

В нашем опыте у растений в период активного роста растений в возрасте 74 дня длительная 12-дневная почвенная засуха приводила к снижению интенсивности транспирации с  $3,25 \pm 0,21$  до  $1,83 \pm 0,09$  ммоль/м<sup>2</sup>с и фотосинтеза с  $19,96 \pm 1$  до  $12,96 \pm 0,55$  мкмоль/м<sup>2</sup>с. Подобный эффект ранее был показан на другом С<sub>4</sub> растении – кукурузе, большая роль при этом отводится устьичной регуляции [2, 3]. В последующие дни создания засушливых условий не было зарегистрировано столь достоверной разницы между контрольным и опытными вариантами. В конце вегетации отмечается снижение значений интенсивности фотосинтеза у растений, выращенных при различных условиях, связанное со старением фотосинтетического аппарата листьев.

### Список литературы

1. Чернов И. А. Амарант – физиолого-биохимические основы интродукции. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1992. 92 с.
2. Воронин П. Ю., Федосеева Г. П. Устьичный контроль фотосинтеза у отделенных листьев древесных и травянистых растений // Физиология растений. 2012. Т. 59. С. 309–315.
3. Николаева М. К., Маевская С. Н., Воронин П. Ю. Фотосинтетический СО<sub>2</sub>/Н<sub>2</sub>О-газообмен и динамика содержания углеводов в листьях кукурузы при засухе // Физиология растений. 2017. Т. 64. С. 277–284.

УДК 581.1

Т. А. Лушникова

*Курганский государственный университет  
640020, Россия, Курган, ул. Советская, 63,  
ta-lushnikova@yandex.ru*

## МЕХАНИЗМЫ УСТОЙЧИВОСТИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ К ЗАСУХЕ

**Ключевые слова:** пшеница, засуха, гормоны, ксероморфная структура.

Целостность растительного организма, его устойчивость к неблагоприятным условиям среды обеспечивается различными системами регуляции, в том числе гормональной. Фитогормоны обеспечивают поддержание гомеостаза организма, создают условия для реализации его генетической программы роста и развития, последовательности протекания процессов морфогенеза, адаптацию к условиям внешней среды [1]. В литературе описывается действие различных фитогормонов на рост, устойчивость и продуктивность многих сельскохозяйственных культур в различных условиях среды [2, 3].

Цель исследования – изучить особенности гормонального статуса, водного обмена и анатомического строения сортов яровой мягкой пшеницы, отличающихся по засухоустойчивости в условиях нормального водоснабжения и засухи.

Для исследования были выбраны два сорта яровой пшеницы – Терция и Новосибирская 89, районированные в Уральском регионе. По данным сортоиспытания, сорт Терция по засухоустойчивости превосходит сорт Новосибирская 89 на 2 балла. Исследования проводились в условиях полевого опыта на базе Курганского НИИ сельского хозяйства. На протяжении онтогенеза определяли интенсивность ростовых процессов (массу органов растений), количество зеатина, ИУК, АБК методом ИФА, содержание углеводов, азота, фосфора, калия [4, 5]. Биологическая повторность в опытах 4–6-кратная, аналитическая – 3-кратная. Полученные результаты подвергались статистической обработке.

Проведенные исследования показали, что изучаемые сорта характеризовались одинаковой динамикой изменения содержания фитогормонов в онтогенезе. Так, количество зеатина и ИУК в надземных органах пшеницы сортов Терция и Новосибирская 89 увеличивалось в первой половине вегетации, от фазы трех листьев к фазе цветения, затем наблюдалось постепенное снижение уровня этих гормонов. Уровень АБК на протяжении всего онтогенеза в надземных вегетативных органах пшеницы непрерывно повышалось. Уменьшение содержания зеатина и ИУК во второй половине вегетации и рост количества АБК обусловлено с проходящими возрастными изменениями в онтогенезе, постепенным переходом растений к этапам покоя и старости [5]. Анализ соотношения фитогормонов показал, что в начале вегетации до фазы цветения этот показатель повышался, а во второй половине вегетации при переходе от фазы цветения к фазе молочной спелости резко снижался с 4 до 0,35 для надземных органов пшеницы сорта Новосибирская 89 и с 3,46 до 0,22 для надземных органов пшеницы сорта Терция. Это явилось результатом изменения анализируемых гормонов в надземных органах пшеницы.

Однако, несмотря на общность в характере изменений гормонального баланса, изучаемые сорта отличались содержанием фитогормонов. Так, более засухоустойчивый сорт Терция почти на всем протяжении вегетации характеризовался большим количеством ИУК и АБК, более низким уровнем зеатина по сравнению с сортом Новосибирская 89. В период засухи наблюдалась модификация гормонального баланса надземных органов пшеницы. В листьях пшеницы сорта Новосибирская 89 содержание ИУК и особенно зеатина во время засухи резко снизилось. На этом фоне отношение  $Z+ИУК/АБК$  уменьшилось с 0,73 вначале засухи до 0,3 в конце засухи. Листья пшеницы сорта Терция напротив отличались не только большим содержанием ИУК и АБК, но и увеличением уровня зеатина, и как следствие большим отношением  $Z+ИУК/АБК$  по сравнению с сортом Новосибирская 89. Гормональной ситуации соответствовало изменение темпов роста пшеницы. В период засухи относительная скорость роста растений сорта Новосибирская 89 составила 0,014 г/(растение сут.), сорта Терция – 0,022 г/(растение сут.). Таким образом, стабилизация гормонального баланса у растений пшеницы сорта Терция и обеспечивает высокую засухоустойчивость данного сорта пшеницы.

Имеются данные, что между анатомическим строением и устойчивостью растений существует взаимосвязь [6]. Анатомическую структуру флаговых листьев и соломины пшеницы изучали после прекращения их роста в фазу цвете-

ния. Для анализа анатомического строения с каждой делянки брали по 20 растений, количество срезов – 10 шт. Проведенные нами исследования показали, что стебель более устойчивого к засухе сорта Терция отличался увеличением как числа проводящих пучков, так и диаметра сосудов. Листья пшеницы сорта Терция также характеризовались лучшим развитием проводящей системы и одновременно уменьшением размеров устьичных клеток и клеток эпидермы, увеличением числа устьиц, что способствует усилению притока воды от водонесных жилок к клеткам. Признаком ксероморфизма можно считать и большее развитие у сорта Терция механической ткани (перициклической склеренхимы) и моторных клеток. Имеются данные, что моторные клетки служат резервуаром воды [3].

Более ксероморфной структуре пшеницы сорта Терция соответствовали изменения водного обмена. Более засухоустойчивый сорт Терция характеризовался большими водоудерживающей способностью, относительной тургесцентностью и меньшим водным дефицитом, по сравнению с сортом Новосибирская 89.

В период после засухи у сорта Терция быстрее проходили процессы репарации. Темпы роста пшеницы засухоустойчивого сорта Терция превосходили сорт Новосибирская 89. Это происходило на фоне большего содержания зеатина и отношения З+ИУК/АБК в надземных органах пшеницы сорта Терция. В результате урожайность зерна пшеницы сорта Терция на 30% была выше, чем у пшеницы сорта Новосибирская 89. Таким образом, более высокая устойчивость к засухе пшеницы сорта Терция связана с рядом особенностей гормонального баланса, анатомических и физиологических показателей.

#### Список литературы

1. *Полевой В. В.* Фитогормоны. Л. : Изд-во ЛГУ, 1982. 249 с.
2. *Елагина Е. М., Якушкина Н. И.* Изменение физиологических показателей и продуктивности растений пшеницы при обработке цитокинином // Доклады РАНСНХ. 1997. № 2. С. 17–18.
3. *Жуковский П. М.* Ботаника. М. : Сов. наука, 1949. 552 с.
4. *Roe I. H., Epstein I. H.* Coldstein A photometric method for the determination of inulin in plasma and wine // J. of Biochemistry. 1949. Vol. 178, № 2. P. 839–845.
5. Иммуноферментный анализ регуляторов роста и развития растений. Применение в физиологии и экологии / Г. Р. Кудоярова и др. // Уфа : БНЦ УрО АН СССР, 1990, 164 с.
6. *Максимов Н. А.* Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. М. : Изд-во АН СССР, 1957. 576 с.