

*В.А. ЛЕМЕШ, М.В. БОГДАНОВА, Т.В. СЕМАШКО, В.А. БЕЙНЯ, член-корреспондент А.В. КИЛЬЧЕВСКИЙ, академик Л.В. ХОТЫЛЕВА*

## **ПАСПОРТИЗАЦИЯ СОРТОВ ЛЬНА (*LINUM USITATISSIMUM* L.), ВКЛЮЧЕННЫХ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА ОСНОВЕ SSR-МАРКЕРОВ**

Государственное научное учреждение «Институт генетики и цитологии  
НАН Беларуси», Минск, Беларусь

Государственное учреждение «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов  
растений» Минск, Беларусь

### **Введение.**

Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Беларуси на 2013 год включает 38 сортов льна-долгунца и 5 сортов льна масличного. Ряд новых сортов проходят государственное сортоиспытание.

Идентификация сортов льна обеспечивает защиту авторских прав селекционеров, является основой для определения сортовой чистоты и сортовой подлинности в области селекции и семеноводства. В настоящее время при проведении патентной экспертизы Государственной инспекцией по испытанию и охране сортов растений проверяется новизна заявленного сорта, и в течение двух лет на четырех участках патентной экспертизы осуществляется испытание на отличимость, однородность и стабильность (ООС-тест) [1]. Идентификация сортового материала льна проводится по морфологическим признакам, на которые могут оказывать влияние почвенные, климатические условия. (2) Европейские эксперты, тестирующие сорта льна с помощью ООС-теста, заметили, что морфологическая вариабельность новых сортов льна значительно снизилась [2], что указывает на их узкий генетический базис.

Европейские эксперты, тестирующие сорта льна с помощью ООС-теста, заметили, что морфологическая вариабельность новых сортов льна значительно снизилась [3], что указывает на их узкий генетический базис.

В перспективе дополнительным инструментом для надежной идентификации сортов может стать молекулярное маркирование их геномов, основанное на использовании ДНК-маркеров. Молекулярные методы можно применять на любых стадиях развития растения, начиная с семян. Исследованию можно подвергать разные части растения, например, листья, стебли или другие ткани.

Для идентификации и паспортизации растений в рамках вида молекулярные маркеры должны соответствовать ряду требований [3,4]. В первую очередь они должны быть полиморфны, что позволяет отличить один образец от другого. Они должны стабильно наследоваться в поколениях, охватывать разные области генома, быть представлены в количестве, достаточном для идентификации как уже имеющихся, так и вновь создаваемых сортов или иных совокупностей. Таким требованиям в полной мере отвечают SSR-маркеры, ограничивающие повторы простых последовательностей ДНК. Для льна создано несколько сотен SSR-маркеров [5, 6]. Они различаются по уровню полиморфизма и информативности и могут успешно использоваться для идентификации генотипов.

Целью исследования являлось ДНК-маркирование геномов сортов льна, для их идентификации и создания генетических паспортов.

### **Материалы и методы**

Материалом для исследований служили 39 сортов льна, включенных в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Беларуси на 2012 год.

ДНК выделяли из листьев 4-х недельных проростков индивидуальных растений с использованием *Genomic DNA Purification Kit* (#K0512) (*Fermentas*). Анализ полиморфизма микросателлитов проводили с использованием ПЦР с флуоресцентно-меченными праймерами [5, 6]. Так как в двух работах разные праймеры имели одинаковые названия (*Lu*), праймерам *Deng X. et al.* [6] были даны названия *Flu*. Реакционная смесь включала 20 нг геномной ДНК, по 0,25 мкМ прямого и обратного праймера, 200 мкМ каждого *dATP*, *dCTP*, *dGTP* и *dTTP*, от 1,5 до 2,5 мМ *MgCl<sub>2</sub>* и 1 единицу Taq-полимеразы в инкубационном буфере. ПЦР проводили в амплификаторе *BioRad* в следующих условиях: 94°C в течение 5 мин, 25 циклов с параметрами: денатурация при температуре 94°C в течение 30 с, отжиг праймеров в течение 45 с (температура отжига подбирается в зависимости от праймера), элонгация при 72°C в течение 40 с. Конечная элонгация при 72°C 5 мин. Продукты амплификации разделяли методом капиллярного электрофореза на генетическом анализаторе *ABI PRISM 3500* (*Applied Biosystems*, США). Размер аллелей определяли при помощи программного обеспечения *GeneMapper v4.1*. (*Applied Biosystem*, США), используя стандарт *S450* (*GOrDIS*, Россия).

Для генотипирования использовали надстройку для электронной таблицы *MS Excel – GenALEx 6.41* [7]. Информация об аллельном составе *SSR* локусов у изученных образцов была занесена в электронную базу данных в формате *Microsoft Excel-2003*. Для оценки полиморфизма микросателлитных локусов использован индекс *PIC* (*Polymorphic Index Content*)/  $PIC = 1 - \sum(P_i^2)$ , где  $P_i$  – частота  $i$  аллели, выявленной в данной выборке [8].

### Результаты и обсуждение

Анализ полиморфизма сортов льна проводили с использованием 18 пар *SSR*-праймеров, из которых 16 пар являются монолокусными. Праймеры *Lu15* и *Flu21* выявили по 2 локуса. Размер и количество аллелей, обнаруженные для каждого локуса, а также расчетные показатели, отражающие генетическое разнообразие сортов, приведены в таблице 1. В целом у 39 сортов льна выявлено 156 аллелей размером от 97 до 396 п.н. Средний показатель уровня полиморфизма локуса, рассчитанный для всей исследованной выборки, составил  $0,744 \pm 0,022$  на один локус. Минимальным значением уровня полиморфизма отличался локус *Flu11*, максимальным – локус *Lu13*. В зависимости от локуса число аллелей варьировало от 3 (локус *Flu24*) до 12 (локус *Lu13*). Среднее значение количества аллелей в расчете на один локус у исследованных сортов составило 7,8. Частота встречаемости различных аллелей 20 микросателлитных локусов в изученной выборке варьировала от 1,3% до 61,5%. При этом подавляющее большинство аллелей встречалось с частотой менее 30% (Рисунок 1).

Рис. 1

Оценивая полиморфизм *SSR* локусов у изученных сортов, отдельно учитывали частоту встречаемости уникальных аллелей, которые присутствовали только у одного сорта данной выборки, и редких аллелей, частота встречаемости которых не превышала 5%. Суммарно из 156 аллелей, выявленных в 20 *SSR* локусах, 65 были редкими (Рисунок 1). В зависимости от локуса, число редких аллелей варьировало от нуля (*Lu28*, *Flu24*) до шести (*Lu8*). В изученной выборке сортов льна обнаружен 31 сорт с редкими аллелями, в том числе 16 сортов с уникальными аллелями (Таблица 2).

Максимальное число редких аллелей было зафиксировано у сортов Алей и Задор – по 13 аллелей. 8 редких аллелей отмечено у сорта Сюрприз, 7 – у сорта Белинка, по 6 редких аллелей имели сорта Вита, Лирина и Мерилин; 5 аллелей – сорт Старт, по 4 – Табор, Форт, Нива, Ласка, Грот, Веста, Велич, Борец; по 3 – Згода, Прамень, Ритм, Ярок; по 2 – Ручеек, Йитка, Ива, Бренд, Дашковский; по 1 – Брестский, Весна, Е-68, Левит 1, Лето, Могилевский.

**Таблица 1 – Оценка полиморфизма *SSR* локусов у 39 сортов льна, включенных в Государственный реестр Республики Беларусь**

Локус	Повторяющийся мотив	Число аллелей	Размер аллелей	PIC	Число редких
-------	---------------------	---------------	----------------	-----	--------------

			(п.н.)		аллелей(*)
<i>Lu2</i>	(TC) <sub>18</sub>	6	206-226	0,753	2(0)
<i>Lu4</i>	(GA) <sub>9</sub>	9	156-180	0,786	4(0)
<i>Lu13</i>	(AC)4(AG) <sub>18</sub>	<b>12</b>	360-396	<b>0,869</b>	5(2)
<i>Lu15a</i>	(CAT) <sub>8</sub>	8	100-127	0,690	5(4)
<i>Lu15b</i>	(CAT) <sub>8</sub>	9	189-226	0,789	4(2)
<i>Lu3</i>	(GT) <sub>11</sub>	7	156-172	0,807	2(0)
<i>Lu8</i>	(AG) <sub>24</sub>	10	195-246	0,801	<b>6(3)</b>
<i>Lu21</i>	(GA) <sub>15A4</sub>	8	210-252	0,754	3(0)
<i>Lu17</i>	(GA) <sub>26</sub>	9	273-291	0,777	5(2)
<i>Lu23</i>	(CA) <sub>8</sub> (GA) <sub>22</sub>	10	240-262	0,862	3(2)
<i>Lu28</i>	(TCT) <sub>8</sub>	6	175-193	0,789	0(0)
<i>Flu8</i>	(TTC) <sub>12</sub> TTT(TTC) <sub>22</sub> TTT(TTC) <sub>7</sub>	9	166-211	0,752	5(5)
<i>Flu7</i>	(TTC) <sub>21</sub>	7	141-161	0,808	2(1)
<i>Flu9</i>	(TTC) <sub>17</sub>	5	103-115	0,708	1(0)
<i>Flu11</i>	(TTC) <sub>21</sub>	4	103-112	<b>0,523</b>	2(0)
<i>Flu24</i>	(TTC) <sub>13</sub>	<b>3</b>	97-106	0,539	0(0)
<i>Flu25</i>	(TTC) <sub>22</sub> TTTTT T(TTC) <sub>7</sub>	11	179-229	0,832	5(3)
<i>Flu10</i>	(TTC) <sub>10</sub>	9	141-164	0,711	4(3)
<i>Flu21a</i>	(TTC) <sub>4</sub> T(TTC) <sub>18</sub>	5	100-112	0,575	2(1)
<i>Flu21b</i>	(TTC) <sub>4</sub> T(TTC) <sub>18</sub>	9	140-164	0,756	5(2)
<b>Итого</b>		<b>156</b>			<b>65(30)</b>
<b>Среднее на локус</b>		<b>7,8</b> <b>±0,531</b>		<b>0,744</b> <b>±0,022</b>	<b>3,25(1,5)</b>

*PI*C – индекс полиморфизма

(\*) – в том числе уникальных

При составлении паспортов сортов льна, включенных в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Беларуси, на первом этапе проведена оценка каждого сорта на однородность путем анализа ДНК двадцати растений каждого сорта по трем наиболее полиморфным *SSR*-локусам. Для этой цели использованы локусы *Lu13*, *Lu23* и *Flu25*. ДНК спектры всех индивидуальных образцов были идентичными по всем трем локусам, следовательно, материал является однородным.

Поскольку средний показатель уровня полиморфизма у 20 изученных локусов оказался довольно высоким (0,744±0,022), с целью удешевления метода для идентификации и паспортизации сортов льна было отобрано 11 локусов, показатели уровня полиморфизма для которых были выше среднего – *Lu3*, *Lu8*, *Lu13*, *Lu15b*, *Lu17*, *Lu21*, *Lu23*, *Lu28*, *Flu7*, *Flu8*, *Flu25*. Уровень информативности предложенной системы маркеров достаточен для того, чтобы идентифицировать представленные в Государственном реестре 39 сортов льна.

**Таблица 2 – Редкие аллели *SSR*-локусов 39 сортов льна**

Аллель		Сорт	Аллель		Сорт
<i>Lu2</i>	206	Блакит, Ярок	<i>Lu17</i>	279	Ласка, Веста
	216	Блакит, Форт, Ива, Могилевский		<b>281</b>	<b>Дашковский</b>
<i>Lu4</i>	156	Старт, Ритм		<b>283</b>	<b>Бренд</b>
	168	Згода, Йитка, Лирина		287	Мерилин, Весна
	176	Мерилин, Грот, Табор		291	Алей, Задор, Вита

	180	Алей, Задор		244	Веста, Грот
<i>Lu13</i>	366	Велич, Мерилин, Табор, Лирина	<i>Lu23</i>	<b>254</b>	<b>Велич</b>
	368	Бренд, Ручеек		<b>262</b>	<b>Сюрприз</b>
	382	Брестский, Лирина, Ручеек	<i>Flu8</i>	<b>166</b>	<b>Грот</b>
	<b>392</b>	<b>Задор</b>		<b>169</b>	<b>Велич</b>
	<b>396</b>	<b>Алей</b>		<b>172</b>	<b>Ива</b>
		<b>190</b>		<b>Ласка</b>	
<i>Lu15a</i>	<b>100</b>	<b>Е-68</b>		<b>211</b>	<b>Алей</b>
	<b>115</b>	<b>Сюрприз</b>			
	118	Борец, Алей, Прамень	<i>Flu7</i>	150	Ритм, Вита, Згода
	<b>121</b>	<b>Задор</b>		<b>161</b>	<b>Задор</b>
	<b>127</b>	<b>Алей</b>	<i>Flu9</i>	115	Алей, Задор
<i>Lu15b</i>	189	Борец, Ласка, Веста, Табор	<i>Flu11</i>	109	Алей, Блакит, Форт, Лирина
	<b>213</b>	<b>Задор</b>		112	Борец, Задор
	216	Сюрприз, Алей, Задор, Лирина	<i>Flu25</i>	<b>179</b>	<b>Мерилин</b>
	<b>226</b>	<b>Сюрприз</b>		<b>205</b>	<b>Лирина</b>
160	Велич, Грот	<b>208</b>		<b>Веста</b>	
172	Сюрприз, Задор	211		Старт, Левит 1, Нива, Белинка	
<i>Lu8</i>	<b>195</b>	<b>Ярок</b>		229	Алей, Вита
	203	Нива, Йитка	<i>Flu10</i>	141	Старт, Нива, Ласка, Белинка
	205	Нива, Ритм, Прамень		<b>144</b>	<b>Сюрприз</b>
	<b>221</b>	<b>Мерилин</b>		<b>153</b>	<b>Вита</b>
	224	Сюрприз, Алей		<b>159</b>	<b>Задор</b>
	<b>246</b>	<b>Старт</b>	<i>Flu21a</i>	<b>110</b>	<b>Алей</b>
<i>Lu21</i>	212	Вита, Ярок, Табор		112	Задор, Вита, Прамень
	214	Блакит, Форт	<i>Flu21b</i>	<b>140</b>	<b>Лето</b>
	228	Сюрприз, Борец, Алей		153	Згода, Дашковский
	252	Старт, Белинка		159	Форт, Мерилин
			<b>164</b>	<b>Задор</b>	

*Жирным шрифтом выделены уникальные аллели*

Анализ распределения аллелей показал, что каждый образец льна содержит свойственный только ему набор аллелей. Паспорта представляют собой молекулярно-генетическую формулу, где каждому генетическому локусу соответствует буквенный код (*A - Lu3, B - Lu8, C - Lu13, D - Lu15b, E - Lu17, F - Lu21, G - Lu23, H - Lu28, I - Flu7, J - Flu8, K - Flu25*), а индекс означает размер аллеля данного локуса. Молекулярно-генетические паспорта позволяют в дальнейшем формировать базу данных генотипов исследованных сортов льна. Генотип каждого сорта можно будет сравнить с представленными в базе данных сортами. Составленные нами генетические паспорта сортов льна, включенных в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь, приведены в Таблице 3. Выбранная система маркеров позволяет отличить генотипы льна друг от друга на молекулярном уровне.

**Таблица 3 - Каталог генетических паспортов сортов льна, включенных в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь**

№	Сорт льна	Генетический паспорт
1	Лето	A <sub>360,362</sub> B <sub>204,207</sub> C <sub>158</sub> D <sub>205,215</sub> E <sub>210,220</sub> F <sub>275</sub> G <sub>242,252</sub> H <sub>175,181</sub> I <sub>196,205</sub> J <sub>141,143</sub> K <sub>213,220</sub>
2	Старт	A <sub>360</sub> B <sub>198,201</sub> C <sub>156</sub> D <sub>246</sub> E <sub>252</sub> F <sub>275,278</sub> G <sub>240</sub> H <sub>175</sub> I <sub>205</sub> J <sub>141</sub> K <sub>211,220</sub>
3	Сюрприз	A <sub>380</sub> B <sub>217,226</sub> C <sub>166,172</sub> D <sub>217,224</sub> E <sub>228</sub> F <sub>285</sub> G <sub>252,262</sub> H <sub>184,192</sub> I <sub>196,205</sub> J <sub>141,147</sub> K <sub>213,223</sub>
4	Борец	A <sub>362,378</sub> B <sub>188,207</sub> C <sub>156,164</sub> D <sub>213,217</sub> E <sub>220,228</sub> F <sub>275</sub> G <sub>240</sub> H <sub>175</sub> I <sub>205</sub> J <sub>141,143</sub> K <sub>214,223</sub>

5	Алей	A <sub>378,396</sub> B <sub>204,217</sub> C <sub>162,164</sub> D <sub>217,224</sub> E <sub>220,228</sub> F <sub>285,291</sub> G <sub>248,258</sub> H <sub>190</sub> I <sub>211</sub> J <sub>154,156</sub> K <sub>220,229</sub>
6	Ритм	A <sub>362,378</sub> B <sub>195,207</sub> C <sub>156,162</sub> D <sub>205</sub> E <sub>210,218</sub> F <sub>275,285</sub> G <sub>248,258</sub> H <sub>175,181</sub> I <sub>196</sub> J <sub>150,152</sub> K <sub>214</sub>
7	Заказ	A <sub>360,362</sub> B <sub>201,207</sub> C <sub>158,166</sub> D <sub>209,217</sub> E <sub>218,220</sub> F <sub>275</sub> G <sub>250,258</sub> H <sub>175,181</sub> I <sub>196,205</sub> J <sub>141,147</sub> K <sub>220,223</sub>
8	Задор	A <sub>378,392</sub> B <sub>213,216</sub> C <sub>164,172</sub> D <sub>217</sub> E <sub>220,228</sub> F <sub>291</sub> G <sub>256</sub> H <sub>184,190</sub> I <sub>199,205</sub> J <sub>161</sub> K <sub>217,223</sub>
9	Вита	A <sub>362</sub> B <sub>204,207</sub> C <sub>156,164</sub> D <sub>209,215</sub> E <sub>212,220</sub> F <sub>275,291</sub> G <sub>240,250</sub> H <sub>175,184</sub> I <sub>201,205</sub> J <sub>143,150</sub> K <sub>220,229</sub>
10	Прамень	A <sub>362</sub> B <sub>198,207</sub> C <sub>158</sub> D <sub>205,209</sub> E <sub>210,218</sub> F <sub>275,285</sub> G <sub>242,256</sub> H <sub>184,190</sub> I <sub>202</sub> J <sub>144,152</sub> K <sub>220</sub>
11	Василек	A <sub>364,378</sub> B <sub>201,207</sub> C <sub>158</sub> D <sub>209</sub> E <sub>216</sub> F <sub>275,285</sub> G <sub>248,256</sub> H <sub>175,181</sub> I <sub>199</sub> J <sub>144,147</sub> K <sub>214</sub>
12	Пралеска	A <sub>360,374</sub> B <sub>207</sub> C <sub>156,162</sub> D <sub>209,215</sub> E <sub>210,218</sub> F <sub>285</sub> G <sub>250</sub> H <sub>181</sub> I <sub>196</sub> J <sub>147</sub> K <sub>214</sub>
13	Блакит	A <sub>360,374</sub> B <sub>204,207</sub> C <sub>164</sub> D <sub>215</sub> E <sub>214,218</sub> F <sub>285</sub> G <sub>250,256</sub> H <sub>181,190</sub> I <sub>202</sub> J <sub>147,152</sub> K <sub>214,220</sub>
14	Форт	A <sub>376</sub> B <sub>204,207</sub> C <sub>164</sub> D <sub>215</sub> E <sub>214,218</sub> F <sub>285</sub> G <sub>256</sub> H <sub>181</sub> I <sub>202</sub> J <sub>156</sub> K <sub>220</sub>
15	Ярок	A <sub>364</sub> B <sub>201,207</sub> C <sub>158</sub> D <sub>195</sub> E <sub>212,218</sub> F <sub>275</sub> G <sub>248,256</sub> H <sub>175,181</sub> I <sub>196</sub> J <sub>144</sub> K <sub>214</sub>
16	Ива	A <sub>364</sub> B <sub>195,207</sub> C <sub>158,164</sub> D <sub>209,215</sub> E <sub>218</sub> F <sub>275</sub> G <sub>240,250</sub> H <sub>181</sub> I <sub>172</sub> J <sub>144,147</sub> K <sub>190</sub>
17	Левит 1	A <sub>264,378</sub> B <sub>195,207</sub> C <sub>158,162</sub> D <sub>209,215</sub> E <sub>218</sub> F <sub>273</sub> G <sub>248,256</sub> H <sub>184</sub> I <sub>198</sub> J <sub>153,156</sub> K <sub>211,214</sub>
18	Велич	A <sub>366,378</sub> B <sub>204,207</sub> C <sub>160</sub> D <sub>209</sub> E <sub>218</sub> F <sub>285</sub> G <sub>254</sub> H <sub>181</sub> I <sub>169</sub> J <sub>156</sub> K <sub>185</sub>
19	Нива	A <sub>362</sub> B <sub>201,207</sub> C <sub>156</sub> D <sub>203</sub> E <sub>218</sub> F <sub>275</sub> G <sub>248</sub> H <sub>181</sub> I <sub>199</sub> J <sub>153</sub> K <sub>211,214</sub>
20	Згода	A <sub>364,378</sub> B <sub>195,207</sub> C <sub>164</sub> D <sub>215</sub> E <sub>218</sub> F <sub>285</sub> G <sub>242,248</sub> H <sub>178</sub> I <sub>199</sub> J <sub>150</sub> K <sub>220</sub>
21	Дашковский	A <sub>376</sub> B <sub>204,207</sub> C <sub>162</sub> D <sub>215</sub> E <sub>218</sub> F <sub>281</sub> G <sub>242,250</sub> H <sub>178</sub> I <sub>205</sub> J <sub>153</sub> K <sub>185,220</sub>
22	Могилевский	A <sub>374</sub> B <sub>204,207</sub> C <sub>162</sub> D <sub>213</sub> E <sub>218</sub> F <sub>285</sub> G <sub>250</sub> H <sub>184</sub> I <sub>199</sub> J <sub>147,156</sub> K <sub>217</sub>
23	Ли́ра	A <sub>362</sub> B <sub>195,207</sub> C <sub>158</sub> D <sub>213</sub> E <sub>216</sub> F <sub>277</sub> G <sub>242,258</sub> H <sub>184</sub> I <sub>199</sub> J <sub>144</sub> K <sub>185,188</sub>
24	Бренд	A <sub>368</sub> B <sub>195,207</sub> C <sub>162</sub> D <sub>209</sub> E <sub>218</sub> F <sub>283</sub> G <sub>248</sub> H <sub>184,190</sub> I <sub>199</sub> J <sub>144</sub> K <sub>214,217</sub>
25	Ласка	A <sub>362</sub> B <sub>189,201</sub> C <sub>158</sub> D <sub>209,215</sub> E <sub>210</sub> F <sub>275,279</sub> G <sub>248</sub> H <sub>175</sub> I <sub>190,199</sub> J <sub>141</sub> K <sub>214</sub>
26	Веста	A <sub>362</sub> B <sub>189,201</sub> C <sub>158,166</sub> D <sub>209</sub> E <sub>210,218</sub> F <sub>279</sub> G <sub>242,244</sub> H <sub>175</sub> I <sub>199</sub> J <sub>144</sub> K <sub>208,214</sub>
27	Йитка	A <sub>362</sub> B <sub>198,201</sub> C <sub>164</sub> D <sub>203</sub> E <sub>218</sub> F <sub>275</sub> G <sub>242</sub> H <sub>178</sub> I <sub>199,205</sub> J <sub>153</sub> K <sub>220</sub>
28	Мерилин	A <sub>366,376</sub> B <sub>198,207</sub> C <sub>158</sub> D <sub>221</sub> E <sub>210,218</sub> F <sub>275,287</sub> G <sub>248,252</sub> H <sub>181</sub> I <sub>199</sub> J <sub>156</sub> K <sub>179,217</sub>
29	Сюзанна	A <sub>362,378</sub> B <sub>204,208</sub> C <sub>156</sub> D <sub>209</sub> E <sub>216</sub> F <sub>277</sub> G <sub>242</sub> H <sub>181</sub> I <sub>202</sub> J <sub>144,156</sub> K <sub>217</sub>
30	Весна	A <sub>378</sub> B <sub>204,207</sub> C <sub>162,164</sub> D <sub>215</sub> E <sub>218</sub> F <sub>287</sub> G <sub>240,250</sub> H <sub>175</sub> I <sub>202</sub> J <sub>147,156</sub> K <sub>214,217</sub>
31	К-65	A <sub>376</sub> B <sub>198,207</sub> C <sub>166</sub> D <sub>215</sub> E <sub>218</sub> F <sub>285</sub> G <sub>252</sub> H <sub>184</sub> I <sub>199,202</sub> J <sub>147,153</sub> K <sub>188</sub>
32	Е-68	A <sub>380</sub> B <sub>204,208</sub> C <sub>166</sub> D <sub>209,215</sub> E <sub>218</sub> F <sub>285</sub> G <sub>258</sub> H <sub>184,190</sub> I <sub>202</sub> J <sub>144,147</sub> K <sub>214</sub>
33	Грот	A <sub>364,380</sub> B <sub>195,204</sub> C <sub>160,164</sub> D <sub>215</sub> E <sub>210</sub> F <sub>277</sub> G <sub>242,244</sub> H <sub>175</sub> I <sub>166,199</sub> J <sub>144</sub> K <sub>185,188</sub>
34	Табор	A <sub>364,366</sub> B <sub>189,201</sub> C <sub>158</sub> D <sub>209</sub> E <sub>212</sub> F <sub>275</sub> G <sub>242,250</sub> H <sub>184</sub> I <sub>199</sub> J <sub>147</sub> K <sub>217</sub>
35	Брестский	A <sub>378,382</sub> B <sub>198,207</sub> C <sub>164</sub> D <sub>209,213</sub> E <sub>218,220</sub> F <sub>273</sub> G <sub>248,252</sub> H <sub>193</sub> I <sub>199</sub> J <sub>144</sub> K <sub>188,217</sub>
36	Лирина	A <sub>366,382</sub> B <sub>207,217</sub> C <sub>166</sub> D <sub>217</sub> E <sub>220</sub> F <sub>273</sub> G <sub>242,252</sub> H <sub>190</sub> I <sub>199</sub> J <sub>144,147</sub> K <sub>188,205</sub>
37	Ручеек	A <sub>368,382</sub> B <sub>198,207</sub> C <sub>158,164</sub> D <sub>209,213</sub> E <sub>216</sub> F <sub>273</sub> G <sub>242,252</sub> H <sub>193</sub> I <sub>199</sub> J <sub>153</sub> K <sub>188</sub>
38	Белинка	A <sub>374</sub> B <sub>204</sub> C <sub>156</sub> D <sub>213</sub> E <sub>252</sub> F <sub>275</sub> G <sub>250</sub> H <sub>175</sub> I <sub>205</sub> J <sub>147</sub> K <sub>211,220</sub>
39	Лаура	A <sub>364,374</sub> B <sub>195,201</sub> C <sub>156</sub> D <sub>209</sub> E <sub>216</sub> F <sub>285</sub> G <sub>248,258</sub> H <sub>181</sub> I <sub>202</sub> J <sub>147</sub> K <sub>185,214</sub>

**Заключение.** Таким образом, при анализе полиморфизма изученных локусов микросателлитов ДНК льна выявлены характерные особенности по всем исследованным показателям. Показан высокий уровень полиморфизма двадцати микросателлитных локусов у 39 сорта льна, включенных в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь. В зависимости от локуса число аллелей варьировало от 3 до 12 (в среднем – 7,8), а значения индекса *PIC* - от 0,523 до 0,869. Наиболее полиморфным оказался локус *Lul3*, а наименее полиморфным – локус *Flu11*. Выделены сорта льна-долгунца с редкими и уникальными аллелями (Алей, Задор, Сюрприз, Белинка, Вита, Лирина и Мерилин), которые перспективны для использования в селекционных программах в качестве исходного материала. Установлены одиннадцать пар праймеров к микросателлитным локусам, которые позволяют отличить генотипы льна друг от друга на молекулярном уровне. С использованием данных *SSR*-анализа составлены генетические паспорта сортов льна, включенных в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь.

## Литература

1. Патентование сортов растений в Республике Беларусь: аналитический обзор / Т.В. Семашко [и др.] / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений»; под общ. ред. Т.В. Семашко. – Минск, 2011. – 36 с.
2. Льноводство / [Отв. ред. А.Р. Рогаш]. - М.: Колос, 1967. - 583с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.booksite.ru/fulltext/flax/lno/vod/stv/o2/index.htm>.
3. *Vromans J. Molecular genetic studies in flax (Linum usitatissimum L.). (PhD thesis) / J. Vromans // Wageningen University, The Netherlands [Electronic resource]. – 2006. – Mode of access : <http://edepot.wur.nl/22222>. – Date of access : 18.01.2013.*
4. Малышев, С.В. Идентификация и паспортизация сортов сельскохозяйственных культур (мягкой пшеницы, картофеля, томата, льна и свеклы) на основе ДНК маркеров: Методические рекомендации / С.В. Малышев, О.Ю. Урбанович, Н.А. Картель. – Минск, 2006. – 28 с.
5. *Roose Amsaleg C. Polymorphic microsatellite loci in Linum usitatissimum / C.Roose Amsaleg [et al.] // Mol. Ecol. Notes. – 2006. – V. 6 – P. 796-799.*
6. *Deng X. Isolation and characterization of polymorphic microsatellite markers from flax (Linum usitatissimum L.) / X Deng. [et al.] // African Journal of Biotechnology. – 2011. – V. 10, N5. – P. 734-739.*
7. *Peakall R. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research / R. Peakall, P.E. Smouse // Molecular Ecology Notes. – 2006. – V. 6. – P. 288-295.*
8. *Nei M. Analysis of gene diversity in subdivided populations / M. Nei // Proceedings of the National Academy of Sciences, USA. – 1973. – V. 70. – P. 3321-3323.*

### **Сведения об авторах:**

Лемеш В.А. – к.б.н., доцент, зам. директора Института генетики и цитологии НАН Беларуси, тел. 284-19-43 [V.Lemesh@igc.bas-net.by](mailto:V.Lemesh@igc.bas-net.by)

Богданова М.В. – м.н.с. Института генетики и цитологии НАН Беларуси, тел. 284-04-13, (029)770-68-71 [mw.bogdanova@gmail.com](mailto:mw.bogdanova@gmail.com)

Семашко Т.В. – к.б.н., заместитель директора ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений», тел. 212-74-51

Бейня В.А. – к.б.н., директор ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений», тел. 212-70-51

Кильчевский А.В. – член-корреспондент, директор Института генетики и цитологии НАН Беларуси, тел. 294-93-03; 284-18-56 [A.Kilchevsky@igc.bas-net.by](mailto:A.Kilchevsky@igc.bas-net.by)

Хотылева Л.В. – академик, гл.научн. сотр. Института генетики и цитологии НАН Беларуси, тел.284-19-01 [L.Khotyleva@igc.bas-net.by](mailto:L.Khotyleva@igc.bas-net.by)

## Реферат

УДК 633.52 – 575.113:577.21

В.А. Лемеш, М.В. Богданова, Т.В. Семашко, В.А. Бейня, член-корреспондент А.В. Кильчевский, академик Л.В. Хотылева **Паспортизация сортов льна (*Linum usitatissimum* L.), включенных в государственный реестр Республики Беларусь на основе SSR-маркеров** // Доклады НАН Беларуси. 2012 Т..., № ...С.

Показан высокий уровень полиморфизма двадцати микросателлитных локусов у 39 сорта льна, включенных в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь. Выделены сорта льна-долгунца с редкими и уникальными аллелями, которые перспективны для использования в селекционных программах в качестве исходного материала. Установлены одиннадцать пар праймеров к микросателлитным локусам, которые позволяют отличить генотипы льна друг от друга на молекулярном уровне. С использованием данных *SSR*-анализа составлены генетические паспорта сортов льна, включенных в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь.

Табл. 3. Ил. 1. Библиогр. – 8 назв.

*V.A. LEMESH, M.V. BOGDANOVA, T.V. SEMASHKO, V.A. BEINYA, A.V. KILCHEVSKIY,  
L.V. KHOTYLEVA*

**THE CERTIFICATION OF FLAX (*LINUM USITATISSIMUM* L.) VARIETIES INCLUDED  
IN THE STATE REGISTER OF THE REPUBLIC OF BELARUS BASED ON SSR-  
MARKERS**

**Summary**

Рисунок 1. Число и частота встречаемости аллелей 20 *SSR* локусов в исследуемой выборке 39 сортов льна

