

Ю. В. Прищепчик

Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

**ВЛИЯНИЕ ПРАЙМИНГА СЕМЯН ОГУРЦА 5-АМИНОЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТОЙ
НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ
В УСЛОВИЯХ СОЛЕВОГО СТРЕССА**

Отмечено положительное влияние биопрайминга семян огурца 5-аминолевулиновой кислотой (АЛК) на энергию прорастания, длину гипокотилей, длину и вес корней, содержание хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов в растениях, выращенных в условиях солевого стресса (50 мМ NaCl), по сравнению с проростками, не обработанными АЛК.

Ключевые слова: биопрайминг, семена огурца, АЛК, энергия прорастания, морфометрические и морфологические показатели, хлорофилл *a*, *b*, каротиноиды.

Y. V. Prischepchik

Institute of Biophysics and Cell Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

**INFLUENCE OF CUCUMBER SEED PRIMING WITH 5-AMINOLEVULINIC ACID ON SEED VIGOR
AND PLANT DEVELOPMENT UNDER SALT STRESS**

The positive effect of cucumber seed bioprimering with 5-aminolevulinic acid (ALA) on vigor, length of hypocotyl, length and weight of the roots, the content of chlorophyll *a*, *b* and carotenoids in plants grown under salt stress (50 mM NaCl), compared to seedlings not treated with ALA, has been demonstrated.

Keywords: bioprimering, cucumber seed, ALA, salt stress, vigor, morphometric and morphological indicators, chlorophyll *a*, *b*, carotenoids.

Введение. Прайминг – это стимуляция семян растений, за счет которой удается активизировать их прорастание, начальный и последующий рост. Для семян создаются базовые условия в виде высокой влажности и оптимальной температуры. Влажность семян доводится до уровня, близкого к тому, который необходим для реального начала прорастания, но не достигает его, а просто поддерживает процесс. Как только семена достигают состояния, необходимого для прорастания, их высушивают до первоначального уровня влажности и высаживают в емкости с водой. Таким образом, прорастание семян занимает меньше времени, поскольку часть процесса уже пройдена [1].

Если семена высаживают в условиях жары, засухи или обильных осадков, повышенной засоленности почвы (иными словами, в стрессовых условиях), химические процессы в них могут протекать сложнее, чем при минимальном стрессе или его отсутствии. В частности, при выращивании растений в условиях засоления создается осмотический стресс, вследствие чего семена теряют способность получать необходимую для прорастания воду. Также сказывается токсическое влияние ионов Na^+ и Cl^- на прорастающие семена. Это приводит к ингибированию прорастания семян и развития рассады [2]. Прайминг синхронизирует и ускоряет рост проростков, способствуя тем самым более высокой урожайности.

В настоящее время широко распространено предпосевное замачивание семян в растворах различных физиологически активных соединений, которые оказывают положительное действие на всхожесть семян, активируя в них ферменты, расщепляющие запасные органические вещества, используемые зародышем при прорастании [3]. Известно, что предшественник всех циклических (хлорофиллы, гемы, корриноиды) и линейных (билины, фикобилины) тетрапирролов, 5-аминолевулиновая кислота (АЛК), проявляет свойства физиологически активного соединения, ускоряя рост растений. АЛК усиливает синтез цитокининов, что объясняет ее росторегулирующие свойства [4–6].

Цель данной работы – исследование влияния прайминга семян огурца с помощью аминокислоты на всхожесть семян и дальнейшее развитие растений в условиях солевого стресса. Актуальность данной проблемы заключается в практическом обосновании применения данного метода для наилучшего роста растений на ранних стадиях вегетации в неблагоприятных условиях окружающей среды.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования выбран сорт огурца Кураж F1. Это самый распространенный сорт огурцов, который выращивают на приусадебных участках и агрокомбинатах Республики Беларусь. Он отлично растет как в открытом грунте, так и в теплицах. Семена были обработаны протравителем ТМТД (тетраметилтиурамдисульфид), действующим веществом которого является относящийся к классу дитиокарбаматов тирам (400 г/л), который обладает фунгицидным действием.

В опытах использовали водные растворы АЛК (5, 10 мг/л) и NaCl (50 мМ), приготовленные на дистиллированной воде комнатной температуры. Для выращивания растений использовали пластмассовые закрывающиеся емкости, дно которых покрывали фильтровальной бумагой, на которую помещали семена, смоченные соответствующими растворами. Семена огурца замачивали в течение 1 ч в дистиллированной воде (гидропрайминг), часть – в растворах АЛК (биопрайминг) и часть – в растворах NaCl (галопрайминг). Далее семена высушивали при комнатной температуре в течение 1 ч. Семена, прошедшие прайминг в воде, высаживали в емкости с дистиллированной водой, остальные – в емкости с солевым раствором (50 мМ NaCl).

В ходе данного исследования определяли энергию прорастания семян, морфометрические и морфологические показатели 7-дневных проростков. В работе приведены средние значения по каждому показателю. Данные обрабатывали с помощью программного обеспечения SigmaPlot 11.0.

Содержание хлорофиллов (Хл) *a* и *b* и каротиноидов в семядольных листьях проростков, выросших в нормальных и стрессовых условиях, оценивали по спектрам поглощения 85 %-ных ацетоновых экстрактов семядольных листьев (спектрофотометр UVIKON 931, Германия):

$$\text{Хл } a \text{ [мкг}\cdot\text{мл}^{-1}] = 10,3A(663) - 0,918A(644),$$

$$\text{Хл } b \text{ [мкг}\cdot\text{мл}^{-1}] = 19,7A(644) - 3,87A(633),$$

$$\text{каротиноиды [мкг}\cdot\text{мл}^{-1}] = 4,75A(453) - 0,226 (\text{Хл } a + \text{Хл } b),$$

где $A(453)$, $A(644)$ и $A(633)$ – значения оптической плотности при $\lambda = 453$ нм, $\lambda = 644$ нм и $\lambda = 633$ нм соответственно [7]. Содержание фотосинтетических пигментов рассчитывали на 0,05 г сырой массы.

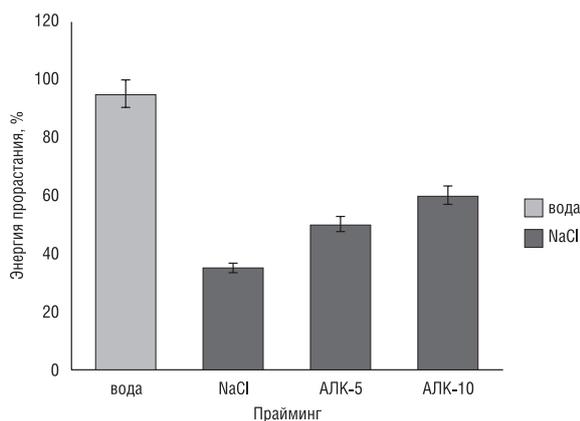


Рис. 1. Энергия прорастания семян огурцов, праймированных в воде, растворах NaCl (50 мМ) и АЛК (5 и 10 мг/л). Семена, праймированные в воде, помещали в емкости с водой, остальные – в емкости с солевым раствором (50 мМ NaCl)

Fig. 1. Energy germination cucumber seeds primed in water solutions of NaCl (50 mM) and ALA (5 and 10 mg/l). Seeds primed in water was placed in a water capacitance, and the rest – with salt solution capacitance (50 mM NaCl)

Результаты и их обсуждение. Гидропрайминг (контрольные растения) оказал положительное влияние на энергию прорастания семян огурца, а также на морфометрические и морфологические показатели 7-дневных проростков, выращенных в нормальных условиях, по сравнению с непраймированными семенами. Галопрайминг и последующее выращивание растений в условиях избыточного засоления, создаваемого 50 мМ NaCl, значительно снизили энергию прорастания (на 35 %), длину гипокотыля (на 52 %), длину (на 52 %) и вес (на 42 %) корня растений огурца по сравнению с контролем. Замачивание семян в растворах АЛК (5 и 10 мг/л), последующее их высушивание и выращивание растений на растворе 50 мМ NaCl оказало положительное воздействие на энергию прорастания семян (143 и 171 % соответственно) по сравнению с семенами, праймированными 50 мМ NaCl и выращиваемыми на этом же растворе (рис. 1). Биопрайминг с АЛК привел также к увеличению длины гипокотыля на 17 и 8 %,

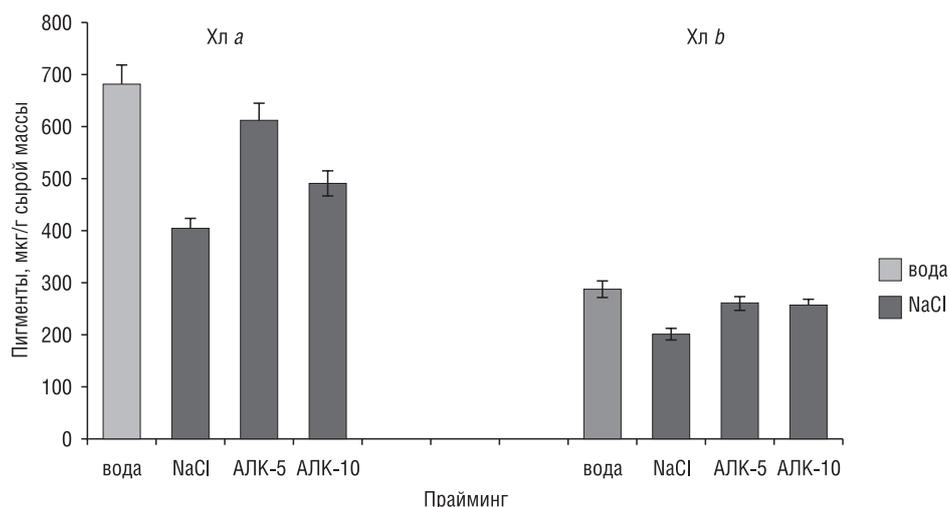


Рис. 2. Содержание Хл *a* и *b* в семядолях 7-дневных проростков огурцов, выросших либо на поверхности воды, либо в растворе NaCl (50 мМ). Прайминг семян проводили в воде, растворах NaCl (50 мМ) и АЛК (5 и 10 мг/л)

Fig. 2. The content of chlorophyll *a* and *b* in the cotyledons of 7-day old cucumber seedlings grown either on a water surface or in a solution of NaCl (50 mM). Seed priming was performed in water, solutions of NaCl (50 mM) and ALA (5 and 10 mg/l)

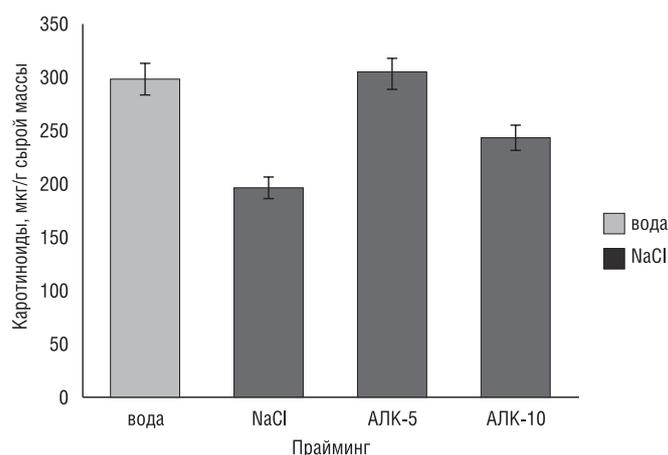


Рис. 3. Содержание каротиноидов в семядолях 7-дневных проростков огурцов, выросших либо на поверхности воды, либо в растворе NaCl (50 мМ). Прайминг семян проводили в воде, растворах NaCl (50 мМ) и АЛК (5 и 10 мг/л)

Fig. 3. The content of carotenoids in the cotyledons of 7-day old cucumber seedlings grown either on a water surface or a solution of NaCl (50 mM). Seed priming was performed in water, solutions of NaCl (50 mM) and ALA (5 and 10 mg/l)

корня – на 19 и 23, веса корня – на 33 и 33 % по сравнению с растениями, семена которых получили обработку NaCl. Обе концентрации АЛК восстанавливали морфологические характеристики растений практически до уровня выращиваемых на воде. Прайминг семян с АЛК (5 мг/л) стимулировал накопление пигментов в семядольных листьях растений, выращиваемых на 50 мМ NaCl, по сравнению с растениями, праймированными NaCl и выращиваемыми на солевом растворе. Так, содержание Хл *a* в растениях, праймированных АЛК, увеличилось на 52 %, Хл *b* – на 30 % (рис. 2), каротиноидов – на 54 % (рис. 3). Таким образом, полученные результаты указывают на возможность применения биопрайминга семян в растворах АЛК для стимулирования их прорастания и улучшения роста культурных растений в стрессовых условиях.

Заключение. Положительное влияние биопрайминга семян в растворах АЛК 5 и 10 мг/л на энергию прорастания и последующий рост растений огурца, выращиваемых в стрессовых условиях, создаваемых засолением (50 мМ NaCl), указывает на возможность применения данного метода с целью стимулирования прорастания семян и улучшения роста культурных растений на ранних стадиях вегетации в стрессовых условиях.

Список использованных источников

1. Овощеводство [Электронный ресурс]. – 2012. – № 11, 12. – Режим доступа: www.ovoshevodstvo.com. – Дата доступа: 27.06.2014.
2. Mohammadi, G. R. The influence of NaCl priming on seed germination and seedling growth of canola (*Brassica napus* L.) under salinity conditions / G. R. Mohammadi // Am.-Eur. J. Agric. & Environ. Sci. – 2009. – Vol. 5 (5). – P. 696–700.
3. Бабенко, О. Н. Влияние предпосевного прайминга на активность нитратредуктазы житника (*Agropyron cristatum* subsp. *kazakhstanicum*) в условиях солевого стресса / О. Н. Бабенко, М. Саги, З. А. Аликулов // Репозиторий Евраз. ун-та имени Л. Н. Гумилева. – Режим доступа: www.repository.enu.kz. – Дата доступа: 19.07.2014.
4. Аверина, Н. Г. Биосинтез тетрапирролов в растениях / Н. Г. Аверина, Е. Б. Яронская. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 224–259.
5. Beale, S. I. Biosynthesis of the tetrapyrrole pigment precursor, 5-aminolevulinic acid, from glutamate / S. I. Beale // Plant Physiol. – 1990. – Vol. 93 (4). – P. 1273–1279.
6. Willows, R. D. Chlorophylls: encyclopaedia of plant and crop science / R. D. Willows, Robert M. Godman, Marcel Dekker. – London, 2004. – P. 258–262.
7. Шлык А. А. Биохимические методы в физиологии растений / А. А. Шлык; под ред. О. А. Павлиной. – М.: Наука, 1971. – С. 154–170.

References

1. "Vegetable", 2012, no. 11, 12, Available at: www.ovoshevodstvo.com, (accessed 06/27/2014).
2. Mohammadi, G. R. (2009) "The influence of NaCl priming on seed germination and seedling growth of canola (*Brassica napus* L.) under salinity conditions", *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, vol. 5 (5), pp. 696–700.
3. Babenko, O., Sagi, M. and Alikulov, Z. A. "Effect of priming on Zhitnik nitratereductase activity (*Agropyron cristatum* subsp. *Kazakhstanicum*) under salt stress", *Repozitorii Evraziiskogo Natsional'nogo universiteta im. L. N. Gumileva* [Repository Evraz. Univ. named after L. N. Gumilyov], Available at: www.repository.enu.kz, (accessed 07/19/2014).
4. Averina, N. G. and Yaronskaya, E. B. (2012) *Biosintez tetrapirrolov v rasteniyakh* [Tetrapyrrole biosynthesis in plants], Belarus. Navuka, Minsk, BY.
5. Beale, S. I. (1990) "Biosynthesis of the tetrapyrrole pigment precursor, 5-aminolevulinic acid, from glutamate", *Plant Physiology*, vol. 93 (4), pp. 1273-1279.
6. Willows, R. D. (2004). "Chlorophylls", in Goodman, Robert M. (ed.) *Encyclopaedia of Plant and Crop Science*. Marcel Dekker, pp. 258–262.
7. Shlyk, A. A. (1971) "Determination of chlorophylls and carotenoids in extracts of green leaves", in Pavlina, O. A. (ed.) *Biokhimicheskie metody v fiziologii rastenii* [Biochemical methods in plant physiology], Nauka, Moscow, RU, pp. 154-170.

Информация об авторе

Прищепчик Юлия Владимировна – мл. науч. сотрудник. Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, Минск, Республика Беларусь). E-mail: yuliya_prishchepchik@mail.ru

Information about the author

Prishchepchik Yuliya Vladimirovna – Junior Researcher. Institute of Biophysics and Cell Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus (Akademicheskaya Str., 27, 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: yuliya_prishchepchik@mail.ru

Для цитирования

Прищепчик, Ю. В. Влияние прайминга семян огурца 5-аминолевулиновой кислотой на энергию прорастания и развитие растений в условиях солевого стресса / Ю. В. Прищепчик // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2016. – № 4. – С. 85–88.

For citation

Prishchepchik Y. V. Influence of cucumber seed priming with 5-aminolevulinic acid on seed vigor and plant development under salt stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, biological series*, 2016, no. 4, pp. 85–88.