

УДК 581.143:577.171.7:633.16

**ВЛИЯНИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ
НА СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ УГЛЕВОДОВ
У РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА**

О. В. Ковель

*Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь*

The influence of brassinosteroids on the containing of watersoluble carbohydrates in seedlings and leaves of two grades of barley and their isoplasmatic lines under and after low temperature stress is shown.

Введение. Изучение механизмов устойчивости растений к температуре – одно из наиболее важных направлений современной физиологии, т. к. позволяет разработать пути преодоления температурных ограничений при выращивании растений. Решение этой проблемы исключительно важно для растениеводства, которое ежегодно во многих странах несет огромные потери урожая важных сельскохозяйственных культур из-за заморозков и внезапных понижений температуры. Разработка эффективных практических приемов по защите растений от холодового повреждения возможна лишь на основе глубоких фундаментальных знаний о причинах повреждения и защитно-приспособительных реакциях растения. Известно, что при пониженных температурах останавливается рост, в клетках накапливаются соединения, выполняющие защитную функцию. К ним относятся прежде всего, полимеры, способные связывать значительное количество воды: моно- и олигосахариды, некоторые аминокислоты, гидрофильные белки. Чем выше их содержание, тем больше способность клетки к выживанию в условиях низких температур.

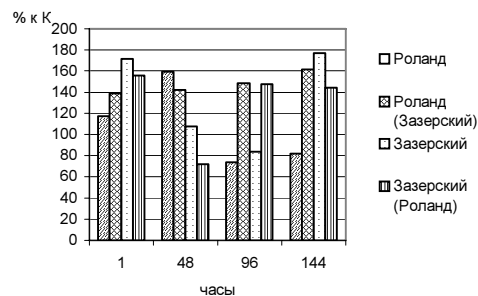
Проблему повышения устойчивости культурных растений к низким температурам можно решить двумя путями: созданием новых сортов и гибридов и путем изменения адаптационных возможностей растительного организма за счет различных экзогенных воздействий (закаливания переменными температурами, действия различных физиологически активных веществ и др.) [1]. Именно поэтому в последнее время большое внимание уделяется разным по направленности действия регуляторам роста растений. В настоящее время широкое применение получила новая группа фитогормонов, получившая название «брасиностероиды» [2]. Однако в литературе представлено недостаточно данных о влиянии различных по структуре производных брасинолида на углеводный обмен растений.

Цель наших исследований – изучение влияния ростстимулирующих препаратов на содержание водорастворимых углеводов (моно- и олигосахаридов) у различных генотипов ячменя на начальных этапах онтогенеза при воздействии и после воздействия низких температур.

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 для выявления роли ядра и цитоплазмы в направленности действия физиологически активных веществ на содержание водорастворимых углеводов в этиолированных проростках и листьях растений в условиях низкотемпературного стресса.

В качестве регуляторов роста использовали эпибрасинолид (ЭБ) и гомобрасинолид (ГБ) в концентрации $1 \cdot 10^{-5}\%$ [3]. Для модельных лабораторных опытов семена ячменя обрабатывали

регуляторами роста способом инкрустации с добавлением 1% NaKMЦ. Обработанные семена в течение 3 сут проращивали в рулонах в термостате при температуре 20–22 °С. Для создания низкотемпературного стресса 3-дневные проростки ячменя в течение 24, 6 и 18 ч выдерживали при температуре +4, –4 °С и +4 °С соответственно. В дальнейшем растения выращивали в условиях искусственного освещения (16 ч – свет, 8 ч – темнота) при температуре 20–22 °С. Контролем служили обработанные водой семена, проростки которых подвергались температурному стрессу (К, *t*), и выращенные в нормальных условиях (К). Растительные пробы для анализов отбирались через 1 ч после прекращения воздействия стресса и 48, 96 и 144 ч после выставления проростков на свет. Определение содержания водорастворимых сахаров в растительном материале проводили по методике Карманенко Н. М. [3]. Результаты обработаны статистически и представлены в виде $M \pm m$.



Влияние низкотемпературного стресса на содержание водорастворимых углеводов у разных генотипов ячменя

Результаты и их обсуждение. Установлено, что изучаемые генотипы ячменя характеризуются различной восприимчивостью к действию низкотемпературного стресса. На рисунке видно, что через 1 ч после прекращения воздействия низкой температуры содержание углеводов в проростках всех генотипов ячменя превышало контрольный вариант на 17–71,5%. Однако степень изменения углеводного обмена у разных сортов была неодинаковой. Наибольшее увеличение содержания сахаров наблюдалось у генотипов Зазерский и Зазерский (Роланд).

Через 48 ч после выставления проростков на свет наибольшее содержание углеводов было в листьях ячменя сорта Роланд и линии с его ядром (159,5 и 142,2% соответственно по отношению к контролю). Изучаемые генотипы ячменя характеризуются различной динамикой накопления углеводов: в листьях ячменя линий Роланд (Зазерский) и Зазерский (Роланд) содержание углеводов было выше на 44,2–61,4%, чем в контроле. У сорта Роланд содержание водорастворимых углеводов было меньше, чем в контрольном варианте, а у Зазерского оно превышало контроль через 144 ч на 76,7%. Физиологически активные вещества оказывают заметное влияние на содержание водорастворимых сахаров.

После обработки семян ЭБ по отношению к температурному контролю этиолированные проростки всех генотипов ячменя характеризовались повышенным содержанием углеводов, за ис-

Влияние brassinosteroidов на содержание водорастворимых углеводов у различных генотипов ячменя

Вариант	Часы							
	1		48		96		144	
	Сахара, мг/г сырого веса	% к К, <i>t</i>	Сахара, мг/г сырого веса	% к К, <i>t</i>	Сахара, мг/г сырого веса	% к К, <i>t</i>	Сахара, мг/г сырого веса	% к К, <i>t</i>
<i>Роланд</i>								
К, <i>t</i>	26,48±0,86	100,0	37,38±0,50	100,0	9,51±0,62	100,0	7,76±0,18	100,0
ЭБ, <i>t</i>	32,46±0,78	122,6	31,55±0,89	84,4	7,03±0,80	73,9	6,68±0,06	86,1
ГБ, <i>t</i>	31,78±0,81	120,0	35,17±0,76	94,1	10,09±0,62	78,3	9,47±0,43	122,0
<i>Роланд (Зазерский)</i>								
К, <i>t</i>	36,79±0,84	100,0	24,61±0,73	100,0	12,91±0,32	100,0	19,97±0,31	100,0
ЭБ, <i>t</i>	43,00±0,36	116,9	33,62±0,48	136,6	10,75±0,51	83,3	24,06±0,45	120,5
ГБ, <i>t</i>	36,97±0,78	100,5	31,01±0,73	126,0	9,41±0,39	72,9	14,78±0,58	74,0
<i>Зазерский</i>								
К, <i>t</i>	36,70±0,53	100,0	17,58±0,82	100,0	16,28±0,86	100,0	15,97±0,73	100,0
ЭБ, <i>t</i>	43,49±0,56	118,5	20,67±0,93	117,6	16,91±0,09	103,9	19,24±0,34	120,5
ГБ, <i>t</i>	35,20±0,60	95,9	18,59±1,53	105,7	9,57±0,48	58,8	12,48±0,63	78,1
<i>Зазерский (Роланд)</i>								
К, <i>t</i>	41,20±0,70	100,0	16,80±0,90	100,0	14,60±1,21	100,0	11,25±1,11	100,0
ЭБ, <i>t</i>	36,05±0,75	87,5	24,34±0,75	144,9	11,52±0,52	78,9	9,62±0,48	85,5
ГБ, <i>t</i>	43,90±0,52	106,6	26,00±0,02	154,8	15,90±0,40	108,9	13,04±1,20	115,9

ключением изолинии Зазерский (Роланд) (таблица). Однако после воздействия света в проростках сорта Роланд происходило уменьшение содержания углеводов по сравнению с контролем, а линия Зазерский (Роланд) отзывчива на обработку препаратом лишь через 48 ч с начала освещения. Наиболее отзывчивым является сорт Зазерский: увеличение количества углеводов происходило на 3,9–20,5% в зависимости от этапа развития растения. У линии с цитоплазмой данного сорта уменьшение количества углеводов происходило через 96 ч с момента выставления проростков на свет. Сопоставление результатов, полученных на изолиниях и исходных сортах, позволяет предположить, что в условиях низкотемпературного стресса препарат влияет на активность обоих геномов.

Предпосевная обработка семян ГБ также оказала значительное влияние на содержание водорастворимых углеводов в проростках и листьях растений ячменя. По отношению к температурному контролю только проростки ячменя сорта Зазерский содержали меньшее количество сахаров при воздействии низких температур (таблица). Следует отметить, что растения данного сорта содержали большее количество углеводов лишь через 48 ч с момента воздействия светом. Сорт Роланд оказался более отзывчивым на обработку данным фиторегулятором. У изоплазматической линии Роланд (Зазерский) положительное действие ГБ сохранялось лишь в течение первых 48 ч. Линия с ядром сорта Зазерский на протяжении всего опыта характеризовалась достаточно высоким содержанием сахаров: оно на 6,6–54,8% превышало контрольный вариант в течение всего опыта. Можно предположить, что препарат оказывает влияние на активность обеих генетических систем.

Выводы

1. Изучаемые генотипы ячменя характеризуются различной восприимчивостью к действию низких температур и динамикой накопления водорастворимых углеводов.
2. Физиологически активные вещества ЭБ и ГБ вызывают заметные изменения в содержании сахаров на начальных этапах развития в зависимости от особенностей препарата и генома растения.
3. Сорт Зазерский и линия с его цитоплазмой более восприимчивы к предпосевной обработке семян ЭБ, а сорт Роланд и изолиния Зазерский (Роланд) – ГБ.

Литература

1. Гималов Ф. Р., Чемерис А. В., Вахитов В. А. О восприятии растением холодового сигнала // Успехи современной биологии. – 2004. – Т. 124. – № 2. – С. 185–196.
2. Хрипач В. А., Лахвич Ф. А., Жабинский В. Н. Брассиностероиды. – Минск: Навука і тэхніка. – 1993. – 287 с.
3. Карманенко Н. М., Казанцева О. Ф. Колориметрический метод определения сахаров в растительном материале // Агробиохимия. – 1986. – № 1. – С. 107–110.