения, полученный в результате обработки семян образца Мелина химическим мутагеном азид натрия ( $\text{NaN}_3$ ) в концентрации 0,07 % при экспозиции 14 ч. и последующего индивидуального отбора.

Подготовку растительного материала и экстракцию ДНК проводили, используя Genomic DNA Purification Kit (Thermo Scientific™) по протоколу производителя. ДНК выделяли из листьев 7-дневных проростков индивидуальных растений, по 4 индивидуальных растения каждого сорта. Концентрацию ДНК измеряли с использованием нанофотометра NanoPhotometer® N50 (Implen, США) при длине волны 260 нм (ультрафиолетовый спектр).

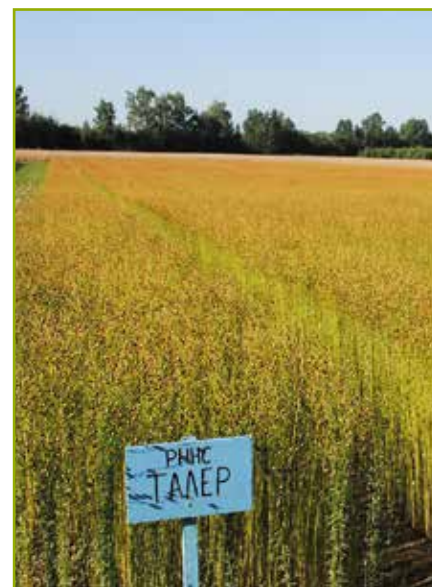
Анализ полиморфизма микросателлитов проводили с использованием ПЦР с флуоресцентно-мечеными праймерами. Праймеры были отобраны по литературным источникам [7, 9]. Так как в двух статьях разные праймеры имели одинаковые названия (Lu), праймерам



Цветение раннеспелого сорта Дукат



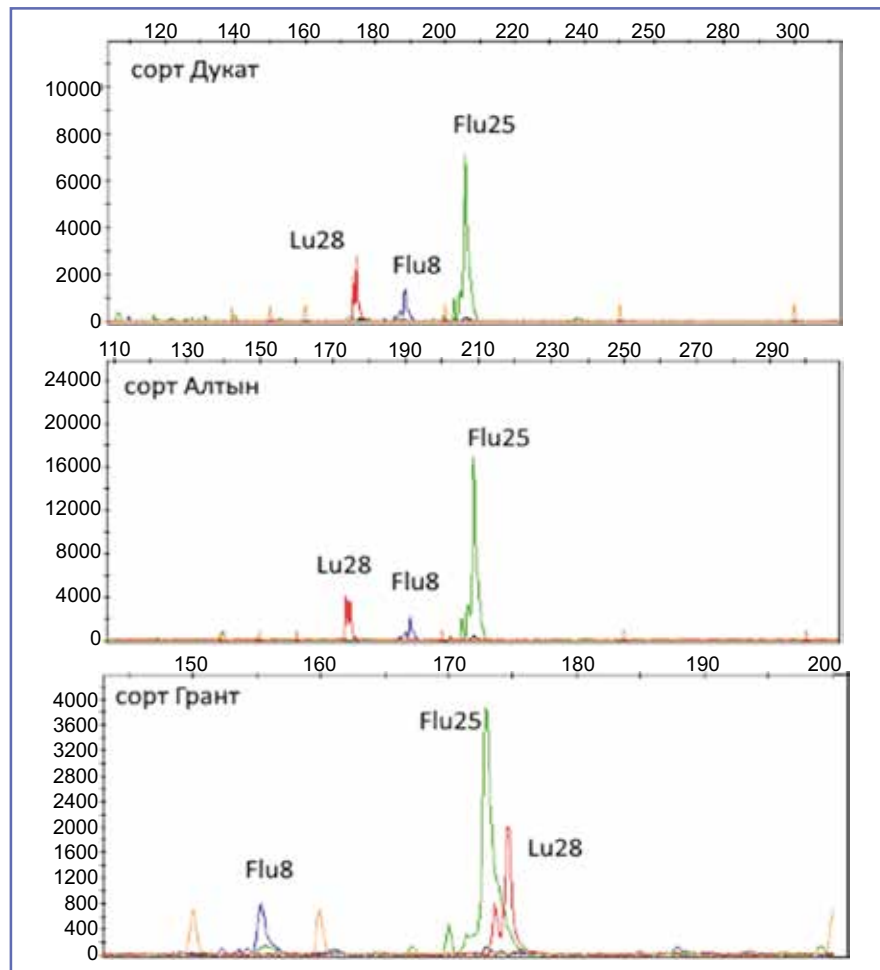
Цветение раннеспелого сорта Грант



Сорт Талер в фазе желтой спелости

Таблица 1 – Нуклеотидные последовательности использованных SSR-праймеров

Локус	Нуклеотидная последовательность праймеров (5' – 3')	Температура отжига (T <sub>m</sub> ), °C	Сигнал	Метка праймера
Lu3	F: CTTTCTTGGAGTCACCAAGCC R: CGCTGGAGTCTGAATCCTAG	55	Green	R6G
Lu8	F: ACACCTTGCTATTAGCTACAAGAGAG R: CAGCATCCAGAGGTTCTCAC	55	Yellow	TAMRA
Lu13	F: TGTGCCAATAGCCATGTGAG R: GTATGGCTTCCATATGGGCTAAC	55	Red	ROX
Lu15	F: GGGTTATACATTGTTCTTCATTCCGG R: CAAGAGGAATGCAGGATGCC	55	Blue	FAM
Lu17	F: ATGATCGCATGAGCAAATTG R: GTTTGTGAGGTGACGGTGAG	55	Yellow	TAMRA
Lu21	F: CCGAGTCCGAAAGAATCTGG R: CAGCTCCATTGTTGTTCCC	55	Red	ROX
Lu23	F: CATGACCATGTGATTAGCATCG R: CATAGGAGGTGGGTTGCTGC	57	Green	R6G
Lu28	F: TCCAGCGAGTTTGGTGAG R: TGGAGGAACATAATTGTGGCAAG	55	Red	ROX
Flu7	F: CATCCAACAAGGGTGGTG R: GGAACAAAGGGTAGCCATGA	58	Green	R6G
Flu8	F: TCCCGTAATATTCTATGTTCTTCC R: TGAGTTGGACCTACAAGACTCA	58	Blue	FAM
Flu25	F: TCTACAGAGTTCAATCCCGTAA R: GTTGGACCTACAAGACTCACTG	58	Green	R6G



Результаты фрагментного анализа сортов льна-долгунца Дукат, Алтын и Грант по мультиплексному набору, включающему SSR-маркеры Lu28, Flu8 и Flu25

из статьи X. Deng [et al.] [7] были даны названия Flu (таблица 1).

Реакционная смесь объемом 25 мкл включала 25 нг геномной ДНК, по 0,25 мкМ прямого и обратного праймера, смесь для ПЦР 5x qPCRmix-HS (Евроген, РФ) и бидистиллированную воду.

ПЦР проводили в термоциклере MyCycler™ (Bio-Rad, США) в следующих условиях: 94 °C в течение 5 мин., 30 циклов с параметрами: денатурация при температуре 94 °C в течение 30 сек., отжиг праймеров в течение 45 сек. (температура отжига подбирается в зависимости от праймера), элонгация при 72 °C в течение 45 сек. Конечная элонгация при 72 °C 5 мин. Продукты амплификации денатурировали формамидом и разделяли методом капиллярного электрофореза на генетическом анализаторе ABI Prism 3500 (Applied Biosystems, США). Определение размеров аллелей осуществляли при помощи программного обеспечения GeneMapper v4.1. (Applied Biosystems, США), используя стандарт Orange DNA Size Standard (MCLAB, США).

**Результаты исследований и их обсуждение**

В ходе работы использовались праймеры с разными флуоресцентными метками для проведения мультиплексного фрагментного анализа. На рисунке представлены результаты фрагментного анализа сортов льна Дукат, Алтын и Грант по микросателлитным ДНК-маркерам Lu28, Flu8 и Flu25, которые вошли в один мультиплексный набор. Результаты представлены в рабочем интерфейсе программы GeneMapper 4.1.

Как видно из рисунка, для каждого из маркеров идентифицируются пики на электрофореграмме. Несмотря на близость диапазонов размеров фрагментов амплификации у маркеров Lu28 и Flu25 у сорта Грант, благодаря использованию разных флуоресцентных меток для данных маркеров (красный и зеленый цвет пиков), удается безошибочно их идентифицировать. В результате работы были получены SSR-фингерпринты для всех сортов, задействованных в работе. ДНК-фингерпринты приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, каждый из сортов обладает уникальным SSR-фингерпринтом. При этом очевидно, что маркеры проявили различ-

Таблица 2 – ДНК-фингерпринты сортов льна-долгунца селекции РУП «Институт льна» по 11 SSR-маркерам

Сорт	№ раст.	Аллели локусов										
		Lu15	Lu13	Lu3	Lu8	Lu17	Lu21	Lu23	Lu28	Flu7	Flu8	Flu25
Дукат	1.1	185:196	330:360	155	192	273	210	247	174	140	188	206
	1.2	185:196	330:360	158	192	273	210	247	174	140	188	206
	1.3	185:196	330:360	158	192	273	210	247	174	140	188	206
	1.4	185:196	330:360	155	192	273	210	247	174	140	188	206
Алтын	2.1	196	329:357	155	206	273	210	240	174	140	191	209
	2.2	196:196	329:357	155	206	273	210	240	174	140	191	209
	2.3	196:196	329:357	157	206	273	210	240	174	140	191	209
	2.4	196:196	329:357	155	206	273	210	240	174	140	191	209
Мара	3.1	198	329:358	156	206	273	210	240	174	140	189	206
	3.2	198	329:358	156	206	273	210	240	174	140	189	206
	3.3	198	329:358	156	206	273	210	240	174	140	189	206
	3.4	198	329:358	156	206	273	210	240	174	140	189	206
Маяк	4.1	186:198	330:362	156:162	207:215	274	210	240	174	150	190	206:214
	4.2	186:198	330:362	156:162	207:215	274	210	240	174	150	190	206:214
	4.3	186:198	330:362	156:162	207:215	274	210	242	174	140	190	206:214
	4.4	186:198	330:362	156:162	207:215	274	210	242	174	140	190	206:214
Грант	5.1	185:196	330:360	156	192	275	208	242	175	140	190	205
	5.2	185:196	330:360	156	192	275	208	244	175	140:150	155	173
	5.3	185:196	330:360	156	192	275	208	244	175	140:150	155	173
	5.4	185:196	330:360	156	192	275	208	244	175	140:150	155	173
Эверест	6.1	186:198	330:360	157:164	207	274	208	247	174	150	196:202	212:220
	6.2	198	330:360	157:164	207	274	210	247	174	150	196:202	212:220
	6.3	198	330:360	157:164	207	274	208	247	174	150	196:202	212:220
	6.4	198	330:360	157:164	207	274	210	247	174	150	196:202	212:220
Лада	7.1	186:198	330:362	158	206	277	210	250	174	140	188	206
	7.2	186:198	330:362	158	206	274	210	240:248	174	140:146	188	206:212
	7.3	186:198	330:362	158	206	277	210	250	174	140	188	206
	7.4	186:198	330:362	158	206	277	210	250	174	140	188	206
Талер	8.1	197	330:361	157	206	274	210	247	174	150	189	206
	8.2	197	330:361	157	206	274	210	247	174	150	189	206
	8.3	197	330:361	157	206	274	210	247	174	150	189	206
	8.4	197	330:361	157	206	274	210	247	174	150	189	206
Рубин	9.1	197	330:362	155	206	276	210	247	175	140	189	206
	9.2	197	330:362	155	206	276	210	247	175	140	189	206
	9.3	197	330:362	155	206	276	210	247	175	140	189	206
	9.4	197	330:362	155	206	276	210	242	175	140	195	212

ный уровень полиморфизма. Количество аллелей, выявленных по использованным в работе SSR-маркерам, варьировало от двух аллелей на локус – по маркерам Lu8, Lu21 и Lu28 до восьми аллелей на локус – по маркерам Lu15 и Flu8. Для оценки информативности использованных в работе SSR-маркеров рассчитали показатели количества эффективных аллелей и индекс информативности Шеннона (таблица 3).

Генетический паспорт растения должен содержать информацию о количестве и размере аллелей определенных локусов, характеризующих генотип данного сорта. Общие характеристики использованных микросателлитных маркеров, их полиморфизм и представленность в сортах льна-долгунца, включенных в Государственный реестр до 2012 г., были опубликованы нами ранее [1, 4]. Для идентификации и паспортизации новых сортов льна-долгунца было отобрано 11 локусов

Таблица 3 – Анализ информативности использованных SSR-маркеров

Локус	N*	Na	Ne	I
Lu3	36	4	3.789	1.358
Lu8	36	2	1.528	0.530
Lu15	36	8	4.596	1.782
Lu13	36	6	4.588	1.617
Lu17	36	5	3.429	1.402
Lu21	36	2	1.385	0.451
Lu23	36	6	3.933	1.512
Flu7	36	3	1.617	0.616
Lu28	36	2	1.528	0.530
Flu8	36	8	4.320	1.700
Flu25	36	6	2.922	1.384

Примечание – \*N – количество образцов в выборке, Na – количество аллелей, Ne – количество эффективных аллелей, I – индекс информативности Шеннона.

Таблица 4 – Генетические паспорта сортов льна-долгунца селекции РУП «Институт льна»

Сорт	Год включения в Госреестр	Генетический паспорт										
		A <sub>330,360</sub>	B <sub>185,196</sub>	C <sub>156</sub>	D <sub>192</sub>	E <sub>275</sub>	F <sub>208</sub>	G <sub>244</sub>	H <sub>175</sub>	I <sub>140,150</sub>	J <sub>155</sub>	K <sub>173</sub>
Грант	2014	A <sub>330,360</sub>	B <sub>185,196</sub>	C <sub>156</sub>	D <sub>192</sub>	E <sub>275</sub>	F <sub>208</sub>	G <sub>244</sub>	H <sub>175</sub>	I <sub>140,150</sub>	J <sub>155</sub>	K <sub>173</sub>
Лада	2015	A <sub>330,362</sub>	B <sub>186,198</sub>	C <sub>158</sub>	D <sub>206</sub>	E <sub>277</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>250</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>140</sub>	J <sub>188</sub>	K <sub>206</sub>
Мара	2016	A <sub>329,358</sub>	B <sub>198</sub>	C <sub>156</sub>	D <sub>206</sub>	E <sub>273</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>240</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>140</sub>	J <sub>189</sub>	K <sub>206</sub>
Рубин	2017	A <sub>330,362</sub>	B <sub>197</sub>	C <sub>155</sub>	D <sub>206</sub>	E <sub>276</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>247</sub>	H <sub>175</sub>	I <sub>140</sub>	J <sub>189</sub>	K <sub>206</sub>
Маяк	2017	A <sub>330,362</sub>	B <sub>186,198</sub>	C <sub>156,162</sub>	D <sub>207,215</sub>	E <sub>274</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>240,242</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>140,150</sub>	J <sub>190</sub>	K <sub>206,214</sub>
Дукат	2019	A <sub>330,360</sub>	B <sub>185,196</sub>	C <sub>155,158</sub>	D <sub>192</sub>	E <sub>273</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>247</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>140</sub>	J <sub>188</sub>	K <sub>206</sub>
Талер	2019	A <sub>330,361</sub>	B <sub>197</sub>	C <sub>157</sub>	D <sub>206</sub>	E <sub>274</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>247</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>150</sub>	J <sub>189</sub>	K <sub>206</sub>
Алтын	2021	A <sub>329,357</sub>	B <sub>196</sub>	C <sub>155,157</sub>	D <sub>206</sub>	E <sub>273</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>240</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>140</sub>	J <sub>191</sub>	K <sub>209</sub>
Эверест	в ГСИ	A <sub>330,360</sub>	B <sub>198</sub>	C <sub>157,164</sub>	D <sub>207</sub>	E <sub>274</sub>	F <sub>208,210</sub>	G <sub>247</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>150</sub>	J <sub>196,202</sub>	K <sub>212,220</sub>

с высоким уровнем информативности. Данная система маркеров достаточна для идентификации сортов льна.

Нами составлены генетические паспорта для всех исследованных сортов (таблица 4).

Паспорта представляют собой молекулярно-генетическую формулу, где каждому генетическому локусу соответствует буквенный код (A – Lu13, B – Lu15, C – Lu3, D – Lu8, E – Lu17, F – Lu21, G – Lu23, H – Lu28, I – Flu7, J – Flu8, K – Flu25), а индекс означает размер аллеля данного локуса. Выбранная система маркеров позволяет отличить генотипы льна друг от друга на молекулярном уровне.

### Заключение

Использование SSR-маркеров позволило выявить генетическое разнообразие по уникальным локусам конкретных новых сортов льна-долгунца. На основе выбранной системы маркеров, включающих 11 локусов с высоким уровнем информативности, составлены генетические паспорта новых сортов льна-долгунца, созданных в РУП «Институт льна». Это позволит в дальнейшем повысить эффективность селекционной работы, послужит механизмом защиты авторских прав, а также усилит контроль в семеноводстве культуры льна-долгунца.

### Литература

1. Богданова, М. В. Микросателлитный анализ сортов льна, включенных в Государственный реестр Республики Беларусь / М. В. Богданова // Актуальные проблемы генетики и молекулярной биологии в рамках фестиваля науки: материалы всероссийской молодежной конф. в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-

педагогические кадры инновационной России», Уфа, Россия, 24–28 сент. 2012 г. / ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ. – Уфа, 2012. – С. 17–25.

2. Государственный реестр сортов / отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2021. – С. 46–47.

3. Лен – прядильная и масличная культура: учеб. пособие / В. А. Зубцов [и др.]. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2017. – 304 с.

4. Полиморфизм микросателлитных локусов льна (*Linum usitatissimum* L.) как основа генетической паспортизации сортов / В. А. Лемеш [и др.] // Доклады НАН Беларуси. – 2013. – Т. 57, № 2. – С. 74–78.

5. Самсонов, В. П. Сорт – важнейший фактор повышения эффективности льноводства / В. П. Самсонов, В. З. Богдан // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 6. – С. 78–80.

6. Семашко, Т. В. Современное развитие методологии использования молекулярных маркеров в испытании сортов на отличимость, однородность и стабильность (ООС) / Т. В. Семашко, В. А. Бейня // Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы: (к 100-летию со дня рождения академика Н. В. Турбина): Международная научная конференция: мат. конф., 8–11 октября 2012 г. – Минск, 2012. – С. 100.

7. Isolation and characterization of polymorphic microsatellite markers from flax (*Linum usitatissimum* L.) / X. Deng [et al.] // African Journal of Biotechnology. – 2011. – V.10, № 5. – P. 734–739.

8. Development of genomic simple sequence repeat markers for linseed using next-generation sequencing technology / S. M. Kale [et al.] // Mol. Breed. – 2012. – V. 30, № 1. – P. 597–606.

9. Polymorphic microsatellite loci in *Linum usitatissimum* / C. Roose-Amsaleg [et al.] // Mol. Ecol. Notes. – 2006. – V. 6, № 3. – P. 796–799.

10. Characterization of novel genetic SSR markers in *Linum usitatissimum* (L.) and their transferability across eleven *Linum* species [Electronic resource] / B. J. Soto-Cerda [et al.] // Electron. J. Biotechnol. – 2011. – V. 14, № 2. – Mode of access: <http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/view/v14n2-6/1285>. – Date of access: 07.12.2019.

УДК [635.11+635.132]:631.531.027.2

## Влияние дражирования семян на всхожесть и урожайность моркови столовой

М. Ф. Степура, доктор с.-х. наук  
Институт овощеводства

(Дата поступления статьи в редакцию 17.08.2021)

В статье представлены результаты исследований по влиянию защитно-стимулирующих составов драже семян моркови столовой на всхожесть, урожайность и товарность продукции.

The article presents the results of studies on the effect of protective-stimulating compositions of table carrots on germination, yield and marketability of products.