

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МУТАГЕНА АЗИДА НАТРИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН *AMARANTHUS CRUENTUS L.*

Р. М. Таипова<sup>1</sup>, Б. Р. Кулуев<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Башкирский государственный университет,

<sup>2</sup>Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение

Федерального государственного бюджетного научного

учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН

Поступила в редакцию 12.04.2021 г.

**Аннотация.** Амарант имеет перспективы в России для его широкого возделывания в качестве овощной, кормовой, зерновой, технической, лекарственной и декоративной культуры. Большой интерес представляет его высокая питательная ценность, обусловленная повышенным содержанием белка, витаминов и минеральных веществ, что позволяет использовать листья, семена и стебли амаранта в кулинарии, медицине и сельском хозяйстве. Селекционные работы по выведению новых сортов амаранта в нашей стране ведутся довольно интенсивно и методами гибридизации и отбора получено большое количество отечественных сортов этой культуры с хозяйственно ценными признаками. Однако увеличение генетического разнообразия амаранта для целей селекции остается достаточно актуальной задачей, решению которой может способствовать применение методов химически индуцированного мутагенеза. В работе по химическому мутагенезу были использованы семена амаранта *Amaranthus cruentus L.* сорта Багряный. После их обработки азидом натрия в концентрации 5 мМ процент всхожести семян амаранта уменьшился до 6%. Из результатов нашего анализа следует, что концентрация азиды натрия для обработки семян амаранта должна быть в диапазоне от 0.5 до 1 мМ, так как меньшие концентрации не оказывали никакого влияния на всхожесть семян, а большие концентрации оказывали токсический эффект, приводя к слишком высокому уровню летальности и существенному уменьшению числа полученных проростков. Обработка азидом натрия семян в концентрации от 0.1 до 5 мМ оказывала последующий ростстимулирующий эффект на растения по сравнению с контролем, который начинал проявляться на второй месяц вегетации в условиях почвы. При этом наилучшие ростовые показатели были характерны для растений, полученных после обработки азидом натрия в концентрации 0.5 мМ.

**Ключевые слова:** *Amaranthus cruentus*, амарант багряный, химически индуцированный мутагенез, селекция, генетический полиморфизм

Амарант – это одна из недооцененных и весьма перспективных для России сельскохозяйственных культур. Амарант и продукты получаемые из него кроме высокого уровня содержания белка и незаменимых аминокислот, обладают двумя важнейшими полезными для организма человека свойствами – антиоксидантным и противовоспалительным. Большая часть территории России относится к зонам рискованного земледелия и при селекции многих культур в нашей стране одним из важнейших для отбора признаков является устойчивость к абиотическим стрессовым факторам. Амарант уже от природы имеет относительно высокую засухо- и жароустойчивость, однако

из-за своего южного происхождения урожайность данной культуры может существенно снижаться в условиях действия гипотермии [1]. Поэтому основными сдерживающими факторами повышения продуктивности южных культур, в том числе и амаранта, в России остаются прежде недостаток суммы активных температур, а также короткое лето при длинном световом дне. Как и для любой другой культуры, повышение урожайности амаранта является актуальной задачей, и в нашей стране может быть достигнуто, в том числе, путем создания холодоустойчивых сортов с измененной реакцией на длину дня. Для создания таких сортов применяются методы классической селекции, однако такой подход имеет серьезные ограничения ввиду низкого уровня генетического полимор-

физма исходного семенного материала амаранта в нашей стране. Для повышения генетического разнообразия сельскохозяйственных культур возможно использование методов химического мутагенеза [2, 3]. Для этого может быть применен метод предварительной обработки семян амаранта в растворе азидата натрия ( $\text{NaN}_3$ ), который является одним из наиболее доступных и широко используемых химических мутагенов в селекции растений, с целью улучшения свойств культурных растений и приобретения ими новых признаков [3]. Азид натрия, также как и другие химические мутагены, обуславливает гораздо более высокую частоту мутаций у растений, по сравнению с естественным мутационным процессом. Изоэлектрическая точка азидата натрия –  $\text{pH}=4.8$ , а при  $\text{pH}=3.0$  в его растворе преобладающим соединением становится азидоводород  $\text{HN}_3$ . Повышение мутагенности азидата натрия в кислой среде обусловлено проникновением через клеточную мембрану незаряженных молекул  $\text{HN}_3$  [4]. Разработаны методы и подходы по использованию азидата натрия для химического мутагенеза многих видов культурных растений. Так, известно применение азидата натрия в работах по мутагенезу гороха посевного [5], овса щетинистого [6], твердой пшеницы [7], подсолнечника однолетнего [8], ячменя обыкновенного [9] и других растений. Для каждого из этих культур эмпирическим путем подбиралась оптимальная концентрация мутагена, однако для амаранта такие работы нам неизвестны. Исходя из этого, целью нашей работы являлся подбор оптимальных концентраций азидата натрия для индукции химического мутагенеза в семенах и проростках амаранта багряного *Amaranthus cruentus* L.

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В работе по химически индуцированному мутагенезу были использованы семена растений амаранта багряного *A. cruentus* сорта Багряный (Агросервер, Россия), предварительно замоченные в дистиллированной воде в течение 8 часов. После замачивания их подсушивали на воздухе в течение 1 часа. Подготовленные таким образом семена выдерживали в растворе азидата натрия различных концентраций (40, 20, 5, 4, 3, 2, 1, 0.5 и 0.1 мМ) в фосфатном буфере  $\text{pH} 3$ , согласно общепринятым методам [10] в течение 5 часов. После этого семена промывали дистиллированной водой 8-10 раз для удаления мутагена. Контрольные варианты семян замачивали в фосфатном буфере  $\text{pH}$

3. Проращивание семян проводили в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге при комнатной температуре, выборка составила 100 семян на каждый вариант (рис. 1а). Опыт проводился в двух повторностях. Полив осуществляли каждые 2 дня дистиллированной водой, далее проростки пересаживали в вегетационные сосуды объемом 500 мл с универсальным грунтом “Terra vita”, выращивали растения в лабораторных условиях при интенсивности света 35 мкмоль/м<sup>2</sup>·с., температуре +25°C, длине дня 16 часов. Через месяц выращивания измеряли длину стебля проростков. В ходе работы был рассчитан общий процент всхожести семян амаранта (100 шт. - 100%) в зависимости от использованных для обработки концентраций мутагена, определен процент всхожести семян по отношению к контролю. Также через 2 и 3 месяца после обработки азидатом натрия были определены такие морфометрические параметры растений амаранта, как длина и ширина листа. Выборка при морфометрическом анализе через 1, 2 и 3 месяца вегетации составила 15 растений на каждый вариант. Выращивание второго мутантного поколения ( $M_2$ ) амаранта проводили в полевых условиях. Также определяли массу семян [11]. Результаты исследований представляли в виде гистограмм или таблиц со средними значениями выборки. Барами обозначали стандартную ошибку среднего. Достоверность различий во всех экспериментах оценивали при помощи *U*-критерия Манна-Уитни.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Появление проростков амаранта в контрольном варианте растений, без обработки химическим мутагеном, наблюдали на второй день (обработаны только фосфатным буфером  $\text{pH} 3$ ). На 3-4 сутки проросли семена обработанные азидатом натрия в концентрациях от 0.1 до 5 мМ (рис. 1а), на 6 день – обработанные 20 и 40 мМ азидата натрия.

Лабораторная всхожесть изучаемых семян амаранта без обработки составила в среднем 86%. Так как при обработке семян растений необходимо использовать очень кислый фосфатный буфер, мы предположили, что процент всхожести при этом может изменяться. Действительно процент всхожести семян растений обработанных фосфатным буфером без добавления азидата натрия составил 41%. Так как все семена с добавлением азидата натрия также будут инкубироваться в кислом фосфатном буфере, в качестве контроля были использованы семена, обработанные фосфатным буфером

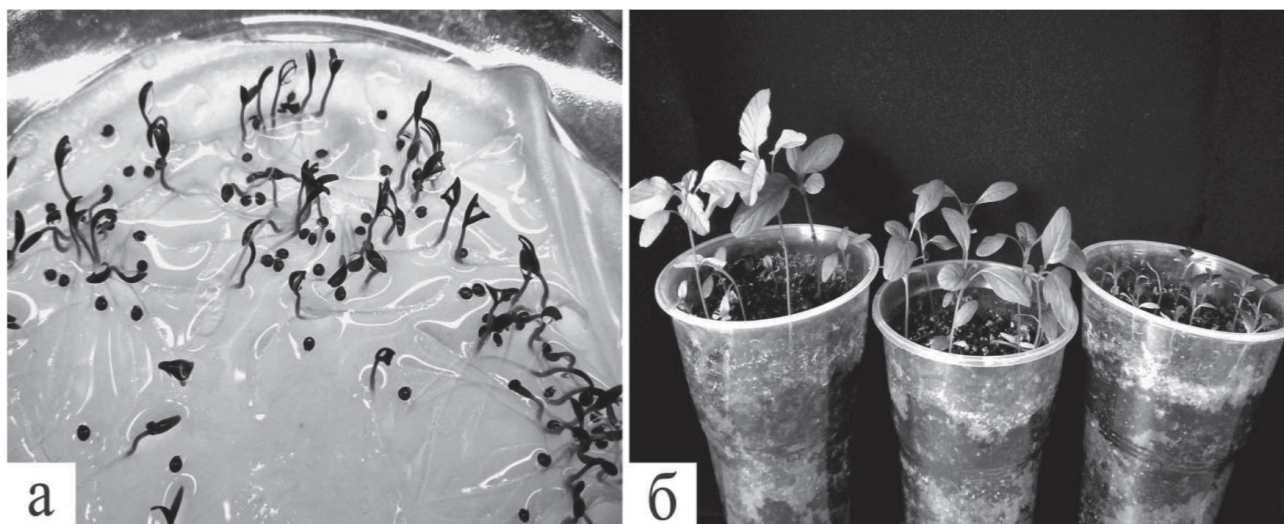


Рис. 1. Результаты обработки амаранта азидом натрия: а) проростки, обработанные 0.1 мМ азидом натрия через 3 дня; б) проростки через 1 месяц после обработки мутагеном, слева направо: контрольный и опытные варианты (0.5 и 1 мМ, соответственно).

без азид натрия. Наши опыты показали, что при обработке семян азидом натрия в концентрации 5 мМ процент всхожести заметно уменьшается - до 6%. Полученные данные по проценту всхожести семян позволяют нам сделать вывод о том, что наилучшая всхожесть обнаруживается при наименьшей концентрации азид натрия (табл. 1). Можно условно допустить, что оптимальной для обработки семян *A. cruentus* является раствор азид натрия в концентрации около 1 мМ, так как при этом всхожесть семян уменьшается примерно в 2 раза, по сравнению с контролем. То есть негативный эффект, складывающийся из токсического и мутагенного эффектов при этом очевиден, но в то же время, возможно получение довольно большого числа потенциально мутантных форм амаранта. Таким образом, полулетальная концентрация азид натрия для семян *A. cruentus* составила 1 мМ.

Большой интерес также представляет определение морфометрических параметров амаранта

после обработки азидом натрия. Те или иные изменения фенотипа тоже могут свидетельствовать о влиянии мутагена. Нами была измерена высота стебля анализируемых растений через 30 дней после переноса обработанных проростков в почву (рис. 1б). Проростки, полученные из обработанных мутагеном семян (от 0.5 мМ и выше), были в среднем в 2 раза ниже контроля по высоте стебля (табл. 2, рис. 1б). В то же время проростки амаранта после обработки 0.1 мМ раствором азид натрия достоверно не отличались от контрольных проростков по высоте стебля. С другой стороны группа проростков полученных после обработки семян азидом натрия в концентрациях от 0.5 до 40 мМ достоверно не отличались по высоте стебля между собой (табл. 2).

Таким образом, нами было показано выравнивание в ростовых параметрах растений, обработанных различными концентрациями азид натрия уже через один месяц выращивания на

Таблица 1.

Процент всхожести семян *A. cruentus*

Концентрация $\text{NaN}_3$ (мМ)	Общий процент всхожести семян (%)	Всхожесть семян по отношению к контролю (%)
40	1	2
20	1	2
5	6	14
4	8	20
3	8	20
2	12	29
1	20	49
0.5	22	53
0.1	24	58
Контроль (фосфатный буфер, pH 3)	41	100

почвенном грунте. Видимо, растения, которые успешно возшли, характеризовались способностью к дальнейшему росту, и это существенно не зависело от концентрации мутагена. Хотя высота стебля у всех обработанных азидом натрия растений через 1 месяц вегетации была достоверно ниже, чем у контрольной группы.

Таблица 2.

Высота стебля растений амаранта, полученных после обработки азидом натрия через 30 дней

Концентрация $\text{NaN}_3$ (мМ)	Средняя высота стебля, см
40	$1.9 \pm 0.3^*$
20	$1.5 \pm 0.2^*$
5	$1.1 \pm 0.1^*$
4	$1.2 \pm 0.3^*$
3	$1.3 \pm 0.2^*$
2	$1.6 \pm 0.2^*$
1	$1.6 \pm 0.1^*$
0.5	$1.7 \pm 0.4^*$
0.1	$2.9 \pm 0.5$
Контроль (фосфатный буфер, pH 3)	$3.5 \pm 0.3$

\* -  $p < 0.01$

Исходя из полученных результатов, мы предположили, что оптимальная концентрация азид натрия для мутагенеза амаранта может лежать в диапазоне от 0.1 до 5 мМ. Поэтому мы продолжили наблюдения за обработанными в этом диапазоне концентраций мутагена растениями амаранта в полевых условиях и нами были измерены высота стебля, ширина и длина трех самых крупных листьев с интервалом через 2 и 3 месяца после переноса проростков амаранта на почву и проведена статистическая обработка этих измерений (рис. 2).

Из полученных данных следует, что на третий месяц выращивания средняя длина трех листьев и средняя высота стебля растений амаранта, полученных после обработки 0.5 мМ азидом натрия была наибольшей, составила 16 см и 50 см, соответственно, что достоверно превышает показатели как остальных опытных растений, так и контрольных растений. Растения амаранта, полученные от семян после обработки другими концентрациями мутагена (не 0.5 мМ), по морфометрическим параметрам также превышали контроль, но в меньшей степени (рис. 2). Такие данные о стимулирующем влиянии обработки азидом натрия были характерны для всех исследованных растений амаранта как через 2, так и через 3 месяца наблюдений. Аналогичные исследования растений амаранта, полученных обработкой семян раствором с содержанием азид натрия выше 5 мМ нами не приводились, ввиду существенного

токсического эффекта таких больших концентраций при прорастании и на начальных стадиях развития растений.

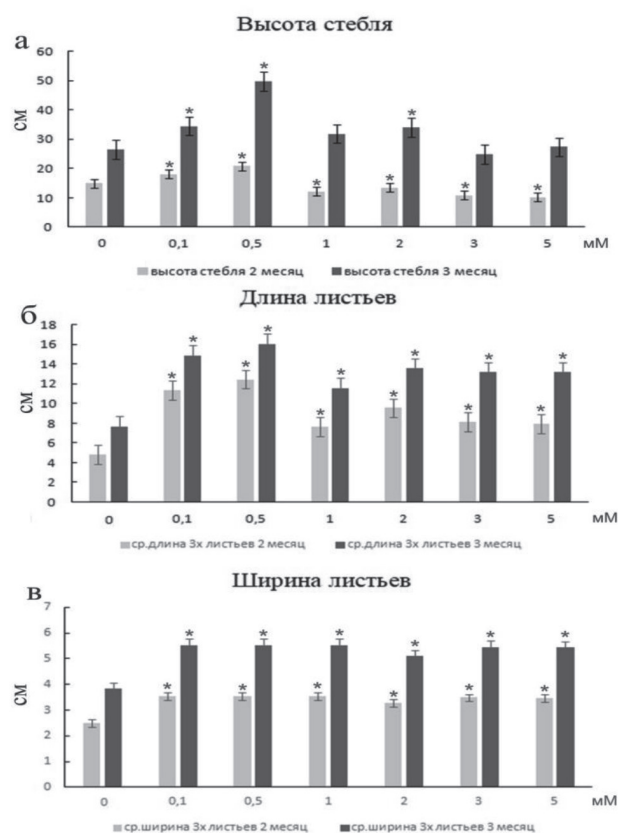


Рис. 2. Морфометрический анализ мутантных растений амаранта поколения  $M_1$ : а – высота стебля через 2 и 3 месяца после посева семян; б – длина 3-х листьев через 2 и 3 месяца после посева семян; в – ширина 3-х листьев через 2 и 3 месяца после посева семян. 0.1; 0.5; 1; 2; 3; 5- концентрация (мМ) азид натрия, использованная для обработки семян. \* -  $p < 0.01$ . У каждого из 15-ти растений ( $n=15$ ) измеряли длину и ширину трех самых крупных листьев.

У растений, индуцированных химическим мутагеном, были получены семена, которые по внешнему виду не отличались от контроля. Далее нами было проведено определение массы 1000 семян амаранта первого ( $M_1$ ) и второго ( $M_2$ ) мутантного поколения. Полученные данные свидетельствуют о том, что использованные нами для мутагенеза концентрации азид натрия не оказали существенного влияния на массу семян амаранта.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Азид натрия является универсальным мутагеном, который можно использовать для мутаге-

неза всех культурных растений, однако в каждом случае должна быть подобрана оптимальная его концентрация. Это должна быть такая концентрация, которая оказывает негативный эффект на всхожесть семян и рост проростков, причем этот эффект складывается из токсического и мутагенного. Этот негативный эффект должен быть сбалансированным, чтобы высокий уровень летальности из-за токсического влияния не приводил к существенному уменьшению числа отбираемых мутантных форм. Судя по всему, такого рода работы с амарантом ранее не проводились, поэтому нами было решено испытать мутагенное действие различных концентраций азида натрия на данную культуру с использованием стандартных протоколов. Нами было показано, что азид натрия оказывает негативный эффект на всхожесть семян амаранта и скорость прорастания. Схожие результаты отмечены в исследованиях [12, 13, 14], что преимущественно связано с токсическим эффектом азид натрия. Снижение всхожести семян при действии мутагена объясняется задержкой или ингибированием физиологических и биологических процессов, дисбалансом фитогормонов [15] и ингибированием митотического процесса [16]. Взаимодействуя с ферментами и ДНК в клетке, азид-анион приводит к возникновению мутаций. Азид-анионы являются сильными ингибиторами цитохромоксидазы, которая, в свою очередь, ингибирует процесс окислительного фосфорилирования. Кроме того, он является мощным ингибитором протонного насоса [17] и изменяет мембранный потенциал митохондрий. Эти действия могут препятствовать биосинтезу АТФ, что может снизить процент всхожести и замедлить скорость прорастания [14]. Таким образом, при проведении опытов по химическому мутагенезу необходимо соблюдение баланса между мутагенным и токсическим действием азид натрия и наилучшим вариантом должен оказаться выбор так называемой полуметальной дозы ( $LD_{50}$ ). Исходя из наших данных, полуметальная доза азид натрия для *A. cruentus* лежит в диапазоне от 0.5 до 1 мМ. Что характерно, именно этот диапазон концентраций азид натрия чаще всего применяется при мутагенезе культурных растений [5, 18].

Проведенный нами последующий морфометрический анализ растений показывает, что увеличение концентрации химического мутагена сказывается отрицательно на параметрах роста, что указывает на нежелательность применения высоких концентраций мутагена для работ по селек-

ции амаранта. Таковыми для амаранта являются концентрации азид натрия выше 5 мМ. Подобные результаты описываются также в работах по мутагенезу пшеницы [19] и ячменя [20].

Индукцированный мутагенез обладает большим потенциалом для генетического улучшения сельскохозяйственных культур. Так, известны результаты по применению азид натрия для химически индуцированного мутагенеза томата. Показано, что наиболее эффективной концентрацией был 4 мМ азид натрия, при котором установлены наилучшие показатели по проценту всхожести, длине корня, высоте ростков, урожайности томата *Lycopersicon esculentum* Mill [10]. С целью устранения морфологических недостатков и выведения линий с улучшенными показателями урожайности в пшенице *Triticum aestivum* L. em. Thell. использовали 0.02% азид натрия [14], а для *Eruca sativa* L. эффективная концентрация мутагена азид натрия составила 3 мМ. При такой концентрации азид натрия, все мутанты характеризовались увеличенной биомассой и имели больший выход сухой массы по сравнению с контрольными растениями [18]. При химическом мутагенезе хлопчатника также было зафиксировано ростстимулирующее влияние азид натрия в концентрации 10 мМ [21]. Похожие результаты были получены и нами на примере *A. cruentus*. Обработка азидом натрия в диапазоне концентраций от 0.1 до 5 мМ приводила к увеличению размеров стебля и листьев, то есть мутаген в данном случае обладал стимулирующим эффектом. Исходя из этого, можно предположить, что именно в этом диапазоне лежит оптимальная концентрация азид натрия для обработки амаранта, при котором следует ожидать появления полезных мутаций. При этом наилучшие ростовые параметры были зафиксированы при использовании концентрации 0.5 мМ, что одновременно входит в диапазон полуметальной дозы для *A. cruentus*.

В зарубежных источниках литературы имеются данные как о положительном [22], так и об отрицательном влиянии азид натрия на массу семян [23]. Так, для определения эффекта мутагена, использованного в различных концентрациях, нами была определена масса 1000 семян амаранта. По массе семян контрольные и опытные растения различались не существенно. В целом лишь во втором поколении было выявлено небольшое увеличение массы семян после обработки азидом натрия в концентрациях 0.1 и 1 мМ (рис. 3). После обработки более высокими концентрациями ази-

да натрия как в первом ( $M_1$ ), так и во втором ( $M_2$ ) поколениях наблюдалось небольшое уменьшение веса семян (рис. 3). Большой интерес представляет дальнейшее исследование семян мутантных форм амаранта, к примеру, жирно-кислотный состав, содержание сквалена, белка и незаменимых аминокислот и т.д.

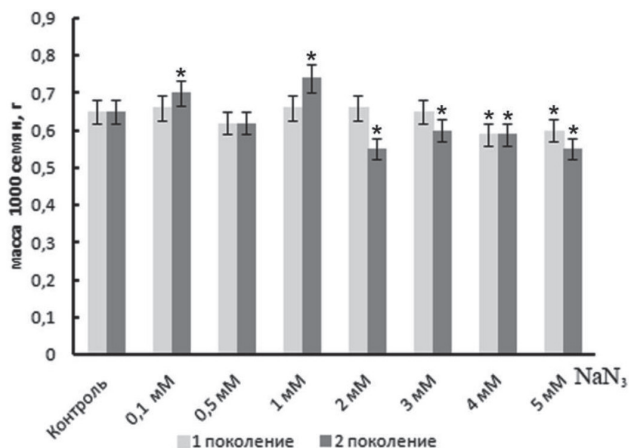


Рис. 3. Масса 1000 семян мутантных растений амаранта первого ( $M_1$ ) и второго ( $M_2$ ) поколения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для эффективного химического мутагенеза амаранта должен быть использован раствор азиды натрия в концентрации от 0.5 до 5 мМ, так как именно в этом диапазоне рост проростков явно замедлялся, однако процент всхожести семян оставался на относительно высоком уровне (не меньше 10%). Можно предполагать, что эффективной будет та концентрация мутагена, которая будет способствовать уменьшению всхожести примерно на 50%. Исходя из этих соображений, в ходе проведенной работы нами была определена оптимальная концентрация азиды натрия для обработки семян амаранта *A. cruentus*, она лежит в диапазоне 0.5-1 мМ. По результатам морфометрического анализа следует, что оптимальная концентрация азиды натрия для *A. cruentus* составляет 0.5 мМ, так как она обладала вдобавок стимулирующим действием на рост вегетирующих растений. Поэтому в дальнейших работах по индуцированному мутагенезу мы предлагаем использовать протокол обработки семян амаранта, который заключается в пятичасовом вымачивании семян в растворе азиды натрия в фосфатном буфере (рН 3), при этом концентрация мутагена должна лежать в диапазоне от 0.5 до 1 мМ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таипова Р.М., Кулуев Б.Р. // Биомика. 2015. Т. 7. № 4. С. 284-299.

2. Рапопорт И.А. Открытие химического мутагенеза. Москва, Наука, 1993, 304 с.

3. Khan S., Al-Qurainy F., Anwar F. // Environ. Int. J. Sci. Tech. 2009. Vol. 4, pp. 1–21.

4. Gruszka D., Szarejko I., Maluszynski M. // Plant Mutation Breeding and Biotechnology. 2008. pp. 159–166.

5. Kumar S. // Journal of Bioscience. 1988. Vol. 13, No.4, pp. 415–418.

6. Papadopoulou K., Melto R.E., Leggett M., Daniels M.J., Osbourn A.E. // Proceedings of the National Academy of Sciences. 1999. Vol. 96, No. 22, pp. 12923–12928.

7. Agata R., Mario R., Linda M., Cristiano P., Giuseppe N., Natale D.F. // Plant science. 2001. Vol. 160, pp. 441–448.

8. Skoric D., Jovic S., Sakac Z., Lecic N. // Canadian Journal of Physiology and Pharmacology. 2008. Vol. 86, No. 4, pp. 215–221.

9. Dyulgerova B. // Journal of Central European Agriculture. 2012. Vol. 13. No. 2, pp. 262–272.

10. Adamu A.K. and Aliyu H. // Scientific World Journal. 2007. Vol. 2, No. 4, pp. 9-12.

11. Вавилов П.П., Грищенко В.В., Кузнецов В.С. Практикум по растениеводству. Москва, Колос, 1983, 352 с.

12. Cheng X. and Gao M. // Environmental and Experimental Botany. 1988. Vol. 28, No. 4, pp. 281-288.

13. Lal G.M., Toms B. and Lal S.S. // Asian Journal of Agricultural Sciences. 2009. Vol. 1, No. 1, pp. 9-11.

14. Srivastava P., Marker S., Pandey P. and Tiwari D.K. // Asian Journal of Plant Sciences. 2011. Vol. 10, No.3, pp. 190-201.

15. Ananthaswamy H.N., Vakil U.K. and Sreenivasan A. // Radiation Botany. 1971. Vol. 11, No.1, pp. 1-12.

16. Sato, M. and Gaul H. // Radiation Botany. 1967. Vol. 7, No. 1, pp. 7-10.

17. Kleinhofs A., Owais W.M. and Nilan R.A. // Mutation Research/Reviews in Genetic Toxicology. 1978. Vol. 55, No.3-4, pp. 165-195.

18. Al-Qurainy F. // World Applied Sciences Journal. 2009. Vol. 7, No. 2, pp. 220-226.

19. Conger B.V. // Radiation Botany. 1973. Vol. 13, No. 6, pp. 375-379.

20. Konzak C.F., Niknejad M., Wickhan I.M. and Donaldson E. // Mutation Research/Genetic Toxicology. 1975. Vol. 30, No. 1, pp. 55-61.

21. Баймухаметова Э.А., Лаштабова С.В., Головина В.Ю., Кимсанбаев О.Х. Кулуев Б.Р. // Биомика. 2017. Т.9. №4. С. 370-379.

22. Animasaun D.A., Oyedeji S, Azeez M.A. and Onasanya A.D. // International Journal of Scientific and Research Publications. 2014. Vol. 4, No. 3, pp. 1-10.

23. Hussain Saddam, Muhammad Khan Wisal, Saleem Khan Muhammad, Akhtar Naveed, Umar

Nosheen, Ali Sajjad, Ahmed Sajjad and Sadaqat Shah Syed. // Pure and Applied Biology. 2017. Vol. 6, No. 1, pp. 226-236.

Башкирский государственный университет  
\*Таипова Р. М., аспирант кафедры биохимии и биотехнологии  
e-mail: Taipova.Ragida@yandex.ru

Bashkir State University  
\*Taipova R. M., postgraduate student of the Department of Biochemistry and Biotechnology  
E-mail: Taipova.Ragida@yandex.ru

Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

Institute of Biochemistry and Genetics - Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences

Кулуев Б. Р., доктор биологических наук, профессор кафедры биохимии и биотехнологии

Kuluev B. R., PhD., DSci., Full Professor, Department of Biochemistry and Biotechnology

## DETERMINATION OF THE OPTIMAL CONCENTRATION OF MUTAGEN SODIUM AZIDE FOR *AMARANTHUS CRUENTUS* L. SEED TREATMENT

R. M. Taipova<sup>1</sup>, B.R. Kuluev<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Bashkir State University

<sup>2</sup> Institute of Biochemistry and Genetics - Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the RAS

**Abstract.** amaranth has prospects in Russia for its wide application as a vegetable, fodder, grain, technical, medicinal and decorative culture. Of great interest is its high nutritional value, due to the increased content of protein, vitamins and minerals, which allows the use of leaves, seeds, and stems of amaranth in cooking, medicine or agriculture. Breeding work on the development of new varieties of amaranth in our country is carried out quite intensively and a large number of domestic varieties of this crop with economically valuable characteristics have been obtained by hybridization and selection methods. However, increasing the genetic diversity of amaranth for breeding purposes remains quite an urgent task, which can be solved, including by using the method of chemically induced mutagenesis. In this work with the help of chemically induced mutagenesis of red amaranth *Amaranthus cruentus* L. (cv. Bagryanny) seeds were used. After their treatment with sodium azide at a concentration of 5 mM, the percentage of germination of amaranth seeds decreased to 6%. From the results of our analysis, it follows that the concentration of sodium azide for the treatment of amaranth seeds should be in the range of 0.5 to 1 mM, since lower concentrations had no effect on seed germination, and higher concentrations had a toxic effect, leading to too high a mortality rate and a significant decrease in the number of seedlings obtained. Treatment of seeds with sodium azide at a concentration of 0.1 to 5 mM had a subsequent growth-stimulating effect on the plants compared to the control, which began to manifest itself in the second month of vegetation in soil conditions. At the same time, the best growth indicators were characteristic of plants obtained after treatment with sodium azide at a concentration of 0.5 mM.

**Keywords:** red amaranth, chemical induced mutagenesis, selection of amaranth, genetic polymorphism

### REFERENCES

1. Taipova R.M., Kuluev B.R., Biomix, Vol. 7, No. 4, pp. 284-299.

2. Rapoport I.A. Otkrytie himicheskogo mutageneza. Moscow, Nauka Publ, 1993, 304 p.

3. Khan S., Al-Qurainy F., Anwar F., Environ. Int. J. Sci. Tech., 2009, Vol. 4, pp. 1–21.

4. Gruszka D., Szarejko I., Maluszynski M., Plant Mutation Breeding and Biotechnology, 2008, pp. 159–166.

5. Kumar S., Journal of Bioscience, 1988, Vol. 13, No.4, pp. 415–418. DOI: 10.1007 / BF02703453
6. Papadopoulou K., Melto R.E., Leggett M., Daniels M.J., Osbourn A.E., Proceedings of the National Academy of Sciences, 1999, Vol. 96, No. 22, pp. 12923–12928. DOI: 10.1073 / pnas.96.22.12923
7. Agata R., Mario R., Linda M., Cristiano P., Giuseppe N., Natale D.F., Plant science, 2001, Vol. 160, pp. 441–448. DOI: 10.1016/S0168-9452(00)00404-0
8. Skoric D., Jovic S., Sakac Z., Lecic N., Canadian Journal of Physiology and Pharmacology, 2008, Vol. 86, No. 4, pp. 215–221. DOI: 10.1139/Y08-008
9. Dyulgerova B., Journal of Central European Agriculture, 2012, Vol. 13, No. 2, pp. 262–272. DOI: 10.5513 / JCEA01 / 13.2.1044
10. Adamu A.K. and Aliyu H., Scientific World Journal, 2007, Vol. 2, No. 4, pp. 9-12. DOI: 10.4314/swj.v2i4.51755
11. Vavilov P.P., Grishchenko V.V., Kuznecov V.S. Praktikum po rastenievodstvu. Moscow, Kolos, 1983, 352 p.
12. Cheng X. and Gao M., Environmental and Experimental Botany, 1988, Vol. 28, No. 4, pp. 281-288. DOI: 10.1016/0098-8472(88)90051-2
13. Lal G.M., Toms B. and Lal S.S., Asian Journal of Agricultural Sciences, 2009, Vol. 1, No. 1, pp. 9-11.
14. Srivastava P., Marker S., Pandey P. and Tiwari D.K., Asian Journal of Plant Sciences, 2011, Vol. 10, No.3, pp. 190-201. DOI: 10.3923 / ajps.2011.190.201
15. Ananthaswamy H.N., Vakil U.K. and Sreenivasan A. // Radiation Botany. 1971. Vol. 11, No.1, pp. 1-12. DOI: 10.1016/S0033-7560(71)91257-9
16. Sato, M. and Gaul H., Radiation Botany, 1967, Vol. 7, No. 1, pp. 7-10.
17. Kleinhofs A., Owais W.M. and Nilan R.A., Mutation Research/Reviews in Genetic Toxicology, 1978, Vol. 55, No.3-4, pp. 165-195.
18. Al-Qurainy F., World Applied Sciences Journal, 2009, Vol. 7, No. 2, pp. 220-226.
19. Conger B.V., Radiation Botany, 1973, Vol. 13, No. 6, pp. 375-379.
20. Konzak C.F., Niknejad M., Wickhan I.M. and Donaldson E., Mutation Research/Genetic Toxicology, 1975, Vol. 30, No. 1, pp. 55-61. DOI:10.1016/0027-5107(75)90252-3
21. Baimuhametova E.A., Lashtabova S.V., Golovina V.Y., Kimsanbaev O.H., Kuluev B.R., Biomics, 2017, Vol. 9, No. 4, pp. 370-379.
22. Animasaun D.A., Oyedeji S, Azeez M.A. and Onasanya A.D., International Journal of Scientific and Research Publications, 2014, Vol. 4, No. 3, pp. 1-10.
23. Hussain Saddam, Muhammad Khan Wisal, Saleem Khan Muhammad, Akhtar Naveed, Umar Nosheen, Ali Sajjad, Ahmed Sajjad and Sadaqat Shah Syed, Pure and Applied Biology, 2017, Vol. 6, No. 1, pp. 226-236. DOI: 10.19045/bspab.2017.60018