

- Кумаков В.А. Физиология яровой пшеницы. М., 1980. 297 с.
 Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М., 1960. 205 с.
 Ростовцева З.П. Рост и дифференцировка органов растения. М., 1983. 153 с.
 Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М., 1954. 390 с.
 Серебрякова Т.И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. М., 1971. 360 с.
 Тутаюк В.Х. Анатомия и морфология растений. М., 1972. 336 с.
 Францева О.В., Гулина Е.В., Быховцев Б.Г., Спивак В.А. Особенности роста листа пшеницы под действием внешних факторов // Бюлл. Бот. сада СГУ. Саратов. 2001. Вып. 1. С. 138-143.
 Храмцова Е.В., Киселева И.С. Изменение структуры мезофилла листа злаков в связи с их окультуриванием и повышением продуктивности // V Съезд о-ва физиологов России. Междунар. конф. « Физиология растений – основа фотобиотехнологии». Тез. докл. Пенза, 2003. С. 229-230.
 Эсау К. Анатомия растений. М., 1969. 564 с.

УДК 581.1

АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЛИСТЬЕВ
 БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH.),
 ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ
 ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Н.Н. Егорова, А.А. Кулагин
 Институт биологии УИЦ РАН, г. Уфа

В связи с увеличивающимся объемом вводимых в строй промышленных предприятий, с возрастающим количеством вовлекаемых в технологические процессы различных металлов, а также несовершенством используемых технологий производств, актуальной остается проблема загрязнения окружающей среды. Техногенное загрязнение наряду с природными явлениями нередко выступает в роли экстремального фактора окружающей среды, способствующего снижению эффективности регуляторных механизмов стабильности развития организма, что в свою очередь способствует появлению отклонений в морфологических признаках отдельных особей (Шмальгаузен, 1982).

Материал и методика

Целью нашей работы являлось изучение особенностей анатомических изменений тканей ассимиляционного аппарата березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в течение вегетационного периода при произрастании в экстремальных условиях. Для этого образцы листьев отбирали на пяти пробных площадях: 1 – отвалы Башкирского медно-серного комбината (г. Сибай), 2 – отвалы Учалинского горно-обогатительного комбината, 3 – отвалы Кумертауского бурогоугольного разреза, 4 – зона промышленных предприятий г.Стерлитамака, 5

– склоны северной экспозиции с многолетней почвенной мерзлотой (район Уфимского плато, Предуралья).

Сбор образцов для анатомических исследований осуществляли в течение вегетационного периода – июнь, июль, август. Отбирали сформировавшиеся листья (3-6 лист на побеге) из средней части кроны со 100 растений, произрастающих на каждой из пробных площадей. Образцы фиксировали в этиловом спирте (96%). Затем, при камеральной обработке, из средней части листовой пластинки готовили поперечный срез и помещали его в водно-белковый раствор на 2-3 минуты. Далее срез переносили на охладитель микротомы (ОМТ 0228) и, закрыв колпачком замораживающий столик, выдерживали в течение 5 минут. На следующем этапе готовили временный препарат – срез толщиной 20 мкм (микротом санный МС-2). Срезы готовили при температуре – 18°C. Приготовив временный препарат, изучали форму клеток, толщину отдельных слоев с использованием микроскопа (JENAMED-2 CZSS) при 192-кратном увеличении. После получения цифрового материала данные обрабатывали статистически, используя при этом пакет программ Microsoft Excel 2000.

Результаты и их обсуждение

Результаты настоящих исследований показывают изменения значений толщины отдельных слоев (табл.). В таблице приведены стационарные значения компонентов системы (даны средние арифметические пятидесяти измерений и рассчитана стандартная ошибка).

Описательная статистическая обработка результатов проводилась общепринятыми методами. В результате анализа установлено, что ошибки средних параметров составили от 0 до 1,3 мкм. Показано, что в условиях техногенного загрязнения окружающей среды внешние слои листьев становятся плотнее и увеличиваются в размерах. Экстремальные факторы позволяют сравнить степень увеличения отдельных слоев в условиях загрязнения среды. Следует отметить тот факт, что в течение вегетационного периода отмечается постоянное увеличение толщины листьев березы.

В июне стенки клеток нижнего эпидермиса утолщены, а нижняя кутикула незначительна. Строение столбчатой паренхимы характеризуется наличием крупных клеток эллипсоидной формы, стенки которых толстые. Клетки губчатой паренхимы располагаются очень рыхло, образуя крупные межклетники. Все границы слоев прослеживаются четко.

В июле происходят изменения в столбчатой паренхиме листьев, что выражается в значительном уменьшении клеток в размерах, более тесном прилегании клеток друг к другу, форма клеток при этом становится цилиндрической, а размеры клеток столбчатой паренхимы значительно уменьшились по сравнению с июнем (на 15-35%). Губчатая паренхима увеличивается в размерах, форма клеток округлая. Толщина нижнего эпидермиса значительно превосходит показатели, характерные для начала сезона.

В листьях берез, отобранных в августе форма клеток всех слоев не отличается от проб июля. Однако толщина слоев существенно различается.

Сезонная динамика изменения анатомического строения листьев (мкм)
березы повислой (*Betula pendula* Roth.), при произрастании в экстремальных
лесорастительных условиях

Пробная площадка	Сроки отбора образцов	Толщина отдельных слоев листовой пластинки, мкм					
		В.к.	В.э.	С.п.	Г.п.	Н.э.	Н.к.
Отвалы БМСК	июнь	0,7±0,06	0,9±0,11	5,9±0,38	6,8±0,45	0,7±0,03	0,6±0,06
	июль	0,9±0	1,6±0,05	4,1±0,19	6,4±0,53	0,8±0,03	0,6±0,02
	август	0,9±0,03	0,8±0,07	5,9±0,20	6,6±0,6	1,0±0,06	0,7±0,06
Отвалы Учалинского ГОК	июнь	0,9±0,04	1,4±0,07	6,1±0,23	6,9±0,28	0,9±0,06	0,7±0,06
	июль	0,9±0,08	2,1±0,26	5,0±0,37	9,6±1,3	1,0±0,13	0,7±0,07
	август	1,2±0,07	1,5±0,19	4,8±0,14	9,4±0,53	0,8±0,03	0,7±0,03
Отвалы Кумертауского бурогольного разреза	июнь	0,8±0,04	1,4±0,11	6,2±0,22	5,8±0,53	0,8±0,05	0,6±0,02
	июль	0,8±0,06	1,5±0,12	4,5±0,22	7,0±0,38	1,5±0,69	0,6±0,08
	август	0,9±0,04	1,9±0,04	4,6±0,16	7,9±0,54	1,1±0,04	0,7±0,04
Промзона г.Стерлитамака	июнь	0,9±0,06	1,4±0,06	5,3±0,55	8,1±0,26	0,7±0,05	0,6±0,02
	июль	0,8±0,04	1,2±0,06	4,3±0,36	6,4±0,70	0,8±0,08	0,5±0,03
	август	0,8±0,03	1,2±0,09	4,1±0,24	6,2±0,50	0,7±0,07	0,5±0,03
Многолетняя почвенная мерзлота (Уфимское плато)	июнь	0,8±0,02	1,6±0,05	5,0±0,16	6,7±0,18	0,7±0,02	0,5±0,04
	июль	0,9±0,10	1,6±0,08	4,4±0,16	9,2±0,29	0,8±0,08	0,8±0,05
	август	0,9±0,08	2,1±0,09	4,6±0,23	8,7±0,63	1,0±0,05	0,7±0,09

Примечание: В.к.- верхняя кутикула, В.э.- верхний эпидермис,
С.п.- столбчатая паренхима, Г.п. - губчатая паренхима,
Н.э.- нижний эпидермис, Н.к. – нижняя кутикула.

Заключение

Таким образом, установлено, что в экстремальных условиях произрастания значительных изменений толщины отдельных слоев листовых пластинок березы повислой (*Betula pendula* Roth.) не обнаружено. В течение вегетационного периода число отдельных слоев мезофилла листа увеличивается, но в количественном отношении сильно варьирует между собой. Следует отметить, что наблюдается увеличение толщины листовой пластинки на деревьях березы повислой, произрастающих на отвалах Башкирского медно-серного комбината (г. Сибай), на отвалах Кумертауского бурогольного разреза, на склонах северной экспозиции с многолетней почвенной мерзлотой (район Уфимского плато, Предуралье), что свидетельствует о неспецифической реакции ассимиляционного аппарата березы повислой на действие различных техногенных и природных экстремальных факторов внешней среды.

Изменение мощности развития различных слоев листьев у растений, произрастающих в экстремальных условиях, связано с нарушением процессов роста и развития листьев. Ассимиляционные ткани листа содержат клетки с хлоропластами и увеличение объемов клеток, содержащих хлоропласты, дает возможность более свободного перемещения последних. Это связано как с циклозом, так и с режимом освещения отдельной клетки хлоренхимы листа. В целом это может быть одним из проявлений адаптивных реакций ассимиляционного структурно-функционального комплекса, обеспечивающего успешное произрастание березы повислой в экстремальных условиях.

Работа выполнена в рамках исследований, поддержанных РФФИ – гранты №№ 05-04-97901, 05-04-97906, 05-04-97903.

Литература

Шмальгаузен И.И. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии: Избранные труды. М., 1982. 364 с.