

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Саке-на Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2023. -№ 3 (118). - Б.236-250. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2023.3 (118).1447

УДК 633.171.; 68.35.03.

**ЭФФЕКТ КОЛХИЦИНА НА СТРУКТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ  
ПРОСА ПОСЕВНОГО (*Panicum miliaceum L.*)  
В ПОКОЛЕНИИ M1**

**Зейнуллина Айым Ерболкызы**

*Докторант*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина*

*г. Астана, Казахстан*

*E-mail: aiym.\_92@mail.ru*

**Рысбекова Айман Бокеновна**

*Кандидат биологических наук, и.о. профессора*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина*

*г. Астана, Казахстан*

*E-mail: aiman\_rb@mail.ru*

**Дюсибаева Элмира Наврусбековна**

*PhD, ассоциированный профессор*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина*

*г. Астана, Казахстан*

*E-mail: elmira\_dyusibaeva@mail.ru*

**Жирнова Ирина Александровна**

*Магистр сельскохозяйственных наук*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина*

*г. Астана, Казахстан*

*E-mail: ira777.89@mail.ru*

**Есенбекова Гулзат Туйешиевна**

*PhD*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллин*

*г. Астана, Казахстан*

*E-mail: gulzat\_es@mail.ru*

**Мухина Жанна Михайловна**

*Доктор биологических наук*

*Федеральный научный центр риса*

*г. Краснодар, Россия*

*E-mail: agroplazma@gmail.com*

---

**Аннотация**

Настоящее исследование было проведено для определения мутагенного действия колхидина на показатели структурного анализа растений проса посевного (*Panicum miliaceum L.*) в поколении M1. Просо – древнейшая ценная крупяная и кормовая культура в мире. Селекционные работы по выведению новых сортов проса в Казахстане ведутся в основном традиционными методами селекции: гибридизация и индивидуальный отбор, но увеличение генетического разнообразия проса для селекции остается достаточно актуальной задачей, решению которой может способствовать применение методов химического индуцированного мутагенеза. Химический

индуцированный мутагенез имеет большое значение в программах селекции растений, благодаря которым случайные или выборочные изменения в генетическом материале могут привести к желаемым изменениям. Колхицин ( $C_{22}H_{25}NO_6$ ) — это химическое вещество, используемое для индукции мутаций, регулирующих важные агротехнические признаки. Семена обрабатывали различными концентрациями (0,00%, 0,04%, 0,06%, 0,08% и 0,1%) водного раствора колхицина в течение 6, 12 и 24 часов. Эксперимент был заложен с использованием площади делянок 2 м<sup>2</sup>, расположение делянок систематическое двухкратной повторностью. Наблюдение за параметрами роста растений проса поколения М1 показали, что увеличение концентрации и времени обработки мутагеном привело к достоверному угнетению полевой всхожести и выживаемости растений. На морфометрические показатели, такие как высота растений и длина метелки, мутаген не оказал существенного влияния. Все варианты, обработанные колхицином, оставались на уровне с контролем. Однако, на такие основные элементы структуры урожая, как масса 1000 семян, масса семян с метелки и продуктивная кустистость, отмечено влияние колхицина. Проанализировав структурные показатели проса, были выделены варианты, превосходящие контроль по урожайности сортов при 6-часовой обработке с концентрацией 0,06%, при 12-ти часовой обработке с концентрациями 0,06% и 0,1%, при 24-ти часах обработки с концентрацией 0,08%. Установлена эффективность использования колхицина в качестве мутагенного фактора при создании нового исходного материала для селекции проса.

**Ключевые слова:** просо посевное; *Panicum miliaceum*; химический мутагенез; колхицин; вариабельность; элементы структуры урожая; продуктивность.

### Введение

Просо — это мелкосемянное однолетнее злаковое растение, выращиваемое для еды, кормов, фуража и топлива [1]. Согласно археологическим данным, эту культуру впервые начали культивировать до 10 000 г. до н.э. в Северном Китае [2].

В разное время в мире выращивали около 20 различных видов проса. Просо занимает шестое место среди самых важных зерновых культур в мире, обеспечивая продовольствием более одной трети населения мира [3]. Крупнейшими производителями проса являются страны Азии и Африки. Просо является основным источником энергии и белка для миллионов людей в Китае, Японии, Индии, Африке, Непале, России, Украине, Белоруссии, Казахстане, на Ближнем Востоке, в Турции, Румынии и США, особенно для людей, живущих в жарких и засушливых районах мира, где ежегодно его выращивают примерно на полумиллионе акров [1, 4]. С освоением целинных земель в Казахстане площади посевов проса достигали 1,7 млн га. [5], однако, на сегодняшний день его площадь снизилась в 32 раза до 52 тысяч га. В Казахстане посевы проса сосредоточены примерно на 52 тыс. га посевных площадей, при этом более половины этой площади сосредоточено в Павлодарской — 27 тыс. га, Костанайской — 9 тыс. га и Актюбинской областях — 6 тыс. га, также эти области вошли в тройку лидеров по посевным и уборочным площадям проса. Почти вдвое увеличены площади под просом в Костанайской, Акмолинской, За-

падно-Казахстанской и Восточно-Казахстанской областях.

Просо, как правило, является одной из наиболее подходящих культур для поддержания сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности на маргинальных землях с низким плодородием. Посевы проса выращивают на малоплодородных землях и в условиях малозатратного сельскохозяйственного производства — в ситуациях, когда основные зерновые культуры часто дают низкие урожаи [4]. Просо может быть продуктивным даже в суровых условиях выращивания. Засуха и отсутствие ирригации являются постоянными препятствиями для сельскохозяйственного производства во многих развивающихся странах и время от времени становятся причинами потери урожая в развитых странах [6].

Эффективной стратегией выращивания сельскохозяйственных культур в условиях дефицита воды является выращивание культур, адаптированных к засухе, вместо культур, требующих большего количества воды [7]. Поскольку просо приспособлено к засушливым условиям, оно может быть основной культурой для предотвращения нехватки продовольствия и голода [4].

Эта культура имеет большое значение среди растениеводов из-за ее чрезвычайно короткого срока вегетации, при этом некоторые сорта дают зерно через 60 дней после посева, и ее низкой потребности в воде, производя гораздо более эффективно на единицу почвенной вла-

ги, чем любые зерновые [8].

Современная селекция растений, в том числе и селекция проса, основана на широком применении различных способов получения нового исходного материала, одним из которых является использование мутагенеза. Прежде всего, простой отбор желаемого потомства был первым методом размножения, и в нем использовалось возникновение спонтанных мутаций [9]. Мутации являются основным источником всех генетических вариаций, существующих в любом организме, включая растения. Мутационная селекция включает в себя создание новых сортов путем создания и использования генетической изменчивости посредством химического и физического мутагенеза [10].

Основные преимущества индуцированного химического мутагенеза по сравнению с традиционными методами селекции заключаются в более быстром улучшении исходного материала для дальнейших селекционных целей как

#### Материалы и методы

В данной работе по химическому индуцированному мутагенезу использовали ранее не вовлеченные в исследования сорта проса посевного (*Panicum miliaceum L.*): Павлодарское 4 (Казахстан), К-10275-Квартет (РФ), РІ 289324 (Венгрия).

Методика обработки семян проса колхицином. Обработка семян химическим мутагенным веществом (колхицин) проводилась в лабораторных условиях согласно методике L. Swathi и др. [14]. Семена предварительно замачивали в дистиллированной воде на 6 часов. Колхицин предварительно растворяли до нужной концентрации в дистиллированной воде для получения водного раствора. Схема опыта включала обработку семян проса посевного колхицином в концентрациях 0,04%; 0,06%; 0,08%; 0,1% в течение 6, 12 и 24 часов. После обработки семена промывали в течение 1 часа в проточной водопроводной воде. Обработанные семена высевали в питомниках мутантов первого поколения.

#### Результаты

Невысокий процент взошедших семян может быть обусловлен тем, что наклюнувшиеся семена (после замачивания), были подвержены воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Весенний период в годы проведения исследований сложился как очень засушливый с быстрым нарастанием темпера-

по одному, так и по ряду хозяйственно-ценных признаков [11, 12].

Среди разнообразных химических мутагенов достаточно часто используется колхицин, в основном для полиплоидизации растений [13].

Разработан широкий спектр методов и подходов по использованию колхицина для химического мутагенеза многих видов культурных растений, однако для проса такие работы в Казахстане не изучены. В связи с вышеизложенным, целью данного исследования было изучение влияния колхицина на формирование структурных элементов урожая проса в поколении M1, выявление его чувствительности к определенным концентрациям и экспозициям мутагенного вещества, которые стимулируют появление эффективных полезных мутаций для создания новых генотипов.

При закладке опыта использовали методические указания [15, 16]. Посев проводили вручную во второй декаде мая 2021 года по 250 штук/м<sup>2</sup>, обработанных химическим мутагеном семян согласно схеме опыта в двухкратной повторности на полях научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева, расположенного в Акмолинской области в подзоне засушливой степи в южном карбонатном черноземе. Подготовка почвы проводилась согласно зональной агротехнике. Контролем служили семена, обработанные в дистиллированной воде. В период вегетации в первом мутантном поколении учитывали полевую всхожесть семян, проводили фенологические наблюдения за ростом и развитием растений. Перед уборкой растений проса подсчитывали сохранность растений. Отмечали морфометрические отклонения от контроля. После уборки анализировали элементы продуктивности растений - масса семян с метелки, масса 1000 семян и продуктивную кустистость.

туры воздуха, в особенности в период посева семян и в фазу всходы-кущение, при которой поверхностный слой почвы пересыхает, что резко снижает полевую всхожесть семян поздних культур, в том числе и проса. Прорастающие семена чрезвычайно чувствительны к условиям внешней среды, незначительные и

резкие изменения, которых существенно влияют на появление всходов.

Согласно результатам полевых исследований, исходные три образца проса Квартет, PI289324 и Павлодарское 4 на увеличение концентрации химического мутагена и экспозиции обработки отвечали значительным снижением полевой всхожести семян.

Наибольшее снижение полевой всхожести

наблюдалось при высоких концентрациях мутагена 0,08 и 0,1% при максимальной экспозиции обработки 24 часа. Так, например, у обработанных мутагенным веществом сортов-образцов Квартет и PI289324 полевая всхожесть при невысоких концентрациях 0,04 и 0,06% мутагена при 6 и 12 часах экспозициях составила не менее 50%, тогда как при 24 часовой обработке была не выше 47% (рисунок 1).

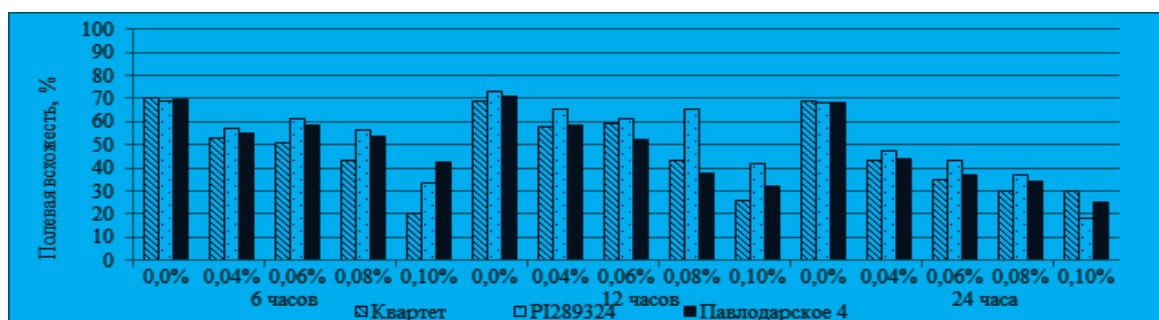


Рисунок 1 – Влияние мутагенного вещества на полевую всхожесть семян проса в первом поколении

У сорта Павлодарское 4 в зависимости от экспозиций полевая всхожесть была от 2,8 до 6,8 раза ниже. Наиболее оптимальными концентрациями колхицина по показателю полевая всхожесть являются 0,04%, 0,06% и 0,08% концентрации с 12-ти часовой экспозицией обработки. При возрастании числа растений на единице площади наблюдалось значительное снижение кустистости.

Наблюдения за динамикой роста и развития растений проса выявили значительные отклонения от контроля в продолжительности вегетаций в первом поколении.

В опытах было отмечено, что в зависимости от концентрации и экспозиции обработки семян колхицином продолжительность вегетации составила 75-92 дня. По мере увеличения концентрации отмечается более позднее появление всходов и наступление фазы кущения. Однако, в фазах выметывание-цветение-созревание зафиксировано сокращение периода вегетации на 2-3дня по сравнению с контролем и низкими концентрациями, а также при экспозиции 24 часа созревание метелок отмечено на 5-7 дней раньше по сравнению с вариантами обработки 6 и 12 часов (таблица 1).

Таблица 1 – Продолжительность вегетационного периода растений проса в поколении M1, обработанных колхицином (дни)

Образцы	Концентрации колхицина, %	Время экспозиции семян, час			Среднее значение, дни
		6	12	24	
		вегетационный период, дни			
K-10275-Квартет	0,0	89	89	89	89
	0,04	89	88	83	87
	0,06	89	88	83	87
	0,08	88	86	83	86
	0,1	88	86	82	85
PI 289324	0,0	81	81	81	81
	0,04	79	79	76	78
	0,06	79	78	75	77
	0,08	79	78	75	77
	0,1	79	78	75	77

Продолжение таблицы 1

Павлодарское 4	0,0	92	92	92	92
	0,04	92	89	87	89
	0,06	91	88	87	89
	0,08	91	88	86	88
	0,1	91	87	86	88

Сокращение продолжительности вегетационного периода проса в зависимости от времени обработки между 6 и 24 часами составила у сорта Квартет - 6 дней, у PI 289324 - 3-4 дня и у Павлодарское 4 - 5 дней. Оценка периода вегетаций показала, что сортообразец PI289324 имел более короткий вегетационный период и при фиксации фаз вегетации у данного образца

отмечено более интенсивное созревание метелок и зеленой массы растений по сравнению с сортами Квартет и Павлодарское 4.

В течение вегетационного периода выживаемость растений проса по отношению к контролю в опыте варьировала в зависимости от концентрации мутагена, экспозиции и обрабатываемого сорта (рисунок 2).

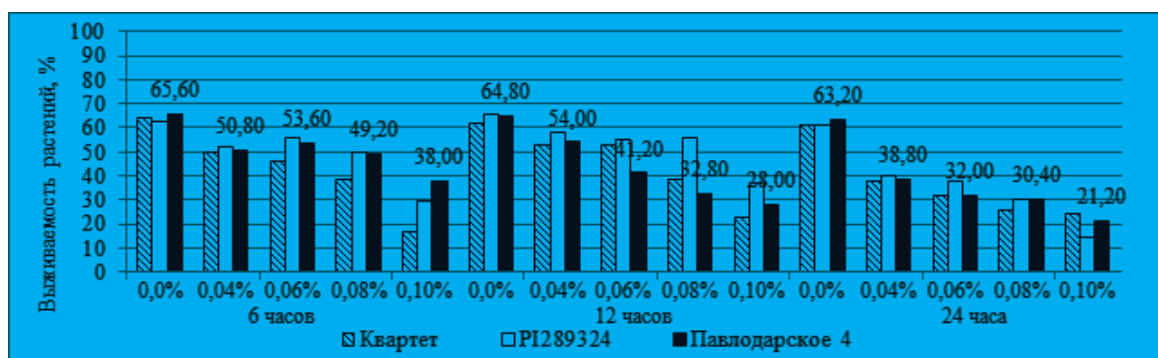


Рисунок 2 – Влияние мутагенного вещества на выживаемость растений проса в первом поколении

У всех трех сортообразцов с экспозицией обработки 6 и 12 часов варианты, обработанные колхицином при концентрациях 0,04% и 0,06% имели выживаемость растений в пределах от 41,2% до 58,0%. В вариантах с высокими концентрациями мутагена 0,08-0,1% во всех трех экспозициях сохранность растений была значительно ниже в 1,2-1,5 раза. Эффект колхицина зависит от концентрации и времени обработки. Наиболее эффективны сублетальные концентрации мутагена, когда наступает сильное угнетение роста растений при воздействиях мутагена, но при этом часть из них выживает, таким образом выжившие генотипы является потенциальным носителем генетических изменений [17]. Семена, обработанные в растворе мутагена при экспозиции 24 часа, во всех концентрациях снижал сохранность рас-

тений к уборке от 7 до 16%, что доказывает отрицательный эффект мутагена. Таким образом, полученные данные указывают на то, что более высокие концентрации и время обработки мутагена существенно снижают сохранность растений, но могут быть носителями генов устойчивости к неблагоприятным воздействиям.

Основным показателем при оценке образцов проса является продуктивность. Для характеристики продуктивности сортообразцов под влиянием колхицина был проведен анализ элементов структуры урожая образцов проса, обработанных колхицином с различными концентрациями и экспозицией. Увеличение концентрации и различные экспозиции химического мутагена не оказали существенного влияния на высоту растений (рисунок 3) и длину метелки (рисунок 4).



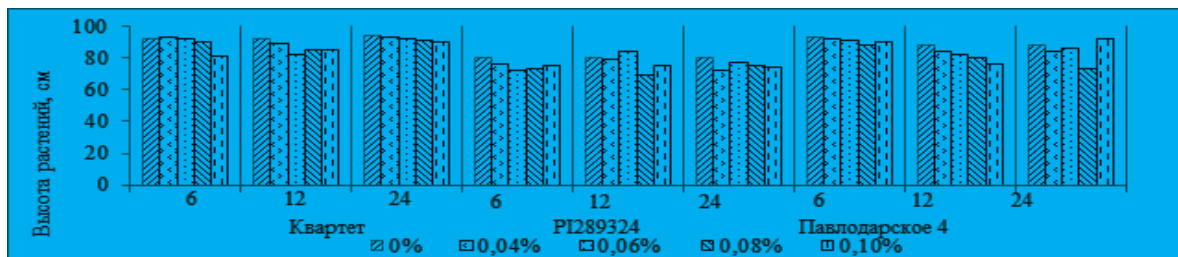


Рисунок 3 – Влияние различных концентрации и экспозиции обработки семян колхицином на высоту растений в M1 поколений

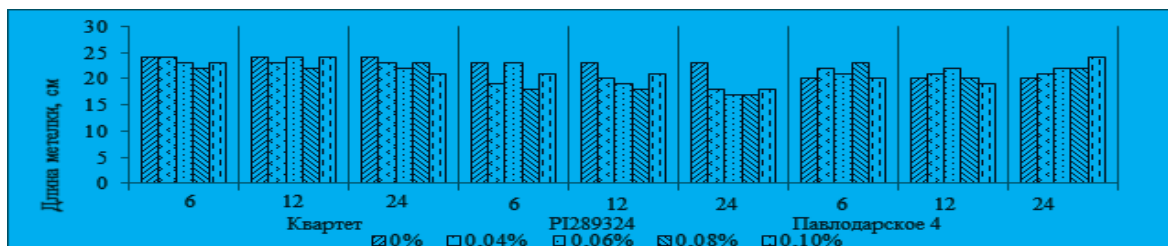


Рисунок 4 – Влияние различных концентраций и экспозиций обработки семян колхицином на длину метелки в M1 поколений

Согласно полученным данным, в первом поколении у растений проса существенных отличий по высоте растений и длине метелки в зависимости от концентрации не выявлено. Однако, по мере увеличения концентрации мутагена отмечено не существенное уменьшение высоты растений, так, например, у сорта Квартет средняя высота по времени обработки составила в варианте при 0,04% - 91 см, при

0,06% - 88 см, при 0,08% - 88 см, при 0,1% - 85 см, что на 1 см, 4 см, 4 см и 7 см ниже контроля соответственно.

В данном исследовании заметно влияние колхицина на полиплоидизацию растений проса за счет удвоения хромосом в клетках растений проса, что отразилось на таком показателе урожайности, как продуктивная кустистость (таблица 2).

Таблица 2 – Структурный анализ образцов проса, обработанных различными концентрациями и экспозициями обработки колхицином

Сорт	Концентрация, %	Экспозиция, час	Продуктивная кустистость, шт	Масса семян с метелки, гр	Масса 1000 семян, гр
Квартет	0	6	1,5	1,20	4,58
	0,04		2,2	1,35	4,87
	0,06		2,0	1,32	4,67
	0,08		2,4	1,00	4,51
	0,1		2,6	1,28	4,22
PI289324	0		1,5	1,49	5,36
	0,04		1,6	1,80	5,29
	0,06		1,8	1,74	4,88
	0,08		1,7	1,90	5,04
	0,1		2,4	2,10	5,23
Павлодарское 4	0		1,6	1,33	4,76
	0,04		2,0	1,40	4,57
	0,06		2,1	1,55	4,35
	0,08		2,3	1,35	4,81
	0,1		2,3	1,25	4,5

Продолжение таблицы 2

Квартет	0	12	1,6	1,36	4,58
	0,04		1,9	1,20	4,41
	0,06		2,1	1,49	3,48
	0,08		2,1	1,08	4,1
	0,1		2,3	2,84	5,21
PI289324	0		1,3	2,16	5,36
	0,04		1,7	2,00	4,75
	0,06		1,8	1,95	4,44
	0,08		1,6	1,85	4,52
	0,1		1,8	1,72	5,41
Павлодарское 4	0		1,3	2,00	4,76
	0,04		2,0	1,62	4,28
	0,06		2,3	1,87	4,65
	0,08		2,4	2,10	4,7
	0,1		2,4	2,90	6,49
Квартет	0	24	1,2	2,05	4,58
	0,04		2,1	1,83	4,51
	0,06		2,1	1,70	4,76
	0,08		2,1	1,78	4,6
	0,1		2,0	1,50	4,7
PI289324	0		1,1	2,20	5,36
	0,04		1,9	1,80	6,6
	0,06		1,8	1,92	5,58
	0,08		2,1	2,46	5,39
	0,1		2,0	2,20	5,7
Павлодарское 4	0		1,4	1,73	4,76
	0,04		2,0	1,77	4,4
	0,06		2,3	1,63	4,45
	0,08		3,0	2,14	4,77
	0,1		1,6	2,00	5,1

При 6-ти часовой обработке у сорта Квартет наблюдается увеличение количества продуктивных стеблей на 1 растений по мере увеличения концентрации от +0,5 до 1,1 шт., у сорта PI289324 от +0,1 до 0,9 шт. и у сорта Павлодарское 4 от +0,4 до 0,7 шт., такая же положительная динамика отмечена у вариантов при 12-ти и 24-х часовой обработках у всех трех сортов во всех концентрациях. Также по полученным данным у сортов Квартет и Павлодарское 4 наблюдается продуктивная кустистость у обработанных вариантов в количестве 2 и более штук, тогда как у сорта PI289324 - 1 и более до 2 штук. Из этого следует, что происходит удвоение хромосом с помощью

колхицина, которое повлияло на увеличение количества продуктивных стеблей с растений проса в полевых условиях.

По массе семян с метелки при 6-ти и 24-х часовых обработках у всех трех сортов в вариантах при всех концентрациях, при 12-ти часовой обработке у сортов Квартет и Павлодарское 4 при концентрациях 0,04%, 0,06% и 0,08% значения незначительно колебались в пределах до  $\pm 0,55$  гр. Тогда как у сорта PI289324 при 12-ти часовой выдержке семян масса семян с метелки у обработанных вариантов по мере увеличения концентрации была значительно ниже по сравнению с контролем на от -0,66 до 0,94 граммов. Стоит также отметить варианты, об-

работанные колхицином при экспозициях 12 часов при концентрации 0,1% у сорта Квартет, масса семян была выше, чем на контроле на +1,48 гр, у сорта Павлодарское 4 на +1,0 гр.

По результатам исследований растений проса первого поколения следует отметить, что масса 1000 семян у всех трех сортов при 6 часах обработки во всех концентрациях была на уровне с контролем, при 12-ти часовой экспозиции при концентрациях 0,04%, 0,06% и 0,08% масса семян была ниже контроля, тогда как при 0,1% наблюдается увеличение массы у сорта Квартет на 0,63 гр., у PI289324 на 0,05 гр и у Павлодарское 4 на 1,73 гр., при 24-х часовой обработке отмечено незначительное повышение показателя по сравнению с контролем у сортообразца Квартет при концентрации 0,06% на 0,18 гр, у сорта Павлодарское 4 при 0,1%-ной обработке на 0,34 гр., тогда как

у сорта PI289324 во всех концентрациях масса 1000 семян была выше, чем у контроля при 0,04% на 0,24 гр., при 0,06% на 0,22 гр., при 0,08% на 0,03 гр. и при 0,1% на 0,34 гр.

По совокупности полученных данных следует, что положительным показателем по элементу структуры урожая масса 1000 семян проса является продолжительность времени обработки семян колхицином, в особенности у сорта PI289324 при 24-х часовой обработке.

Ведущими элементами структуры урожая проса, определяющими их продуктивность, является густота стояния растений перед уборкой, продуктивность кущения и масса зерна с метёлки. Исходя, из полученных элементов урожая была сформирована урожайность образцов проса, обработанных различными концентрациями и экспозициями колхицина (рисунк 5).

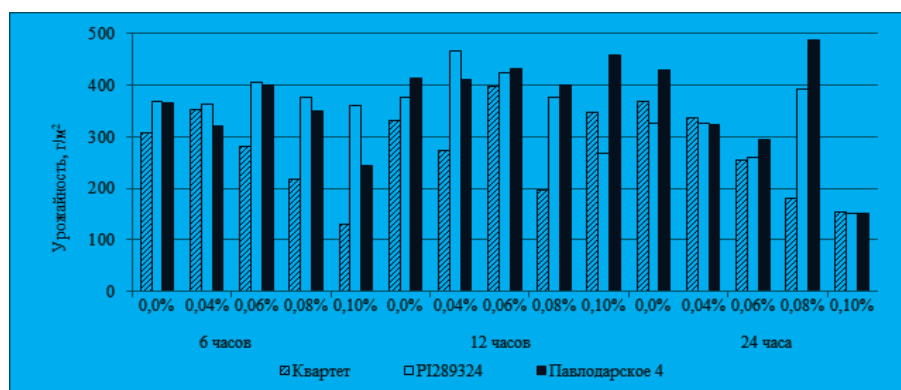


Рисунок 5 – Влияние различных концентраций и экспозиций обработки семян колхицином на урожайность растений в M1 поколений

Анализируя урожайность сортов проса, можно сказать, что обработанные колхицином варианты имели продуктивность не ниже контроля. Так при 6 часовой обработке урожайность у контроля у сорта Квартет составила - 308,16 г/м<sup>2</sup>, у сорта PI289324 - 368,44 г/м<sup>2</sup> и у сорта Павлодарское 4 - 366,44 г/м<sup>2</sup>. Тогда как у сорта Квартет продуктивность была при концентрации 0,04% - 320,04 г/м<sup>2</sup>, у сорта PI289324 при 0,06% - 404,63 г/м<sup>2</sup> и при 0,08% - 376,02 г/м<sup>2</sup>, у сорта Павлодарское 4 при 0,06% - 400,34 г/м<sup>2</sup>.

При 12-ти часовой обработке прибавка в урожайности по отношению к контролю состав-

### Обсуждение

Колхицин извлекается из луковиц и семян безвременника или лугового шафрана (*Colchicum autumnale*) и обладает чрезвычайно ядовитым алкалоидным характером. Он хо-

вила у сорта Квартет при концентрациях 0,06% +66,27 г/м<sup>2</sup> и при 0,1% +16,29 г/м<sup>2</sup>, у сорта PI289324 при 0,04% +89,55 г/м<sup>2</sup> и при 0,06% +45,28 г/м<sup>2</sup>, у сорта Павлодарское 4 при 0,06% +18,35 г/м<sup>2</sup> и при 0,1% +45,88 г/м<sup>2</sup>. При 24-х часовой обработке прибавка урожая отмечена при концентрации 0,08% у сортов PI289324 +64,79 г/м<sup>2</sup> и Павлодарское 4 0,08% +58,78 г/м<sup>2</sup>. Прибавка урожая у вышеуказанных обработанных колхицином вариантов объясняется наличием высокой продуктивной кустистости за счет полиплоидизации и меньшей полевой всхожестью, что предоставляет растениям больше пространства для питания и роста.

рошо растворим в холодной воде, хлороформе или спирте, но плохо растворим в горячей воде [13].

Согласно литературным данным, широкий



диапазон концентраций колхицина использовался у различных видов растений, например, самая низкая концентрация 0,00001% у кампионы (*Lychnic senno*) до чрезвычайно высокой концентрации 1,5% у айвы Мауле (*Chaenomeles japonica*), у которых успешно индуцировали полиплоидию [18]. Однако колхицин обычно имеет низкое сродство к тубулинам в растительных клетках, поэтому для достижения эффективных результатов используются более высокие концентрации [19].

Колхицин является важным мутагеном, который предотвращает образование микротрубочек и удваивает число хромосом. Он обычно используется для создания полиплоидных растений и действует как митотический яд, оказывая на растения множество мутагенных эффектов. Поскольку микротрубочки участвуют в сегрегации хромосом, колхицин индуцирует полиплоидию, предотвращая сегрегацию хромосом во время мейоза, в результате чего половина гамет (половых клеток) содержит вдвое больше хромосом, чем обычно. Колхицин не только способствует удвоению хромосом, но и вызывает мутации у растений. Растения, которые были мутированы колхицином, известны как колхи-мутанты [20]. Удвоение хромосом через колхицин вызвало увеличение количества листьев, количества ветвей, высоты растений и длины стебля у сальвии [21], лилии [22]

### **Заключение**

Применение колхицина положительно повлияло на увеличение количества продуктивных стеблей с растения в полевых условиях за счет полиплоидизации и снижения густоты стояния, что повышает площадь питания растений и их конкурентоспособность, что отразилось положительно на урожайности растений проса. В целом можно отметить, что отрицательно мутаген повлиял на такие показатели,

и календулы [23]. Индуцированная полиплоидия увеличивала цвет листову африканских бархатцев [24] и хризантемы [25], наряду с увеличением площади их листьев.

В ходе наблюдений за вегетацией растений проса было отмечено, что по мере увеличения концентрации и продолжительности обработки мутагенным веществом полевая всхожесть резко снижается. Так выделены варианты с низкой полевой всхожестью при высоких концентрациях мутагена 0,08 и 0,1% при максимальной экспозиции обработки 24 часа у всех трех сортообразцов. Оценка периода вегетаций показала сокращение продолжительности вегетационного периода проса в зависимости от времени обработки, а также то, что сортообразец PI289324 имел более короткий вегетационный период и при фиксации фаз вегетации у данного образца отмечено более интенсивное созревание метелок и зеленой массы растений по сравнению с сортами Квартет и Павлодарское 4. Более высокие концентрации и время обработки мутагенным веществом существенно снижают сохранность растений, но могут быть носителями генов устойчивости к неблагоприятным воздействиям. У растений проса существенных отличий по высоте растений и длине метелки в зависимости от концентрации и времени обработки колхицином не выявлено.

как полевая всхожесть и сохранность растений при более высоких концентрациях и экспозициях. В опытах были отмечены варианты, в среднем по всем изученным сортам, преобладающие необработанные колхицином варианты по урожайности сортов проса при 6 часовой обработке с концентрацией 0,06%, при 12-ти часовой обработке при 0,06% и 0,1%, при 24-ти часах обработки при 0,08%.

### **Информация о финансировании**

Данные исследования проводились в рамках научного проекта №AP14870014 «Применение ДНК-технологий в селекционно-генетических исследованиях культуры проса при создании новых отечественных засухоустойчивых сортов» (2022-2024 гг.), грантового финансирования научно-исследовательских работ ГУ «Комитет науки Министерства науки и высшего образования РК».

## Список литературы

- 1 Kothari S. L., Applications of biotechnology for improvement of millet crops: review of progress and future prospects [Text] / Kothari S. L., Kumar Satish., Vishnoi R. K., Kothari A., Kazuo N. Watanabe // *Plant Biotechnology*. – 2005. – Vol. 22. – P. 81-88.
- 2 Lu H., Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago [Text] / Lu H., Zhang J., Liu K. B., Wu N., Li Y., Zhou K., Li Q. // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2009. – Vol. 106. – P. 7367-7372.
- 3 Changmei S., Dorothy J. Millet-the frugal grain [Text] / *International Journal of Scientific Research and Reviews*. – 2014. – Vol. 3. – P. 75-90.
- 4 Amadou I., Gounga M. E., Le G. W. Millets: Nutritional composition, some health benefits and processing-A review [Text] / *Emirates Journal of Food and Agriculture*. – 2013. – P. 501-508. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i7.12045>
- 5 Цыганков И.Г., Просо в сухостепной зоне Западного Казахстана [Text] / Цыганков И.Г., Цыганков В.И., Цыганкова М.Ю. // *Сельскохозяйственные науки*. – 2004. – С.91-95.
- 6 Ceccarelli S., Drought as a challenge for the plant breeder [Text] / Ceccarelli S., Grandi S. // *Plant growth regulation*. – 1996. – Vol. 20. – P. 149-155.
- 7 Seghatoleslami M. J., Effect of drought stress at different growth stages on yield and water use efficiency of five proso millet (*Panicum miliaceum* L.) genotypes [Text] / Seghatoleslami M. J., Kafi M., Majidi E. // *Pak. J. Bot.* – 2008. – Vol. 40. – P. 1427-1432.
- 8 Graybosch R. A., Evaluation of the waxy endosperm trait in proso millet (*Panicum miliaceum*) [Text] / Graybosch R. A., Baltensperger D. D. // *Plant breeding*. – 2009. – Vol. 128. – P. 70-73.
- 9 Novak F. J., Plant breeding: Induced mutation technology for crop improvement [Text] / Novak F. J., Brunner H. // *IAEA Bull.* – 1992. – Vol. 4. – P. 25-33.
- 10 Shu Q. Y., Plant mutation breeding and biotechnology [Text] / Shu Q. Y., Brian P. Forster, Nakagawa H. // *Cabi*. – 2012. – P. 607.
- 11 Королев К.П. Индуцированный мутагенез как способ расширения генетического разнообразия и создание нового исходного материала для различных направлений селекционной работы [Текст] / Королев К.П. // *Проблемы развития АПК региона*. – 2016. – Т.1. – С. 130–134.
- 12 Chaudhary J., Mutagenesis approaches and their role in crop improvement [Text] / Chaudhary J., Deshmukh R., Sonah H. // *Plants*. – 2019. – Vol. 8. – P. 467.
- 13 Kumar M.K., Colchiploidy in fruit breeding. A review [Text] / Kumar M.K., Rani M.U. // *Hortic*. – 2013 – Vol. 2. – P. 325–326.
- 14 Swathi L., Doubling of chromosomes of pearl millet napier hybrids and preliminary screening based on stomatal characteristics [Text] / Swathi L., Babu C., Iyanar K. // *Electronic Journal of Plant Breeding*. – 2019. – Vol. 10. – P. 47-57.
- 15 Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (Выпуск 2. зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры). – Москва. – 1985.
- 16 Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Text]: учебник / Доспехов Б.А. // 6-е изд., стереотип. – М.: Альянс. – 2011. – 352 с.: ил. – Библиогр.: -346 с.
- 17 Goyal S., Frequency and spectrum of chlorophyll mutations induced by single and combination treatments of gamma rays and EMS in urdbean [Text] / Goyal S., Wani M. R., Khan S. // *Asian J Biol Sci*. – 2019. – Vol. 12. – P. 156-163.
- 18 El-Nashar Y. I., Mutagenic influences of colchicine on phenological and molecular diversity of *Calendula officinalis* L [Text] / El-Nashar Y. I., Ammar M.H. // *Genetics and Molecular Research*. – 2016. – Vol.15. – P. 1-15.
- 19 Ade R., Review: Colchicine, current advances and future prospects [Text] / Ade R., Rai M.K. // *Nusantara Biosci*. – 2010. – Vol.2. – P. 90–96.
- 20 Garima Gupta., Colchicine Induced Mutation in *Nigella sativa* Plant for the Assessment of Morpho-Physiological and Biochemical Parameter [Text] / Garima Gupta., Anjuman Gul Memon., Brijesh Pandey., Mohd Sajid Khan., Mohammed Shariq Iqbal and Janmejai Kumar Srivastava // *Vis-A-Vis in Vit. The Open Biotechnology Journal*. – 2021. – Vol. 15. – P. 173-182.

21 Kobayashi N., Morphological characteristics and their inheritance in colchicine-induced *Salvia* polyploids [Text] / Kobayashi N., Yamashita S., Ohta K., Hosoki T. // *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. – 2008. – Vol. 77. – P.186-191.

22 Balode A. Applying colchicine and oryzalin in *Lilium L.* polyploidisation [Text] / *Agronomijas Vestis*. – 2008. – Vol. 11. – P. 22-28.

23 Prabhukumar K. M., Induced mutation in ornamental ginger (*Zingiberaceae*) using chemical mutagens viz. colchicine, acridine and ethyl methane sulphonate [Text] / Prabhukumar K. M., Thomas V. P., Sabu M., Prasanth A. V., Mohanan K. V. // *J. Hortic. For. Biotechnol.* – 2015. – Vol. 19. – P. 18-27.

24 Sadhukhan R., Study of Induced polyploidy in African marigold (*Tagetes erecta L.*) [Text] / Sadhukhan R., Ganguly A., Singh P.K., Sarkar H.K. // *Environ. Ecol.* – 2014. – Vol. 32. – P. 1219-1222.

25 Lertsutthichawan A., Induced mutation of chrysanthemum by colchicine [Text] / Lertsutthichawan A., Ruamrungsri S., Duangkongsan W., Saetiew K. // *Int. J. Agric. Technol.* – 2017. – Vol. 13. – P. 2325-2332.

### References

1 Kothari S. L., Applications of biotechnology for improvement of millet crops: review of progress and future prospects [Text] / Kothari S. L., Kumar Satish., Vishnoi R. K., Kothari A., Kazuo N. Watanabe // *Plant Biotechnology*. – 2005. – Vol. 22. – P. 81-88.

2 Lu H., Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago [Text] / Lu H., Zhang J., Liu K. B., Wu N., Li Y., Zhou K., Li Q. // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2009. – Vol. 106. – P. 7367-7372.

3 Changmei S., Dorothy J. Millet-the frugal grain [Text] / Changmei S., Dorothy J. // *International Journal of Scientific Research and Reviews*. – 2014. – Vol. 3. – P. 75-90.

4 Amadou I., Millets: Nutritional composition, some health benefits and processing-A review [Text] / Amadou I., Gounga M. E., Le G. W. // *Emirates Journal of Food and Agriculture*. – 2013. – P. 501-508.

5 Cygankov I.G., Proso v suhostepnoj zone Zapadnogo Kazahstana [Text] / Cygankov I.G., Cygankov V.I., Cygankova M.YU. // *Sel'skohozyajstvennyye nauki*. – 2004. – S.91-95.

6 Ceccarelli S., Drought as a challenge for the plant breeder [Text] / Ceccarelli S., Grandi S. // *Plant growth regulation*. – 1996. – Vol. 20. – P. 149-155.

7 Seghatoleslami M. J., Effect of drought stress at different growth stages on yield and water use efficiency of five proso millet (*Panicum miliaceum L.*) genotypes [Text] / Seghatoleslami M. J., Kafi M., Majidi E. // *Pak. J. Bot.* – 2008. – Vol. 40. – P. 1427-1432.

8 Graybosch R. A., Evaluation of the waxy endosperm trait in proso millet (*Panicum miliaceum*) [Text] / Graybosch R. A., Baltensperger D. D. // *Plant breeding*. – 2009. – Vol. 128. – P. 70-73.

9 Novak F. J., Plant breeding: Induced mutation technology for crop improvement [Text] / Novak F. J., Brunner H. // *IAEA Bull.* – 1992. – Vol. 4. – P. 25-33.

10 Shu Q. Y., Plant mutation breeding and biotechnology [Text] / Shu Q. Y., Brian P. Forster, Nakagawa H. // *Cabi*. – 2012. – P. 607.

11 Korolev K.P. Inducirovannyj mutagenез kak sposob rasshireniya geneticheskogo raznoobraziya i sozdanie novogo iskhodnogo materiala dlya razlichnyh napravlenij selekcionnoj raboty [Text] / Korolev K.P. // *Problemy razvitiya APK regiona*. – 2016. – T.1. – S. 130–134.

12 Chaudhary J., Mutagenesis approaches and their role in crop improvement [Text] / Chaudhary J., Deshmukh R., Sonah H. // *Plants*. – 2019. – Vol. 8. – P. 467.

13 Kumar M.K., Colchiploidy in fruit breeding. A review [Text] / Kumar M.K., Rani M.U. // *Hortic*. – 2013. – Vol. 2. – P. 325–326.

14 Swathi L., Doubling of chromosomes of pearl millet napier hybrids and preliminary screening based on stomatal characteristics [Text] / Swathi L., Babu C., Iyanar K. // *Electronic Journal of Plant Breeding*. – 2019. – Vol. 10. – P. 47-57.

15 Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur (Vypusk 2. zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury). – Moskva. – 1985.

16 Dospikhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Text]: uchebnik / Dospikhov B.A. // 6-e izd., stereotip. – M.: Al'yans. – 2011. – С. 352: il. – Bibliogr.: С.346.

17 Goyal S., Frequency and spectrum of chlorophyll mutations induced by single and combination treatments of gamma rays and EMS in urdbean [Text] / Goyal S., Wani M. R., Khan S. //Asian J Biol Sci. – 2019. – Vol. 12. – P. 156-163.

18 El-Nashar Y. I., Ammar M.H. Mutagenic influences of colchicine on phenological and molecular diversity of *Calendula officinalis* L [Text] / El-Nashar Y. I., Ammar M.H. // Genetics and Molecular Research. – 2016. – Vol. 15. – P. 1-15.

19 Ade R., Review: Colchicine, current advances and futureprospects [Text] [Text] /Ade R., Rai M.K. // Nusantara Biosci. – 2010. – Vol. 2. – P. 90–96.

20 Garima Gupta., Colchicine Induced Mutation in *Nigella sativa* Plant for the Assessment of Morpho-Physiological and Biochemical Parameter [Text] / Garima Gupta., Anjuman Gul Memon., Brijesh Pandey., Mohd Sajid Khan., Mohammed Shariq Iqbaland Janmejai Kumar Srivastava. // Vis-A-Vis In Vit. The Open Biotechnology Journal. – 2021. – Vol. 15. – P. 173-182.

21 Kobayashi N., Morphological characteristics and their inheritance in colchicine-induced *Salvia* polyploids [Text] / Kobayashi N., Yamashita S., Ohta K., Hosoki T. //Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. – 2008. – Vol. 77. – P.186-191.

22 Balode A. Applying colchicine and oryzalin in *Lilium* L. polyploidisation [Text] / Balode A. // Agronomijas Vestis. – 2008. – Vol. 11. – P. 22-28.

23 Prabhukumar K. M., Induced mutation in ornamental ginger (Zingiberaceae) using chemical mutagens viz. colchicine, acridine and ethyl methane sulphonate [Text] / Prabhukumar K. M., Thomas V. P., Sabu M., Prasanth A. V., MohananK. V. // J. Hortic. For. Biotechnol. – 2015. – Vol. 19. – P. 18-27.

24 Sadhukhan R., Study of Induced polyploidyin African marigold (*Tagetes erecta* L.) [Text] / Sadhukhan R., Ganguly A., Singh P.K., Sarkar H.K. // Environ. Ecol. – 2014. – Vol. 32. – P. 1219-1222.

25 Lertsutthichawan A., Induced mutation of chrysanthemum by colchicine [Text] / Lertsutthichawan A., Ruamrungsri S., Duangkongsan W., Saetiew K. // Int. J. Agric. Technol. – 2017. – Vol. 13. – P. 2325-2332.

## **М1 ҰРПАҒЫНДАҒЫ ТАРЫ (*Panicum miliaceum* L.) ӨСІМДІКТЕРІНІҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ КОЛХИЦИННІҢ ӘСЕРІ**

*Зейнуллина Айым Ерболқызы*

*Докторант*

*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті*

*Астана қ., Қазақстан*

*E-mail: aiym\_92@mail.ru*

*Рысбекова Айман Бөкенқызы*

*Биология ғылымдарының кандидаты, профессордың м.а.*

*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті*

*Астана қ., Қазақстан*

*E-mail: aiman\_rb@mail.ru*

*Дюсубаева Эльмира Наврусбекқызы*

*PhD, қауымдастырылған профессор*

*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті*

*Астана қ., Қазақстан*

*E-mail: elmira\_dyusibaeva@mail.ru*

*Жирнова Ирина Александровна*  
*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі*  
*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті*  
*Астана қ., Қазақстан*  
*E-mail: ira777.89@mail.ru*

*Есенбекова Гүлзат Түйешқызы*  
*PhD*  
*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті*  
*Астана қ., Қазақстан*  
*E-mail: gulzat\_es@mail.ru*

*Мухина Жанна Михайловна*  
*Биология ғылымдарының докторы*  
*Федералды күріш ғылыми орталығы*  
*Краснодар, Ресей*  
*E-mail: agroplazma@gmail.com*

### **Түйін**

Осы зерттеу колхициннің М1 ұрпағындағы тары (*Panicum miliaceum L.*) өсімдіктерінің құрылымдық талдау көрсеткіштеріне мутагендік әсерін анықтау мақсатында жүргізілді. Тары – дүние жүзіндегі құнды азық-түлік дақыл. Қазақстанда тарының жаңа сорттарын шығару бойынша селекциялық жұмыстар негізінен селективтік селекция: будандастыру және жеке селекция саласында жүргізіледі. Селекцияға арналған тарының генетикалық әртүрлілігін арттыру өте өзекті мәселе болып қала береді, оның шешімін химиялық индукцияланған мутагенез әдістерін қолдану арқылы қамтамасыз етуге болады. Химиялық индукцияланған мутагенез өсімдіктердің селекциялық бағдарламаларында генетикалық материалдағы кездейсоқ немесе таңдамалы өзгерістерге байланысты үлкен маңызға ие, олар қалаған өзгерістер болып көрінуі мүмкін. Колхицин ( $C_{22}H_{25}NO_6$ ) - маңызды агротехникалық белгілерді реттейтін жалпы мутантты сезгіш химиялық зат. Тұқымдар 6, 12 және 24 сағат бойы колхициннің сулы ерітіндісінің әртүрлі концентрацияларымен (0,00%, 0,04%, 0,06%, 0,08% және 0,1%) өңделді. Тәжірибе алаңы 2 м<sup>2</sup> учаскені пайдаланып орнатылды, учаскелердің орналасуы жүйелі болды, учаскелерді есепке алу (0,5 м<sup>2</sup>) екі рет қайталанды. М1 ұрпағындағы тары өсімдіктерінің өсу параметрлерін бақылау мутагенмен өңдеу концентрациясының және уақытының артуы танаптық өнгіштігі мен өсімдіктердің тіршілігінің айтарлықтай тежелуіне әкелгенін көрсетті. Мутаген өсімдік биіктігі мен масақтың ұзындығы сияқты морфометриялық параметрлерге айтарлықтай әсер еткен жоқ. Колхицинмен өңделген барлық нұсқалар бақылау деңгейімен бірдей деңгейде қалды. Дегенмен, 1000 тұқымның салмағы, бір масақтағы тұқымның салмағы және өнімді сабақтар сияқты өнімділік құрылымының негізгі элементтеріне колхициннің әсері байқалды. Тарының құрылымдық көрсеткіштерін талдағаннан кейін 6 сағаттық өңдеуден өткен 0,06% концентрациямен, 12 сағаттық өңдеуден өткен 0,06% және 0,1 концентрациямен, 24 сағаттық өңдеуден өткен 0,08% концентрациямен сорттардың өнімділігі бойынша бақылаудан жоғары болатын нұсқалары анықталды. Колхицинді мутагендік фактор ретінде тары өсіру үшін жаңа бастапқы материал жасауда қолданудың тиімділігі анықталды. Сондықтан колхицин тудырған мутация генетикалық өзгергіштікті құруда және оның агротехникалық көрсеткіштерін бұзбай тарыда қажетті белгілерді шығаруда тиімді болуы мүмкін.

**Кілт сөздер:** тары; *Panicum miliaceum*; химиялық мутагенез; колхицин; вариабельділік; өнімділіктің құрылымдық элементтері; өнімділік.



## EFFECT OF COLCHICINE ON THE STRUCTURAL PARAMETERS OF MILLET (*Panicum miliaceum L.*) PLANTS IN THE M1 GENERATION

*Zeinullina Aiyem Yerbolkzy*

*Doctoral student*

*S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University*

*Astana, Kazakhstan*

*E-mail: aiym.\_92@mail.ru*

*Rysbekova Aiman Bokenovna*

*Candidate of Biological Sciences, Acting Professor*

*S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University*

*Astana, Kazakhstan*

*E-mail: aiman\_rb@mail.ru*

*Dyusibaeva Elmira Navrusbekovna*

*PhD*

*S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University*

*Astana, Kazakhstan*

*E-mail: elmira\_dyusibaeva@mail.ru*

*Zhirnova Irina Alexandrovna*

*Master of Agricultural Sciences*

*S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University*

*Astana, Kazakhstan*

*E-mail: ira777.89@mail.ru*

*Esenbekova Gulzat Tuyeshievna*

*PhD*

*S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University*

*Astana, Kazakhstan*

*E-mail: gulzat\_es@mail.ru*

*Mukhina Zhanna Mikhailovna*

*Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher*

*Federal Rice Science Center*

*Krasnodar, Russia*

*E-mail: agroplazma@gmail.com*

### **Abstract**

The present study was carried out to determine the mutagenic effect of colchicine on the indicators of the structural analysis of millet (*Panicum miliaceum L.*) plants in M1 breeds. Millet is a valuable food cereal and fodder crop in the world. Breeding work on the development of new varieties of millet in Kazakhstan is carried out mainly in the field of selective breeding: hybridization and individual selection. Increasing the genetic diversity of millet for breeding remains a rather urgent task, the solution of which can be ensured by the use of methods of chemically induced mutagenesis. Chemical induced mutagenesis is of great importance in plant breeding programs due to random or selective changes in genetic material that may appear to be desired changes. Colchicine (C<sub>22</sub>H<sub>25</sub>NO<sub>6</sub>) is a common mutant-sensing chemical that regulates important agronomic traits. The seeds treated with various concentrations (0.00%, 0.04%, 0.06%, 0.08% and 0.1%) of an aqueous solution of colchicine for 6, 12 and 24 hours. The experiment was set up using a plot area of 2 m<sup>2</sup>, the location of the plots was systematic, accounting plots (0.5 m<sup>2</sup>) were repeated twice. Observation of the growth parameters of millet plants of the M1 generation showed that an increase in the concentration and time of treatment with a mutagen led to a

significant inhibition of field germination and plant survival. The mutagen had no significant effect on morphometric parameters, such as plant height and panicle length. All variants treated with colchicine remained at the same level as the control. However, the influence of colchicine was noted on such basic elements of the yield structure as the weight of 1000 seeds, the weight of seeds per panicle and productive tillering. After analyzing the structural parameters of millet, variants were identified that were superior to the control in terms of yield of varieties with a 6-hour treatment with a concentration of 0.06%, with a 12-hour treatment with a concentration of 0.06% and 0.1%, with a 24-hour treatment with a concentration of 0.08%. The effectiveness of the use of colchicine as a mutagenic factor in the creation of a new source material for millet breeding has been established. Therefore, a colchicine-induced mutation can be effective in creating genetic variability and producing desired traits in millet without compromising its agronomic performance.

**Key words:** proso millet; *Panicum miliaceum*; chemical mutagenesis; colchicine; variability; elements of the crop structure; productivity.