

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ БИОХИМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ МАСЛА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ОСНОВНЫХ ФАЗ ВЕГЕТАЦИИ У КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Т.Г. Товстановская,
научный сотрудник

Институт масличных культур Национальной
академии аграрных наук Украины
70417, Запорожская обл., Запорожский район,
п. Солнечный, ул. Институтская, 1
tovstanovskaya77@mail.ru

Изучены корреляционные взаимосвязи биохимических показателей коллекционных образцов льна с продолжительностью основных фаз вегетации. Выявлены достоверные положительные связи масличности с продолжительностью общего вегетационного периода и межфазного периода «цветение–созревание»; содержания линоленовой кислоты с межфазным периодом «всходы–цветение», что свидетельствует о тенденции повышения накопления масла и содержания линоленовой кислоты, определяющей качество технического масла у более позднеспелых форм. Установлены положительные показатели коэффициентов корреляции между масличностью и содержанием линоленовой кислоты, что позволяет создавать высокомасличные сорта технического назначения. Выявлены отрицательные взаимосвязи масличности и содержания линоленовой кислоты с содержанием линолевой и олеиновой кислот, что нужно учитывать при создании сортов пищевого назначения.

The correlations between the biochemical indicators of oil and the duration of the main growth stages in the collected samples of oil flax. Tovstanovskaya T.G.

The correlations between the biochemical indicators of collected samples of flax and the duration of the main growth stages were studied. There were significant positive correlations between the oil content and the duration of the overall growth season and the “flowering-ripening” interstage period as well as the correlation between linolenic acid content and the “emergence-flowering” interstage period. This indicates the tendency to increase of oil accumulation and linolenic acid content, which determines the quality of technical oil of more late-ripening forms. There were positive indicators of correlation coefficients between oil content and linolenic acid content, which allows creating of technical varieties with high oil content. There were negative correlations between oil content and linolenic acid content and linoleic and oleic acid content, which have to be considered when creating confectionery varieties.

Ключевые слова: лен масличный, сорта льна пищевого назначения, накопление масла в семенах льна, жирно-кислотный состав льняного масла, линоленовая кислота, фазы развития льна масличного

УДК 633.854.54:581.192.7:631.52

Введение. Одно из основных направлений селекции льна масличного – создание продуктивных высокомасличных сортов с хорошим качеством масла, которое является основным сырьем в производстве высококачественных лаков, красок, линолеума и др. Качество масла при использовании в лакокрасочной промышленности определяется скоростью его высыхания с образованием прочной эластичной пленки. Это свойство обусловлено высоким содержанием полиненасыщенных линоленовой и линолевой кислот, а также мононенасыщенной олеиновой. Масло с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот пригодно в основном на технические цели, а масло с низким содержанием линоленовой и повышенным содержанием олеиновой кислот используется в пищевой промышленности. В настоящее время селекция льна масличного в Институте масличных культур НААН ведется по двум

направлениям: создание сортов технического и пищевого назначения. В связи с этим изучение взаимосвязей биохимических показателей коллекционных образцов и их связи с основными фазами развития имеет важное значение.

Исследованиями Сафонова [1] было выявлено, что позднеспелость сочетается с большей масличностью. В то же время исследованиями других ученых [2; 3] между продолжительностью вегетационного периода в целом и масличностью установлена средняя зависимость.

Результаты исследований некоторых ученых показали, что между количеством жира и линоленовой кислотой существует высокая положительная корреляционная зависимость [4; 5]. В опытах же Кузнецовой [6] определенной зависимости между масличностью семян и содержанием полиненасыщенных кислот не выявлено. Как считает автор, это позволяет в процессе селекции совмещать высокую масличность с тем или иным качеством масла.

Между линоленовой кислотой и олеиновой установлена отрицательная зависимость [7], а наиболее тесная обратная зависимость – между линолевой и линоленовой [8].

Таким образом, некоторые противоречия в исследованиях указывают на необходимость дальнейшего изучения взаимосвязей между признаками льна в конкретном регионе на конкретном селекционном материале.

Цель и задачи исследования. Изучить и выявить существенные корреляционные взаимосвязи биохимических показателей коллекционных образцов льна с продолжительностью основных фаз его развития.

Материалы и методы. Материалом для исследований служили коллекционные образцы, полученные из ВИР и других научно-исследовательских учреждений, различающиеся по эколого-географическому происхождению, морфологическим, биологическим и хозяйственно ценным признакам. Корреляционные взаимосвязи

биохимических показателей 15 образцов коллекции льна вычислялись по результатам 2010–2012 гг. Содержание жирных кислот в масле льна определяли методом газожидкостной хроматографии на приборе «Сэлмихром-1», масличность семян – на приборе ЯМР-2006. Силу связи определяли прямолинейным корреляционным анализом в изложении Б.А. Доспехова [9], где $r < 0,3$ – корреляционная зависимость между признаками слабая; $r = 0,3–0,7$ – средняя; $r > 0,7$ – сильная. Статистическую обработку данных проводили в программе MSTAT – С.

Результаты и обсуждение. В результате исследований между общей продолжительностью вегетационного периода и масличностью, фазой «цветение–созревание» и масличностью установлены связи средней силы: коэффициенты корреляции составили 0,539 и 0,653; 0,407 и 0,685 соответственно. То есть образцы с более продолжительным вегетационным периодом и с более длительным межфазным периодом «цветение–созревание» накапливали больше масла в семенах.

При анализе корреляционных связей основных периодов вегетации с содержанием насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в масле льна установлено, что зависимость всех основных фаз развития льна масличного с содержанием линоленовой кислоты была положительной средней силы. В большей степени корреляционная связь наблюдалась между содержанием линоленовой кислоты и продолжительностью межфазного периода «всходы–цветение»: $r = -0,437–0,680$. Это свидетельствует о более интенсивном накоплении ненасыщенной линоленовой кислоты у образцов с более продолжительным вегетационным периодом, особенно в первой фазе развития. Обнаруженную зависимость можно учитывать при селекции сортов льна технического назначения.

Установлены стабильные по годам средние отрицательные коэффициенты корреляций между общей продолжительно-

стью вегетационного периода и содержанием линолевой кислоты ($r = -0,437-0,473$). В большей степени эта зависимость проявилась со второй фазой «цветение–созревание» ($r = -0,488-0,497$), чем с первой фазой «всходы–цветение» ($r = -0,269-0,333$).

Содержание олеиновой кислоты с исследуемыми признаками коррелировало отрицательно во все годы изучения, но эта связь была слабой и статистически не доказана: выявлены отрицательные низкие и средние коэффициенты корреляций: от $-0,050$ до $-0,376$. Установленную тенденцию нужно учитывать при создании сортов пищевого назначения.

Связь периодов развития льна с содержанием насыщенных кислот – пальмитиновой и стеариновой – была в основном несущественной и носила непостоянный характер (табл. 1).

Таблица 1

Корреляционная зависимость биохимических показателей льна масличного от продолжительности основных фаз вегетации

Признак	Год	Масличность	Ненасыщенные кислоты			Насыщенные кислоты	
			линоленовая	линолевая	олеиновая	стеариновая	пальмитиновая
Вегетационный период	2010	0,615*	0,370	-0,437*	-0,288	-0,259	-0,291
	2011	0,539*	0,488*	-0,442*	-0,161	0,104	0,149
	2012	0,653*	0,356	-0,473*	-0,253	0,097	0,271
Всходы–цветение	2010	-0,188	0,680*	-0,330	-0,376	-0,271	-0,209
	2011	0,108	0,437*	-0,269	0,123	-0,397	0,352
	2012	-0,076	0,441*	-0,333	-0,186	-0,068	-0,032
Цветение–созревание	2010	0,685*	0,322	-0,427*	-0,154	-0,023	-0,166
	2011	0,491*	0,397	-0,497*	-0,050	-0,082	0,167
	2012	0,407*	0,277	-0,488*	-0,128	0,257	0,165

* – достоверно при $P = 0,05$

При изучении корреляционной зависимости между масличностью и содержанием линоленовой кислоты установлены стабильные по годам средние и высокие положительные показатели коэффициентов корреляции: $r = 0,557-0,787$. Такая зависимость позволяет создавать высокомасличные сорта, характеризующиеся хорошим качеством технического масла.

Связь масличности с содержанием линолевой кислоты была отрицательной ($r = -0,553-0,933$), а с содержанием олеиновой кислоты – отрицательной средней

($r = -0,421-0,612$). Такая зависимость при повышении содержания олеиновой кислоты в масле льна может повлечь некоторое снижение масличности семян.

Существенной связи масличности с содержанием пальмитиновой и стеариновой кислот не обнаружено.

При анализе корреляционных взаимосвязей жирных кислот между собой установлено, что содержание линоленовой кислоты в сильной степени отрицательно коррелировало с содержанием линолевой со значением коэффициента корреляции от $-0,615$ до $-0,961$ и с содержанием олеиновой – $r = -0,763-0,881$. С содержанием стеариновой и пальмитиновой кислот также установлены средние и высокие отрицательные связи.

Связь линолевой кислоты с олеиновой была средней положительной – $r = 0,500-0,602$, а с пальмитиновой и стеариновой кислотами существенные положительные средние и высокие корреляционные связи отмечены только в 2011 и 2012 гг.

Связь содержания олеиновой кислоты с насыщенными стеариновой и пальмитиновой кислотами статистически не доказана. Сила связи содержания стеариновой кислоты с пальмитиновой была средней положительной – $r = 0,375-0,446$ (табл. 2).

Таблица 2

Корреляционная зависимость между жирными кислотами масла льна и масличностью

Признак	Год	Ненасыщенные кислоты			Насыщенные кислоты	
		линоленовая	линолевая	олеиновая	стеариновая	пальмитиновая
Масличность	2010	0,787*	-0,553*	-0,612*	-0,216	-0,330
	2011	0,557*	-0,622*	-0,421*	0,109	-0,231
	2012	0,640*	-0,933*	-0,481*	-0,208	-0,373
Линоленовая кислота	2010	-	-0,615*	-0,844*	-0,353	-0,555*
	2011	-	-0,961*	-0,763*	-0,455*	-0,729*
	2012	-	-0,810*	-0,881*	-0,344	-0,770*
Линолевая кислота	2010	-	-	0,602*	0,082	0,112
	2011	-	-	0,600*	0,415*	0,769*
	2012	-	-	0,500*	0,515*	0,423*
Олеиновая кислота	2010	-	-	-	0,254	0,076
	2011	-	-	-	0,043	0,382
	2012	-	-	-	-0,081	0,334
Стеариновая кислота	2010	-	-	-	-	0,446*
	2011	-	-	-	-	0,375
	2012	-	-	-	-	0,381

* – достоверно при $P = 0,05$

Заключение. В результате проведенного корреляционного анализа установлены стабильные достоверные положительные связи средней силы между масличностью и продолжительностью общего вегетационного периода и межфазного периода «цветение-созревание»; содержанием линоленовой кислоты и межфазным периодом «всходы-цветение», что свидетельствует о тенденции повышения накопления масла и содержания линоленовой кислоты, определяющей качество технического масла, у более позднеспелых форм.

Выявлена отрицательная корреляционная связь средней силы между содержанием линолевой кислоты и продолжительностью общего периода вегетации и межфазного периода «цветение-созревание».

Установлены стабильные по годам средние и высокие положительные показатели коэффициентов корреляции между масличностью и содержанием линоленовой кислоты, что позволяет создавать высокомасличные сорта технического назначения.

Выявлены отрицательные средние и сильные связи масличности и содержания линоленовой кислоты с содержанием линолевой и олеиновой кислот, что нужно учитывать при создании сортов пищевого назначения.

Между линолевой и олеиновой кислотами установлена средняя положительная связь.

Список литературы

1. Сафонов М.Д. Селекция и семеноводство льна масличного // Науч. отчет Воронежской опытной станции масл. к-р. – Воронежское областное книгоизд-во, 1952. – С. 116–145.
2. Галкин Ф.М., Сорочинская М.А. Взаимосвязь признаков у гибридов F₁ льна масличного // Бюл.

науч.-техн. инф. по масл. культурам ВНИИМК. – 1984. – Вып. 86. – С. 15–17.

3. Рыжеева О.И. Селекция льна масличного на жирно-кислотный состав масла // Бюл. науч.-тех. инф. ВНИИМК. – 1969. – С. 54–58.

4. Мальшева А.Г., Сорочинская М.А. Биохимические особенности семян сортов льна масличного // Бюл. науч.-тех. инф. ВНИИМК. – 1981. – Вып. 78. – С. 31–33.

5. Мальшева А.Г., Галкин Ф.М. Биохимические особенности семян компонентов скрещивания межсортовых гибридов льна масличного // Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 1981. – Вып. 4 (79). – С. 25–27.

6. Кузнецова Н.В. Изменчивость содержания жирных кислот в масле сортов льна-долгунца различного происхождения // Бюл. ВИР им. Вавилова. – Л., 1976. – Вып. 59. – С. 24–30.

7. Comstock V.E. Early generation selection high oil content and high quality in flax // 29 annual Flax Institute of the U.S., 1959. – № 19.

8. Рябенко Л.Г. Создание исходного материала при селекции льна масличного для Северного Кавказа: автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 2011. – 26 с.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 141–144.