

Эффективность применения и перспективы использования регуляторов роста растений комплексного действия в агротехнологиях сельскохозяйственных культур

Приведена классификация и механизм действия регуляторов роста растений различной химической природы, их роль в повышении устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды, данные по влиянию регуляторов роста растений на урожайность сельскохозяйственных культур и качество выращиваемой продукции.

A classification and mechanism of action of growth regulators of plants of different chemical nature, their role in increasing plant resistance to adverse environmental factors, the data on the effect of plant growth regulators on crop yield and quality of cultivated products.

Применение регуляторов роста растений в сельском хозяйстве началось в середине 30-х годов прошлого столетия в США. Первый синтетический гормон, который нашел широкое практическое использование, был этилен. До сих пор он применяется для повышения завязываемости плодов ананаса. С тех пор синтетические вещества, которые имитируют природные растительные гормоны, стали важнейшей составляющей в современном сельскохозяйственном производстве.

Производство регуляторов роста растений в последние годы переживает настоящий бум. Прогнозируется, что к 2018 году рост рынка биостимуляторов достигнет 2241 млн. долларов США. Их использование связано с настоящей революцией в биологии, химии, биотехнологии, что послужило основой создания принципиально новых высокоэффективных регуляторов роста растений [15].

Использование регуляторов роста в зарубежных странах ориентировано на решение конкретных задач поставленных перед производством сельскохозяйственной продукции - получения заданного качества и количества продукции. В таких отраслях как овощеводство, плодоводство, декоративное садоводство применение регуляторов роста растений стало обязательным агротехническим приемом, всего регуляторами роста растений обрабатывается 50-80% посевов сельскохозяйственных культур [3].

Другой важный фактор, который дал дополнительный толчок к резкому росту рынка биостимуляторов - их органическое происхождение и экологичность. Поэтому в Европе основные составляющие этого рынка - синтетические регуляторы роста растений, препараты на основе гуминовых кислот, фульвокислот, аминокислот и экстракты на основе морских водорослей и растений с выраженными иммуномодуляторными свойствами.

В России рынок регуляторов роста растений формируют в основном отечественные разработчики и производители. Однако, объемы их применения пока невелики, и не в последнюю очередь это связано с тем, что эффективность регуляторов роста зависит от своевременности всех агротехнических мероприятий, включая применение удобрений и пестицидов, необходимости точного соблюдения норм расхода, сроков и технологий их применения.

Основное неприятие сельхозпроизводителей вызывают сверхнизкие дозы использования регуляторов роста. В некоторых случаях концентрации их находятся в диапазоне от 10^{-2} до 10^{-8} степени. Разработчики регуляторов роста растений не всегда могут

дать научное объяснение механизма действия препарата, обещая только сказочное повышение урожайности и избавление от всех недугов.

Из всего ассортимента зарегистрированных в России регуляторов роста растений достаточно широко применяются лишь гуминовые препараты, агат-25К, альбит, новосил и биосил, лариксин, мивал и крезацин, эпин, циркон. [1]

ГНУ ВНИИА Россельхозакадемии является головной организацией по проведению регистрационных испытания регуляторов роста растений рекомендуемых для включения их в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации». Эффективность и механизм их действия на растения некоторых из них мы приводим в данной статье.

Примерами регуляторов роста растений на основе соединений, выделенных из растений, являются такие препараты, как эпин-экстра, иммуноцитифит, циркон, лариксин, оберегЪ, проросток.

Эпин-экстра (эпибрассинолид) относится к препаратам, стимулирующим собственный иммунитет растений. Под его воздействием обеспечивается повышение устойчивости к заболеваниям практически у всех сельскохозяйственных культур [3,12].

Циркон - смесь кофейной, хлорогеновой и цикориевой кислот, выделенных из эхинацеи, обладает высокой рострегулирующей, иммуностимулирующей активностью, а также антибактериальным и фунгипротекторным действием. В стрессовых условиях препарат способствует восполнению недостающих биологически активных соединений иммуномодулирующего и адаптогенного характера, усиливая адаптационный потенциал клеток, повышает их устойчивость к действию ионизирующего излучения, неоптимального температурного, водного и светового режима и других видов стресса [6,7,12].

Препараты на основе арахидоновой кислоты (оберегЪ, проросток, иммуноцитифит) позволяют сформировать стойкий иммунитет к инфекционным заболеваниям различной этиологии и системную продолжительную (в течение 1-2 месяцев) устойчивость к неблагоприятным факторам среды, а также стимулировать те гены растений, которые осуществляют контроль над ростовыми процессами и действием фитогормонов [5,9,12].

Лариксин (дигидрокверцетин), являясь биологическим элиситором, в малых концентрациях действует на иммунную систему растений, вызывая в ряде случаев продолжительную неспецифическую устойчивость к болезням. Лариксин, повышает функцию проводящей системы растений, улучшая снабжение надземной части растений элементами питания и усиливая отток продуктов фотосинтеза из листьев в плоды и корневую систему. Кроме того, препарат способствует увеличению содержания хлорофилла в растениях, а, следовательно, и усилению фотосинтеза, повышая продуктивность выращиваемых культур [4,11,13].

Примером синтетических регуляторов роста растений являются мивал- агро, энергия М, состоящие из мивала и крезацина (ортокрезоксисукусной кислоты триэтаноламмониевая соль). Они обладают высокой иммунопротекторной активностью, замедляют преждевременное старение и гибель растений от экстремальных факторов внешней среды. Под их воздействием происходит активизация биосинтеза ДНК, РНК и белка, что ускоряет рост и развитие растений. Применение этих препаратов на более поздних стадиях развития растений (цветение, плодообразование) стимулирует эндогенное продуцирование этилена, что ускоряет процессы созревания [2,13].

В последние годы на основе передовых научных достижений разработаны регуляторы роста растений, обладающие широким спектром физиологической активности, безопасных для человека и окружающей среды. Ежегодно государственные регистрационные испытания проходят 3-5 новых регуляторов роста растений. Это

препаративные формы уже известных химических соединений и новые оригинальные формулы.

Мелафен (меламиновая соль бис(оксиметил)фосфиновой кислоты) –новый продукт химического синтеза, способствующий усилению активности α - и β -амилаз, участвующих в процессах поглощения воды семенами, что ускоряет их прорастание, под воздействием препарата активизируются процессы фотосинтеза и дыхания растений. Преимущество мелафена в том, что он в сверх малых концентрациях эффективно влияет на рост и развитие растений, на их урожайность и качество получаемой продукции [10].

Испытания препарата на полях нескольких регионов страны с различными климатическими условиями и применительно ко многим сельскохозяйственным культурам (ржи, озимой и яровой пшенице, ячменю, сое, рису, кукурузе, гороху, подсолнечнику, кормовым бобам, кормовому просу, суданской траве, яровому рапсу, расторопше) пятнистой показали, что урожайность в среднем возрастает в зависимости от культуры на 10-20%.

К примеру, в условиях Краснодарского края (2006-2009 гг.) применение препарата на пшенице озимой способствовало повышению устойчивости растений к заморозкам и обеспечило прибавку урожайности на 13-16% при урожайности в контроле - 42,1-53,8 ц/га. На кукурузе прибавка урожая зерна составила 5,6-7,0 ц/га (10-20%), на подсолнечнике - 1,9-2,3 ц/га (12-15%), на рисе - 6,9-9,2 ц/га (13-16%), на сое - 2,3-3,6 ц/га (17-19%). Урожайность сахарной свеклы под действием препарата повысилась на 28,2 ц/га (21,2%), сбор сахара с гектара – на 0,65 т/га. Аналогичные результаты получены в Ульяновской, Рязанской и Курганской областях [10,14].

Регулятор роста растений биодукс (полиненасыщенные жирные кислоты) поступил на регистрационные испытания в 2012 году. Исследования показали, что препарат способен формировать у растений неспецифическую (к грибам, бактериям, вирусам), системную, продолжительную (в течение 1-2 месяцев) устойчивость и активировать ростовые и биологические процессы.

Исследованиями в различных агроклиматических зонах показана высокая биологическая эффективность препарата. По данным Башкирского НИИСХ при применении регулятора роста биодукс для опрыскивания посевов зерновых культур повышалась устойчивость растений к угнетению и повреждению, вызываемому различными листостебельными грибными болезнями. Прибавка урожая зерна яровой пшеницы составила 3,0-4,3 ц/га (18-20%), озимой пшеницы - 6,3-7,0 ц/га (37-41%), ярового ячменя – 2,0-4,8 ц/га (13-32%). Положительный эффект воздействия регулятора роста биодукс также установлен и на других сельскохозяйственных культурах. В частности урожайность гречихи увеличилась на 4,0-4,3 ц/га (26-27%), подсолнечника – на 2,2-2,7 ц/га (17-21%), гороха – на 2,5 ц/га (20%), свеклы сахарной - на 26,4-39,3 ц/га (7-11%), картофеля на 30,0 ц/га (11%).

В полевых опытах Тамбовского НИИСХ установлено, что применение регулятора роста биодукс позволило снизить распространенность болезней, формировать более развитые растения, и как следствие повысить продуктивность культур. На ячмене яровом урожайность повысилась на 2,4-2,8 ц/га (18-21%), на гречихе – на 2,8 ц/га (15%), на горохе - на 2,9-4,9 ц/га (24-41%).

На овощных культурах, по результатам испытаний во ВНИИ овощного хозяйства и ВНИИССОК, установлено положительное влияние препарата биодукс на формообразовательные процессы и устойчивость растений к поражению болезнями. Прибавка урожая плодов томата в условиях защищенного грунта составила 0,4-0,6 кг/м² (11-17%). На моркови урожайность повысилась – на 5,3-9,2 т/га (7-12%), на капусте белокочанной - на 4,6-5,7 т/га (7-8%), на огурце – на 1,0-1,3 кг/ м² (11-14%), на луке репчатом – на 1,6-2,5 т/га (15-24%).

Аналогичные результаты получены и в южных регионах страны. Так, в Кубанском ГАУ прибавка урожайности капусты белокочанной под воздействием препарата биодукс составила 66,2-81,9 ц/га (21-26%), сои - 1,4-2,4 ц/га (9-13%), винограда - 0,87-1,02 т/га (27-32%). В Белгородском НИИСХ урожай семян подсолнечника увеличился на 0,5-0,7 т/га (20-28%), корнеплодов свеклы сахарной – на 2,8-4,7 т/га (11-18%).

Высокую биологическую активность показал полифункциональный препарат с уникальными свойствами - авибиф (пирролидинийхлориды). Это биологически активное полимерное соединение, обладающее выраженным ростостимулирующим, антистрессовым, фунгицидным и бактерицидным действием. Являясь экзогенным индуктором защиты растений, препарат активизирует прорастание семян при ограничении водообеспечения, обеспечивает высокую всхожесть семян, рост корней и проростков, их сохранность, стимулирует рост корневой системы даже в условиях жесткой засухи. Вне зависимости от стрессового воздействия засухи препарат активизирует накопление хлорофилла и способствует рациональному использованию растениями воды в процессе вегетации.

Фунгипротекторное и бактерицидное действие препарата авибиф обусловлено изменением электрохимических свойств мембран фитопатогенов, что приводит к нарушению процессов транспорта веществ и биологического окисления в них. Под воздействием препарата повышается устойчивость растений к поражению бактериями рода *Pseudomonas*, и в частности *Pseudomonas syringe* (сиреневая псевдомонада) – возбудителю базального бактериоза зерновых, а также к болезням, вызываемых ксантомонадами, коринобактериями, эрвиниями, стрептобактериями и агробактериями, вызывающих развитие черной и бурой гнили, отмирание побегов, поражение листьев и завязей у овощных культур, косточковых и семечковых плодовых насаждений [8].

Полевые опыты, проведенные в 2011-2012 гг., в рамках государственных регистрационных испытаний в различных почвенно-климатических зонах страны показали его высокую биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность.

У озимых и яровых зерновых культур прибавка урожая в зависимости от зоны выращивания увеличилась до 26%, возросли основные показатели качества зерна: клейковина – на 6,6–8,0%, белок – на 1,5–2,0%, стекловидность – на 4%,

По данным Кубанского ГАУ и Тамбовского НИИСХ введение препарата в технологию возделывания подсолнечника позволило повысить устойчивость растений к поражению белой гнилью и увеличить урожайность семян – на 6-19%. За счет повышения содержания жира в семенах, сбор масла с гектара повысился – на 7-10%.

На культуре сое в трех регионах страны Орловской, Тамбовской областях и в Краснодарском крае применение авибифа способствовало повышению урожайности относительно контроля на 6-15%.

На кукурузе под воздействием препарата авибиф увеличилась высота растений (на 20 см), длина початка, число зерен, масса початка. По данным ВНИИ кукурузы и Воронежского НИИСХ, прибавка урожая зеленой массы возросла до 30% и зерна до 21%.

Высокая эффективность препарата отмечена при применении его на сахарной свекле в Кубанском ГАУ и Воронежском НИИСХ. Урожайность корнеплодов повысилась на 10-30%.

Введение препарата авибиф в технологию выращивания картофеля, по данным Кубанского ГАУ и ВНИИКСХ, оказало позитивное влияние на рост и развитие растений, урожайность, выход семенной и продовольственной фракции, на повышение устойчивости к поражению клубней нового урожая паршой обыкновенной и ризоктониозом, на улучшение качества продукции. Прибавка урожая составила 8-16%, выход семенной фракции увеличился на 4%.

На овощных культурах, как в условиях открытого грунта, так и в защищенном грунте применение авибифа показало его высокую бактерицидную и рострегулирующую активность. Прибавка урожая плодов томата в опытах Кубанского ГАУ и ВНИИССОК, в зависимости от условий выращивания, возрастала на 8-34%, перца сладкого – на 42-127%, огурца – на 10-15%. Содержание нитратов в товарной продукции в опыте было ниже уровня ПДК, причем использование регулятора роста приводило к их снижению на 27-30%.

Применение препарата на яблоне различных сортов по данным ВНИИС и ВСТИСП позволило повысить устойчивость растений к поражению паршой и увеличить продуктивность культуры на 30-55%.

В настоящее время на стадии прохождения процедуры государственной регистрации в Российской Федерации находится высокотехнологичный регулятор роста Атоник Плюс (нитрофенолы), производимый компанией Асахи Кемикал МФГ Ко Лтд (Япония). Препарат нашел широкое применение более чем в 20 развитых странах мира. Механизм его действия основан на активации цитоплазматического движения и увеличения накопления ассимилянтов. Ускорение цитоплазматического движения приводит к увеличению содержания сахаров и хлорофилла в растениях, что в свою очередь положительно влияет на процессы фотосинтеза. Активация цитоплазматического движения, происходящая в результате снижения концентрации ионов кальция (Ca^{2+}) способствует улучшению ассимиляции питательных веществ и их более легкому поступлению к генеративным органам растений. Увеличение количества ассимилянтов активирует различные ферменты синтеза белков и, следовательно, способствует повышению продуктивности растений и улучшению качества продукции.

Трехлетние полевые испытания препарата атоник плюс на широком спектре сельскохозяйственных культур в различных агроклиматических зонах страны показали его высокую эффективность.

Так, к примеру, по результатам испытаний Кубанского ГАУ и ВНИИКСХ, применение препарата атоник плюс для обработки посадочных клубней картофеля и опрыскивания растений в период вегетации, способствовало повышению валового урожая картофеля высокого качества, в зависимости от региона выращивания от 10 до 27%. Следует отметить, что при применении препарата атоник плюс сформировалось большее количество клубней размером 31-50 мм.

В опытах Московского НИИСХ «Немчиновка» и во ВНИИБЗР установлено антистрессовое воздействие препарата атоник плюс при совместном внесении его с гербицидами на зерновых культурах. Препарат снижал угнетающее влияние гербицидов на культурные посевы, положительно влиял на формирование густоты посевов, достоверно повышая этот показатель, как к контрольному, так и к варианту с обработкой посевов только гербицидами, способствовал улучшению выполненности зерна. Прибавка урожая зерна составила 6-14%, содержание белка и клейковины в зерне увеличивалось на 0,5-1,5%.

Результаты эксперимента на сахарной свекле в Белгородском НИИСХ и во ВНИИБЗР наглядно показали выраженный ростстимулирующий эффект препарата атоник плюс. Урожайность корнеплодов и сбор сахара увеличились на 13-25%.

Аналогичные результаты воздействия препарата отмечены и на культуре рапса озимого. Препарат оказывал положительное влияние не только на урожайность семян, но и на выход побочной продукции. По данным Кубанского ГАУ и ФГУ «ЦАС «Калининградский», применение препарата атоник плюс обеспечило получение дополнительной прибавки урожая семян 5-16%. Выход побочной продукции увеличился на 4-5%.

Испытания атоник плюс на овощных культурах показали, что даже в экстремальных условиях произрастания проявляется стимулирующий эффект препарата, проявляется его антистрессовое действие по отношению к высоким температурам и засухе. Его применение

способствует ускорению роста растений особенно на начальных этапах развития, увеличивая выход ранней продукции на 5-15%. В результате проведенных исследований в Кубанском ГАУ и во ВНИИ овощеводства установлено, что применение препарата атоник плюс за счет усиления ростовых и формообразовательных процессов, способствовало повышению урожайности на 10-20%, снижению выхода некондиционной продукции на 5-7% и улучшению ее технологических качеств.

В 2011-2012 гг. были заложены опыты по изучению биологической эффективности препарата агростимулин (2,6-диметилпиридин N-оксид + *Cylindrocarpon magnusianum* симбионтного гриба продукт метаболизма), широко применяемого в Украине и Республике Казахстан. Механизм действия препарата основан на индуцировании пролонгированной устойчивости, увеличении проницаемости клеточных мембран, снижении потерь энергии на транспорт нутриентов, повышении фотосинтетической активности, активации синтеза белков и углеводов и ускорению процессов метаболизма.

Испытания на зерновых озимых и яровых культурах показали, что применение агростимулина способствовало повышению биологической эффективности против комплекса листостеблевых болезней (мучнистая роса, виды пятнистостей и фузариоза) и привело к значительному росту урожая всех культур. При этом в Подмосковье (Московский НИИСХ «Немчиновка») прибавка урожая зерна озимой пшеницы возросла на 15-20%, яровой пшеницы – на 7-15%, ярового ячменя – на 19-24%. По данным Ульяновского НИИСХ на ячмене яровом, за счет стимулирующего воздействия агростимулина на слабую корневую систему культуры и последующий рост продуктивной кустистости урожайность повысилась на 15%. В Курганской области (Курганский НИИСХ) прибавка урожая зерна составила 8-14%, содержание клейковины и белка в зерне увеличилось на 2-4%.

Таким образом, из широкого спектра регуляторов роста растений предпочтение отдается препаратам, выполняющим не только роль стимуляторов роста, а также функции защиты растений от неблагоприятного воздействия абиотических и антропогенных факторов и болезней. Применение таких регуляторов роста растений значительно повышает адаптивные свойства и иммунитет сельскохозяйственных культур, увеличивая их продуктивность и качество продукции.

Литература:

1. Вакуленко, В.В. Новые регуляторы роста в сельскохозяйственном производстве/В.В. Вакуленко, О.А. Шаповал// Научное обеспечение и совершенствование методологии агрохимического обслуживания земледелия России: сб. ст. – М. – 2000. – С.71-89.
2. Влияние кремнийорганических соединений на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур/ О.А. Шаповал, С.В. Логинов, В.В. Вакуленко, А.Я. Барчукова// Инновационные решения регулирования плодородия почв сельскохозяйственных угодий (К 80-летию ВНИИА)/ Под редакцией В.Г.Сычева.- М.: ВНИИА,- 2011. – С.189-205.
3. Влияние регуляторов роста растений комплексного действия на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур/ О.А. Шаповал, И.П. Можарова, А.А. Коршунов, В.В. Вакуленко// Материалы докладов участников 7-ой конференции «Анапа-2012» Под ред. акад. РАСХН В.Г.Сычева - М.: ВНИИА, 2012. - С. 132-139.
4. Исследование действия дигидрокверцетина на стабильность и ионную электропроводность вакуолярной мембраны/ А.М. Корзун, В.Н. Нурминский, С.В. Розин, и др. // Современная физиология растений: от молекул до экосистем»: Материалы докладов Международной конференции (в 3-х частях). (18-24 и.ня 2007 г.). – Сыктывкар.- 2007. – Ч.2. – С.207-21.
5. Кульнев А.И. Многоцелевые стимуляторы защитных реакций роста и развития растений/А.И. Кульнев, Е.А. Соколова//Сб.тр.- Пушкино.-1994.- С. 100.
6. Малеванная Н.Н. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве/ Н.Н. Малеванная // Плодородие. – 2001. – №1. – С.29.