

УДК 631.81.033

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОКОНЦЕНТРИРОВАННОГО РАСТВОРА ЭПИКАСТОСТЕРОНА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ НАКОПЛЕНИЯ НИТРАТОВ В РАСТЕНИЯХ

ЛУКЪЯНЧИК И.Д., НИНИЧУК А.А., РЫЖУК Ф.И.
УО «Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина»,
г. Брест, e-mail: idl-27@tut.by

Показано, что предпосевное замачивание семян (салат, редис) или внекорневая обработка на начальных этапах развития растений (руккола) раствором эпикастостерона в концентрации 10^{-7} % приводили к снижению уровня накопления избыточных нитратов в товарной продукции в 1,35–9,66 раза, что более эффективно, чем использование для этих целей запатентованных препаратов Энерген и Циркон.

Введение. Агроценозы более других систем подвержены влиянию стрессовых факторов окружающей среды, которые имеют тенденцию к накоплению. Это хорошо иллюстрирует такой показатель, как содержание нитратов в растениях. В агроценозах их основным источником, помимо всех прочих, являются азотсодержащие минеральные удобрения. Избыточное содержание нитратов в растительном организме делает его непригодным для применения в пищевых целях. Решение данной проблемы предполагает изучение механизмов адаптации растений к нитратному стрессу и разработку технологий повышения резистентности растений к ним.

Среди мероприятий по повышению устойчивости растений к загрязнению почв поллютантами эффективно использование биологически активных веществ гормональной природы, действие которых проявляется в очень низких концентрациях. Среди таких соединений в последние годы приобретают популярность brassinosteroids. Механизмы протекторного действия brassinosteroids в отношении метаболизма нитратов в настоящее время малоисследованы. Имеются свидетельства об индуцировании brassinosteroids синтеза нитратредуктазы и, следовательно, более лучшего протекания процессов нитратредукции в растительных организмах [1]. Данные исследования представляют научный и практический интерес, т.к. проводились в рамках осуществляемой на кафедре зоологии и генетики УО «Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина» НИР с № ГР 20160577 «Теоретико-практические аспекты биологической активности brassinosteroids и стероидных гликозидов на разных уровнях организации биологических систем» (задание ГПНИ на 2016-2020 годы «Химические технологии и материалы», подпрограмма «Биорегуляторы растений»).

Цель работы – провести оценку нитратопротекторной активности раствора эпикастостерона в концентрации 10^{-7} % в отношении группы овощных культур с максимальным уровнем накопления нитратов: салата посевного, рукколы посевной и редиса.

Материалы и методика исследований. Полевые исследования проводились в течение 2016–2018 г. на базе отдела агробиологии Центра экологии Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина. Закладка полевого опыта проводилась с использованием методик Доспехова Б.А. [2]. Объект исследования – раствор эпикастостерона (далее ЭК) в концентрации 10^{-7} %. Спиртовой раствор любезно предоставлен лабораторией химии стероидов ГНУ «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси». В качестве стандарта в опытах с салатом и рукколой использовали препараты торговых марок Циркон и Энерген. Тест-объектами вы-

ступали зеленные культуры салат (*Lactuca sativa* L.) сорта Ералаш (опыт 2016 г.), руккола (*Eruca sativa* Mill.) сорта Радиата (опыт 2017 г.) и редис (*Raphanus sativus* L.) сорта Заря (опыт 2018 г.) (сорта предварительно отобраны как наиболее чувствительные к накоплению нитратов). Воздействие на растения – предпосевное замачивание в растворах семян салата (на 1 час) и редиса (на 2 часа), у рукколы проводилось опрыскивание растений на стадии 4 листьев. Контроль – вода. Схема внесения нитратов – четырехкратный полив растений в период вегетации раствором карбамида (мочевины) (4 г/л). Стандартно допустимая норма накопления нитратов для салата и редиса – 1500 мг/кг, рукколы – 2000 мг/кг).

Статистическая обработка результатов велась с использованием программы Microsoft Excel. Для оценки достоверности различий применялся критерий Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты исследований, которые представлены в таблице 1, показали, что внесение повышенной дозы мочевины в период вегетации приводило к увеличению уровня накопления нитратов в культурах в разные годы по сравнению с максимально допустимой нормой на 73 % (у салата, 2016 г.), на 124,6 % (у редиса) и максимально – на 200,6 % – у рукколы. При этом предпосевная (или ранневегетационная) обработки как препаратами торговых марок, так и раствором ЭК, достоверно снижали уровень накопления нитратов по отношению к контролю. Сравнительный анализ эффективности видов обработок показал, что для каждой тестируемой культуры наибольшую нитратопротекторную активность проявил раствор ЭК в концентрации 10^{-7} %: уровень нитратов в вегетативной массе сорта Радиата (415 мг/кг) снижался на 89,6 % по отношению к контролю (4012 мг/кг), в вегетативной массе салата сорта Ералаш (опыт – 1500 мг/кг, контроль – 2600 мг/кг) – на 42,4 %, в корнеплодах редиса сорта Заря (опыт – 2490 мг/кг, контроль – 3370 мг/кг) – на 26,2 %.

Таблица 1 – Уровень накопления нитратов в листьях салата, рукколы и корнеплодах редиса после обработки семян (или розетки) регуляторами роста

Вид культуры	Вид раствора	Стандартно допустимая норма, мг/кг	Уровень накопления нитратов, мг/кг, $x \pm m$	Отклонение от стандартно допустимой нормы, %	Отклонение от контроля, %
Салат сорта Ералаш	Контроль (вода)	1500	2600,0 \pm 10,1	+ 73,3	0
	Стандарт 1 (Энерген, 10^{-4} %)		2407,5 \pm 11,3	+ 60,5	-9,1
	Стандарт 2 (Циркон, 10^{-2} %)		1880,0 \pm 9,8	+ 25,3	-29,0
	Эпикастостерон 10^{-7} %		1500,0 \pm 8,5	0	-43,4
Руккола сорта Радиата	Контроль	2000	4012,0 \pm 10,1	+200,6	0
	Стандарт 1 (Энерген, 10^{-4} %)		3617,0 \pm 5,6	+180,9	-10,0
	Стандарт 2 (Циркон, 10^{-2} %)		2975,0 \pm 7,8	+148,8	-25,0
	Эпикастостерон 10^{-7} %		415,0 \pm 8,5	-20,8	-89,6
Редис сорта Заря	Контроль	1500	3370,0 \pm 12,0	+124,6	0
	Эпикастостерон 10^{-7} %		2490,0 \pm 11,4	+66,0	-26,0

Если сравнить величины уровней накопления нитратов со стандартно допустимой нормой, то в эксперименте с салатом при использовании раствора ЭК наблюдалось приведение показателя к этой норме, а в опыте с рукколой – достоверно значимое снижение норматива на 20,8 %.

Эффективность использования запатентованных препаратов торговой сети оказалась ниже, чем раствора ЭК в концентрации 10^{-7} %, при этом большей нитратопротекторной активностью обладал Циркон: снижение уровня накопления по отношению к контролю составило 29,0 % для салата и 25 % – для рукколы. При использовании Энергена данные показатели соответственно составили 9,1 % и 10,0 %.

Заключение. Полученные в ходе исследования результаты показали, что предпосевное замачивание семян или внекорневая обработка на начальных этапах развития раствором эпикастостерона в концентрации 10^{-7} % усиливали адаптацию исследуемых культур к избыточному внесению азотных удобрений: уровень нитратов в вегетативной массе рукколы сорта Радиата снижался на 89,6 % (или в 9,66 раза) по отношению к контролю, в вегетативной массе салата сорта Ералаш – на 42,4 % (в 1,73 раза), в корнеплодах редиса сорта Заря – на 26,2 % (в 1,35 раза). Использование препаратов Энерген и Циркон оказалось менее эффективным.

Результаты могут быть использованы для разработки агротехнических мероприятий по снижению накопления нитратов у сельскохозяйственных растений, которые относятся к культурам с максимальной способностью аккумулировать ионы NO^{-2} .

Литература.

1. Хрипач, В.А. Перспективы практического применения брассиностероидов – нового класса фитогормонов / В.А. Хрипач [и др.] // С.-х. биология. – 1995. – №1. – С. 3.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

It is shown that presowing soaking of seeds (lettuce, radish) or foliar treatment at the initial stages of plant development (arugula) with epicastosterone solution at a concentration of 10^{-7} % led to a decrease in the level of accumulation of excess nitrates in commercial products by 1.35–9.66 times, which is more effective than the use of patented Energen and Zircon preparations for these purposes