

*Poaeseae*. Г.І. Сліщук, Н.Е. Кожухова. Збірник наукових праць «Фактори експериментальної еволюції організмів». Київ: Логос. Т. 9: 93-97.

15. Баранов Ю.О. (2014). Біоінформатичний аналіз гена, що кодує гранулоасоційовану крохмальсинтазу, кукурудзи. Ю.О. Баранов, Г.І. Сліщук, Н.Е. Волкова та ін. Цитология и генетика. Т. 48, № 3: 18-23.

16. Баранов Ю.О. (2012). Філогенетичний аналіз гена *shrunkен1* кукурудзи. Ю.О. Баранов, Г.І. Сліщук, Н.Е. Волкова та ін. Збірник наукових праць ІХ з'їзду УТГіС «Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології». Т. 4: 18-22.

17. Жуков Б.С. (2014). Філогенетичний аналіз *у1* гена кукурудзи. Б.С. Жуков, Г.І. Сліщук, Н.Е. Волкова. Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки. № 2: 7-14.

18. Волкова Н.Е. (2015). Молекулярно-генетичні дослідження ядерного геному кукурудзи : [монографія]. Одеса: Астропринт. 120 с.

CZU: 633.15:631.523:577.112

## СПЕЦИФИКА ПОЛИМОРФИЗМА ПРОЛАМИНОВОЙ ФРАКЦИИ БЕЛКА ЭНДОСПЕРМА ТЕТРАПЛОИДНЫХ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ

*Комарова Г., Батыру Г., \*Ротарь Е.,  
Боунегру С., Адамчук А., Кожокарь Д.  
Государственный Аграрный Университет Молдовы,  
\*Институт Растениеводства «Порумбень»*

**Abstract:** The paper presents experimental data describing the potential use of protein (zein) polymorphism for an estimation of the tetraploid maize lines genotypic specificity. It has been shown that the use of zein protein markers (ZPM) based on computerized automation of electrophoretic data processing makes it possible to identify both the enriching and eliminating colchicination effect of maize homozygous forms.

**Key-words:** maize, colchicination, polyploidy, electrophoresis, zein.

### Введение

В растительном мире успех селекционного процесса на современном уровне во многих случаях обусловлен гибридизацией, мутагенезом и созданием полиплоидных форм [6]. Аргументация правомерности сформулированного постулата достаточно четко

может быть продемонстрирована на одной из ведущих сельскохозяйственных культур Республики Молдова – кукурузе.

Исследования последних пяти десятилетий, проведенные научно-исследовательской школой профессора А.Палия, ярко иллюстрируют эффективность использования в гетерозисной селекции *Zea mays* L. эндоспермальных генов (*o2*, *fl2*, *su2*, *wx*, etc), улучшающих качество зерна кукурузы. С 1980 по 2012 гг. были созданы и районированы следующие гибриды кукурузы улучшенного качества: Молдавский 423 ВЛ, Кишиневский 307 ВЛ, Кишиневский 401 ВЛ, Кишиневский 297 wx1, Кишиневский 333 wx1, Кишиневский 403 wx1 [7].

Полученные на кафедре селекции, генетики и биотехнологии сельскохозяйственных культур ГАУМ высоколизиновые гибриды явились оптимальной моделью для разработки нового направления исследований, связанного с получением тетраплоидных форм кукурузы, содержащих в своем генотипе ген *opaque-2* (*o2*). Отобранные геномы гибридов кукурузы с геном *o2* (в частности, гибриды кукурузы Кишиневский 307 ВБ ВЛ и Кишиневский 401 ВЛ) явились хорошим генетическим субстратом для проведения колхицинирования и, соответственно, успешного получения первых форм тетраплоидной кукурузы с геном *o2* в Республике Молдова. Именно на этих полиплоидизированных гетерозиготных формах было получено доказательство возможности увеличения содержания белка и лизина в зерне кукурузы путем сочетания геномной (полиплоидии) и генетической (ген *opaque-2*) изменчивости [3,1]. Таким образом, экспериментально был продемонстрирован новый резерв расширения спектра генетической изменчивости по показателям белковых метаболитов качества зерна кукурузы.

Логическим продолжением разработки указанного научного направления явился 4-летний период работы по Проекту «Сочетание генных и геномных мутации в аспекте улучшения качество зерна и повышения эффекта гетерозиса у кукурузы» [2]. На представительной выборке гибридов кукурузы молдавской селекции, а также ряда синтетических популяций с геном *o2* были экспериментально доказаны возможности целенаправленной и успешной индукции геномных мутаций тетраплоидной кукурузы. Различные тетраплоидные популяции с геном *o2* продемонстрировали увеличение содержания сырого белка на 1-3% (по абсолютным величинам), и возрастание содержания лизина в белке зерна кукурузы

(по относительным значениям этого показателя) на 7-12% [8]. Несомненно, результаты проведенных исследований по Проекту 2015-2018 гг. позволили углубить знания о влиянии полиплоидии на фенотип и экспрессию конкретных генов в зерне по конечным продуктам белкового метаболизма на гетерозиготном уровне [3].

Однако для интенсификации процесса селекции на гетерозис за счет использования *исходных линий* кукурузы, сочетающих генные и геномные мутации, необходима разработка методологических принципов целенаправленного создания новых тетраплоидных гомозиготных форм кукурузы в качестве модели для изучения действия и взаимодействия генов и геномных мутаций. Столь широкая программа предусматривает пошаговый алгоритм действий, раскрывающих многогранность и логическую последовательность экспериментов. В представляемой статье поставлена задача охарактеризовать начальные этапы реализации запланированной программы.

Цель настоящей работы состояла в рекогносцировке экспериментальных возможностей получения тетраплоидных форм из *линий* кукурузы и на полученных формах, контрастных по уровню плоидности, - изучения уровня специфики проявления полиморфизма одного из первичных продуктов работы генов – проламиновой фракции белка эндосперма кукурузы (зеина).

### **Материалы и методы**

Работа была проведена в Департаменте «Агрономия и внешняя среда» агрономического факультета Государственного Аграрного Университета в сотрудничестве с Институтом Растениеводства «Порумбень» и Центральной фитосанитарной лабораторией РМ.

Для экспериментальной полиплоидизации (путем колхицинирования), начиная с 2017 года, использовали 17 гомозиготных генотипов кукурузы, каждый из которых был представлен моногенной эндоспермальной мутацией и ее нормальным линейным аналогом.

Обработка колхицином проводилась по методу Щербакова и Хаджинова [11] в модификации Г.Батыру [1,2]. Для реализации поставленной задачи по изучению белкового полиморфизма полученные тетраплоидные формы анализировали по принципу «единства различий» путем сопоставления с исходными

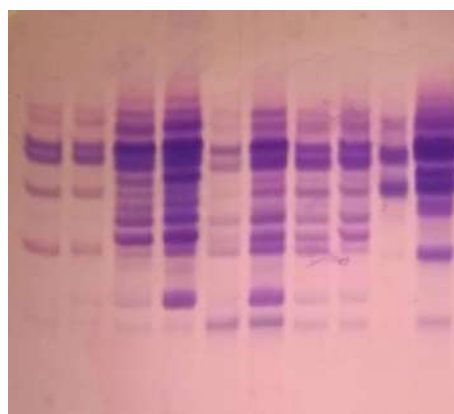
диплоидными формами с использованием метода электрофореза в полиакриламидном геле, в кислой среде [10].

Расчет формул полученных электрофоретических (ЭФ) спектров, составление матриц ЭФ белковых профилей для исследуемых генотипов и их цифровая обработка проводились с использованием нового программного обеспечения FOREZ-2, разработанного инженером А. Адамчуком с привлечением методологии автоматического синтеза гибридных ЭФ спектров двух сравниваемых ЭФ профилей зеина диплоидных и тетраплоидных форм кукурузы [4].

### **Результаты и обсуждения**

Несмотря на тщательные манипуляции в процессе экспериментальной полиплоидизации линий кукурузы в течении нескольких лет колхицинирования (2017-2020 гг.), авторы столкнулись с серьезными трудностями в работе: прослеживался низкий эффект колхицинирования этого гомозиготного материала. Так, из 17 гомозиготных генотипов кукурузы, каждый из которых был представлен моногенной эндоспермальной мутацией и ее нормальным линейным аналогом (т.е. ежегодно проводилось колхицинирование на 32-34 гомозиготных формах), только 5 генотипов (15% из общего количества колхицинированных генотипов) дали фертильное потомство: линии С05, МК 131, SL 343, С 81 (нормальная линия +/+) и его мутантный высоколизиновый аналог – С81 о2/о2. Именно эти формы были использованы для сравнительного анализа полиморфизма молекулярных форм зеина (МФЗ) диплоидного и тетраплоидного эндосперма каждой линий по принципу «единства различий».

На рис.1 представлена исходная полиакриламидная электрофореграмма всей совокупности зеиновых спектров изученных гомозиготных форм кукурузы.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Рис.1. Электрофоретические спектры зеина эндосперма диплоидных и тетраплоидных линий кукурузы: **C05** (1 – 2x; 2 – 4x); **C 81 +/+** (3 – 2x; 4 – 4x); **C 81 o2/o2** (5 – 2x; 6 – 4x); **МК 131** (7 – 2x; 8 – 4x); **SL 343** (9 – 2x; 10 – 4x).

Визуальный анализ полученных белковых профилей указывает на широкий диапазон полиморфизма молекулярных форм зеина (МФЗ) у изученных диплоидных и тетраплоидных линий кукурузы.

Последующая компьютерная обработка расчетных формул обсуждаемых ЭФ спектров по модифицированной программе “FOREZ-2” позволила получить соответствующие электрофоретические матрицы (рис.2), на основе которых можно провести прямое сопоставление количественных характеристик зеиновых спектров по МФЗ.

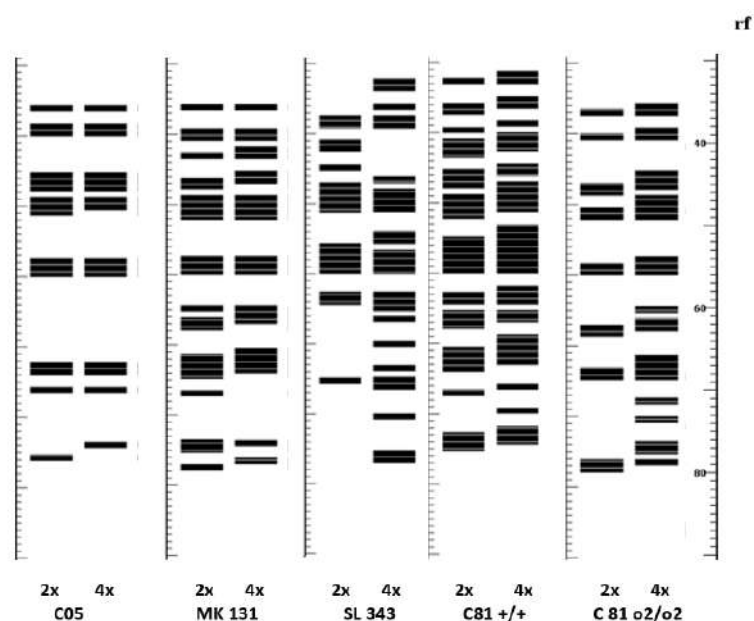


Рис.2. Матрицы электрофоретических профилей зеина эндосперма диплоидных (2x) и тетраплоидных (4x) линий кукурузы.

Как свидетельствуют диаграммы, приведенные на рисунке 3, колхицинирование гомозиготных форм не является абсолютным определяющим фактором, обуславливающим количественное увеличение пептидных субъединиц зеина и полученных тетраплоидных линий кукурузы. Для каждой из изученных гомозиготных линий прослеживается специфическая реакция генотипа на искусственную (с помощью колхицина) блокировку формирования митотического аппарата растительной клетки.

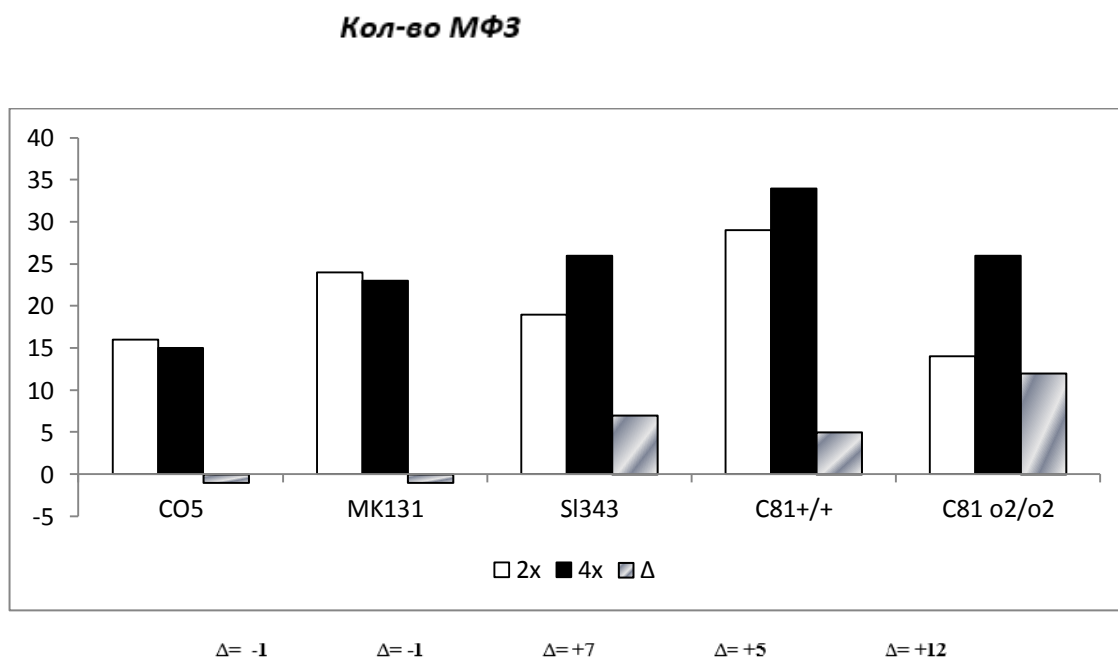


Рис.3. Специфика полиморфизма зеина (по МФЗ) у диплоидных и тетраплоидных линий кукурузы.

Условное разделение анализируемых ЭФ треков на четыре зоны миграции молекулярных форм зеина по их относительной электрофоретической подвижности ( $rf$ ) обнаруживает тенденцию проявления максимального полиморфизма зеина в зоне средней миграции МФЗ ( $0,4 < rf < 0,6$ ) с последующим небольшим уменьшением количества МФЗ в зоне быстрой миграции ( $0,6 < rf < 0,8$ ). К сожалению, прямое сопоставление количественных величин пептидных субъединиц не позволяет четко идентифицировать маркерные молекулярные формы зеина тетраплоидных линий кукурузы (табл.1). Поэтому для последующей сравнительной интерпретации специфики полиморфизма зеина у диплоидных (2x) и тетраплоидных (4x) гомозиготных форм кукурузы был использован



принцип прямого и обратного моделирования расчетных формул двух сравниваемых ЭФ спектров: 2х и 4х для каждой из анализируемых линий. Подробное описание методологии автоматического синтеза двух сравниваемых зеиновых ЭФ профилей изложен в статье Комаровой с сотр.[4] и экстраполирован для схемы эксперимента по прямому и обратному моделированию маркерных молекулярных форм зеина (МФЗ), позволяющих обсуждать обогащающий и элиминирующий эффект колхицинирования.

Таблица 1. Количественная характеристика зон миграции молекулярных форм зеина (МФЗ) в белковых ЭФ профилях проламиновой фракции эндосперма диплоидных и тетраплоидных линий кукурузы.

Генотип	Количество молекулярных форм зеина (МФЗ)									
	По общему ЭФ треку		Зона медленной миграции (ЗММ) rf<0,4		Зона средней миграции и (ЗСМ) 0,4<rf<0,6		Зона быстрой миграции (ЗБМ) 0,6<rf<08		Зона ультрабыстрой миграции (ЗуБМ) rf>0,8	
	2х	4х	2х	4х	2х	4х	2х	4х	2х	4х
C05	16	15	3	3	9	8	3	3	1	1
МК 131	24	23	2	2	11	12	8	7	3	2
SL 343	19	26	2	5	13	10	4	8	0	3
C81 +/+	29	34	4	5	14	16	9	11	2	3
C81 o2/o2	14	26	1	2	7	10	4	9	2	3
<b>Хср. 2х)</b>	<b>20</b>		<b>2</b>		<b>11</b>		<b>6</b>		<b>2</b>	
<b>Хср. 4х)</b>		<b>25</b>		<b>3</b>		<b>11</b>		<b>8</b>		<b>2</b>

Прямое моделирование:

а) на первом этапе в базу данных программы “FOREZ 2” вводят расчетную формулу, характеризующую ЭФ спектр диплоидной (2х) линии по каждому генотипу (например, см.рис.3, линия C05, спектры 1-2-3);

б) затем вводят ЭФ формулу зеина тетраплоидной линии

с) в результате автоматической комбинации формул этих двух линий по принципу кодоминирования на табло высвечивается ЭФ-ая

матрица, на которой указаны маркеры обогащающего эффекта колхицинирования на проламиновую фракцию белка (зеина) эндосперма кукурузы. Т.е. автоматически указаны те молекулярные формы зеина (МФЗ), которые появляются в белковой молекуле под воздействием колхицинирования.

Обратное моделирование:

а) сначала в базу данных вводят расчетную формулу, характеризующую ЭФ спектр тетраплоидной линии (например, см.рис.3, линия С05, спектры 2,1,4);

б) затем вводят ЭФ формулу зеина диплоидной линии соответствующего генотипа;

в) в результате автоматической комбинации формул генотипов 4х и 2х по принципу кодоминирования на табло высвечивается ЭФ-ая матрица, на которой указаны маркеры, элиминирующего эффекта колхицинирования на проламиновую фракцию белка (зеина) эндосперма кукурузы. Т.е. автоматически указаны те молекулярные формы зеина, которые исчезают, вероятно, в результате структурных модификаций элиминированных молекулярных форм зеина, как следствие воздействия колхицина.

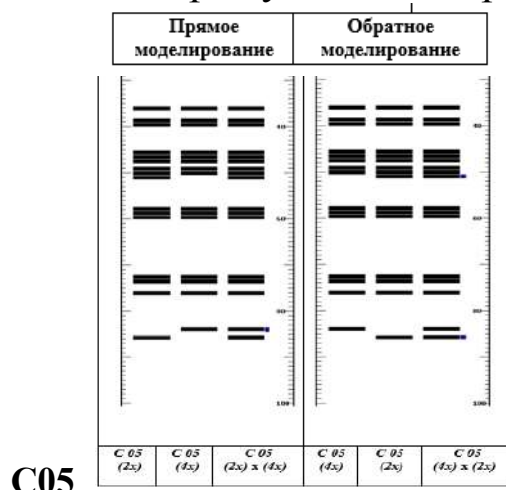
В соответствии с изложенным методологическим приемом было проведено экспресс-маркирование всех пяти тетраплоидных линий по МФЗ. На рис.3 представлена вся информация о генотипическом разнообразии белковых маркеров в эндосперме диплоидных(2х) и тетраплоидных (4х) линий кукурузы на основе реципрокного комбинирования матриц электрофоретических спектров зеина.

Таким образом, была получена возможность провести количественный анализ обогащающего и элиминирующего эффекта колхицинирования на проламиновую фракцию зеина.

Для более углубленной интерпретации полученных результатов были использованы новые элементы обработки в программном обеспечении FOREZ 2, помимо количественного определения маркерных зон молекулярных форм зеина. В новой программе FOREZ 2 введена автоматическая обработка данных, позволяющая определять площадь каждой маркерной зоны  $[(rf_{in} - rf_{fin}) \text{ в мм}]$ . Эта площадь характеризуется вдоль единой и общей оси анализируемого ЭФ-ского спектра (условно обозначаемой суммарной длиной  $rf$  в 100 мм и интенсивностью любой полосы - равной единице), конкретным

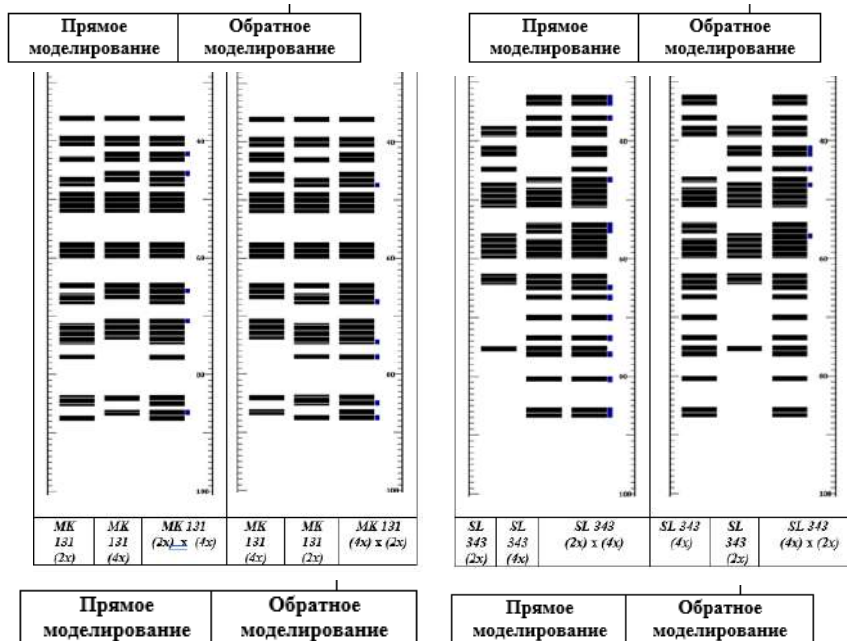


диапазоном  $rf$  для соответствующей маркерной зоны, обозначаемым разницей между  $rf_{in}$  (верхняя граница маркерной зоны) и  $rf_{fin}$  (нижняя граница маркерной зоны). Поэтому площадь каждой маркерной зоны ( $S_{rf}$ ) выражается в мм. Программа FOREZ 2 позволяет также автоматически определять, по относительной ЭФ-ской подвижности ( $rf$ ), общую площадь всей совокупности МФЗ, характеризующих соответствующий ЭФ спектр изучаемого образца.



**C05**

1 2 3      2 1 4



**MK 131**

**SL 343**

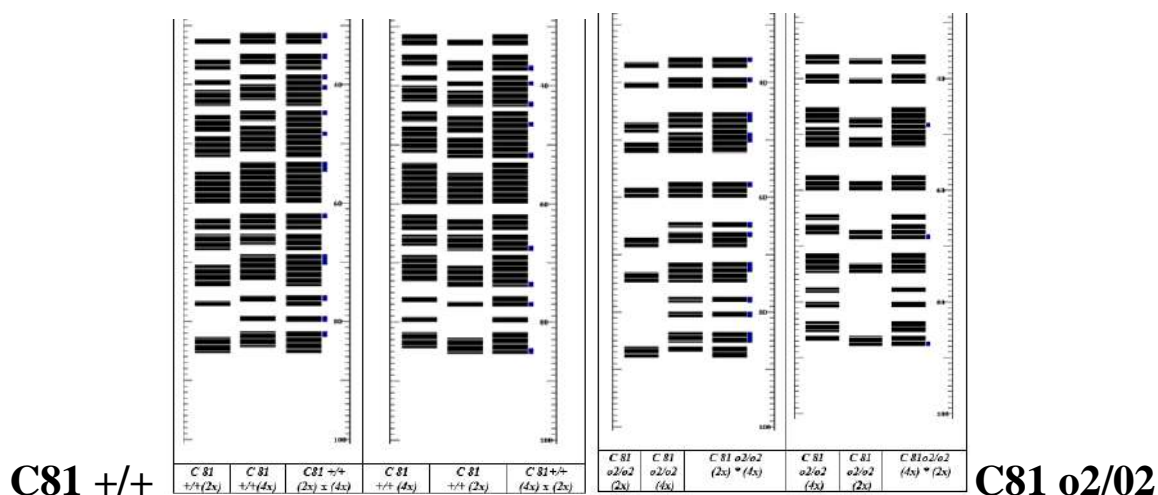


Рис.3. Генотипическое разнообразие диплоидных и тетраплоидных линий кукурузы по маркерным молекулярным формам зеина на основе реципрокных комбинаций матриц ЭФ спектров зеина с использованием принципа кодоминирования.

В таблице 2 обобщены результаты обработки полученных электрофореграмм по компьютерной программе FOREZ 2. Причем, анализ полученных результатов проведен не только по общим автоматически синтезированным электрофоретическим трекам (см. последнюю графу табл.2 «Авт.Син.ЭФ трек»), но также по зонам миграции маркерных МФЗ (мМФЗ).

Обобщение данных по отдельным генотипам подтверждает специфичность реакции используемой гомозиготной формы кукурузы на процесс колхицинирования по проламиновой фракции зеина. Так, для линии С05 выявлен единичный электрофоретический маркер, причем в зоне ультрабыстрой миграции ( $rf > 0,8$ ). Как свидетельствует многолетний опыт работы лаборатории биохимии и физиологии кукурузы ИР «Порумбень» [9], указанная фронтальная область ЭФ трека в большинстве случаев включает не зеиновые молекулярные формы, а лишь сопутствующие компоненты проламиновой фракции – аминоксахара. Поэтому возникает вопрос об эффективности проведенного колхицинирования линии С05, ответ на который может дать лишь прямой цитологический контроль на плоидность, что выходит за рамки задач представленной работы.

Таблица 2. Влияние колхицинирования на проламинановую фракцию эндосперма зерна линий кукурузы по маркерным молекулярным формам зеина.

Генотип	Характеристика маркерных молекулярных форм зеина (мМФЗ)						По общему		
	Зона медленной миграции (ЗММ) $rf < 0,4$		Зона средней миграции (ЗСМ) $0,4 < rf < 0,6$		Зона быстрой миграции (ЗБМ) $0,6 < rf < 0,8$		Зона ультрабыстрой миграции (ЗубМ) $rf > 0,8$		
	Об.ЭК	Эл.ЭК	Об.ЭК	Эл.ЭК	Об.ЭК	Эл.ЭК	Об.ЭК	Эл.ЭК	
Количество маркерных МФЗ									
С05	-	-	-	1	-	-	1	1	2
МК 131	-	-	2	1	2	3	1	2	5
SL 343	2	-	2	4	5	-	2	-	11
С81 +/-	3	2	4	3	4	3	1	1	12
С81 о2/о2	2	-	3	1	4	1	2	1	11
Общая площадь маркерных МФЗ (мм)									
С05	-	-	-	0,8	-	-	1,0	0,9	1,7
МК 131	-	-	1,7	0,8	1,5	2,6	0,9	1,8	4,1
SL 343	2,7	-	2,7	4,3	4,8	-	2,8	-	13,0
С81 +/-	2,7	1,6	4,0	2,6	4,4	2,6	0,9	0,9	12,0
С81 о2/о2	1,6	-	4,4	0,7	4,7	0,8	2,9	0,9	13,6
Доля площади мМФЗ от общей площади мМФЗ автоматически синтетизированного ЭФ трека (в %)									
С05	-	-	-	5,1%	-	-	6,4%	5,7%	6,4%
МК 131	-	-	6,5%	3,0%	5,7%	9,9%	3,4%	6,9%	15,6%
SL 343	9,2%	-	9,2%	14,7%	16,4%	-	9,6%	-	44,4%
С81 +/-	6,4%	3,8%	9,5%	6,2%	10,5%	6,2%	2,2%	2,2%	28,6%
С81 о2/о2	6,0%	-	16,6%	2,6%	17,7%	3,0%	11,0%	3,4%	51,3%
<b>Хср.</b>	<b>4,4%</b>	<b>0,8%</b>	<b>8,4%</b>	<b>6,3%</b>	<b>10,1%</b>	<b>3,8%</b>	<b>6,5%</b>	<b>3,6%</b>	<b>29,3%</b>
									<b>14,6%</b>

Краткие обозначения: мМФС – маркерные молекулярные формы зеина;

Об.ЭК – обогащающий эффект колхицинирования;

Эл.ЭК – элиминирующий эффект колхицинирования;

Авт.Синт.ЭФ трек - автоматический синтетизированный электрофоретический трек по принципу кодминирования (2х\*4х)

Для остальных изученных 4-х тетраплоидных линий прослеживается тенденция преобладающего положительного эффекта колхицинирования на проламиновую фракцию эндосперма зерна по зонам средней ( $0,4 < rf < 0,6$ ) и, особенно, быстрой миграции ( $0,6 < rf < 0,8$ ) мМФЗ. Элиминирующий эффект колхицинирования по белковым профилям зеиновых ЭФ спектров проявляется (хотя и в ослабленной форме), прежде всего, в зоне средней миграции, а затем и в зоне быстрой миграции мМФЗ.

Особенно четко эти зависимости можно проследить по средним величинам ( $X_{ср.}$ ) процентной доли площади мМФЗ от общей площади мМФЗ автоматически синтезированных ЭФ треков (табл.2 и рис.4). Таким образом, подводя итог проведенному анализу полученных результатов, следует заключить, что выявленная специфика полиморфизма зеиновой фракции эндосперма тетраплоидных линий указывает на существование возможных зависимостей между степенью полиморфизма пептидных субъединиц зеина в зонах средней и быстрой миграции в ЭФ-ских спектрах отобранных для полиплоидизации генотипов и их чувствительностью к колхицинированию.

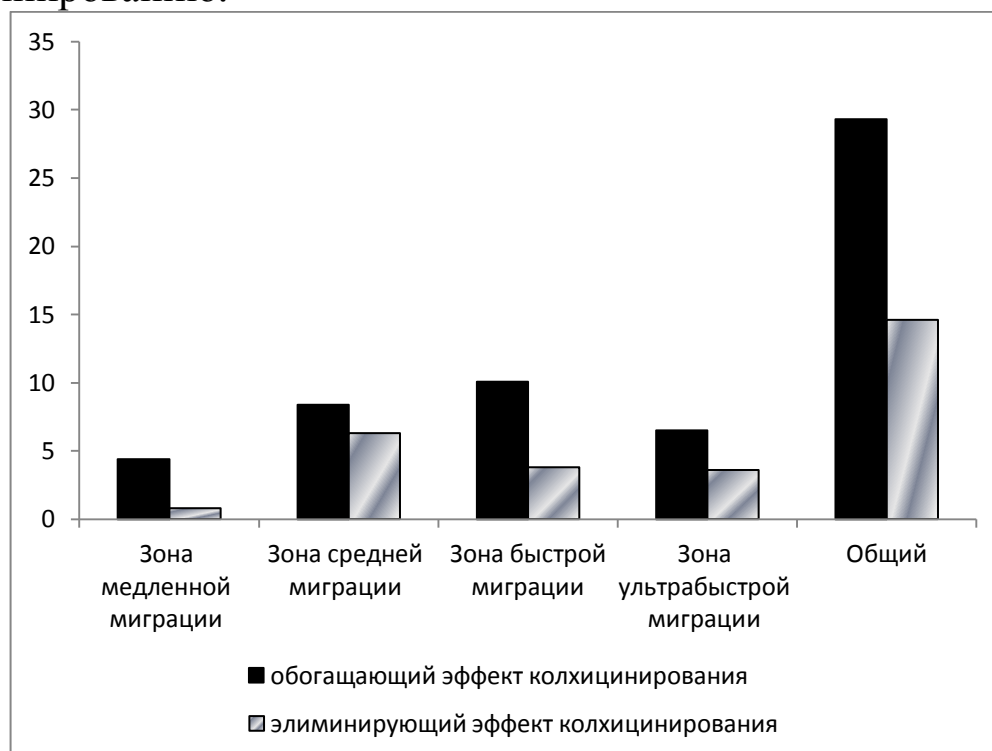


Рис.4. Обогащающий и элиминирующий эффект колхицинирования по маркерным МФЗ (по оси оординат - усредненные показатели - % доли площади мМФЗ от общей площади МФЗ автоматически синтезированных ЭФ треков).

## Выводы

1. Эмпирический скрининг представленной выборки линий кукурузы на чувствительность к колхицинированию позволил перевести на тетраплоидный уровень лишь 15% от общей экспериментальной выборки гомозиготных генотипов.

2. Прямой электрофоретический анализ проламиновой фракции белка эндосперма у тетраплоидных линий кукурузы свидетельствует, что доля влияния генотипа на специфику полиморфизма зеина является более существенной по сравнению с долей влияния фактора индукции полиплоидизации.

3. Установлено, что использование белковых маркеров пептидных субъединиц зеина кукурузы на базе компьютерной автоматизации обработки электрофоретических данных (по компьютерной программе FOREZ 2) позволяет идентифицировать как обогащающий, так и элиминирующий эффект колхицинирования гомозиготных форм кукурузы.

4. Выявлена тенденция преобладающего эффекта колхицинирования на проламиновую фракцию эндосперма зерна по зонам быстрой и средней миграции маркерных молекулярных форм зеина (мМФЗ). Элиминирующий эффект колхицинирования по белковым профилям зеиновых ЭФ спектров проявляется в ослабленной форме в обратной последовательности: в зоне средней и в зоне быстрой миграции мМФЗ.

5. Для последующей экспериментальной проверки сформулирована рабочая гипотеза о существовании возможной зависимости между степенью полиморфизма пептидных субъединиц зеина в зонах средней и быстрой миграции в ЭФ-ских спектрах отобранных для полиплоидизации генотипов и их чувствительностью к колхицинированию.

## Список литературы

1. Batîru Grigorii. Expresia genei opaque-2 (o2) la porumbul tetraploid. Autoreferatul tezei de doctor în științe biologice. Chișinău. 2014, 27p.
2. Batîru Grigorii, Paliu Andrei, Comarov Galina, Cojocari Dumitru, Rotari Eugen. Analiza unor indici biochimici la populații de porumb tetraploid ce conțin gena oreique2. В сборнике iScience «Актуальные научные исследования в современном мире». Вып. 9 (29), ч.2, Переяслав-Хмельницкий, 2017, с.39-43.



3. Batiru G. Palii A., Comarova G., Cojocari D. Polyploidy in maize breeding for grain quality. In: XI-th International congress of geneticists and breeders from the republic of moldova: Abstract Book, (CEP USM), Chisinau 2021, p.71.
  4. Comarova G., Batîru Gr., Rotari E., Rotari A., Bounegru S., Cojocari D. Modelarea sistmului de markeri în ameliorarea porumpului. Partea 2. Posibilitățile de marcare prin compoziția biochimică a bobului și prin formele moleculare de zeină. Culegerea de articole "Realizări științifice în ameliorare și tehnologii inovative la culturile cerealiere în contextul schimbărilor climaterice". Pașcani, 2020, pp.43-55.
  5. Palii Andrei, Batîru Grigorii. Induction and study of tetraploid opaque-2 maize. In: LUCRĂRI ȘTIINȚIFICE, U.S.A.M.V. Iași, seria Agronomie, v.56, nr.2, 2013, pp.11-15.
  6. Palii Andrei, AMELIORAREA PLANTELOR. Chișinău: S.n., 2014, 216p.
  7. Palii Andrei, Cercetări privind ameliorarea și genetica porumbului efectuate în cadrul Universității Agrare de Stat din Moldova. Materialele conf.internaț. "Institutul de Fitotehnie Porumbeni - 40 ani de activitate științifică". Pașcani, 2014, pp. 59-69.
  8. Palii Andrei, Batîru Grigorii, ROTARI Eugen, COMAROVA Galina, COJOCARI Dumitru. Studiul unor particularități la forme diploide și tetraploide de porumb de origine locală. Materialele Simpozionului Științific Internațional „85 ANI AI FACULTĂȚII DE AGRONOMIE – REALIZĂRI ȘI PERSPECTIVE” dedicat aniversării a 85 ani de la fondarea Universității Agrare de Stat din Moldova. 2018, pp.269-273.
  9. Rotari Alexandr. Dezvoltarea cercetărilor biochimice, fiziologice și biotehnologice în ameliorare și producerea semințelor de porumb în Republica Moldova. Materialele conf.internaț. „Ameliorarea porumbului și utilizarea androsterilității citoplasmatică în producerea de semințe”, Pașcani, 2011, pp.133-153.
  10. SM 233:2003. Determinarea purității biologice a liniilor consangvinizate și a gradului de hibridare la semințele hibridilor de porumb de prima generație prin metoda de electroforeză a proteinelor. Departamentul „Moldova-Standard” Chișinău, 2003, 27 p.
- Щербак В. С., Хаджинов М. И. Получение тетраплоидных форм кукурузы. В: Генетика, 1969, т.5, № 3, с. 5-11

## ИТОГИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ГАПЛОИДИИ В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ У КУКУРУЗЫ (*ZEA MAYS L.*)

*Черчель В. Ю., доктор с.-х. наук; Дзюбецький Б. В., доктор с.-х. наук; Гайдаш А. Л., кандидат с.-х. наук; Сатарова Т. М., доктор биол. наук; Затышняк О. В., аспирант*

## RESULTS OF HAPLOIDY TECHNIQUE APPLICATION IN MAIZE SELECTION (*ZEA MAYS L.*)

*Cherchel V. Yu., Dziubetskyi B.V., Gaidash O. L., Satarova T.M., Zatyshnyak O.V.  
SE Institute of Grain Crops of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

**Abstract.** Haploidy method is a promising direction for production of new maize inbreds. The research material was represented by maize synthetic populations with wide and narrow genetic bases. Field tests were carried out in the steppe zone of Ukraine in 2018-2020. 34 doubled haploid lines were created, which showed grain yield in tests at the standard level or higher. Lancaster germplasm proved to be the most efficient in output of haploids and homozygous lines. Spectrophotometry proved that DNA content in leaves of haploids was  $3.3 \pm 0.5 \mu\text{g} / \text{mg}$  at absolutely dry matter (ADM), which is almost 2 times less than in leaves of diploids ( $6.3 \pm 0.7 \mu\text{g} / \text{mg ADM}$ ).

**Key words:** maize, doubled haploids, homozygosity, doubled haploid lines, germplasms, diploidization, heterosis selection

### Введение

Поиск и введение в селекционные программы новых линий кукурузы является одной из актуальных проблем селекции на гетерозис. Получение новых комбинаций селекционно ценных признаков и создание на их основе инбредных линий остается единственным резервом повышения продуктивности современных гибридов кукурузы. Селекция кукурузы на гетерозис предусматривает создание выровненных по всем признакам инбредных линий, которые получают после 6-7 генераций самоопыления растений гетерогенных популяций [1-3].