

# **ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ УГЛЕВОДОВ У РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ ЯЧМЕНЯ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА**

*В модельных опытах изучено влияние физиологически активных веществ – эμισима С и эпибрассинолида – на рост, развитие двух сортов ячменя и их изоплазматических линий и накопление водорастворимых углеводов в этиолированных проростках и первых листьях растений. Оба регулятора роста вызывали увеличение содержания сахаров в проростках за счет усиленного накопления моносахаридов или олигосахаридов в зависимости от структуры препарата и генома. Гормональный препарат эпибрассинолид в большей степени, чем эμισтим С, стимулировал рост надземных структур проростков ячменя и их изоплазматических линий. Под влиянием данных регуляторов у сорта Зазерский происходила активация преимущественно ядерного генома, а у сорта Роланд – ядерного при воздействии эпибрассинолида и обеих наследственных систем при воздействии эμισима С.*

**Введение.** В настоящее время большое внимание уделяется различным по структуре и специфике действия регуляторам роста растений. Использование физиологически активных веществ для направленной регуляции роста и развития различных сельскохозяйственных растений открывает широкие перспективы в реализации потенциальных возможностей, заложенных в геноме, в повышении их устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды, увеличении урожайности и улучшении качества продукции. В основе действия регуляторов роста на растения лежат глубокие изменения многих реакций обмена веществ на молекулярном, клеточном, органоидном уровнях и целого организма. Действие регуляторов роста на растительный организм контролируется генетическим аппаратом клетки, и механизм такого контроля различный в зависимости от особенностей используемых веществ и генотипа [1]. Однако сейчас в литературе представлено недостаточно данных о влиянии новых фиторегуляторов на одну из основных обменных систем растительного организма – углеводный обмен. Как известно, моносахариды в листьях растений в основном представлены глюкозой, а дисахариды – сахарозой [2]. Поэтому целью наших исследований явилось изучение влияния физиологически активных веществ на рост, развитие и изменение отдельных реакций углеводного обмена, в частности, на содержание моно- и олигосахаридной фракции, у различных генотипов ячменя на начальных этапах онтогенеза.

**Объекты и методы исследования.** В качестве объектов исследования использовали изоплазматические линии ячменя Роланд (Зазерский), Зазерский (Роланд) и исходные сорта – доноры их ядра и цитоплазмы – Роланд, Зазерский 85 с целью выявления роли ядра и цитоплазмы в направленности действия фиторегуляторов на содержание моно- и олигосахаридов в проростках и первых листьях растений и на начальные этапы их роста и развития. В качестве регуляторов роста использовали эмистим С [ЭМ] – биологически активный препарат в концентрации  $1 \cdot 10^{-6}\%$  и аналог природного соединения гормонального типа – эпибрассинолид [ЭБ] в концентрации  $1 \cdot 10^{-5}\%$ . Для модельных лабораторных опытов семена ячменя обрабатывали фиторегуляторами способом инкрустации с добавлением 1% NaKMЦ. Обработанные семена в течение 3-х суток проращивали в рулонах в термостате при 20-22° С. В дальнейшем растения выращивали в условиях искусственного освещения (16 ч – свет, 8 ч – темнота) при температуре 21-23° С. Контролем служили семена, обработанные водой. Растительные пробы для анализов отбирались на 3, 5 и 8 дни от закладки опыта. Определение содержания водорастворимых углеводов в растительном материале проводили на фотозлектроколориметре по методике Н.М. Карманенко [3]. Результаты обработаны статистически и представлены в виде  $M \pm m$ .

**Результаты и их обсуждение.** Физиологически активные вещества оказывают значительное влияние на содержание водорастворимых углеводов в этилированных проростках и первых листьях растений.

Под влиянием *эмистима* С отмечено существенное увеличение содержания водорастворимых сахаров у всех генотипов ячменя (рис. 1). Изучаемые сорта и линии отличаются восприимчивостью к действию препарата. У сорта Роланд стимулирующее действие ЭМ на углеводный обмен отмечено на 3 день от закладки опыта (110,6% по сравнению с контролем), а на сорт Зазерский – на раннем и позднем этапе анализа (104,5 % и 164,6% соответственно). Следует отметить, что изоплазматические линии характеризуются большей восприимчивостью к фиторегулятору: у линии с ядром Роланда содержание углеводов на 1,8-55,8% превышало контрольный вариант в зависимости от фазы развития растения. У линии с цитоплазмой данного сорта повышенное содержание водо-

растворимых углеводов отмечено на 3 и 8 день анализа (102,3% и 113,9% соответственно). Сопоставление с результатами изменений углеводного обмена у изоплазматических линий дает основание полагать, что увеличение суммы водорастворимых углеводов, вызванное ЭМ, контролируется у сорта Роланд ядерным и цитоплазматическим геномами, а у сорта Зазерский – преимущественно ядром.

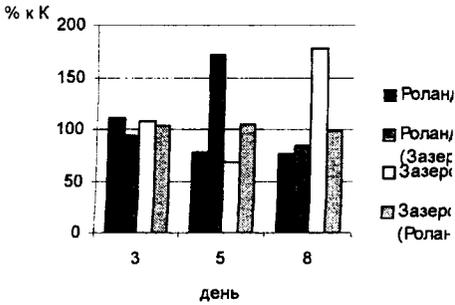


Рис. 1. Влияние эмистина С на содержание водорастворимых углеводов

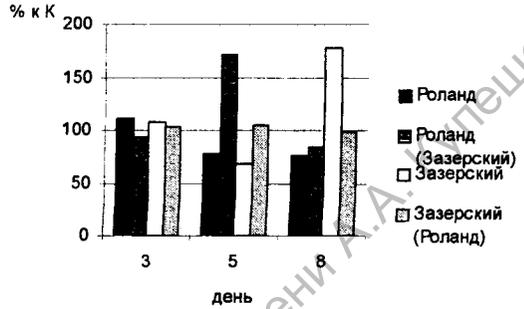


Рис. 2. Влияние эмистина С на содержание моносахаридов

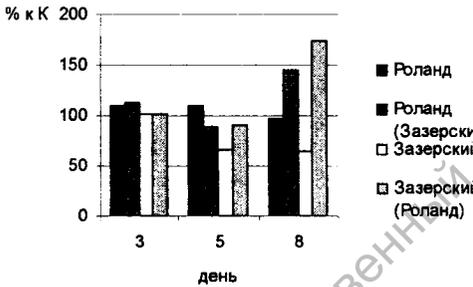


Рис. 3. Влияние эмистина С на содержание олигосахаридов

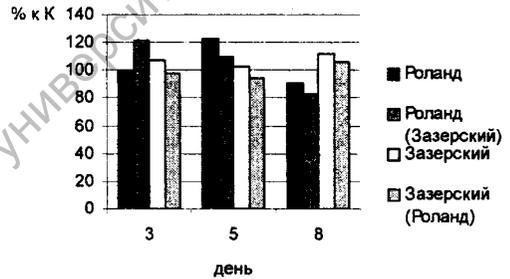


Рис. 4. Влияние эпибрассинолида на содержание водорастворимых углеводов

Изменение содержания водорастворимых углеводов происходит за счет изменения количества моно- и олигосахаридов. Стимулирующее действие препарата на увеличение содержания моносахаридов в этиолированных проростках отмечено у всех генотипов, за исключением линии Роланд (Зазерский) (рис. 2). В зависимости от сортовой специфичности оно на 2,8-11,5% превышало контрольный вариант. После выставления проростков на свет в листьях обоих сортов содержание моносахаридов снижалось, однако у сорта Зазерский к 8-му дню – возрастало до 177,7%. Повышенное содержание моносахаридов у изолинии с ядром Роланда отмечено на 5-ый день от момента закладки опыта, с ядром Зазерского – на 3 и 5 день. Наряду с увеличением количества моносахаридов ЭМ вызывал увеличение количества и олигосахаридной фракции в этиолированных проростках всех сортов до 13,7% в зависимости от генотипа (рис. 3). На 5-ый день анализа повышенное содержание олигосахаридов отмечено у ячменя сорта Роланд, а на 8-ой день – только у изолиний Зазерский (Роланд) и Роланд (Зазерский). Таким образом, данный регулятор роста влияет на содержание водорастворимых углеводов за счет изменения соотношения между моносахаридным и олигосахаридным компонентом.

Эпібрасінолід оказывал несколько иное влияние на углеводный обмен растений. Увеличение суммы сахаров отмечалось в этиолированных проростках сорта Зазерский и линии с его цитоплазмой (106,8% и 121,5% соответственно) (рис. 4). С началом фотосинтеза происходило накопление водорастворимых углеводов у всех генотипов ячменя, за исключением Зазерский (Роланд). Однако при дальнейшем росте только сорт Зазерский и линия с его ядром характеризовались усилением углеводного обмена под влиянием данного фиторегулятора. Полученные результаты дают основание предположить, что под влиянием данного препарата у обоих сортов происходит активация ядерного генома. Стимулирующее действие ЭБ на углеводный обмен связано в основном с увеличением моносахаридов в этиолированных проростках и первых листьях ячменя, но в некоторых случаях – олигосахаридов (рис. 5, 6). У сорта Роланд на 5-ый день анализа, а линии с его ядром на 3-ий день происходило увеличение содержания как моно-, так и дисахаридов. Следует отметить, что под влиянием данного стероидного препарата может происходить некоторое ускорение синтеза моно- или олигосахаридов, но так как количество другой фракции не превышает контроль, то и суммарное содержание углеводов ниже, чем в контрольном варианте. Таким образом, степень изменения реакций углеводного обмена зависит не только от особенностей структуры препарата, но и от генома растений.

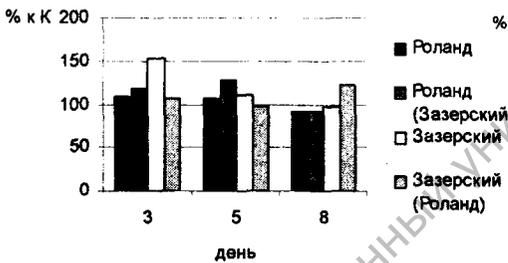


Рис. 5. Влияние эпібрасіноліда на содержание моносахаридов

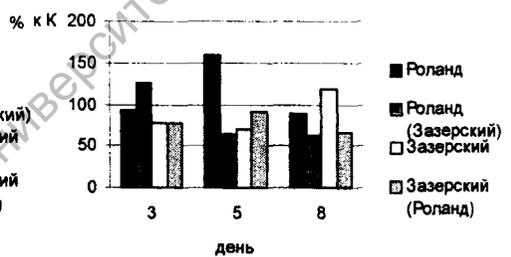


Рис. 6. Влияние эпібрасіноліда на содержание олигосахаридов

Исследуемые фиторегуляторы оказывают различное влияние на рост и развитие ячменя на начальных этапах онтогенеза.

ЭМ оказывал незначительное влияние на длину проростков ячменя (табл. 1). Так, у сорта Роланд и линии с его цитоплазмой увеличение длины отмечалось лишь на 3-ий день (110,2% и 111,8% соответственно), сорта Зазерский – на 5-ый (106,3%), линии Роланд (Зазерский) – на 8-ой день (108,1%).

Наиболее отзывчивыми на обработку ЭБ являются генотипы Зазерский и Роланд (Зазерский): увеличение длины проростков происходило до 34,0% в зависимости от сорта и этапа развития проростка. Фиторегулятор стимулировал рост проростков сорта Роланд на 3 и 5 день от момента закладки опыта. Линия с ядром сорта Зазерский не отзывчива на обработку данным препаратом. Таким образом, ЭБ оказывает гораздо большее влияние на ускорение ростовых процессов, чем ЭМ.

Под влиянием ЭМ происходило также незначительное увеличение массы проростков, причем у изолиний оно совпадало с изменением длины по отношению к контрольному варианту (табл. 2). Стероидный препарат ЭБ вызывал накопление массы проростков у сорта Роланд и линии с его ядром в течение всего опыта: она на 4,6-34,1 % превышала контрольный вариант в зависимости от генотипа и дня анализа. Сорт Зазерский не отзывчив на данный фиторегулятор лишь на начальном этапе развития растений, а линия с его ядром – на 3 и 5 дни.

Таким образом, ЭБ представляет собой достаточно эффективный фиторегулятор, оказывающий существенное влияние на увеличение длины и массы проростков ячменя. Сопоставляя полученные результаты по влиянию ЭМ и ЭБ на рост, развитие проростков и содержание водорастворимых углеводов, можно отметить прямолинейную зависимость: увеличение синтеза сахаров в процессе фотосинтеза приводит к ускорению роста и развития растений.

Таблица 1

**Влияние физиологически активных веществ  
на длину проростков ячменя**

Вариант	День					
	3		5		8	
	Длина, см	% к К	Длина, см	% к К	Длина, см	% к К
<b>Роланд</b>						
Контроль	0,58±0,01	100,0	4,91±0,30	100,0	12,84±0,10	100,0
ЭМ	0,64±0,02	110,2	4,61±0,14	93,9	12,12±0,09	94,4
ЭБ	0,71±0,02	122,3	6,84±0,09	139,3	12,79±0,04	99,6
<b>Роланд (Зазерский)</b>						
Контроль	0,65±0,04	100,0	5,02±0,38	100,0	11,03±0,10	100,0
ЭМ	0,63±0,03	97,2	4,63±0,27	92,3	11,92±0,08	108,1
ЭБ	0,73±0,01	111,6	6,65±0,18	132,5	11,14±0,08	101,0
<b>Зазерский</b>						
Контроль	0,84±0,06	100,0	4,64±0,13	100,0	13,32±0,24	100,0
ЭМ	0,81±0,02	96,6	4,93±0,11	106,3	10,19±0,09	76,5
ЭБ	1,12±0,04	134,0	5,03±0,28	108,4	15,08±0,11	113,2
<b>Зазерский (Роланд)</b>						
Контроль	0,81±0,01	100,0	3,02±0,01	100,0	8,73±0,35	100,0
ЭМ	0,91±0,02	111,8	2,78±0,12	92,0	7,52±0,14	86,1
ЭБ	0,72±0,04	88,4	2,92±0,09	96,8	8,64±0,08	99,0

Таблица 2

**Влияние физиологически активных веществ  
на массу проростков ячменя**

Вариант	День					
	3		5		8	
	Масса, г	% к К	Масса, г	% к К	Масса, г	% к К
<b>Роланд</b>						
Контроль	0,013±0,001	100,0	0,055±0,003	100,0	0,098±0,002	100,0
ЭМ	0,012±0,002	92,3	0,056±0,001	101,8	0,089±0,003	90,8
ЭБ	0,014±0,001	108,3	0,074±0,004	134,1	0,105±0,003	106,7
<b>Роланд (Зазерский)</b>						
Контроль	0,016±0,001	100,0	0,058±0,004	100,0	0,075±0,005	100,0
ЭМ	0,018±0,002	110,0	0,053±0,002	91,4	0,082±0,001	109,3
ЭБ	0,020±0,002	126,7	0,071±0,001	123,1	0,078±0,007	104,6
<b>Зазерский</b>						
Контроль	0,030±0,003	100,0	0,063±0,004	100,0	0,130±0,020	100,0
ЭМ	0,027±0,001	90,0	0,062±0,001	98,4	0,087±0,010	66,9
ЭБ	0,022±0,001	72,7	0,064±0,005	102,3	0,156±0,009	120,6
<b>Зазерский (Роланд)</b>						
Контроль	0,014±0,001	100,0	0,040±0,001	100,0	0,080±0,004	100,0
ЭМ	0,017±0,002	123,6	0,037±0,002	92,5	0,067±0,001	83,8
ЭБ	0,014±0,001	98,5	0,039±0,001	98,2	0,083±0,005	103,3

**Заключение.** Изучаемые фиторегуляторы оказывают значительное влияние на изменение углеводного обмена у ячменя на начальных этапах онтогенеза. Под влиянием данных препаратов у сорта Зазерский происходит активация преимущественно ядерного генома, а у сорта Роланд – ядерного при воздей-

ствии ЭБ и обеих наследственных систем при воздействии ЭМ. Гормональный препарат ЭБ оказывает гораздо большее влияние, чем ЭМ, на ускорение роста и накопление массы растений на начальных этапах онтогенеза.

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Деева, В.П.** Физиолого-биохимические и генетические основы направленной регуляции роста и развития растений с помощью физиологически активных веществ / В.П. Деева // Второй съезд белорусского общества физиологов растений, 18-20 октября 1995 г., Минск. – Мн., 1995. – С. 13-14.
2. **Гудвин, Т.** Введение в биохимию растений: В 2-х т. – Т. 1. – Пер. с англ. / Т. Гудвин, Э. Мерсер. – М.: Мир, 1986. – 393 с.
3. **Карманенко, Н.М.** Колориметрический метод определения сахаров в растительном материале / Н.М. Карманенко, О.Ф. Казанцева // Агрохимия. – 1986. – № 1. – С. 107-110.

Поступила в редакцию 04.11.2005.