

УДК 631.811.98:635.649:631.234(470.2)

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА ЭПИН-ЭКСТРА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЛАДКОГО ПЕРЦА (*CAPSICUM ANNUUM L.*) В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

© 2013 г. Н.П. Будыкина, Т.Г. Шибяева, А.Ф. Титов

*Институт биологии Карельского научного центра РАН*

*185910 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11, Россия*

*E-mail: kharkina@krc.karelia.ru*

Поступила в редакцию 30.10.2012 г.

Показано, что предпосевная обработка семян и последующее опрыскивание рассады и вегетирующих растений сладкого перца (*Capsicum annuum L.*) препаратом эпин-экстра – синтетическим аналогом стероидного фитогормона 24-эпибрассинолида – способствовали увеличению всхожести семян, активации роста и развития рассады и повышению холодоустойчивости растений. Благодаря стимуляции роста и генеративного развития, а также повышению устойчивости растений препарат значительно увеличивал ранний и общий урожай плодов сладкого перца в пленочных теплицах в условиях Северо-Запада России. Установлена высокая эффективность применения эпина-экстра как отдельно, так и в сочетании с хелатированным микроэлементным комплексом – препаратом цитовит.

*Ключевые слова: препарат эпин-экстра, сладкий перец (Capsicum annuum L.), защищенный грунт, Северо-Запад России.*

### ВВЕДЕНИЕ

В последние годы увеличился интерес к биорациональным экологически безопасным и высокоэффективным препаратам, действие которых связано со стимуляцией защитных сил и резервов продуктивности самого растения, его устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды [1–3]. Одним из зарегистрированных и доведенных до стадии практического применения препаратов, стимулирующих адаптивные реакции растения, является эпин-экстра, действующее вещество которого – высокоочищенный 24-эпибрассинолид, синтезированный по оригинальной методике с использованием нанотехнологий [4]. Эпин-экстра воспроизводит действие натурального компонента всех растительных клеток – фитогормона из группы брассиностероидов (БС). Он стимулирует рост и развитие растений, ускоряет созревание плодов, повышает устойчивость к различным стрессорам (засухе, избыточной влажности почвы, засолению, низким и высоким температурам), что приводит к увеличению урожайности сельскохозяйственных

культур [5]. Настоящий этап исследования перспектив применения эпина-экстра в растениеводстве связан с расширением спектра сельскохозяйственных культур, в отношении которых он может быть эффективен, и изучением действия данного препарата в различных почвенно-климатических условиях.

Защищенный грунт на Северо-Западе России, с учетом фермерских и личных подсобных хозяйств, представлен главным образом пленочными (обогреваемыми и необогреваемыми) теплицами. Около 80% этих площадей заняты культурой огурца, 15% – томата и только на 5% площадей выращивают сладкий перец, считающийся низкорентабельной культурой. Главной причиной того, что эту высококалорийную культуру выращивают в очень ограниченных объемах, является недобор урожая из-за часто складывающихся в пленочных теплицах неблагоприятных условий (резкие перепады суточных температур в мае – начале июня, высокая солнечная активность в летние месяцы, приводящая к повышению температуры воздуха и перегреву растений в период массового цветения).

Цель работы – оценка эффективности препарата эпин-экстра на растениях сладкого перца, выращиваемого в весенних пленочных теплицах в условиях Северо-Запада России (на примере Карелии).

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Опыты проводили на сладком перце (*Capsicum annuum* L.) сорта Нежность в пленочных теплицах, находящихся на территории Агробиологической станции Института биологии Карельского научного центра РАН, а также в камерах искусственного климата. Препарат эпин-экстра (д.в. 24-эпибрасинолид 0.025 г/л) применяли отдельно и в сочетании с хелатированным микроэлементным комплексом – препаратом цитовит. Препараты созданы и производятся ННПП “НЭСТ М” (Москва) [6, 7].

Три партии семян замачивали в воде (контроль), растворе эпина-экстра ( $2.5 \cdot 10^{-6}$  % д.в.) или в смеси растворов эпина-экстра ( $2.5 \cdot 10^{-6}$  % д.в.) и цитовита (1 мл препарата/л) (расход – 1 л рабочего раствора/кг семян) в течение 3 ч при 25°C.

*Опыт 1.* Семена каждой партии промывали водой, переносили в чашки Петри на фильтровальную бумагу и, разделив на две группы, проращивали при температуре 25 и 15°C. Энергию прорастания семян учитывали на 7-е сут после замачивания, всхожесть – на 15-е сут. На 15-е сут также измеряли длину корня и гипокотили проростка.

*Опыт 2.* Семена контрольной партии и обработанные раствором эпина-экстра промывали водой и высевали на школку (22 марта) в наполненные питательной смесью кюветы. Школку выращивали в камере искусственного климата при 25°C, освещенности 15 клк и фотопериоде 12 ч. На 23-и сут от всходов сеянцы пикировали в полиэтиленовые контейнеры, наполненные питательной смесью, и выращивали в отапливаемой пленочной теплице при 26/20°C (день/ночь), освещенности 15 клк (при досвечивании лампами ДРЛФ–400) и фотопериоде 14 ч. На 51-е сут рассаду из семян, обработанных эпин-экстра, опрыскивали 5 мл раствора эпина-экстра ( $5 \cdot 10^{-5}$  % д.в.). Контрольную рассаду опрыскивали водой. После этого растения помещали на 10 сут в отапливаемую теплицу при температуре 12–14°C/9–10°C (день/ночь) и естественном освещении, имитируя естественные температурные условия, возможные в пленочной теплице в середине мая. О холодостойкости растений суди-

ли на 1–7-, 9- и 10-е сут по температуре гибели 50% клеток палисадной паренхимы листьев ( $LT_{50}$ , °C), высечки из которых промораживали в термоэлектрическом микрохолодильнике в течение 40 мин с последующей оценкой жизнеспособности клеток под световым микроскопом [8].

*Опыт 3.* Семена каждой партии промывали водой и высевали на школку (22 марта) в наполненные питательной смесью кюветы. Школку выращивали в камере искусственного климата при 25°C, освещенности 15 клк и фотопериоде 12 ч. На 23-е сут от всходов сеянцы пикировали в полиэтиленовые контейнеры, наполненные питательной смесью, и выращивали в отапливаемой пленочной теплице при температуре 26/20°C (день/ночь), освещенности 15 клк (при досвечивании лампами ДРЛФ–400) и фотопериоде 14 ч. На 51-е сут (за 5 сут до пересадки) рассаду обрабатывали эпин-экстра ( $5 \cdot 10^{-5}$  % д.в.) или эпин-экстра в комбинации с цитовитом (1мл/л) путем опрыскивания, расходуя 5 мл на растение. Обработку рассады проводили в соответствии с использованным для обработки семян раствором. Контрольную рассаду опрыскивали водой. В возрасте 56 сут рассаду высаживали в пленочную теплицу по 4.5 растения/м<sup>2</sup>. Через 25 сут после посадки (на 80-е сут от всходов) обработку препаратами повторяли, используя растворы тех же концентраций в количестве 15 мл раствора на одно растение. Контрольные растения опрыскивали водой.

Система питания растений соответствовала рекомендациям по агротехнике возделывания сладкого перца в весенне-летнем обороте [9]. Подкормки растений проводили по результатам агрохимического анализа почвы дробным способом в сочетании с поливом. В ходе вегетации растений в теплице непрерывно регистрировали температуру и периодически влажность воздуха и почвы.

По завершению рассадного периода (56 сут) измеряли высоту растений и учитывали сырую массу растения и его органов (листьев, стеблей с черешками, корней). О развитии растений судили на основании фенологических наблюдений. Через 25 сут после посадки подсчитывали число генеративных органов (бутонов, цветков, завязей, плодов). Ранний урожай учитывали в течение первых 15 сут плодоношения, общий урожай – за весь период плодоношения. Плоды убирали в фазе технической спелости.

Повторность при определении всхожести семян – двукратная, в одном варианте – 50 семян, при снятии биометрических показателей – четырехкратная (по 10 учетных растений в повторно-

сти), при определении холодоустойчивости – шестикратная, при учете урожая – четырехкратная на площади учетной делянки 5 м<sup>2</sup>. Опыты проводили в 2010 и 2011 гг. В таблицах представлены средние величины (за 2 года) и их стандартные отклонения. О достоверности различий между вариантами судили с помощью *t*-критерия Стьюдента при  $P \leq 0.05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование показало, что препарат эпин-экстра увеличивал энергию прорастания и всхожесть семян, а также стимулировал рост проростков как при оптимальной температуре (25°C), так и при 15°C (табл. 1). В условиях пониженной температуры его стимулирующий эффект был выражен сильнее. При 15°C энергия прорастания и всхожесть семян, обработанных препаратом, увеличились по сравнению с контролем в 15 и 4.8 раза соответственно, а абсолютные величины были сопоставимы с таковыми у контрольных семян при температуре 25°C. Длина гипокотыля и корня увеличилась в 5 и 8 раз соответственно.

При совместной обработке семян эпином-экстра и цитовитом стимулирующее действие препаратов было еще более выраженным. При температуре 15°C наблюдали увеличение энергии прорастания и всхожести семян по сравнению с контролем в 20 и 5.5 раза соответственно. По длине гипокотыля и корня проростки, обработанные эпином-экстра и цитовитом при температуре 15°C, не отличались от контрольных проростков, выращенных при температуре 25°C.

Обработка семян раствором эпина-экстра вызвала более активный рост и развитие расса-

ды. Первая пара настоящих листьев появлялась на 2 сут раньше, при обработке эпином-экстра и цитовитом – на 3 сут раньше, чем в контроле. У растений опытных вариантов на 4–5 сут быстрее наступали фазы бутонизации, цветения и плодообразования. Отмечено стимулирующее действие эпина-экстра на высоту центрального побега. В период массового цветения растения, выращенные из обработанных эпином-экстра семян, по высоте превосходили контрольные растения на 21%, обработанных эпином-экстра и цитовитом – на 33%.

Двукратное применение эпина-экстра (обработка семян и рассады за 5 сут до высадки в теплицу) положительно отразилось на качестве рассады. Биомасса растений увеличилась на 25% по сравнению с контролем, причем наиболее значительным (на 33%) было увеличение биомассы корней (табл. 2). По высоте опытная рассада превосходила контрольную на 14%, также препарат ускорил переход растений к цветению. Обработка растений эпином-экстра совместно с цитовитом не приводила к дополнительному эффекту.

Выявленное в опытах влияние эпина-экстра или его сочетания с цитовитом на энергию прорастания, всхожесть семян, рост и развитие рассады сладкого перца имеет важное практическое значение, т. к. сладкий перец на ранних этапах онтогенеза характеризуется медленным ростом и развитием [10]. Массовые всходы у него появляются через 2 нед, от фазы всходов до первой пары настоящих листьев проходит не менее 30 сут, а от всходов до бутонизации – 60–70 сут. Показанное ускорение роста растений сладкого перца после обработки эпином-экстра согласуется с данными литературы о стимулирующем эффекте БС на рост растений, в основе которого лежит

**Таблица 1.** Влияние эпина-экстра на энергию прорастания, всхожесть семян и ростовые показатели 15-суточных проростков сладкого перца сорта Нежность при температуре 15 и 25°C

Вариант	Энергия прорастания		Всхожесть		Длина, см			
	%				корня		гипокотыля	
	Температура воздуха, °C							
	15	25	15	25	15	25	15	25
Обработка водой (контроль)	3	26	13	67	0.3±0.1	3.1±0.1	0.4±0.1	2.8±0.1
Эпин-экстра	45*	75*	63*	81*	2.4±0.2*	4.3±0.2*	2.1±0.1*	3.3±0.1*
Эпин-экстра + цитовит	60*	84*	71*	90*	3.1±0.2*	5.4±0.3*	2.7±0.2*	4.2±0.2*

\* Различия с контролем достоверны при  $P \leq 0.05$ . То же в табл. 2–5.

**Таблица 2.** Влияние эпина-экстра на рост и развитие рассады сладкого перца сорта Нежность (перед высадкой в теплицу)

Вариант	Высота растений, см	Фаза развития	Биомасса, г сырой массы/растение			
			листья	стебли	корни	растение
Обработка водой (контроль)	31.0±2.1	Начало бутонизации	18.2±1.4	15.2±0.9	19.2±1.1	52.6±3.6
Эпин-экстра	35.2±2.4	Начало цветения	22.7±1.6*	17.1±0.8	25.6±1.6*	65.4±5.6*
Эпин-экстра + цитовит	36.8±2.6*	Начало цветения	25.4±1.8*	17.9±0.7	26.4±1.8*	69.7±5.9*

активация под их влиянием метаболических процессов [11–13].

Изучение динамики холодоустойчивости показало, что у растений, обработанных эпином-экстра на стадии семян и в фазе рассады, через 2 сут от начала действия низких температур холодоустойчивость достоверно увеличивалась, затем отмечено ее дальнейшее повышение с достижением максимума на 5-е сут (табл. 3). За этот период величина прироста устойчивости клеток листьев к охлаждению в течение 40 мин составила 1.4°C. В дальнейшем холодоустойчивость в течение 1 нед монотонно снижалась, и к концу 12-х сут она возвращалась к исходному уровню. В контрольном варианте в течение первых 2–3-х сут также было отмечено повышение холодоустойчивости клеток, вызванное действием низких температур, после чего у контрольных растений, в отличие от опытных, эффект холодовой закалки исчезал. На 5–9-е сут низкотемпературного воздействия у контрольных растений появлялись визуально фиксируемые признаки холодового повреждения в виде хлороза, затем засыхания краев листьев и потери тургора верхними листьями.

Установлено, что рассада, обработанная эпином-экстра, и особенно совместно с цитовитом, после высадки в пленочную теплицу в конце мая, когда среднесуточная температура часто опуска-

лась до 13–15°C, хорошо приживалась, а с повышением температуры побеги быстро росли и переходили к цветению. В то же время контрольные растения укоренялись медленнее, имели бледно-зеленую окраску листьев, отставали в росте побегов, позднее переходили к цветению и плодоношению. Таким образом, результаты, полученные на культуре сладкого перца, подтвердили адаптогенный эффект препарата эпин-экстра, установленный авторами ранее на редисе, листовом салате, столовой свекле, моркови и цветной капусте при их весеннем выращивании, когда ночная температура воздуха меняется от 6 до 13°C [14].

Способность эпина-экстра увеличивать холодоустойчивость растений в условиях действия низких положительных температур может быть связана со значительными изменениями содержания фитогормонов и их баланса [3, 15, 16]. Это является одним из механизмов переключения функциональной активности клеток с программы обычного развития (ростовой и онтогенетической) на адаптивную, а после прекращения действия холодового стресса – к обратному переключению программ и стимулированию ростовых и репродуктивных процессов [17].

Таким образом, для увеличения холодоустойчивости растений можно рекомендовать достаточно эффективный и сравнительно дешевый способ

**Таблица 3.** Влияние эпина-экстра на холодоустойчивость растений сладкого перца сорта Нежность

Вариант	Устойчивость клеток листьев к 40-минутному промораживанию (ЛТ <sub>50</sub> ), °C							
	Время после обработки, сут							
	1	2	3	4	5	7	9	10
Обработка водой (контроль)	2.4±0.1	2.9±0.1	2.6±0.1	2.3±0.1	пожелтение краев листьев	потеря тургора верхних листьев	засыхание краев листьев	угнетение растений
Эпин-экстра	2.4±0.1	3.0±0.2	3.2±0.1*	3.5±0.1*	3.8±0.1	3.5±0.1	3.2±0.1	2.9±0.1

**Таблица 4.** Влияние эпина-экстра (двукратная обработка: семена и рассада) на плодообразование у растений сладкого перца сорта Нежность в условиях пленочной теплицы (через 25 сут после посадки)

Вариант	Число генеративных органов (в расчете на одно растение)				
	всего, шт.	опавшие завязи		завязавшиеся плоды	
		шт.	доля от исходного числа генеративных органов, %	шт.	доля от исходного числа генеративных органов, %
Обработка водой (контроль)	15.2±1.0	7.0±0.5	47	8.3±0.5	53
Эпин-экстра	18.4±1.2*	5.1±0.3*	28*	13.2±1.1*	72*
Эпин-экстра + цитовит	20.3±1.4*	4.3±0.3*	20*	16.2±1.2*	80*

**Таблица 5.** Влияние эпина-экстра (трехкратная обработка: семена, рассада, вегетирующие растения) на урожайность сладкого перца сорта Нежность в условиях пленочной теплицы в весенне-летнем обороте

Вариант	Дата первого сбора урожая	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		Средняя масса плода, г
		ранняя	общая	
Обработка водой (контроль)	18.06	1.3±0.1	5.0±0.2	48.6±2.4
Эпин-экстра	15.06	1.7±0.2*	6.9±0.4*	54.2±3.0*
Эпин-экстра + цитовит	15.06	2.0±0.2*	7.7±0.3*	59.1±4.7*

предпосевной обработки семян или рассады препаратом эпин-экстра. В отличие от него предлагаемый для этих целей способ предварительного закаливания проростков или сеянцев низкими температурами [18] является гораздо более сложным и затратным.

Наиболее уязвимым периодом для сладкого перца, наряду с началом роста побегов (период пересадки растений в пленочную теплицу), является цветение и завязывание плодов. Известно, что перец имеет большие потенциальные возможности в плане плодоношения, однако доля их реализации очень низка (до 45%). Основная причина потери урожая – опадение бутонов, цветков и завязей при температуре 35°C и выше в сочетании с недостаточной влажностью воздуха и почвы в пленочных теплицах [10].

Изучение влияния эпина-экстра на генеративную сферу сладкого перца показало, что двукратная обработка (семян и рассады) одним эпином-экстра или в сочетании с цитовитом стимулировала образование генеративных органов (на 21 и 34% к контролю соответственно), уменьшала опадение бутонов и цветков и увеличивала число завязавшихся плодов (на 59 и 95% соответственно) (табл. 4). При этом процесс активного плодообразования у растений опытных вари-

антов отмечен в ходе всей вегетации, в т. ч. и при повышении температуры воздуха в дневные часы в теплице до 35°C и выше.

Стимуляция цветения и завязываемости плодов препаратом эпин-экстра или эпином-экстра в комбинации с цитовитом способствовали ускорению начала плодоношения и увеличению урожайности сладкого перца. У растений, трехкратно обработанных эпином-экстра или эпином-экстра совместно с цитовитом (семена, рассада и вегетирующие растения), сбор плодов начался на 3 сут раньше по сравнению с контролем. Соответственно, и урожайность у них была больше: ранняя – на 31 и 54%, за весь период плодоношения – на 38 и 54%, средняя масса плода больше на 12 и 22% (табл. 5). При двукратной обработке эпином-экстра (семена и рассада) ранняя урожайность достоверно не отличалась от таковой у растений, подвергшихся трехкратной обработке, но общая урожайность была меньше на 18%, в то же время превышая контроль на 20%.

Таким образом, полученные результаты однозначно указывали на то, что эпин-экстра способен повышать холодоустойчивость растений сладкого перца, стимулировать его рост и развитие, в т. ч. при действии низких положительных температур в начале вегетации растений, а также улучшать

плодообразование и увеличивать урожайность в условиях высоких температур, что позволяет высаживать рассаду сладкого перца в весенние пленочные теплицы в условиях Северо-Запада России в конце мая (на 2 нед раньше установленного срока), несмотря на низкие среднесуточные температуры и резкие изменения температуры в ночной период.

Сопоставление эффективности отдельного применения эпина-экстра и в сочетании с препаратом цитовит показало, что совместное применение препаратов было более эффективным для повышения энергии прорастания и всхожести семян и увеличения средней массы плода, ранней и общей урожайности.

## ВЫВОДЫ

1. Проведенное исследование позволило выявить определенные закономерности в действии синтетического аналога brassinosterоида – препарата эпин-экстра на растения сладкого перца в защищенном грунте в условиях Северо-Запада России. Установлено, что обработка семян эпин-экстра активизировала процесс прорастания, повышала всхожесть семян, стимулировала рост гипокотыля и корней, причем в условиях низких температур стимулирующий эффект был выражен сильнее.

2. Двукратная обработка семян и рассады (за 5 сут до высадки в теплицу) эпин-экстра положительно влияла на качество рассады. Препарат стимулировал процесс бутонизации и цветения, увеличивал высоту растений и накопление биомассы надземной части и корневой системы, повышал устойчивость растений к пониженным температурам. Эпин-экстра оказывал пролонгированное действие на генеративную сферу сладкого перца: усиливал образование генеративных органов и снижал опадение завязей, ускорял и повышал плодообразование не только при оптимальных температурах, но и при действии высоких температур в пленочной теплице.

3. Установлено положительное действие эпина-экстра на урожайность сладкого перца в весенних пленочных теплицах за счет активизации ростовых и репродуктивных процессов и повышения устойчивости растений к низким и высоким температурам. Наилучшие результаты получены при использовании эпина-экстра в комбинации с хелатированным микроэлементным комплексом – препаратом цитовит.

4. Полученные результаты могут быть использованы при разработке приемов рационального применения препарата эпин-экстра на сладком перце в весенних пленочных теплицах в условиях Северо-Запада России, что позволит повысить его урожайность, снизив негативные последствия действия неблагоприятных факторов среды (в первую очередь неблагоприятных температур) и увеличить объемы выращивания этой востребованной культуры.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корзинников Ю.С., Петров М.Ю., Голубев В.Н., Голованова Е.Н. Биорегуляторы биоценологических взаимодействий и их применение // Сел.-хоз. биология. 2005. № 5. С. 24–27.
2. Прусакова Л.Д., Чижова С.И. Применение brassinosterоидов в экстремальных условиях // Агрохимия. 2005. № 7. С. 87–94.
3. Kagale S., Divi U.K., Krochko J.E., Keller W.A., Krishna P. Brassinosteroid confers tolerance in *Arabidopsis thaliana* and *Brassica napus* to a range of abiotic stress // Planta. 2007. V. 225. P. 353–364.
4. Чепраков А.В., Филатов М.А., Лукашов Н.В., Малеванная Н.Н. Способ получения 24-эпибрассинолида: Пат. 2272044, РФ // Б.И. 2006. № 8. С. 1.
5. Полифункциональность действия brassinosterоидов (сборник научных трудов). М.: ННПП НЭСТ М, 2007. 357 с.
6. Малеванная Н.Н. Brassinosterоиды – новый класс фитогормонов плейотропного действия // Полифункциональность действия brassinosterоидов. Там же. С. 5–77.
7. Малеванная Н.Н. Цитовит – это большой урожай, ранний, полезный и вкусный // Новый садовод и фермер. 2004. № 2. С. 34.
8. Дроздов С.Н., Курец В.К., Будыкина Н.П., Балагурова Н.И. Определение устойчивости растений к заморозкам // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Л.: Наука, 1976. С. 222–228.
9. Тараканов Р.И., Борисов Н.В., Климов В.В. Овощеводство защищенного грунта. М.: Колос, 1982. С. 238–242.
10. Гикало Г.С. Перец. М.: Колос, 1982. 74 с.
11. Felner M. Recent progress in brassinosteroid research: hormone perception and signal transduction // Brassinosteroids: bioactivity and crop productivity / Eds. Hayat S., Ahmad A. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 2003. P. 69–86.
12. Хайят Ш., Ядав С., Али Б., Ахмад А. Взаимодействие окиси азота и brassinosterоидов при их влиянии на

- фотосинтез и антиоксидантную систему томата // Физиология растений. 2010. Т. 57. № 2. С. 224–233.
13. *Ali B., Hayat S., Hasan S.A., Ahmad A.* Effect of root applied 28-homobrassinolide on the performance of *Lycopersicon esculentum* // *Sci. Hortic.* 2006. V. 110. P. 267–273.
14. *Будыкина Н.П., Алексеева Т.Ф., Хилков Н.И.* Оценка эффективности действия препарата эпин-экстра на овощных культурах // Полифункциональность действия brassinosteroidов. М.: НЭСТ М, 2007. С. 155–172.
15. *Авальбаев Ф.М., Безрукова М.В., Шакирова Ф.М.* Влияние brassinosteroidов на гормональный баланс в проростках пшеницы // Докл. РАН. 2003. Т. 391. № 3. С. 413–415.
16. *Прусакова Л.В., Малеванная Н.Н., Белопухов С.Л., Вакуленко В.В.* Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами // *Агрехимия.* 2005. № 11. С. 76–86.
17. *Титов А.Ф., Таланова В.В.* Устойчивость растений и фитогормоны. Петрозаводск: Карел. научн. центр РАН, 2009. 206 с.
18. *Сысоева М.И., Марковская Е.Ф., Харькина Т.Г.* Современные подходы к выращиванию растений в условиях защищенного грунта (обзор) // *Сел.-хоз. биология.* 2001. № 3. С. 96–98.

## **Effects of Epin-Extra on the Growth, Development, and Yield of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.) in Greenhouses of Northwestern Russia**

**N.P. Budykina, T.G. Shibaeva, A.F. Titov**

*Institute of Biology, Karelian Scientific Center, Russian Academy of Sciences,  
ul. Pushkinskaya 11, Petrozavodsk, Karelia, 185610 Russia  
E-mail: kharkina@krc.karelia.ru*

The treatment of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) with Epin-extra (a synthetic analogue of the steroid phytohormone 24-epibrassinolide)—dressing of seeds and spraying of seedlings before transplantation and plants at the beginning of flowering—promoted seed germination, improved the quality of transplants and increased the cold tolerance of plants. Epin-extra stimulated the vegetative growth and generative development and improved the resistance to temperature stress, which increased the early and total fruit yield of treated plants under conditions of plastic greenhouses in the northwestern Russia. Benefits of the combined treatment of seeds and plants with Epin-extra and Citovit (chelated micronutrient fertilizer) have been shown.

*Key words: Epin-extra, sweet pepper (Capsicum annuum L.), plastic greenhouse, northwestern Russia.*