

МЕТОД КЛЕТОЧНОГО И ОРГАНИЗМЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НЕГАТИВНОГО ФАКТОРА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В.С. Головина

*Воронежский государственный технический университет, Российская
Федерация, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84*

**Адрес для переписки: Головина Виктория Сергеевна,*

E-mail: vika.vica.golovina@mail.ru

Растения как наиболее уязвимые (непосредственно испытывающие воздействие техногенного фактора) являются объектом качественного изучения жизненного состояния на клеточном и морфо-физиологическом уровне. Воздействие загрязнителя сказывается на транспирации растения, приводя к закупориванию устьичных щелей пылью, блокируется их проницаемость, к деформации устьиц и к повреждениям органов растения, некрозам, хлорозам, пигментации, изменению окраски. Наиболее частым визуальным результатом взаимодействия растения с химическим агентом (ингредиентом состава выхлопов автотранспорта) наблюдается в появлении серебристых пятен серной кислоты на листовых пластинах растения после взаимодействия с диоксидом серы (SO₂). В работе изучен устьичный аппарат (дыхательная система) исследованных травянистых видов растений, изменения в нем под действием дорожных поллютантов изучаемого биотопа. Созданы предпосылки к дальнейшему исследованию с применением электронных микроскопов для получения дополнительных результатов. Проведено рекогносцировочное изучение урбанофлоры (выявление флористического состава исследованного биотопа), комплексные ботанические полевые и лабораторные исследования на заложенных площадках. Лабораторным путем с применением светового микроскопа исследована на клеточном уровне реакция растения методом состояния

устычного аппарата (по методике А.К.Фролова,1978) от воздействия атмосферного загрязнителя – проведена микроскопия на приготовленных препаратах нижних и верхних эпидермисов, снятых с листа. Выявлен ингредиентный состав выбросов автотранспорта, групп и видов основных ингредиентов (по степени токсичности и процентному содержанию) в выбросах автотранспорта (см. Таблица) и изучен механизм воздействия каждого из атмосферных поллютантов на растительный организм. Получены данные по каждому виду растений, исходя из общего состояния организма и сопровождающихся изменений в изучаемых атмосферных условиях и индивидуальных особенностей организма.

Ключевые слова: травянистые фитоценозы, устьичный аппарат, выхлопы автотранспорта, световой микроскоп, оценка, воздействие.

THE METHOD OF CELLULAR AND ORGANISMIC STUDY OF THE STATE OF VEGETATION UNDER THE INFLUENCE OF A NEGATIVE FACTOR TO ASSESS THE ECOLOGICAL STATE OF THE ENVIRONMENT

Voronezh State Technical University, street, 20-letia Oktabria, 84, Voronezh, 394006, Russian Federation

**Corresponding author: Viktoriya S. Golovina*

E-mail: vika.vica.golovina@mail.ru

Plants as the most vulnerable (directly experiencing the impact of anthropogenic factors) are the object of a qualitative study of the vital status at the cellular and morpho-physiological level.

The impact of the pollutant affects the transpiration of the plant, leading to plugging of stomatal slits with dust, their permeability is blocked, deformation of stomata and damage to plant organs, necrosis, chlorosis, pigmentation, discoloration. The most frequent visual result of the interaction of a plant with a chemical agent (an ingredient of the composition of vehicle exhaust) is observed in the appearance of silvery spots of sulfuric acid on the leaf plates of the plant after interaction with sulfur dioxide (SO₂). The stomatal apparatus (respiratory system)

of the studied herbaceous plant species, changes in it under the influence of road pollutants of the studied biotope were studied.

Created prerequisites for further research using electron microscopes to obtain additional results. A reconnaissance study of urban flora (identification of the floristic composition of the studied biotope), complex botanical field and laboratory studies on the pledged sites were carried out. Using a light microscope, by laboratory way, the plant's reaction was investigated at the cellular level, using the stomatal apparatus condition method (by AK Frolov, 1978) from exposure to atmospheric pollutant - microscopy was performed on the prepared preparations of the lower and upper epidermis taken from the leaf.

The ingredient composition of motor vehicle emissions, groups and types of the main ingredients (by toxicity and percentage) in motor vehicle emissions has been identified and the mechanism of influence of each of the atmospheric pollutants on the plant organism has been studied. Data were obtained for each plant species, based on the general state of the organism and the accompanying changes in the studied atmospheric conditions and the individual characteristics of the organism.

Keywords: herbaceous plant species, stomatal apparatus, vehicle exhausts, light microscope, diagnosis, influence.

Введение

Методика позволяет оценить зависимость изменения определенных изучаемых в растении параметров от предмета воздействия (ингредиентного состава выбросов автотранспорта). Методика проведения анализа впервые использована для ЦЧР определенного биотопа г. Воронеж. Исследование по состоянию устьичного аппарата рассматриваемых в работе видов растений в **изучаемом регионе** проведено впервые. Метод клеточных изменений устьичного аппарата (**по методике А.К. Фролова, 1978**), примененный нами в настоящей работе, расширен и применен для исследования на 10 видах растений придорожной урбанофлоры (список видов растений и проведенная микроскопия приведены ниже)

Впервые разработанный метод Фроловым А.К. при изучении флоры Санкт-Петербурга был применен ко всем жизненным формам растительности города (древесным, кустарничковым, полукустарничковым и травянистым видам растительности), ассимиляционная система была исследована у видов: клевер луговой, одуванчик лекарственный, мятлик луговой

Человек загрязняет природные системы несвойственными ей химическими, физическими и биологическими агентами (ингредиентами), тем самым препятствуя способности экосистем к самоочищению и самоподдержанию. В результате сжигания различного рода полезных ископаемых в атмосферу ежегодно выбрасывается около 20 миллиардов тонн углекислого газа и поглощается соответствующее количество кислорода.

Составляющие основу современных техногенных загрязнителей: окислы серы, азота, углерода, пыль, озон, фтор, углеводороды, сероводород, диоксины – сильнейшие политропные ксенобиотики, а также другие виды поступающих в природные среды химических загрязнителей, являющихся продуктами техногенеза (искусственной антропогенной деятельности), попав в воздушное пространство, изменяют качественные естественные показатели среды. Нарушают баланс энергии и вещества, путем миграции этих элементов в другие компоненты экосистемы: гидросферу, литосферу и почву (педосферу). При этом, воздействует ни один отдельный ингредиент (загрязняющее вещество), а смесь газов и пыли, комплексно однонаправлено действуя на живые организмы. Последствия этого отрицательного влияния – реакции организма на загрязняющее вещество, наблюдаются от каждого отдельного агента, входящего в смесь, ингибитором которых и является воздействующее вещество.

По данным исследователей Зарубина, Новикова (1986) количество загрязнителей, подлежащих контролю, постоянно меняется, в настоящее время гигиенические нормативы установлены для 600 веществ и 33 комбинаций атмосферных ингредиентов и более 1000 химических загрязнений воды водоемов.

Механизм воздействия каждого из основных атмосферных загрязнителей (фитотоксикантов) на организм растений будет подробно изучен и изложен далее в данной работе.

Изучаемые в данной работе урбанофитоценозы (урбанофлора) привели к необходимости рассмотрения аспекта города. Город представляет собой полностью трансформированную, некогда природную среду, включает в себя целый спектр техногенных зон и внедрений, коренным образом изменяющих природную (естественную) среду, все её составные части: атмосферу, гидросферу, литосферу, педосферу (почву). Город как полностью замененная антропогенная (техногенная) система создает агрессивную, «губительную» для всего живого среду.

Антропогенно-урбанизованная среда ответственна за исчезновение целого ряда видов растений - оскуднение видового разнообразия, свойственных естественным местообитаниям вида. Истощение флористического состава, по мнению исследователя Кабирова (1983), связано с высокой чувствительностью растений к загрязнению среды.

Человек полностью изменяет, деформирует исходную природную среду, вплоть до полного уничтожения природных экосистем и создания новой техногенной среды и техногенных элементов среды: застроек, дорожных полос, коммуникаций, (нарушающих почвенную среду), на местах естественного обитания видового разнообразия растительности, присущего данному экотопу.

Город как синтетическая (искусственная) замкнутая биокосная экосистема не может обеспечить нормального, продуктивного функционирования всех ее компонентов. Нарушение связей, биогеохимических циклов, потоков энергии и вещества неминуемо отражается на жизнедеятельности и качестве жизни всех субъектов взаимодействия этой системы.

Цель данного исследования: изучение воздействия атмосферных выбросов автотранспорта на придорожные фитоценозы г. Воронежа

(дорожная магистраль по ул. Московский проспект, район Памятника Славы, данный биотоп был выбран в связи с интенсивностью движения автотранспорта) и оценка состояния окружающей среды методом флуктуирующей асимметрии, а также методом клеточных изменений устьичного аппарата дыхательной (ассимиляторной) системы (по методике А.К. Фролова, 1998) листовых пластин исследуемых древесных и травянистых видов флоры.

Актуальность моего исследования состоит в результативности примененных методов, а также наглядного отражения и прямой зависимости состояния атмосферы от состояния растительности урбанизированной зоны.

Методика проведения исследования

Достаточно широкий ранг задач, выдвинутый нами в настоящей работе, потребовал изучения и использования методов экологии, геоботаники, биологии, анатомии и морфологии растений.

Биотоп для проведения исследований и сбора материала выбирался с учетом задач настоящей работы – автодорожная магистраль по улице Московский проспект, а именно ее техногенное воздействие на близлежащие фитоценозы. Исследования проводились в сравнении данного биотопа с другими, поэтому для данного эксперимента закладывались учетные площади на удалении от автомагистрали (по пути удаления от источника загрязнения) и эталонный для сравнения результатов и контроля.

В пределах изучаемого района исследования закладывались пробные площади, в пределах которых - учетные площадки: 1x1 м² – для ценопопуляции вида, 5x5 м² – для фитоценоза. В ранее проведенном исследовании в городе Липецке в 2015 году закладывались площадки 1x1 м² для изучения ценопопуляции вида – подорожника большого и проведения исследований. В пределах учетных площадей проводилось комплексное исследование и отбор растительных образцов для дальнейшей работы. Результаты этих исследований отражены далее в работе.

Для проведения экспериментальных исследований в г. Воронеже (2016-2017г) закладывались учетные площадки размером 5x5 и 1x1 м². Площадки закладывались несколько раз с учетом фенологических фаз и временной смены растений в фитоценозе. Первые площади были заложены с 29 по 16 мая для наблюдения в этот период фенофазы цветения исследуемого вида - одуванчика лекарственного (результаты исследования отражены далее в работе в таблицах и фотографиях в приложении). Последующие площадки – с середины мая до конца июля для наблюдения фенофаз цветения других видов растений и проведения их дальнейших изучений и работы с растительными образцами.

Площадки закладывались в фазе кущения основной культуры, при наблюдении фенофазы главного для изучения вида растения. Такая специфика заложения площадок при наблюдении определенной фенофазы требуется для проведения дальнейших исследований, работы с растительными образцами и получения достоверных показателей, результатов в изучаемых признаках растений. Так как генеративная фенофаза отличается от других по степени наибольшей уязвимости растения в этот период.

Наибольшее повреждение растения получают в генеративной стадии онтогенеза (подобно животной клетке), в этот период увеличивается скорость химических реакций и затрачивается большое количество энергии, используемой на продукцию и синтез необходимых для данной стадии веществ. Для наблюдения точности последующих результатов выбирались растения средневозрастные (зрелые) генеративные – g2. К тому же растительная клетка к этому периоду накапливает больше токсических веществ по сравнению со стадией проростков, ювенильных и имматурных растений.

В пределах заложённых учетных площадок проводилось комплексное исследование состояния растительности. Проводилось рекогносцировочное изучение флоры исследуемых биотопов (по площадкам) – составление списка видов травянистых растений (выявление флористического состава) и их

жизненных форм (отражено далее в таблицах в приложении), выявление спектра жизненных форм (см. Приложения 7-14), выявление ведущего спектра семейств флоры, доминанты площадей, мозаичность, ярусность, микрогруппировки. Также проводился отбор растительных образцов с каждой площадки биотопа для проведения микроскопии (клеточных исследований) эпидермисов, снятых с листовых пластин 10 травянистых видов растений, составляющих основу фитоценоза, для оценки состояния устьичного аппарата; доминанты данных сообществ:

клевер луговой *Trifolium pratense* L

эспарцет песчаный *Onobrychis arenaria*

подорожник большой *Plantago májor*

вьюнок полевой *Convolvulus arvensis*

одуванчик лекарственный *Taráxacum officinále*

горошек мышиный *Vicia biennis* L.

циклахена дурнишникилистная *Cyclachaena xanthiifolia*

пастушья сумка обыкновенная (сумочник пастуший)

Capsélla búrsa-pastóris

сурепка обыкновенная *Barbaréa vulgáris*

донник желтый *Rúmex confértus*

Проведение исследования и обсуждение результатов

Целью данного исследования является изучение анатомо-структурных особенностей устьичного аппарата травянистых видов растений. В качестве объектов исследования были выбраны виды, отражающие основной состав (облик) фитоценоза. В данном исследовании была осуществлена задача выявить зависимость между количеством устьиц и степенью воздействия атмосферных выбросов автотранспорта, выявить процент пораженных (деформированных) устьиц от общего количества, а также процент устьиц, забитых пылью (по методике А.К. Фролова)

На приготовленных препаратах нижних и верхних эпидермисов, снятых с листа отобранных травянистых растений, считалось количество устьиц в

поле зрения светового микроскопа, учитывался процент пораженных (забитых пылью) и деформированных устьиц (по методике А.К.Фролова, 1980)

Получены выводы, подтверждающие зависимость увеличения количества устьиц по приближению к источнику воздействия у всех исследованных видов.

Для подорожника большое количество устьиц варьирует в больших пределах, в 2,8 раз по сравнению с эталонным участком. Вид является достаточно уязвимым к действию загрязнителя. Малый процент пораженных устьиц, так как генезис и механизм изменения морфометрии устьиц не до конца изучен. Не многими исследованиями доказано изменение морфометрии замыкающих клеток устьиц от действия химического ингредиента, исходя из ингредиентного состава выхлопов, такими веществами будут являться в первую очередь мутагенные и канцерогенные вещества и соединения. Также нельзя исключать такие факторы как почвы и другие.

Для циклахины дурнишниковидной количество устьиц варьирует в небольших пределах (0,8 раз). Это также связано с опушением (выросты эпидермиса - трихомы) листовых пластин данного растения – механизма защиты, задерживания проникновения пыли, взвешенных дисперсных частиц другой природы и токсичных ингредиентов. Также с этим связано уменьшение процента деформированных (аномальных) устьиц.

Клевер луговой оказался чувствителен к загрязнителю наравне с подорожником большим (варьирование в 2,4 раз). - на участке около автомагистрали не обнаружено устьиц на листовых пластинах данного вида. Вероятнее всего полагать, что такая аномалия не связана с действием токсического вещества, это результат особенностей развития растения или же имеет место быть результатом спонтанной хромосомной мутации.

У горошка мышиного варьирование количества устьиц в 1,2 раза по сравнению с эталонным участком. Это связано с особенностями развития устьичного аппарата растения – погруженные устьица, а также небольшим

защитным механизмом выступает наличие небольшого опушения (железистые волоски).

Для вьюнка полевого незначительное процентное варьирование 0, 2 раза. Можно сделать вывод об относительной устойчивости вида к загрязнению среды.

Для одуванчика лекарственного варьирование количества устьиц в пределах нормы превышение на несколько значений – вид устойчив к воздействию.

Для сумочника пастушечьего (пастушья сумка) процентное превышение количества устьиц в 1,6 раза – вид слабо устойчивый к загрязнителю .

Таблица. Группы и виды основных ингредиентов (по степени токсичности и процентному содержанию) в выбросах автотранспорта

Наименование группы	Классы веществ	Представители изомеров гомологических рядов
Сложные вещества, объединенные в несколько классов		
Углеводороды (органические соединения)	Предельные углеводороды	Алканы: метан, этан, бутан, пентан, изобутан, гексан, октан
	Непредельные углеводороды	Алкены: этилен, пропилен, бутен, пентен, гептен, октен Алкины, алкадиены, циклоалканы
	Полициклические (алифатические) ароматические углеводороды (ПАУ)	Бенз(а)пирен, бензантрацен, овален.
Азот-и серосодержащие гетероциклические соединения	Гетероароматические соединения	Акрилонитрил, ацетонитрил, пропионитрил, нитрометан, нитроэтан
Соединения хлора	диоксины	Дибензохлордиоксины Тетрахлорметан, трихлорэтилен,

Вещества с простым составом

Твердые частицы	Сажа, пыль, окись цинка, силикаты, хлориды и бромиды свинца. Микрочастицы размером от 0,01 до 100 мкм более 100 мкм – осаждающиеся, менее 5 мкм – практически неосаждающиеся.
Альгиды (органические соединения)	Формальдегид, акролеин
Нетоксичные вещества	кислород, водород, водяной пар и углекислый газ
Соединения серы	Сернистый ангидрид, серный ангидрид, сероводород, меркаптаны
Окислы азота	Диоксид азота, триоксид азота, аммиак.
Окислы углерода	Монооксид углерода, диоксид углерода
Окислы кислорода	Озон
Тяжелые металлы	Свинец, ванадий, цинк, медь, хром, фтор, титан
Соединения свинца	Тетраэтилсвинец

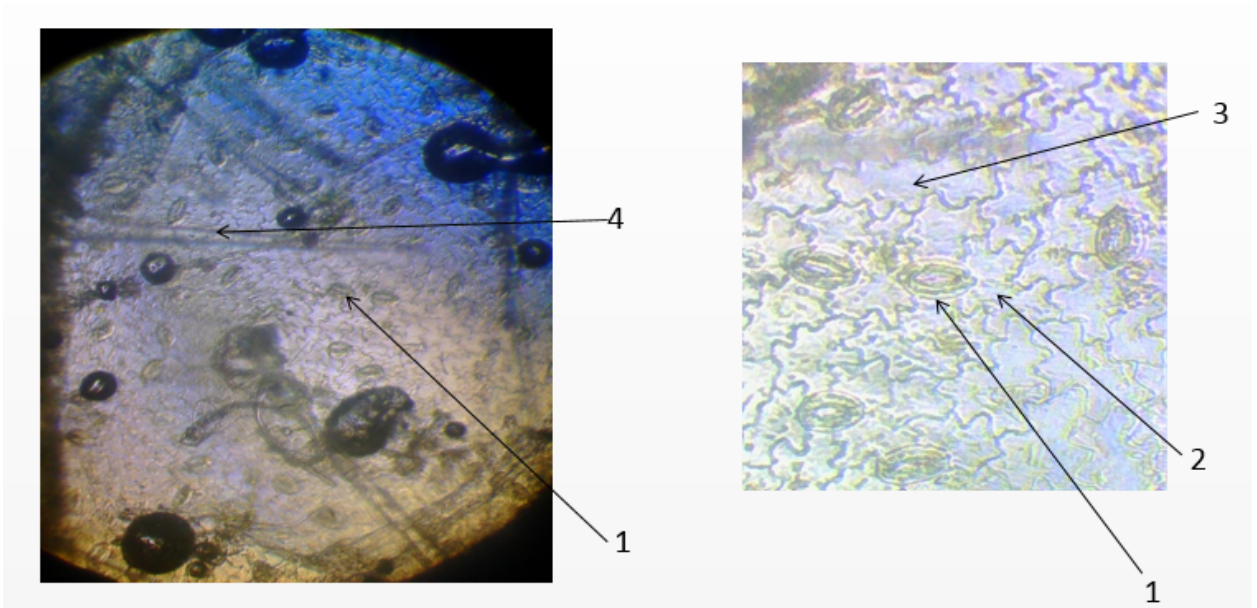


Рис.1. Нижний эпидермис пеларгонии (для эталонного образца нормального функционирования устьичного аппарата*)

- 1- замыкающие клетки устьиц в нормальном состоянии
- 2- околоустьичные (сопровождающие) клетки
- 3- основные клетки эпидермы
- 4- кроющие волоски (трихомы) -выросты эпидермы

*Устьичный аппарат пеларгонии комнатной в ботанике принято брать за эталонный для демонстрации вида устьичного аппарата (гипостоматический здесь), типа устьичного аппарата (аномоцитный здесь – околоустьичные клетки не отличаются строением от основных клеток эпидермы), формы устьичных клеток (чечевицевидные здесь)

На микроскопии препарата отчетливо показывается форма устьичных клеток в нормальном физиологическом состоянии, чистая устьичная щель

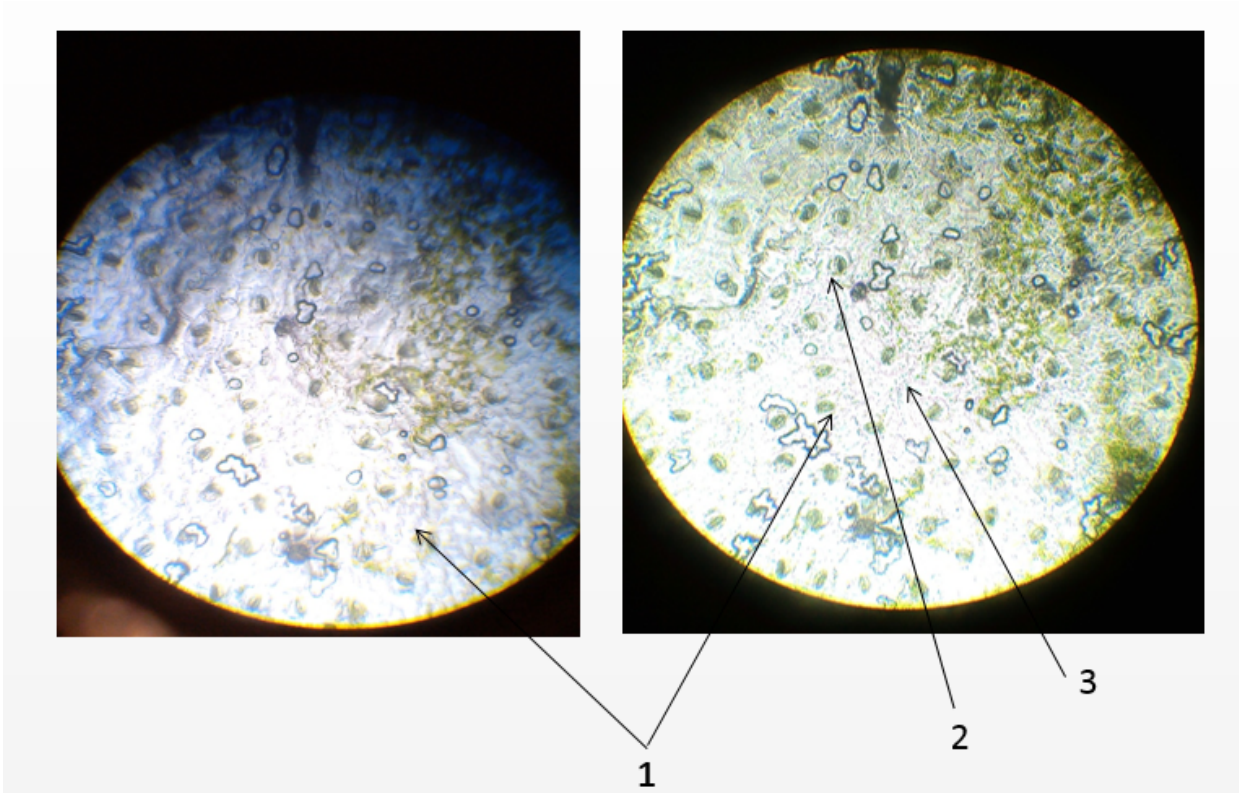


Рис. 2. Нижний эпидермис донника желтого

- 1- замыкающие клетки устьиц
- 2- околоустьичные (сопровождающие) клетки
- 3- основные клетки эпидермы

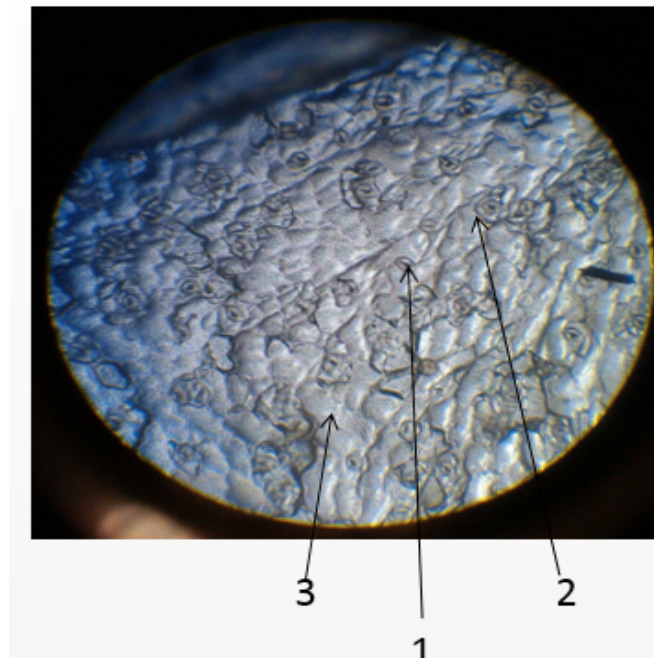


Рис. 3. Нижний эпидермис вьюнка полевого

- 1- замыкающие клетки устьиц
- 2- околоустьичные (сопровождающие) клетки
- 3- основные клетки эпидермы

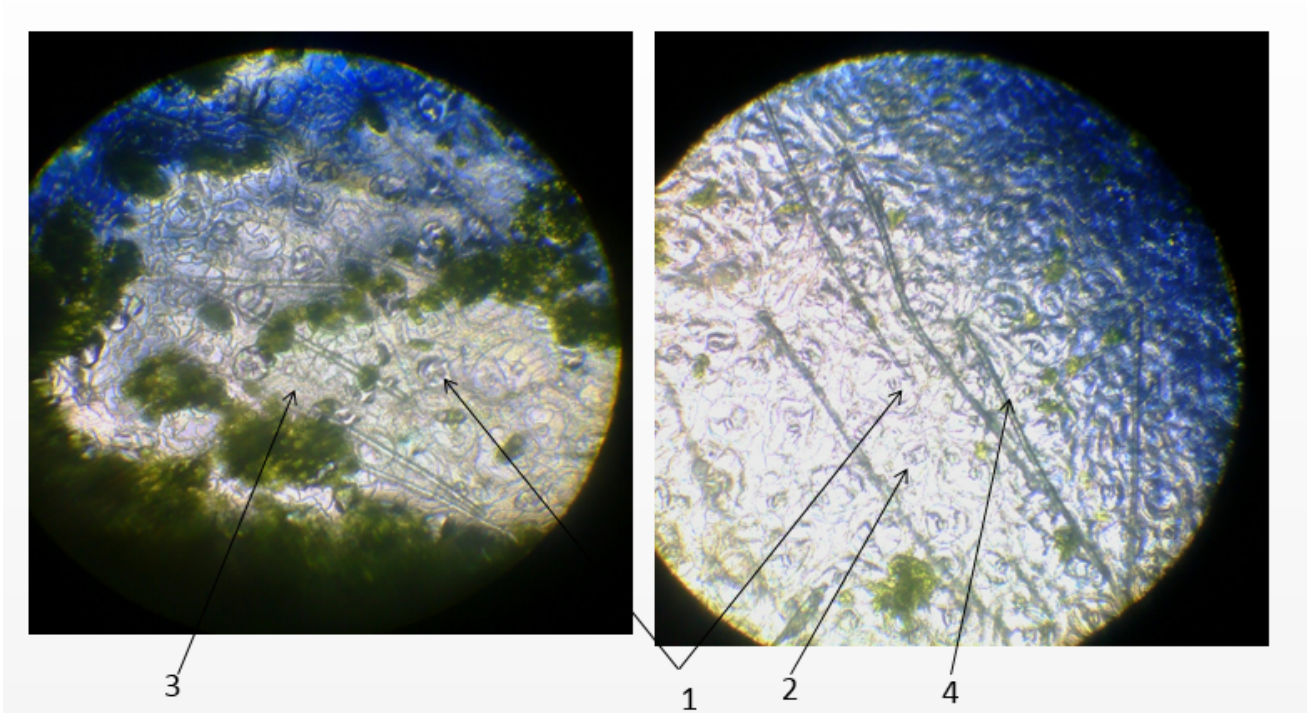


Рис. 4. Нижний эпидермис горошка мышиного

- 1- замыкающие клетки устьиц (погруженные)
- 2- околоустьичные (сопровождающие) клетки
- 3- основные клетки эпидермы
- 4- кроющие волоски (трихомы) -выросты эпидермы

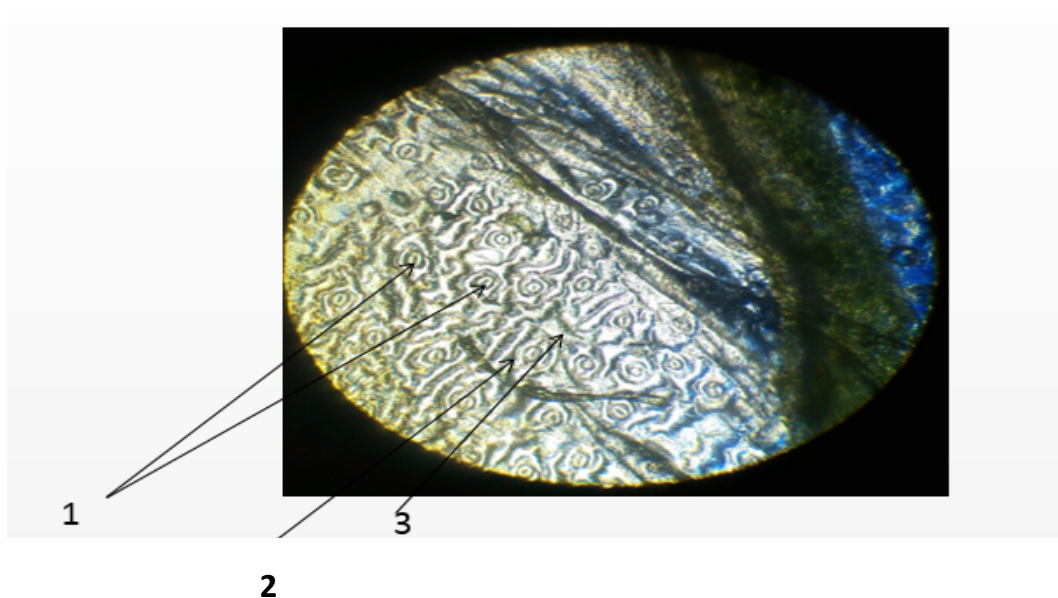


Рис.5. Нижний эпидермис одуванчика лекарственного

- 1- замыкающие клетки устьиц (выступающие)
- 2- околоустьичные (сопровождающие) клетки
- 3- основные клетки эпидермы

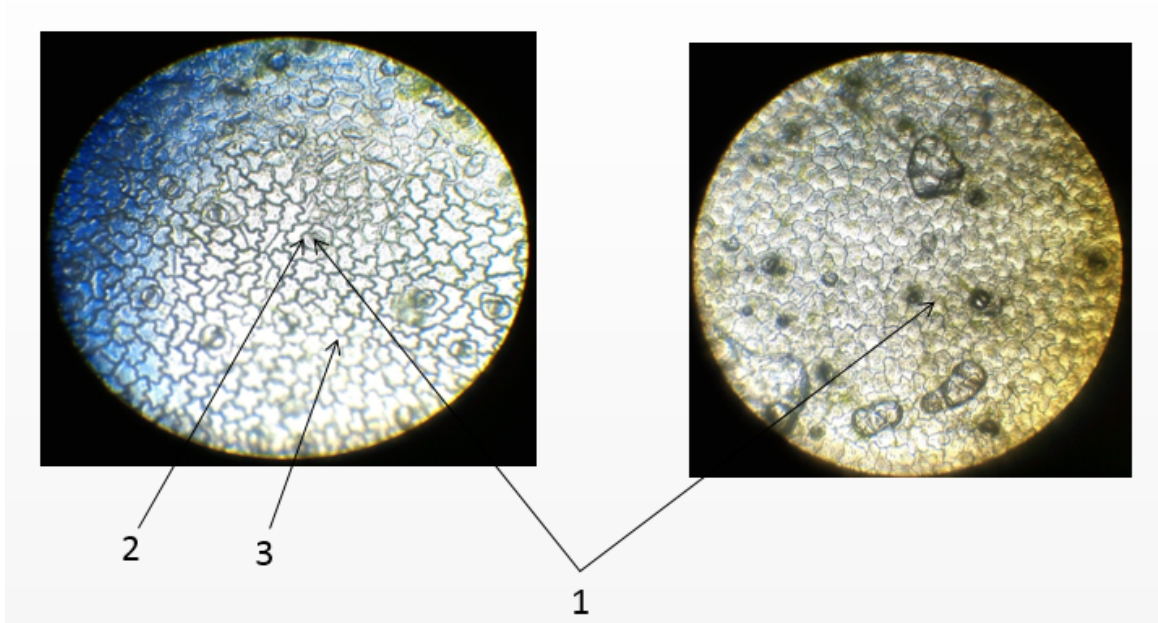


Рис. 6. Нижний эпидермис клевера ползучего

- 1- замыкающие клетки устьиц, 2- околоустьичные (сопровождающие) клетки,
- 3- основные клетки эпидермы

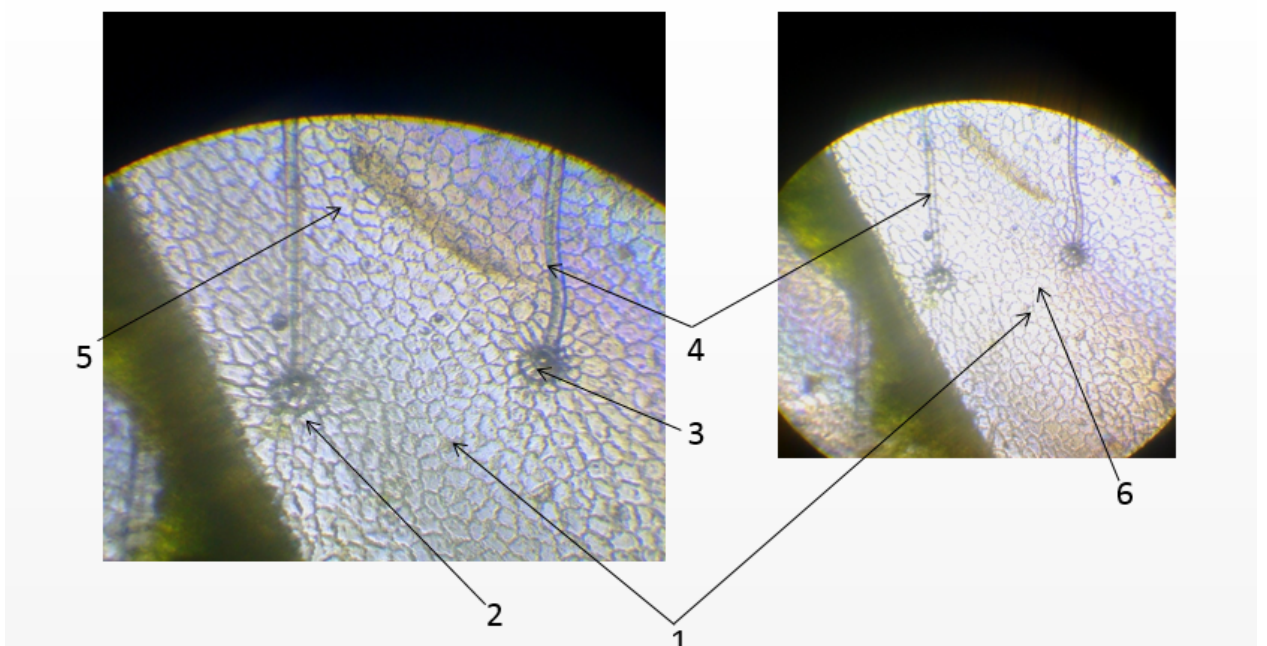


Рис. 7. Нижний эпидермис клевера лугового

- 1- замыкающие клетки устьиц
- 2- пучок околотовосковых клеток
- 3- многоклеточный валик основания трихома
- 4- крючковые волоски (трихомы)-выросты клеток эпидермы
- 5- околоустьичные (сопровождающие) клетки

6- основные клетки эпидермы

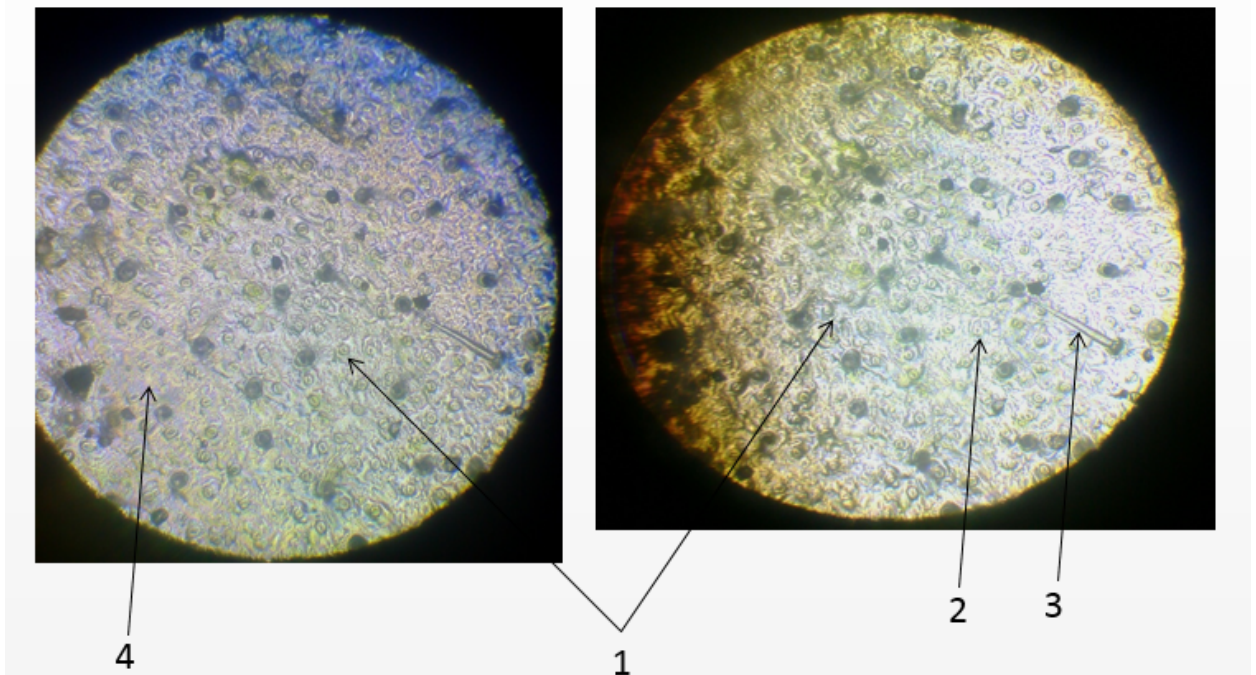


Рис. 8. Нижний эпидермис цикламены дурнишниковидной

- 1 - замыкающие клетки устьиц
- 2- околоустьичные (сопровождающие) клетки
- 3- кроющие волоски (трихомы)
- 4- основные клетки эпидермы

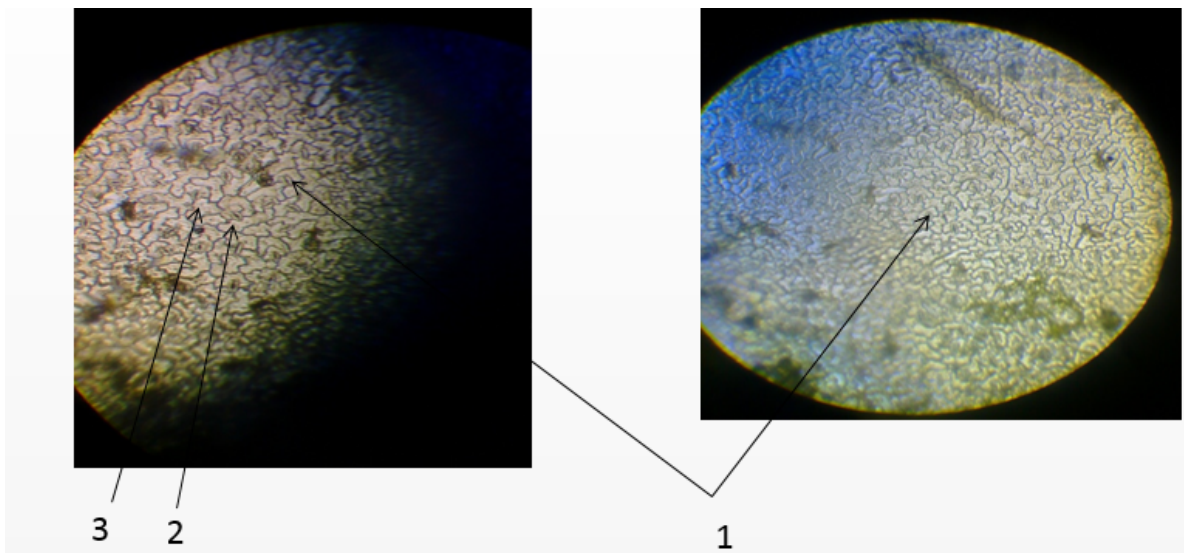


Рис. 9. Нижний эпидермис подорожника большого (на разных площадках)

- 1- замыкающие клетки устьиц
- 2- околоустьичные (сопровождающие) клетки
- 3- основные клетки эпидермы

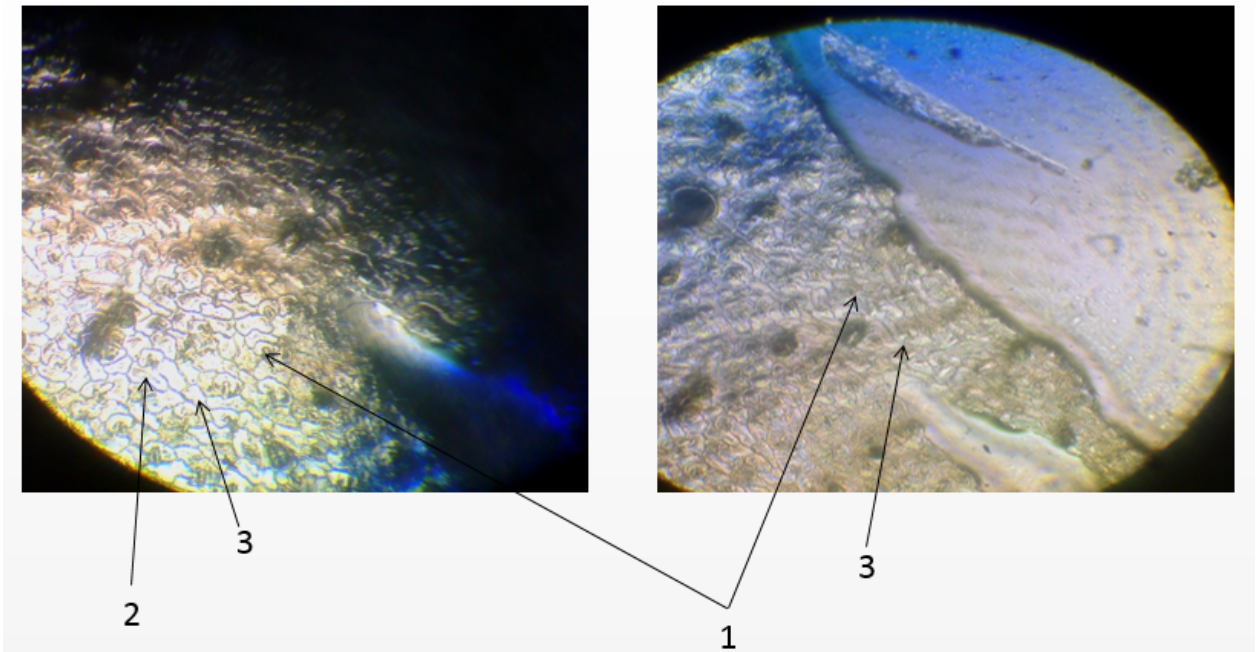


Рис.10. Нижний эпидермис подорожника большого (на разных площадках)
 1- замыкающие клетки устьиц
 2- околоустьичные (сопровождающие) клетки
 3- основные клетки эпидермы

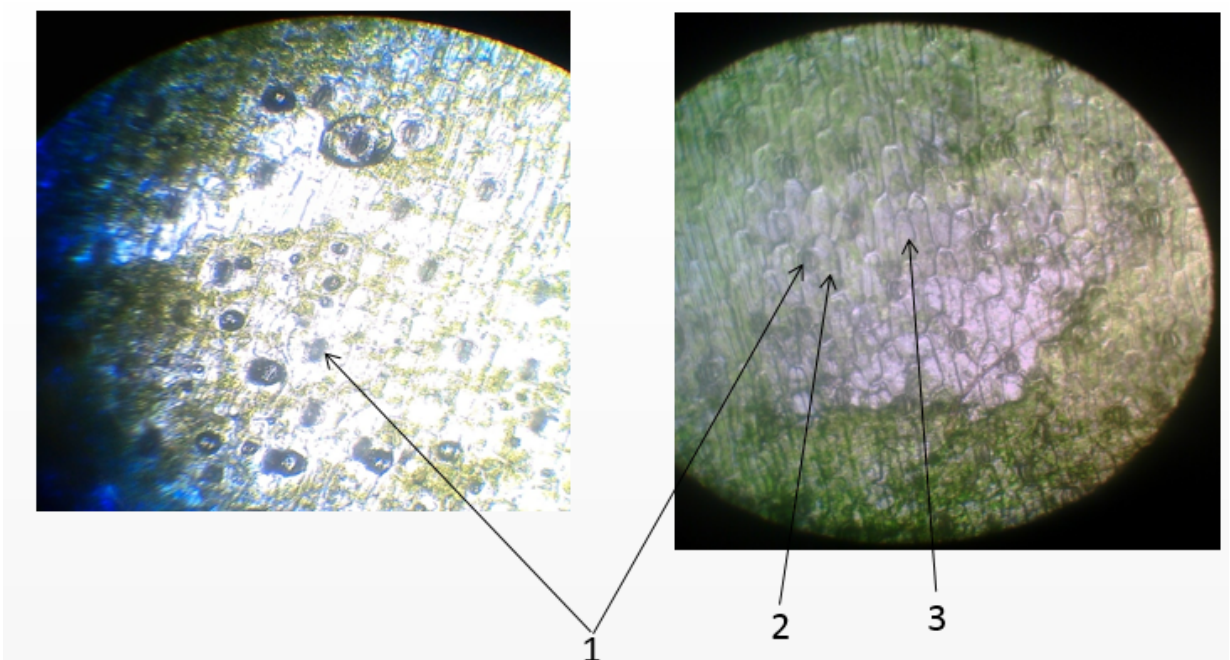


Рис.11. Нижний эпидермис эспарцета лекарственного
 1- замыкающие клетки устьиц
 2- околоустьичные (сопровождающие) клетки
 3- основные клетки эпидермы

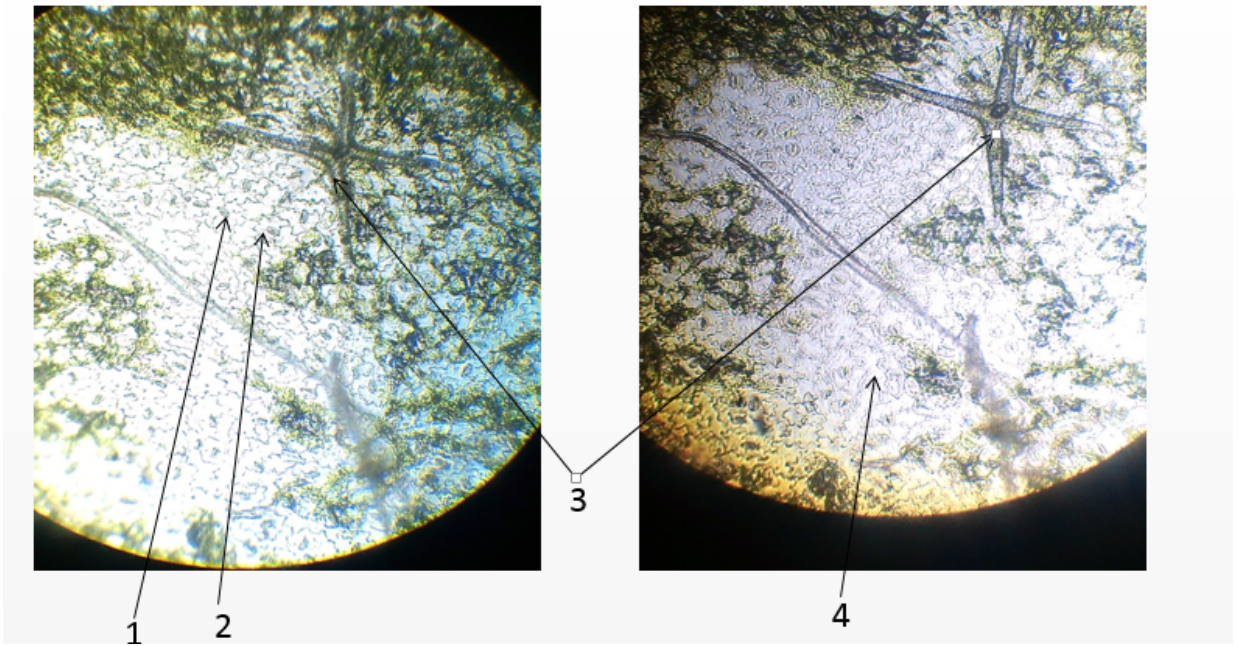


Рис.12. Нижний эпидермис пастушьей сумки

1 - замыкающие клетки устьиц

2- околоустьичные (сопровождающие) клетки

3- многоклеточные звездообразные кроющие волоски (трихомы) нижнего эпидермиса

4- основные клетки эпидермы

Выводы

1. В результате исследования, анализа флоры (проведение рекогносцировочного исследования, ботанического описания видов и выявления спектра жизненных форм установлено, что в спектре жизненных форм преобладают гемикриптофиты, преимущественно, корневые, лианоидные, стелющиеся травянистые виды (люцерна хмелевая и серповидная, лапчатка серебристая, горошек мышиный, клевер луговой и др.)
2. В ходе двухлетнего мониторинга состояния растительности данного биотопа определено, что антропогенная нагрузка на городские экосистемы приводит к деградации, миграции и последующему исчезновению некоторых видов (довольно динамическому) в растительных фитоценозах.
3. В результате проведения микроскопии растительных образцов (продольные срезы – нижний эпидермис через листовые пластины) для характеристики состояния ассимиляционной системы (устычного аппарата) выбранных травянистых видов растительности получены выводы, подтверждающие зависимость увеличения количества устьиц по приближению к источнику воздействия у всех исследованных видов.

Литература

1. Дружкина Т.А., Лебедь Л.В. Исследование биоиндикационных свойств древесных пород в городской среде / Т.А. Дружкина, Л.В. Лебедь / 2009.– 82с.
2. Захаров В.М, Яблоков А.В. Анализ морфологической изменчивости как метод оценки состояния природных популяций /Новые методы изучения почвенных животных в радиоэкологических исследованиях./ В.М. Захаров, А.В. Яблоков / - М.: Наука,1985. - С.176-185.
3. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. - / Г.М. Илькун / Киев: Наук, думка, 1978. - 247 с.
4. Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Захарова В.М. Анализ стабильности развития берёзы повислой в условиях химического загрязнения./ Н.Г. Кряжева, Е.К. Чистякова, В.М. Захарова / - Экология, 1996, №6, с. 441-444.
5. «Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур)» (Распоряжение Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р).
6. Ревич Б.А.. «Горячие точки» химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России / под ред. В.М. Захарова. - / Б.А. Ревич / М.: Акрополь, Общественная палата РФ, 2007. - 192 с.
7. Быков Б.А. Геоботанический словарь.2-е изд./ Б.А. Быков / Алма-Ата: Наука Каз. ССР, 1973. 216 с.
8. Животовский Л.А. Онтогенетические спектры, эффективная плотность и классификация популяций растений / Л.А. Животовский / Экология. 2001. №1. С. 3-7.
9. Злобин Ю.А. Структура фитопопуляции / Ю.А. Злобин / Успехи современной биологии. 1996. Т. 116, вып. 2. С. 133-146.
10. Тимонина А.К. Основные геоботанические методы изучения растительности / Под ред.. / А.К. Тимонина /М.: Изд. каф. высших растений биол. ф-та Моск. ун-та, 2006. 152 с.

11. Любарский Е.Л. Ценопопуляция и фитоценоз./ Е.Л. Любарский / Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1976. 157 с.
12. Лукаткин А.С., Левин В.К., Лещанкина В.В. Полевые методы исследования растений: учеб. пособие по проведению полевых практик / [и др.]; под общ. ред. проф. А.С. Лукаткина. / А.С. Лукаткин, В.К. Левин, В.В. Лещанкина /Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2004. 160 с.
13. Келлер Э.Ф. Длина жилок и число устьиц на единицу площади листа как экологический признак / Э.Ф. Келлер / Растение и среда. 1940. Т. 1. С. 299–375.
14. Ключев Н.А. Эколого-аналитический контроль стойких химических загрязнителей в окружающей среде. /Н.А. Ключев/ Москва, 2008
15. Air pollution in metronolitan areas and motor vehicle emissions. "Environ Eng. Conf. Manag. Urben Air Quel., Melbourne, 1976." Sydney, s.a., 22-28.
16. Baker A.J.M. Accumulators and excluders strategies in the response of plants to heavy metals."J. Plant. Nutr.", 1981, 3, N 1-4, 643-654.
17. Boele C., Van Zanten B.O. De achteruitgang van de Nederlandse hunebeddenflora. "Lindbergia", 1984, 10, N3, 187-189.
18. Brandes D. Flora und Vegetation der Bahuhöfe Mitteleuropas. // Phytocoenologia, 1983, 11, N 1, 31-49, 97-115.
19. Brandes D. Zur Flora der Burgen im nördlichen Harzvorland. "Braunsch. naturk. Sehr.", 1987, 2, N 4, 797-801.
20. Brown L.R., Jacobson J.L. The future of urbanization: facing the ecological and economic constraints. "Worldwatch Pap.", 1987, N 77, 51-58.
21. Bruhn J.M., Parmeter J.R., Cobb T.W. Oxidant impact on ponderosa and Jeffrey pine foliage decomposition //Proc. of symposium on effekts of air pollutants on mediterraneaе and temperate forest ecosist., 1980, 229.
22. Caiola M.G, Forni C., Albertano P. Characterization of the algal flora growing on ancient Roman frescoes. "Phycologia", 1987, 26, N 3, 387-396.
23. Corlett R. The naturalized flora of Singapore. // J. Biogeogr. 1988, 15, N 4, 657-663.

24. Czarnowska K. Nagromadzenie metali ciekkich w glebach aglomeracji warszawskiej. // Zesz. nauk. ORT Olsatymie Rol.", 1978, N. 24, 47-53.
25. Czarnowska M. Phitosynthetic production of tree leaves in a city habitant // Bull. Acad. pol. sei. biol., 1974, 22, 603-608.
26. Dässler H.-G. Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. (Ursachen Wirkungen-Gegenmasnamen). Jena: Gustav Fischer, 1976 - 190 s.
27. Davis A.M.; Glick T.F, Urban ecosystems and island biogeography. //Environ. Conserv, 1978, 5, N 4, 299-304.
28. Dimitrovsky K. Vliv na lesul gospodarstvi sivi oblastech hnedouhelnych reviru.- Lesn. prace. 1965, 44, 7, 314-316.
29. Dongre M.M. Effect of pollutants on photosynthesis in Clerodendrum in germes Gaertn.- Proc. Nat. Sei. Acad. 1976, 42, 4-5, 234-237.
30. Frioul I.L, Reuss A, Caertier P. Ralationships between carbon dioxide transfer resistances and some physiological and anatomical features. In: Environmental and biological control of photosynthesis, 1975, 17-28.
31. Gbodhild D.J., Bjorkman O., Pyeiotes N.A. Chloroplast ulter structure, leaf anatomy and content of chlorophyll and soluble protein in zainforest species.- Carneg Inst. Jear. book, 1971, 1972, 102-107.
32. Gowin T., Goral I. Chlorophyll and pheophytin content in needles of different age of trees growing under conditions of chronic industrial pollution. // Acta Soc. bot. pol., 1977, 46, N 1, 151-159.
33. Granik S. Plastide structure development and inheritance //Haudbuch d. Pflanzenphysiologie, Bd.1, 1955
34. Grodsinska K., Kazmirozakows R. Heavy metal content in the plants of Cracow. Bull. Acad. pol. sol., biol., 1977, 25, N 4, 227-234.
35. Haberland G. Physiologocal plant anatomy. Today and Tomorrow, Book Agency. New Delli, 1914.
36. Kariya K, Tsunoda S. Relation ship of chlorophyll content, chloroplast areas index and

37. Nobel P.S., Walker D.W. Structure of leaf photosynthetic tissue. // Photosynth. Mech. and Environ. // Amsterdam et.al. 1985. 501-536.

38. Priul I.L., Reuss A., Caertier P. Relationships between carbon dioxide transfer resistances and some physiological and anatomical features //Environmental and biological

REFERENCES

1.Kuzkina T. A., Lebed L. V. the Study of the properties of the tree species in the urban environment / Kuzkina T. A., Lebed L. V. / 2009.- 82s.

2.Zakharov V. M, Yablokov V. analysis of morphological variability as a method of assessing the state of natural populations /New methods of studying soil animals in radioecological studies. V. M. Zakharov,A.V. Yablokov, Moscow, Nauka, 1985. - P. 176-185.

3.Ilkun G. M. air Pollutants and plants. - /G. M. Ilkun / Kiev: Nauk, Dumka, 1978. - 247 p.

4.Kryazheva N. G., Chistyakova E. K., Zakharova V. M. Analysis of stability of development of silver birch in conditions of chemical contamination./ N. G. Kryazheva, E. K. Chistyakova, V. M. Zakharov / - Ekologiya, 1996, no. 6, pp. 441-444.

5."Guidelines for the assessment of the quality of the environment on the condition of living beings (assessment of the stability of living organisms on the level of asymmetry of morphological structures)" (Order of Rosecology of 16.10.2003 № 460-p).

6.Revich B. A.. "Hot spots" of chemical pollution of the environment and the health of the population of Russia / under the editorship of V. M. Zakharov. - The public chamber of the Russian Federation, 2007. - 192 p.

7.Bykov. Geobotanical dictionary.2-e Izd./ B. A. Bykov / Alma-ATA: Nauka KAZ. SSR, 1973. 216 p.

8.L. A. Zhivotovsky, the Effective density and classification of plant populations, L. A. Zhivotovsky, Ecology. 2001. No. 1. P. 3-7.

9. Zlobin Yu. a. Structure of fitopolesye / Yu. a. Zlobin / Successes of modern biology. 1996. Vol. 116, vol. 2. P. 133-146.
10. Timonina A. K. Basic geobotanical methods for studying vegetation / ed.. / Timonina, A. K. // M.: Izd. CFR. higher plants Biol. f-that Mosk. UN-TA, 2006. 152 p.
11. Lyubarsky E. L. Cenopopulation and phytocenosis./ E. L. Lyubarsky / Kazan: Publishing house Kazan. UN-TA, 1976. 157 p.
12. Lukatkin A. S., V. K. Levin, V. V. Leschankin Field research methods of plants: proc. Handbook for implementing field practices / [et al.]; under the General editorship of Professor A. S. Lukatkin. / A. S. Lukatkin, V. K. Levin, V. V. Leschankin / Saransk: Izd-vo Morrow. UN-TA, 2004. 160 PP.
13. Keller, E. F. the length of the veins and the number of stomata per unit area of the sheet as an environmental characteristic / E. F. Keller / Plant and the environment. 1940. Vol.1. S. 299-375.
14. Klyuev N. Ah. Environmental-analytical control of persistent chemical pollutants in the environment. /N.. Klyuev, Moscow, 2008
15. Air pollution in metronolitan areas and motor vehicle emissions. "Environ Eng. Conf. Manag. Urben Air Quel., Melbourne, 1976." Sydney, s.a., 22-28.
16. Baker A.J.M. Accumulators and excluders strategies in the response of plants to heavy metals."J. Plant. Nutr.", 1981, 3, N 1-4, 643-654.
17. Boele C., Van Zanten B.O. De achteruitgang van de Nederlandse hunebeddenflora. "Lindbergia", 1984, 10, N3, 187-189.
18. Brandes D. Flora und Vegetation der Bahuhöfe Mitteleuropas. // Phytocoenologia, 1983, 11, N 1, 31-49, 97-115.
19. Brandes D. Zur Flora der Burgen im nördlichen Harzvorland. "Braunsch. naturk. Sehr.", 1987, 2, N 4, 797-801.
20. Brown L.R., Jacobson J.L. The future of urbanization: facing the ecological and economic constraints. "Worldwatch Pap.", 1987, N 77, 51-58.

21. Bruhn J.M., Parmeter J.R., Cobb T.W. Oxidant impact on ponderosa and Jeffrey pine foliage decomposition //Proc. of symposium on effects of air pollutants on mediterranean and temperate forest ecosist., 1980, 229.
22. Caiola M.G, Forni C., Albertano P. Characterization of the algal flora growing on ancient Roman frescoes. "Phycologia", 1987, 26, N 3, 387-396.
23. Corlett R. The naturalized flora of Singapore. // J. Biogeogr. 1988, 15, N 4, 657-663.
24. Czarnowska K. Nagromadzenie metali ciekzych w glebach aglomeracji warszawskiej. // Zesz. nauk. ORT Olsatymie Rol.", 1978, N. 24, 47-53.
25. Czarnowska M. Phitosynthetic production of tree leaves in a city habitant // Bull. Acad. pol. sei. biol., 1974, 22, 603-608.
26. Dässler H.-G. Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. (Ursachen Wirkungen-Gegenmasnamen). Jena: Gustav Fischer, 1976 - 190 s.
27. Davis A.M.; Glick T.F, Urban ecosystems and island biogeography. //Environ. Conserv, 1978, 5, N 4, 299-304.
28. Dimitrovsky K. Vliv na lesul gospodarstvi sivi oblastech hnedouhelnych reviru.- Lesn. prace. 1965, 44, 7, 314-316.
29. Dongre M.M. Effect of pollutants on photosynthesis in Clerodendrum in germes Gaertn.- Proc. Nat. Sei. Acad. 1976, 42, 4-5, 234-237.
30. Frioul I.L, Reuss A, Caertier P. Ralationships between carbon dioxide transfer resistances and some physiological and anatomical features. In: Environmental and biological control of photosynthesis, 1975, 17-28.
31. Gbodhild D.J., Bjorkman O., Pyeiotes N.A. Chloroplast ulter structure, leaf anatomy and content of chlorophyll and soluble protein in zainforest species.- Carneg Inst. Jear. book, 1971, 1972, 102-107.
32. Gowin T., Goral I. Chlorophyll and pheophytin content in needles of different age of trees growing under conditions of chronic industrial pollution. // Acta Soc. bot. pol., 1977, 46, N 1, 151-159.
33. Granik S. Plastide structure development and inheritance //Haudbuch d. Pflanzenphysiologie, Bd.1, 1955

34. Grodsinska K., Kazmirozakows R. Heavy metal content in the plants of Cracow. Bull. Acad. pol. sol., biol., 1977, 25, N 4, 227-234.
35. Haberland G. Physiologocal plant anatomy. Today and Tomorrow, Book Agency. New Delli, 1914.
36. Kariya K, Tsunoda S. Relation ship of chlorophyll content, chloroplast areas index and
37. Nobel P.S., Walker D.W. Structure of leaf photosynthetic tissue. // Photosynth. Mech. and Environ. // Amsterdam et.al. 1985. 501-536.
38. Priul I.L., Reuss A., Caertier P. Relationships between carbon dioxide transfer resistances and some physiological and anatomical features //Environmental and biological
-

Головина Виктория Сергеевна – студентка 1-ого курса магистратуры
строительно-технологического факультета, группы М-91 Воронежского
государственного технического университета