

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА
В ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ КУКУРУЗЫ (*Zea mays* L.)

Е.А. Калинина

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,
Россия, 236022, г. Калининград, Советский проспект, 1
amelija06@mail.ru

Изучено действие синтетического ауксина индолил-3-масляной кислоты (ИМК) и цитокинина 6-бензиламинопурина (БАП) на рост, фотосинтетическую функцию и урожай зеленой массы кукурузы. Показано стимулирующее действие этих соединений на формирование вегетативных надземных органов, функционирование фотосинтетического аппарата и накопление биомассы растений. Сделан вывод о возможном применении изученных фиторегуляторов в технологии выращивания кукурузы.

zea mays, ауксин, цитокинин, рост, фотосинтез, продуктивность

Наиболее эффективными регуляторами роста и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур являются синтетические ауксины и цитокинины – аналоги природных фитогормонов. По сравнению с другими фиторегуляторами они оказывают существенные положительные эффекты на все стороны продукционного процесса: формирование и функционирование фотосинтетического аппарата, транспорт и распределение ассимилятов в растениях, рост, развитие хозяйственно ценных органов [1, 2].

В связи с высокой физиологической активностью, малой токсичностью и быстрым разложением в растительных тканях ауксинов и цитокининов очевидна целесообразность их применения для повышения урожайности сельскохозяйственных культур [3, 2]. Однако их действие на растения находится лишь в стадии изучения, причем в большинстве случаев работы подобного рода проводят на модельных системах – изолированных органах или их частях [2, 4, 5]. Возможность стимуляции с помощью ауксинов и цитокининов роста и продуктивности в целых интактных растениях пока полностью не ясна.

Поэтому возникает необходимость выяснения вопроса о применении фиторегуляторов на целых растениях, что позволит разработать систему управления урожаем путем целенаправленной обработки сельскохозяйственных культур регуляторами роста ауксиновой и/или цитокининовой природы.

Сложность решения поставленной задачи связана с высокой специфичностью действия фиторегуляторов [3, 4, 6], что требует проведения исследований отдельно для каждой культуры в течение всего онтогенеза.

Возделывание кукурузы как ценной сельскохозяйственной культуры в условиях Калининградской области ограничивается производством ее лишь на зеленую массу и силос, что связано с недостатком ФАР, суммы эффективных темпе-

ратур и избыточным увлажнением почвы [7, 8]. Мы предположили, что с помощью ауксинов и цитокининов можно уменьшить негативное действие этих факторов на растения.

Целью настоящей работы явилось изучение действия высокоактивного синтетического ауксина индолил-3-масляной кислоты (ИМК) и цитокинина 6-бензиламинопурина (БАП) на рост вегетативных надземных органов, фотосинтетическую функцию и урожайность кукурузы для выяснения возможности использования этих соединений в технологии выращивания данной культуры.

МЕТОДЫ

Объектом исследования явились растения кукурузы *Zea mays* L. СТК-189 МВ. Это трехлинейный гибрид универсального направления ставропольской селекции [9], районированный в Калининградской области с 2000 г. Гибрид раннеспелый, вегетационный период в условиях региона составляет 67-98 дней, высота стеблестоя 157-231 см, средняя урожайность сухого вещества – 83,3, максимальная – 171,6 ц/га, процент сухого вещества – 13,8–21,6 (данные сортоиспытаний предоставлены Инспектурой по сортоиспытаниям и охране селекционных достижений по Калининградской области).

В мелкоделяночных опытах растения выращивали в открытом грунте с соблюдением основных элементов технологии и агротехники, принятых для культуры, пестициды не использовали. Почва экспериментального участка была дерново-подзолистой, глеевой окультуренной (легкий суглинок, $p_{H_{KCl}}$ 4,6-5,1; мощность пахотного слоя 20-22 см; содержание гумуса – 2,0%; общего азота – 70 мг/кг, доступных форм фосфора – 250, обменного калия – 187, магния – 250, кальция – 200, бора – 0,36, меди – 2,2, молибдена – 0,06 мг/кг почвы). Перед посадкой в почву вносили нитроаммофоску в дозах $N_{16}P_{16}K_{16}$ по д. в. Норма высева составляла – 78 кг/га всхожих семян (100 тыс./га взрослых растений).

Посев проводили во второй декаде мая при достижении оптимальной температуры почвы 10-12⁰ С, уборку урожая – в первой декаде сентября в фазу молочной спелости. Уход за посадками включал двукратное окучивание, регулярные фитопрочистки и полив до достижения влажности почвы 70-80% от полной полевой влагоемкости. Все операции проводили вручную.

Надземную часть опытных растений трижды в течение вегетации (в фазы всходов, выметывания и образование початков) опрыскивали 10⁻⁵ М раствором ИМК или 10⁻⁴ М раствором БАП из расчета 125 в фазу всходов и 375 л/га в фазы выметывания и образования початков ручным опрыскивателем емкостью 0,5-1,5 л. Оптимальную концентрацию препаратов подбирали предварительно в вегетационных опытах. Контрольные растения опрыскивали дистиллированной водой.

Биологическая повторность опытов, как правило, была десятикратной, воспроизведение – четырехкратным (по четыре делянки на каждый вариант опыта, общее количество делянок – 12, площадь каждой из них – 10 м²).

В онтогенезе определяли длину и диаметр стебля, весовым методом [10] – площадь листьев третьего яруса и ассимиляционный потенциал (суммарную площадь листьев) растения. Интенсивность фотосинтеза анализировали бескамерным методом, основанным на регистрации изменения содержания углерода органических веществ в листовых высечках на свету с учетом его траты за счет темнового

дыхания. Суммарная площадь высевок в одной пробе – 6,8 см²; время экспозиции – 5 ч, интенсивность освещения 70 Вт/м² ФАР (лампы ЛД-40). Углерод органических веществ определяли путем мокрого сжигания в хромовой смеси при кипячении. Изменение концентрации образовавшихся ионов Cr³⁺ проводили с помощью спектрофотометра «Specol-11» (Carl Zeiss, Германия) при длине волны 582 нм [10]. Урожай зеленой массы оценивали в фазу молочной спелости по общей сырой биомассе надземной части растений с учетной делянки 10 м².

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Важнейшими факторами, определяющими продуктивности растений, являются интенсивность и сбалансированность роста и фотосинтеза [4, 5].

Известно, что ауксины и цитокинины стимулируют рост за счет активации двух этапов жизненного цикла клеток – деления и растяжения [3, 8]. В наших опытах четко проявилось действие ИМК и БАП на ростовые процессы.

Примерно в равной степени эти соединения стимулировали рост стебля, увеличивая его длину и толщину на 12-20% (рис. 1).

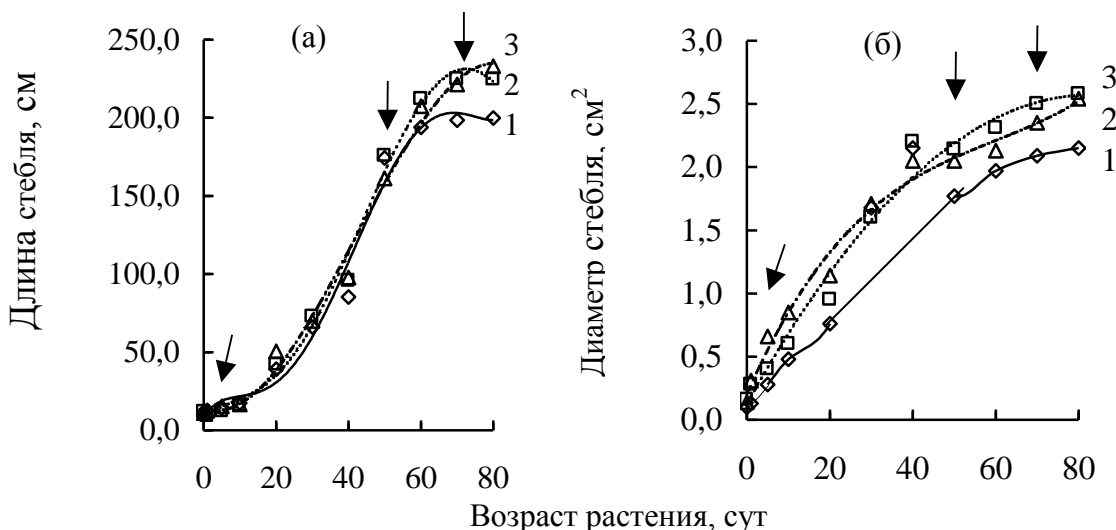


Рис. 1. Действие ИМК и БАП на динамику роста стебля в онтогенезе растений кукурузы: (а) – длина стебля (НСР_{0,05} = 3,4); (б) – диаметр стебля (НСР_{0,05} = 0,1).

Вариант опыта: 1 – контроль (вода); 2 – ИМК, 10⁻⁵ М; 3 – БАП, 10⁻⁴ М.

Стрелками указаны моменты обработки растений фиторегуляторами

Fig. 1. IBA and BA action on the dynamics of the stem in the ontogeny of maize:

(a) – the length of the stem (NDS_{0.05} = 3.4) (b) – the diameter of the stem

(NDS_{0.05} = 0,1). 1 – control (water), 2 – IBA, 10⁻⁵ M, 3 – BA, 10⁻⁴ M.

The arrows indicate the time of processing plants phytohormones

Разница между длиной стебля у контрольного и опытных вариантов становилась особенно заметной к концу вегетации (у 80-суточных растений). Диаметр же стебля под влиянием фиторегуляторов увеличивался уже в начале онтогенеза, и разница между опытом и контролем сохранялась почти на постоянном уровне в течение всего онтогенеза. Важно, что увеличение толщины стебля вносит вклад

не только в формирование урожая зеленой массы, но и обеспечивает необходимую прочность.

Уже на начальных этапах онтогенеза ИМК стимулировала рост листьев, приводя к 20-30%-ному увеличению окончательного размера отдельного листа и ассимиляционного потенциала растений в целом, что особенно отчетливо проявилось в конце вегетации.

Действие же БАП на рост листьев было менее значительным. Общая площадь листьев практически не отличалась от контроля. Тем не менее существовала тенденция к увеличению размера листьев, а площадь отдельного листа увеличилась на 20% к концу вегетации (рис. 2) (данные не приводятся).

В литературе существуют сведения о стимуляции цитокинином структурной и биохимической дифференциации хлоропластов, в том числе синтез хлорофилла, компонентов электронтранспортной цепи фотосинтеза [1, 5]. В отношении ауксина встречаются лишь единичные сведения о положительном влиянии на фотосинтетическую деятельность листьев за счет увеличения числа клеток в листе и активации клеточных делений [4, 11].

Действительно, было выявлено, что и ауксин, и цитокинин повышали фотосинтетическую активность листьев в 1,3 и 1,6 раз соответственно (рис. 2).

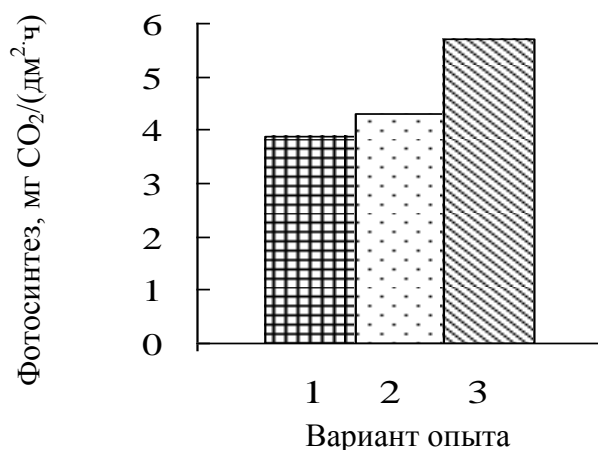


Рис. 2. Действие ИМК и БАП на интенсивность фотосинтеза листьев интактных растений кукурузы ($NDS_{0.05} = 0.1$).

Вариант опыта: 1 – контроль (вода); 2 – ИМК, 10^{-5} М; 3 – БАП, 10^{-4} М

Fig. 2. IBA and BA action on the rate of photosynthesis of leaves in-stroke of maize ($NDS_{0.05} = 0.1$). 1 – control (water), 2 – IBA, 10^{-5} M, 3 – BA, 10^{-4} M

По-видимому, благодаря стимуляции роста и фотосинтеза, урожай зеленой массы кукурузы увеличивался на 9 % при обработке растений ауксином и на 12 % при их опрыскивании цитокинином (рис. 3).

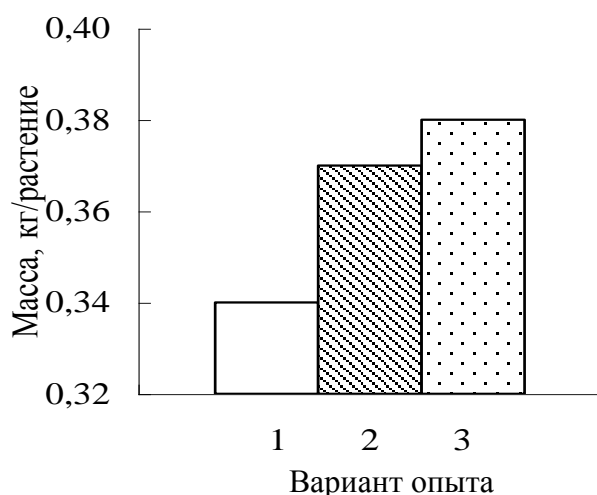


Рис. 3. Действие ИМК и БАП на биомассу надземной части растений кукурузы в фазе молочной спелости: ($NDS_{0,05} = 0,1$).

Вариант опыта: 1 – вода (контроль), 2 – 10^{-5} М ИМК, 3 – 10^{-4} М БАП

Fig. 3. IBA and BA action on biomass above-ground parts of corn plants in the phase of milk ripeness ($NDS_{0,05} = 0,1$). 1 – water (control), 2 – 10^{-5} M IBA, 3 – 10^{-4} M BA

Проведенные исследования показали эффективность действия ИМК и БАП на рост, фотосинтетическую функцию, повышение урожая зеленой массы растений кукурузы и возможность применения этих биологически активных соединений в технологии выращивания данной культуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев // XV Тимирязевское чтение / А.А. Ничипорович.– М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 93 с.
2. Роньжина, Е.С. Цитокинины в регуляции донорно-акцепторных связей у растений / Е.С. Роньжина. – Калининград: КГТУ, 2005. – 266 с.
3. Пузина, Т.И. Динамика индолилуксусной кислоты в органах картофеля на разных этапах онтогенеза и ее роль в регуляции роста клубня / Т.И. Пузина, И.Г. Кирилова, Н.И. Якушкина // Известия РАН. Серия биологическая. – М., 2000. – №2. – С. 170-177.
4. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Г.С. Муромцев [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1987. – 384 с.
5. Полевой, В.В. Роль ауксина в системах регуляции растений / В.В. Полевой // 44-е Тимирязевское чтение. – Л.: Наука, 1986. – 80 с.
6. Мокроносов, А.Т. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты / А.Т. Мокроносов, В.Ф. Гавриленко. – М.: Наука, 1992. – 320 с.
7. Географический атлас Калининградской области / гл. ред. В.В. Орлёнок. – Калининград: Изд-во КГУ, 2002. – 270 с.

8. Семихатова, О.А. Сопряженность процессов фотосинтеза и дыхания / О.А. Семихатова, О.В. Заленский // Физиология фотосинтеза / под ред. А.А. Ничипоровича. – М.: Наука, 1982. – С. 130-145.

9. Характеристики сортов растений, впервые включенных в 1997 г. в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию. – М., 1997.

10. Третьяков, Н.Н. Практикум по физиологии растений / Н.Н. Третьяков, [и др.]; под ред. Н.Н. Третьякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2003. – 288 с.

11. Чернядьев, И.И. Регуляция фотосинтеза синтетическими цитокининами и повышение продуктивности растений / И.И. Чернядьев // Прикладная биохимия и микробиология. – 1989. – Т. XXV, вып. 2. – С. 147-165.

12. Справочник кукурузовода / Н.Н. Третьяков [и др.]. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 158 с.

THE GROWTH REGULATORS IN THE TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF MAIZE (*ZEA MAYS* L.)

E. Kalinina

The effect of artificial auxin (indole-3-butyric acid) and cytokinin (6-benzyladenine) on the growth, photosynthesis and crop formation of maize plants was studied. It was shown that both regulators are able to stimulate growth of stems and leaves, activate functioning of photosynthetic apparatus and increase biomass of plants. It was concluded that both auxin and cytokinin might be used as a plant growth regulator for the increasing of plant productivity.

zea mays, auxin, cytokinin, growth, photosynthesis, productivity

Искренне благодарю д.б.н. проф. Е.С. Роньжину (ФГБОУ ВПО «КГТУ») за ценные советы и рекомендации, высказанные при выполнении и написании настоящей работы.