

Деякі мікрохімічні прикмети про- дихового апарату у рослин.

Написав

Др. Нестор Гаморак.

Підчас одних дослідів дістав ся раз в мої руки листок з *Philodendron cuspidatum*, Argoideae. В бічних клітинах (Nebenzellen) продихового апарату отсеї рослини знаходять ся слабо-рожеві кульочки, які при недокладній обсервації можна би вважати олієм. Промір отсих кульочок є $\pm 2-3$ разв більший, чим промір зернят зелені, які знаходять ся в замочних клітинах (Schliesszellen). Щоби бльаше дослідити отеї утвори, піддав я препарат діланю осмового кваеу, який, як відомо, вживаєть ся в мікрохімії¹⁾ як реагєнс на олії. На мое найбільше здивованне, забарвив ся цілий зміст побічних клітин гарно на синьо. Се стало ся в бічних клітинах при всіх продихах. Часами виказували отсю реакцію також і ті клітини, які лежать на бігуновій стороні замочних клітин. Реакції в сих клітинах виступали одначе без порівняння рідше. На основі висше наведених реакцій стало ясно, що бічні клітини, а часами тут і там бігунові²⁾ клітини містять зльокалізовано хемічну субстанцію, котра не знаходить ся ні в інших клітинах наскірка, ні в замочних клітинах. Інші реакції, про які буде бесіда дальше, виказали, що се гарбовинні субстанції містять ся зльокалізовано в бічних клітинах³⁾.

Отсе зльокалізованне деяких субстанцій в бічних клітинах на стільки небувале, що зараз насуваєть ся кождому більша скількість нових мірковань та питань. Передовсім дуже правдоподібно, що отсе

1) Н., *Holisch*. Mikrochemie der Pflanze, Jena, 1913, стор. 107.

2) Sit venia verbo! По німецьки називаю отеї клітина Polzellen.

3) Гл. Гаморак, N., Beiträge zur Mikrochemie des Spaltöffnungsapparates. (Sitzber. der Kaiserl. Akademie d. Wissenschaften in Wien, Mathem.-natur. Klasse, Abt. I, 124 Bd. 6-7 Heft, Wien, 1915).

нагромадження гарбовинних субстанцій в бічних клітинах стоїть у службі продихового апарату, бо колиб так не було, то гарбовинні субстанції могли би виступати якраз так само в інших клітинах наскірка — а дальше розділене гарбовинних субстанцій в поблизу продихів не було би переведене з такою докладною старанністю. Сей факт спонукує нас ввести бічні клітини в тіснійшу звязь з продихами і то не лиш наслідком їх топографічного положення, але також наслідком їх хемічних, а тим самим і фізіологічних прикмет.

Питанне про значінне бічних клітин — дотепер майже зовсім не порушене. Ніколи не піднесено в слушній мірі їх тісної звязи з замочними клітинами, ніколи не узгляднено належито їх індивідуальних ріжняць супроти інших клітин наскірка. Вони уходили просто за звичайні клітини наскірка, які виріжняють ся формою та положенням. Є вправді в літературі деякі натяки на се спеціальне значінне бічних клітин. Часто дискутоване питанне¹⁾ — чи тільки самі замочні клітини грають ролю при замикавню та отвірранню продихів, чи також і дооколичні клітини наскірка, отже головно бічні клітини — отсе питанне висунуло також і значінне бічних клітин. Дальше займав ся Benecke²⁾ бічними клітинами, головно їх топографічним положенням, а також їх фізіологічним значінням. Результати своєї праці збирає Benecke в отсих реченнях: „Wir glauben zu der Annahme berechtigt zu sein, dass die Nebenzellen als Schutzorgane für die Spaltöffnung dienen, bestimmt, die Wirkungen der Gestaltsveränderung der Blattzellen auf die Schliesszellen abzuschwächen. Einen näheren Einblick in ihre Funktion gelang es uns nicht zu gewinnen...“

Як висше згадано, мусимо вважати бічні клітини як частину продихового комплексу. Сей факт, що клітини отсего комплексу виказують у деяких випадках специфічний хемізм, звертає нашу увагу на хемізм цілого продихового комплексу отже: замочних клітин, бічних клітин та клітин мякіша, які окружують продихову яму (Atemhöhle). Про хемізм сього продихового комплексу подає література дуже мало, і тільки зовсім мало в таких результатах, які можна би поставити у звязок із моєю працею.

¹⁾ H. Leitgeb: Beiträge zur Physiologie des Spaltöffnungapparates. Mitteilungen des botanischen Institutes zu Graz, B. I. — і подана там література.

²⁾ Die Nebenzellen der Spaltöffnungen, Botanische Zeitung, 1892, NNr. 32 u. ff., pag. 521.

Найдавнійше є відомо, що в замочних клітинах знаходять ся звичайно зернятка хлорофілу, підчас коли в інших клітинах наскірка хлорофіл або зовсім не знаходить ся, або містить ся тільки в малій кількості.¹⁾ Розуміеть ся, се спричинює відмінний хемізм замочних клітин від інших клітин наскірка. Наслідком ділання хлорофілу повстає в замочних клітинах крохмаль, який після нових дослідів Lloyd-a²⁾ та Іліна³⁾ відіграє важну ролю при процесі отворювання та зачинювання замочних клітин. Після останнього автора знаходять ся в замочних клітинах діястатичні ензими, які відповідно до зовнішніх обставин (світло, вохкість, атмосфера, температура) або замінюють крохмаль у цукор або навідворот. З сими перемінами змінє ся осмотичне тисненне в замочних клітинах — воно зростає при творенню цукру, маліє при творенню крохмалю. Зміна осмотичного тиснення впливає знов на стан продохів: при високім тисненню вони отвирють ся, при низькім замикають ся. Коли би спостереження Іліна були доказані більшою кількістю примірів, тоді мали би ми справді дуже гарне поясненне зльокалізювання крохмалю в замочних клітинах.

Крім сих кількох простих доказів на специфічний хемізм замочних клітин відомі деякі факти, які се доказують не впрост. Головно впадаюча в очи резистентність замочних клітин против зовнішніх шкідливих впливів доказує специфічну хемічну будову сих клітин. Так зауважав Leitgeb⁴⁾ велику витривалість замочних клітин на висші степені тепла. Коли стягнути наскірок із цвіту рослини *Galtonia sandicans* та подержати мінуту в воді о температурі 53° C, то багато замочних клітин удержуєть ся при життю. На воздуху можуть переносити замочні клітини ще висші температури: до 59° C. Також проти гниття показали ся замочні клітини дуже витривалі: в стягненім наскірку з *Galtonii*, який лежав 8 днів у воді, можна було знайти живі замочні клітини. Дальше завважив Leitgeb, що на цвітах — відрізаних та держаних у вохкій атмосфері — поодинокі замочні клітини захо-

¹⁾ Stöhr, A., Über das Vorkommen von Chlorophyll in der Epidermis der Phanerogamen-Laubblätter. (Aus d. LXXX Bd. d. Sitzb. der Akad. d. Wiss. in Wien, 1879).

²⁾ Lloyd, Physiologie of Stomata, Washington, 1908. (Цитовано за Іліном. гл. дальше).

³⁾ Iljin, W. S., Die Regulierung der Spaltöffnungen im Zusammenhange mit der Veränderung des osmotischen Druckes. (Beihef. z. Bot. Zentralblatt, 1914, Bd. XXXII, Heft 1., pag. 15).

⁴⁾ H. Leitgeb, op. cit.

вали ся при життю та виказували нормальний тургор — хоч рівночасно інші клітини наскірка перегнили та були переповнені сапрофітними грибами. Моліш¹⁾ сконстатував, що замочні клітини значно більше витримали на низькій температурі, чим інші клітини наскірка. Замочні клітини витримують температури від -6° до -7° C, в однім випадку (*Nicotiana Tabacum*) навіть до 12° C, і не гинуть при тім.

Kindermann²⁾ обговорює отсю справу троха докладніше в своїй праці та займає ся витривалістю замочних клітин на розчинені кваси (0.05% сільного квасу, 0.05% сіркового, 0.05% азотного, 0.05% оцтового, 1% оксалевого), амоніак, шкідливі пари (алькоголь, хлороформи, етер), світляний газ, висохнення та відняття рослинні кисня. Автор переконав ся у всіх випадках, що в противенстві до інших клітин наскірка — замочні клітини оставали по більшій часті при життю. Дуже часто виказували також і бічні клітини більшу резистентність. Аналогічний факт завважив Клуєвер³⁾ на листках *Aucuba japonica*. Коли інші клітини наскірка під впливом позафіялкових лучів гинуть, остають замочні клітини, як рівнож бічні клітини, при життю. Kindermann стараєть ся пояснити отсю резистентність замочних та бічних клітин, яку він завважив підчас своїх досвідів — і доходить до такої розвязки сего питання: „Zur Erklärung dieser Tatsache kann man zwei Annahmen machen. Entweder liegt die Ursache der grösseren Widerstandskraft der Schliesszellen in der Membran oder es ist die Beschaffenheit Plasmas eine andere, als bei den übrigen Zellen“. Автор відкидає зовсім слушно першу можливість та приписує велику резистентність замочних клітин специфічній протоплазмі цих клітин. При кінці своєї праці завважує Kindermann: „Es scheint begreiflich, dass die Schliesszellen möglichst widerstandskräftig ausgebildet sein müssen, denn wir wissen, dass ihre Funktion eine sehr wichtige ist, und dass, wenn sie dem Gasautausch nicht dienen können, damit eben eine Schädigung der anderen Zellen ver-

¹⁾ Molisch, H., Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. Jena, 1897. pag. 30.

²⁾ Kindermann, V., Über die auffallende Widerstandskraft der Schliesszellen gegen schädliche Einflüsse. Sitzber. d. kaiserl. Akademie d. Wissenschaften, Wien, 1902.

³⁾ Kluyever, A., Beobachtungen über die Einwirkung von ultravioletten Strahlen auf höhere Pflanzen. (Aus den Sitzb. d. kaiserl. Akad. d. Wissen. in Wien, mathem.-natur. Klasse, Bd. CXX, Abt. 1, 1911.) pag. 12. [1148].

bunden ist^a. В отсех словах означає автор важну біологічну причину резистентности замочних клітин.

Се були би найважливіші праці, які стоять бодай в деякім зв'язку з моєю темою. Інші праці, о скільки вони дотикають моєї теми, наведені даліше. Що до плану праці, то він вплинув із заобсервованих фактів і відповідно до них моя праця розпадаєть ся на 4 відділи: 1) гарбовинні субстанції, 2) антокиан, 3) олій, 4) інші субстанції — в їх відношенню до дихального апарату. Праця має ціху мікрохімічно-анатомічної — я здержував ся від далекосяглих фізіологічних міркувань. Фізіологічна сторона питання настільки важна і трудна, що тут потрібно ще нових, довгих дослідів.

Свої досліді виконав я в рослинно-фізіологічнім інституті у Відні під проводом проф. Моліша, якому я зобов'язаний у великій мірі за його цінні вказівки. Мійому довголітньому вчителеви проф. Др. І. Раковському дякую на сім місци за перегляд праці та за важні термінологічні уваги.

I. Гарбовинні субстанції.

Philodendron cuspidatum.

(Гл. табл. I, рис. 2.)

Зачинаємо від тої рослини, про яку була вже згадка на вступі. Крім згаданої реакції з осовим квасом, при якій бічні клітини забарвлюють ся на синьо, піддав я препарати діланню таких реагенсів:

Хлоран заліза. Верхні скрої (Flächenschnitt) зі спідної сторони листка вложено в розчин FeCl_3 , а опісля огріто. В бічних клітинах, як рівнож у деяких бігунових, повстав жовто-бурий струт. На інші клітини як васкїрка, так і мякіша, не можна було завважити ніякого ділання реагенсу.

Сїркан заліза. В свіжо розчинений FeSO_4 вложено верхні скрої з листка *Philodendron cuspidatum*. Побічні клітини забарвили ся брудно синьо.

Сільний квас. Коли додати HCl до препарату, то рожево забарвлені кульочки розпускають ся, змієт бічних клітин стягаєть ся моментально і в сих клітинах виступає волокнистий, жовто забарвлений струт. Подібно в деяких бігунових клітинах. На інші клітини не замїтний жадний вплив.

Двохромовий потас ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). В бічних клітинах каштаново-бурий струт. Реакція настаєє зараз тільки на тонких

місцях скрою. Колиж скрій огріти на малім полуміні, тоді струт виступає як стій у бічних клітинах всіх продихів. В деяких бічних клітинах спадає дуже густий струт так, що вони виглядають майже зовсім темно. Коли до препарату додати оцтового квасу, — тоді також виступає зараз дуже гарна реакція. Оцтовий квас прискорює отже реакцію так само, як огрітте.

Азотний квас. Зміст бічних клітин прибирає зернисту структуру і барвить ся при тім жовто або оранжево. Те саме дієть ся в деяких бігунових клітинах. Не видно ніякого впливу на інші клітини.

Сірковий квас. В бічних клітинах волокнистий, слабо жовтий струт.

1% хромовий квас. По короткім діланню густий, каштаново-бурий струт у бічних клітинах.

Пікріновий квас. Нема жадного замітного впливу на бічні клітини.

Оцтовий квас. Ніякий замітний вплив на бічні клітини.

Потасовий луг. В бічних клітинах творить ся дуже дрібно-зернистий, слабо рожевий струт. Те саме майже у всіх бігунових клітинах та в клітинах наскірка, які граничать із бічними клітинами. Реакція без сумніву найсильніша в бічних клітинах, в інших клітинах виступає вона пізнійше, а саме коли активна субстанція витиснена через напучнявіння клітин вступає в сусідні клітини. В інших клітинах наскірка нема ні сліду реакції так, що продихи wraz із 6 доколичними клітинами являють ся як гарні, рожево-червоні острови між іншими безбарвними клітинами.

Содовий луг. Бічні клітини з початку слабо рожево-червоні, пізнійше краска стає значно інтензивнійша.

Азотан срібла (AgNO_3). Побічні клітини стають по довшім діланню реагенсу цеглисто-червоні. Отсе забарвлення виступає подібно, як при діланню потасового лугу, також у сусідних клітинах (а саме в бігунових клітинах і в тих, які сусідують з бічними клітинами = β бічні клітини¹⁾). Одначе реакція випадає в інших

¹⁾ Щоби завести однастайність у термінології, буду вживати отсих назв при всіх продихових апаратах, які подібно збудовані, як *Philodendron* (Aroideae, Commelinaceae). Ті клітини, які до тепер в літературі називали ся побічними (Nebenzellen), означаю α -бічними клітинами, або коротко: бічними клітинами. Клі-

клітинах значно слабше, як в α -побічних клітинах так, що виступлення реакції в інших клітинах треба пояснити подібним способом, як при діланню потасового лугу.

Реагенс Мільона. По доданню реагенсу до препарату улягають рожеві кульочки розпадови, а зміст бічних клітин виповняють ся зернистим і паличковатим струтом, який спершу виказує жовте забарвлення, пізнійше одначе згущуєть ся чим раз більше, аж поки не стане бурий.

Метилева зелень + оцтовий квас (Methylgrünessigsäure). Барвник нагромаджуєть ся сильно в бічних клітинах так, що вони стають зовсім зелені. Інші клітини наскірка остають зовсім або майже зовсім безбарвні.

Зі всіх висше наведених дослідів виходить недвозначно, що субстанція, з якою маємо діло в побічних клітинах, належить до групи гарбовинних субстанцій. Сіркан заліза, хльоран заліза, двохромовий потас, хромовий квас, осмовий квас — се, як відомо, найліпші реагенси на гарбовинні субстанції¹⁾. Також гарна червона реакція, яку я дістав на діланне лугів, вказує або на самі гарбовинні субстанції або на сполуки, які їх супроводжують. Перший завважив сю реакцію Моліш²⁾ у молочнім впливі з рослини: *Musa*, *Scorzonera*, *Alocasia*. Про субстанції, які дають отсю реакцію, висказуєть ся Моліш так: „Welcher Art der oder die Körper sind, welche diese auffallende Farbenreaktion hervorrufen, lässt sich vorläufig nicht sagen. Der Umstand, dass sie mit den Gerbstoffen sowohl in den Milchröhren als ausserhalb derselben und zwar auch bei nicht milchenden Pflanzen, wie ich mich überzeugt habe, mit Gerbstoffen so häufig vermengt vorkommen, legt den Gedanken nahe, dass sie zu den Gerbstoffen in irgend einer Beziehung stehen könnten und ihr eigentümliches Verhalten zur Kalilauge erinnert einigermaassen an Chinone“.

Група гарбовинних субстанцій ще мало спрецізована хемічно так, що докладнійших даних про субстанцію, яка находить ся в бічних клітинах роду *Philodendron cuspidatum* — годі подати.

тні, що граничать довгим боком з α -бічними, означую як β -бічні, а ті, які лежать на бігунах замочних клітин, як бігунові.

1) H. Molisch: Mikrochemie der Pflanze. Jena, 1912, ст. 155—159.

2) H. Molisch: Studien über den Milchsaft und Schleimsaft der Pflanzen. Jena, 1901., ст. 69.

Philodendron asperatum.

(Гл. табл. I, рис. 1.)

Продиховий апарат у принципі так само збудований, як в *Ph. cuspidatum*. Коли до верхнього скрою зі спідної сторони листка додати двохромового потасу і опісля огріти препарат — то дістаємо дивоглядний образ. На α -бічних клітинах не видно в жаднім випадку впливу реагенсу, замість того виказують β -бічні клітини, як рівнож бігунові клітини, дуже гарне каштаново-буре забарвлення. Зрештою наслідком більше неправильної будови продихового апарату та більше неправильного зльокалізованя виступають усякі можливі комбінації в розміщенню гарбовинних субстанцій. Явище, яке виступає головно при правильнійше збудованих продихах — се зльокалізованне субстанції в обох β -бічних клітинах. Але рівнож можуть виказувати реакцію клітини в отсих комбінаціях: обі β -бічні і одна бігунова, обі бігунові, одна β -бічна і одна бігунова, одна бігунова сама, одна β -бічна сама. Коли бічна або бігунова клітина поділені, тоді виступає реакція тільки в одній з поділених клітин.

Щоби мати поняття, в якім числі поодинокі комбінації виступають, подаю отсей перегляд.

На 65 продихів дали реакцію:

обі β -бічні	5
обі бігунові	10
одна ціла бігунова і $\frac{1}{2}$ ¹⁾ другої бігунової	1
одна бігунова і 1 β -бічна	5
одна β -бічна і $\frac{1}{2}$ ¹⁾ бігунової	2
лиш одна β -бічна	10
лиш одна бігунова	21
$\frac{1}{2}$ ¹⁾ бігунової	8
не виказали реакції	3

З перегляду виходить, що забарвлення виступає найчастійше в бігунових клітинах. Також клітини м'якіша, що лежать безпосередно під наскірком і отружають продихову яму, містять гарбовинні субстанції. Інші клітини наскірка не дають з правила найменшої реакції.

Щоби мати поняття про якість гарбовинної субстанції, зробив я такі реакції.

¹⁾ Клітина, яка повстала з поділу бігунової.

Сіркан заліза: брудно-синій струт.

Хлоран заліза: жовтий або бурий струт.

Содовий луг: жовтий або слабо оранжевий струт — в клітинах м'якша випадає реакція сильнійше.

Потасовий луг: реакція як при NaOH.

Амоняк: реакція як при NaOH.

Азотний kwas: жовтий, дрібно-зернистий струт. Особливо сильно виступає реакція в клітинах м'якша, які стають зовсім каштаново бурі.

Сірковий kwas: волокнистий і зернистий струт. При сильнім побільшенню майже безбарвний, при слабім сірий.

Сильний kwas: дуже дрібно-зернистий, брудно-жовтий або слабо-бурій струт.

Хромовий kwas: каштаново-бурій струт, у бігунових і β -бічних клітинах більше зернистий, в клітинах м'якша більше компактний і темнійше забарвлений. З сеї і з двох інших висше наведених реакцій (KOH, HNO_3) виходить, що в клітинах м'якша, які оточують продихову яму, гарбовинні субстанції зьлокалізовані в більшій кількості, чим в β -бічних і бігунових клітинах.

З усіх висше вчислених реакцій виходить ясно, що в *Ph. cuspidatum* та у *Ph. asperatum* маємо діло з тим самим родом гарбовинних субстанцій.

Philodendron sp.

Розміщення гарбовинних субстанцій у сеї рослини таке саме, як у *Philodendron cuspidatum*. По діляню двохромового потасу вказують усі α -бічні клітини гарне, слабо каштаново-буре забарвлення. Реакція тут одначе значно слабша, як у *Ph. cuspidatum*, рівнож не з'являють ся гарбовинні субстанції в бігунових клітинах ніколи. Се все вказує на меншу кількість сих субстанцій. Інші реагенси (осмовий, 1% хромовий kwas, FeCl_3 , NaOH) дають такі самі реакції, як у *Ph. cuspidatum*.

Philodendron Ghiesbrechtii.

Нагромадження гарбовинних субстанцій в клітинах м'якша, які граничать із продиховою ямою. Зв'язку між творенням гарбовинних субстанцій і продихами годі заперечити. В клітинах наскірка нема гарбовинних субстанцій.

Інші Aroideae.

З інших родів *Philodendron*-у оглянув я ще чотири, а то: *subovatum*, *pedatum*, *eximium*, *crassinervium*.

Реагенси (двохромовий потас, сїркан залїза, хльоран залїза, хромовий квас) не виказали нїяких гарбовинних субстанцій в клітинах наскїрка, за те в клітинах мякїша виступало частїйше нагромадження сїх субстанцій, одначе годї було завважити звязи мїж ідіоблястами в мякїши і продихах.

Anthurium imperiale — виказує гарбовинні ідіобласти в наскїрку в подібнїм укладї, як *Ph. asperatum*. Лучаєть ся тут одначе частїйше (як у *Ph. asperatum*), що в околицї продихів нема нїяких гарбовинних субстанцій. На 20 продихів дали реакцію:

1 бігунова	5
1/2 бігунової	4
обидві бігунові	1
β -побічна	2
не дали нїякої реакції	8

З више наведених даньх виходить, що у *A. imperiale* нагромадження сїх субстанцій значно слабше чим у *Ph. asperatum*, та що тут стрічаємо подібне відношення, як *Ph. sp.* до *Ph. cuspidatum*. Клітини мякїша в околицї продихів містять у *A. imperiale* також гарбовинні субстанції.

З виших *Aroideae* досліджував я ще: *Anthurium grandifolium*, *Monstera dilacerata*, *Raphidophora decursiva*, *Pothos celatocaulis*, *Agum sp.* — не знайшов одначе нїчого замітного.

Роди *Sempervivum*.

Як досить добрі обекти до прослїдження звязку мїж гарбовинними субстанціями і продихами показали ся *Crassulaceae*. Знаменита прозорість наскїрка, як також можність прослїдження всіх розвоєвих стадій продихового апарату — творили додатню сторону. Відємною стороною був сей факт, що уклад ідіоблястів тут не так правильний, як у родів *Philodendron*. Щоби оминуть непорозуміння, буду при всіх будучих замітках, які відносять ся до родини *Crassulaceae*, послугувати ся отсею термінологією. Наймолодшу бічну клітину, яка виходить з останнього подїлу і яка має звичайно одну стїнку спільну з замочною клітиною — означую буквою *a*. Інші дві бічні клітини, що гранничать безпосередно з замочними клітинами — буквами *b* і *v*, йдучи від *a* в вапранї противнїм до стрїлки годинника. Клітини наскїрка, які гранничать

¹⁾ Гл. више.

з бічними клітинами, означаю буквами *A*, *B* і *B* відповідно до того, чи вони дотикають до бічної клітини *a*, *b*, чи *c*.

Sempervivum Funkii.

(Гл. табл. II, рис. 3.)

Коли до зверхнього скрою з *S. Funkii* додамо двохромого потасу, а опісля легко оґріємо, то дістаємо образ, який в першій моменті тяжко описати і пояснити. Дістаємо нїжну сітку з буро забарвлених клітин, по середині кожного очка сеї сітки лежать замочні клітини. Одна, дві або три *A*, *B*, *B* клітини не вказують реакції. З бічних клітин вказує *a* бічна клітина з правила сильну реакцію, часами також (хоч рідко) *b* і *c*. Коли не візьмемо під увагу виїмків, то можемо висказати отсе твердження:

Клітини *ABB* з правила вільні від гарбовинних субстанцій, бічна клітина *a* вказує їх, рівнож клітини наскірка. Коли застановимо ся над розвитком сего продихового апарату, то накидаєть ся нам такий хід думок. Відома річ¹⁾, що в родині *Crassulaceae* перед поділом „спеціальної матірної клітини“ (*Spezialmutterzelle*) на дві замочні клітини — виступає 5—8 клітинних поділів, які відбувають ся спірально в трьох напрямках. Як перший продукт при сих поділах виходять *ABB* клітин, пізнійше *abc* бічні. Отже: з клітини наскірка, яка з правила має гарбовинні субстанції, повстають *ABB* клітини, які їх не мають, при дальшій поділі повстає *a* бічна клітина, яка знов вказує гарбовинні субстанції, коротко: в бігу розвитку продихового апарату відбуваєть ся два рази зміна в хеміємі клітин, які ділять ся. Цестараймо ся отсі теоретичні міркування підтримати практичними доказами.

Що до матірної клітини 1-категорії, з якої повстають *ABB* клітини, то здаєть ся, що предцетиновані до поділу клітини не містять гарбовинних субстанцій, або їх тратять вже підчас першого поділу на дві клітини. Відповідно до сего, знайшов я особливо на старших листках, між гарбовинними клітинами, клітини вільні від гарбовинних субстанцій, які вказували прикмети матірних клітин 1 категорії.

Що до *a*-бічної клітини, то показало ся, що зовсім молоді продихові апарати, явх спеціально матірна клітина ще не поділила

¹⁾ E. Strasburger: Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen. Pringsheims Jahrbücher, Bd. V, 1866—1867.

ся на дві замочки — не мали гарбовинних субстанцій в α -бічній клітині. Гарбовинні субстанції повстають отже в α -бічній клітині аж по поділі спеціальної матірної клітини на дві замочки. З сего виходить ясно, що отсе нагромадження гарбовинних субстанцій в α -бічній клітині стоїть у тіснім звязку з творенням замочних клітин, а тим самим мусить мати значінне для функції продихового апарату.

На отсім місци мушу ще сказати, що у листку *Sempervivum Funckii* знаходять ся два роди гарбовинних субстанцій. Гарбовинні субстанції в наскірку забарвлюють ся під діланнем FeCl_3 зелено, під діланнем двохромого потасу каштаново-буре, а під діланнем содового лугу жовто-буро. Під наскірком, у мякши, розміщені великі, гарбовинні ідіобласти, які стають сині на FeCl_3 , темно-каштаново-бурі на $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, а на NaOH : спершу брудно-сині, відтак гарно індіово-голубі, відтак фіялкові, а при кінци червоново-бурі. По довшім діланню NaOH випадає реакція на оба роди гарбовинних субстанцій зовсім подібно, лише в силі реакції вступає ріжниця.

Sempervivum Tatari.

Молодий листок. В наскірку знаходять ся гарбовинні субстанції рідше. В деяких продихових апаратах вступають гарбовинні субстанції в α -бічних клітинах.

Sempervivum Zelebori.

Молодий листок. Гарбовинні субстанції находять ся в клітинах наскірка (не надто часто) і у великих ідіоблестах у мезофілю. Нагромадження субст. в $\alpha\beta\gamma$ -бічних клітинах — часто також в $\text{AB}\beta$ клітинах (тоді звичайно нема гарбовинних субст. в $\alpha\beta\gamma$ бічних клітинах). Зв'язь між нагромадженням субстанції і продихами в деяких місцях скрою очевидна.

Sempervivum Pomelii.

Молодий листок. Гарбовинні субстанції находять ся в наскірку рідко, за те значно частійше в $\alpha\beta$ -бічних клітинах (а саме у всіх трьох, у двох або лиш у одній) — як також тут і там в $\text{AB}\beta$ — клітинах. Наслідком того, що гарбовинні субстанції містять ся рідше в клітинах наскірка, зв'язь між продиховим апаратом і нагромадженням сих субстанцій вступає дуже ясно.

В старших листках нагромажені гарбовинні субстанції масово в клітинах наскірка і тому висше згадана зв'язь затираєть ся дуже

сильно. В цих листках виступає також часто антоціан. З укладу клітин виходить майже безсумнівно, що антоціан утворився з гарбовинних субстанцій. Ближше про ці переходи і про фізіологічну зв'язь між антоціаном і гарбовинними субстанціями довідаємося у дальшій розділі.

Інші Crassulaceae.

Sempervivum styriacum, *murale*, *Verloti*, *tectorum* виказують вище наведені відносини в більшій або меншій мірі. Студії над рослинами: *Echeveria Scheideckerii*, *E. glauca*, *Crassula* sp. не дали ніяких позитивних результатів.

Polygonum sachalinense.

Ростина отся, яка виказує так цікаві відносини між антоціаном і продохами на гоні (про що буде бесіда в дальшій розділі) — є так само дуже цікавим предметом на студії відносин між продохами і гарбовинними субстанціями. Коли до верхнього скрою з листка цієї рослини додати двохромового потасу, а опісля легко ogrіти — виступає зараз у 1-, 2-, 3-клітинах у безпосереднім сусідстві з замочними клітинами дуже гарне буре забарвлення. А навіть при діланню самого $K_2Cr_2O_7$, без ogrіття або додання квасів — з'являється виразний, зернистий струт — і се доказує, що в цих клітинах знаходяться більші скількості гарбовинних субстанцій. Також в інших клітинах наскірка повстає зернистий струт, однак в клітинах, які граничать із продохами, струт без порівняння сильніший. Замочні клітини вільні від гарбовинних субстанцій.

На ділання хлороану заліза повстає бурий струт, на ділання потасового луку — рожевий.

Polygonum Sieboldii.

Під впливом двохромового потасу, без ogrіття, виступає гарний, темно каштановий струт у клітинах, які лежать довкола продохів. Реакція настає дуже скоро.

Polygonum salignum.

Незвичайно цікавий об'єкт — а саме з тої причини, що в наскірку містяться дві субстанції, розділені на означені клітини. Одна з цих субстанцій певно гарбовинна, а друга дає деякі реакції спільні з гарбовинними субстанціями. Під впливом двохромового потасу повстає

в замочних клітинах цитриново-жовтий струт. При деяких продихах заявляєть ся струт такої самої краски в бічних клітинах. В інших клітинах наскірка творить ся каштаново-бурий струт, який при деяких продихах значно більше сконцентрований.

На діланне КОН не замітно нічого в замочних клітинах, за те клітини наскірка забарвлюють ся моментанно на цитриново-жовто, а в клітинах при продихах творить ся сконцентрований, зернистий, бурий струт. Під діланнем свіжо розчиненого FeSO_4 повстає в клітинах наскірка слабо-фіялкова реакція. В клітинах у поблизу продихів випадає вона значно сильніше так, що нераз творить ся брудно-фіялковий струт. В замочних клітинах реакція не виступає. Сильний kwas: Всі замочні клітини стають гарно цитриново-жовті. В інших клітинах наскірка зелено-бурий струт. Вольфрамовий сод (*Natriumwolframat*): Зміст замочних клітин, як також деяких бічних, стає склистий, компактний, забарвлений цитриново-жовто. В клітинах наскірка грубо-зернистий, слабо цитриново-жовтий струт, який в поблизу продихів часто сильніше сконцентрований. Маємо тут отже діло з двома субстанціями: одна з них виступає у замочних клітинах і часами також у клітинах, які сусідують з продихами, вона барвить ся двохромовим потасом, сильним kwasом і вольфрамовим содом цитриново-жовто, не реагує на содовий луг і на сіркан заліза. Друга субстанція, напевно гарбовинна, находить ся в клітинах наскірка — при продихах концентрація її значно більша. На діланне двохромового потасу дає вона бурий струт, на діланне сіркану заліза брудно-фіялковий, під впливом содового лугу цитриново-жовтий або бурий. Сильний kwas викликує зелено-бурий струт, вольфрамовий сод цитриново-жовтий. Ріжниця між сими двома субстанціями показуєть ся отже дуже гарно при помочи вище наведених реагенсів.

Інші Polygonaceae.

Rheum officinale. На зверхних скроях зі споду листка нічого замітного. За те на скроях з верху листка під впливом двохромового потасу забарвлюють ся замочні клітини і 1, 2 або 3 окружуючі інтензивно на брунато-жовто. Інші клітини наскірка остають без зміни. З клітин, які окружують продихи, головно одна дає з правила виразу реакцію. Є се найменша з окружуючих клітин, яка має спільну стінку з замочною клітиною і повстає з передостаннього поділу, що веде до повстання замочних клітин (отже анальоїчна до α -бічвої клітини у *Sempervivum*).

Під впливом FeCl_3 творить ся брудно-жовтий струт у замочних клітинах. На діланне потасового лугу забарвлюють ся замочні клітини і сусідні на жовто — при довším діланню реагенсу розширюеть ся забарвлення на всі клітини наскірка. Сильний kwas забарвлює замочні і сусідні клітини спершу слабо-зелено-жовто — по певнім часі інтензивно жовто. Замочні клітини, як також деякі сусідні клітини (особливо згадана побічна), мають значно яскравіший і здаеть ся компактнійший зміст (подібно: *Philodendron cuspidatum*).

У *Polygonum divaricatum*, *bistortoides*, *amplexicaule*, *Rumex ucrainicus*, *Oxyria digyna* виступає в більшій або меншій мірі звязок між продихами і нагромадженням гарбовинних субстанцій в поблизу продохів. У *Polygonum virginianum*, *Oxyria digyna*, *Rumex rupestris* знаходять ся гарбовинні субстанції у замочних клітинах.

Tolmiea Menziesii.

(Гл. табл. I, рис. 3.)

Вже при діланню самого двохромового потасу без ogrіття творить ся в клітинах наскірка, які безпосередно сусідують із продихами, дрібнозернистий, каштаново-бурий струт, який компактно вповняє клітини. Звязь між сім нагромадженням гарбовинних субстанцій і продихами очевидна. Під діланнем потасового лугу стали висше згадані клітини спершу слабо фіялкові, а відтак слизово-червоні. FeSO_4 виклькує у згаданих клітинах гарний, фіялково-синій струт. Вольфрамовий сод: компактний, слабо-цитриновий струт у клітинах, які граничать із продихами.

На сім кінчу відділ про гарбовинні субстанції. З висше наведених прикладів виходить ясно, що подібне явище як у *Ph. cuspidatum*, виступає у рослиннім світі частіше і я певний, що дальші досліди збільшили би лісту подібних прикладів у кілька разів.

2. Антокиан.

Хемічну звязь між гарбовинними субстанціями і антокианом припускав уже старший знаменитий дослідник А. Віганд¹⁾ і його припущенне потвердили в новіших часах хемічні та фізіологічні досліди, які виконали Grafe²⁾, Wheldale, Ichimura, Palladin. Можна було припускати, що коли хемічна звязь між обома

¹⁾ А. Wigand: Einige Sätze über die physiologische Bedeutung des Gerbstoffes und der Pflanzenfarbe. Bot. Ztg. 1862., p. 123.

²⁾ V. Grafe: Studien über das Anthokyan. 3 Mitteilungen. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. 1906—1911.

Що до часу, коли творять ся антокианові пятна — то здаєть ся дієть ся се зараз при поділі замочних клітин — бо я бачив вже зовсім добре розвинені пятна при деяких молодих продихах, які ще не витворили центрального отвору (Zentralspalte). При молодих продихах містить перший перстень клітин довкола продиху значно більше антокиану, чим дальші клітини пятна.

P. sachalinense замітне з того, що, як висше згадано, в його листках знаходять ся коло продихів зльокалізовані гарбовинні субстанції. Дві ріжні, хемічно споріднені субстанції, мають тут те саме призначенне.

Polygonum Sieboldii.

Тип зовсім ідентичний з *P. sachalinense*. На білі антокианові пятна, на листках нагромадження гарбовинних субстанцій в поблизу продихів. При антокианових пятнах значно більша концентрація антокиану в безпосереднім сусідстві продихів.

Rheum officinale.

(Гл. табл. II, рис. 1.)

Черешки листка і цвіту викааують звичайно в горішних партіях дуже ніжне, червоне пятнованне, — червоне забарвлення виступає в напрямі до основи черешка чим раз сильнійше, аж вкінці в долішній частині цілий черешок червоно забарвлений. Але також і на тих партіях черешка, які зовсім забарвлені, видко дрібні пятна, які мають значно сильнійше забарвлення, чим окруженне. При мікроскопійнім розгляді показало ся, що кожде червоне пятно скриває в своїй середині продих.

Антокианові пятна подовгасті, їх вісь довжина рівнобіжна до отвору продихів. Найінтензивнійше нагромадження антокиану в безпосереднім поблизу продихів. Деколи 1, 2, 3 або й більше окружуючих клітин не мають антокиану, до них притикають клітини зі сконцентрованим антокиановим змістом. При деяких продихах знаходять ся антокиан також і в замочних клітинах. Се незвичайно цікаве явище, бо, як я переконав ся на забарвлених антокианом цвітах — антокиан не виступає ніколи в замочних клітинах. Повстанне антокианових пятен попереджає звичайно повстанне продихів, бо у деяких випадках можна було знайти молоді продихи без антокианових пятен. Одначе і друга можливість правдоподібна, а саме розвій продихів із антокианових клітин. За сям промавляє істнованне антокианових ідіобластів у наскірку, як рівнож той факт, що в замочних клітинах містить ся часами антокиан. При молодих продихах мають антокиан звичайно тільки

1, 2, 3-сусідні клітини. Маємо тут знов з аналогічним фактом діло, як у *Polygonum sachalinense* і *P. Sieboldii*.

Fraxinus sp.

На гоні знаходять ся довгі, бурі плята, які в першій хвилі можна би вважати лентіцелями. В дійсности се великі, правдоподібно не функціонуючі продихи, які лежать у середній антокианових плятах (гл. табл. I., 4). З боків межують продихи безпосередно з антокиановими клітинами, за те при бігуновій стороні знаходиться з правила кілька безбарвних клітин, за якими відтак йдуть клітини з антокианом. Довжина плят менше більше 3 рази більша, чим ширина, по обох сторонах продихів знаходиться $\pm 5-7$ рядів клітин. Молоді плята округлі, їх антокианові клітини граничать майже безпосередно з замочними клітинами. Старші плята видовжують ся, коло продихів повстає партія безбарвних клітин — плята переходять в антокианові перстені. Антокиан міститься в наскірку, але також і в 3—6 рядах клітин під наскірком. Найбільшу грубість досягає верства антокиану на березі плята — в напрямі до середини, т. зн. в напрямі до продихів, верства клиново звужується. Найбільше сконцентрований антокиан міститься безпосередно при продихах. Антокианові плята переходять пізнійше в лентіцелі.

Hydrangea hortensis.

Ростина виказує типові антокианові перстені, які у інших родів творять тільки останню фазу розвою. Вже голим оком можна завважити на горішній частині гону менші і більші буро-червоні перстінці. Вид перстенів круглий або яйцеватий, їх довжина найбільше два рази так велика, як їх ширина. Головна скількість антокиану з найбільшою концентрацією міститься в покладі клітин безпосередно під наскірком, в наскірку мало або зовсім ні. В верствах, що лежать глибше, тільки виїмково антокианові клітини. Грубість перстения виносить в ширину ± 10 рядів клітин. В середині сего перстения знаходиться велика партія без антокиану, серед якої лежать 1—2 продихи з різною орієнтацією на пряму свого отвору. Отсі продихи не все займають саму середину перстения. В однім випадку завважив я пояс антокиану, а з боку попри нього молодий продох. Другий раз бачив я продах у середині двох зізольованих поясів антокиану. Можливо, що се були дві фази розвою антокианового перстения, який після того повставав би так: Спершу творить ся пояс антокиану, а при його

боці продох. Відтак витворюєть ся пояс антокиану з другого боку і поволи замикаєть ся з першим в форму перетеня.

На сім закінчую приклади на звязь між нагромадженням антокиану а продохами. Ріжні форми, в яких антокиан знаходить ся в сусідстві продохів, дають ся дуже гарно звести на три роди: антокианові ідіобласти, пята і перетені — веї отсі форми получені, як ми бачили, численними переходами.

Дальше ми бачили, що в трьох ростин: *Polygonum sachalinense*, *P. Sieboldii*, *Rheum officinale* — виступають в поближу продохів відповідно до орґану раз гарбовинні субстанції, а раз антокиан. Се вказує на тотожність або схожість функції сих двох хемічних субстанцій. Ба що більше, в деяких випадках трафляло ся мені, що в тої самої ростини, в тім самім орґані — знаходили ся в сусідстві продохів раз гарбовинні субстанції, а раз антокиан. Особливо інструктивною показала ся тут обсервація на однім листку *Sedum polonicum*, на яким на спідній стороні листка містили ся у сусідстві продохів гарбовинні субстанції, а на верхній стороні — антокиан. Очевидно, що тут повстав антокиан на верхній стороні листка під впливом інсоляції. Що світло може мати такий вплив на витворенне антокиану, се доказали нові досвіди D. Katic-a¹), а почасті також Ichimur-в²). Після новійших дослідів має також оксидація важне значінне при повстанню червоних пігментів. Grafe³) висловлюєть ся про се так: „Jedenfalls ist die Bildung von Anthokyan immer mit einer Oxydation verknüpft und dort, wo bei einem gewissen Reichtum an Atmungsmaterial die Oxydationsvorgänge beträchtlich sind, geht auch immer reichliche Anthokyanbildung mit ihnen Hand in Hand, so bei jungen, wachsenden Keimlingen, bei Verwundung und Einfluss von Parasiten“. До отсих трьох випадків, при яких повстає антокиан наслідком оксидації — треба додати четвертий, а саме повстанне антокиану при продохих — де оксидація певно наступає дуже легко. Підчас моєї праці бачив я також, що антокиан знаходить ся часто при основі волосів пр. у *Echium*

¹) D. Katic: Beitrag zur Kenntniss der Bildung des roten Farbstoffes in vegetativen Organen der Phanerogamen. Inauguraldissertation, Halle, 1905.

²) Ichimura, T., On the formation of Anthokyanin in the Petaloid Calyx of the red Japanese Hortense. Journ. of the Coll. of Sc. Imp. Univ. Tokyo, Vol. XVIII., 1905. (цитовано за Grafe, op. cit.).

³) V. Grafe, op. cit. pag. 36.

vulgare, *Begonia* sp. Поява антокиану в цих місцях стоїть певно також у зв'язку з оксидациєю, яка також тут може наступити легко.

3. Олій.

Кульочки олію дуже розширені у ростин. Рівнож і в замочних клітинах містять ся вони дуже часто (*Clivia nobilis*, *Tillandsia Lindenii*, *Lamproscoccus glomeratus* і т. д.). Одначе правильність, з якою вони тут виступають, досить мала, для того я обмежив ся до зібрання таких фактів, де маємо діло з певними, сталими проявами — і що важнійше, де то вступленне олію стоїть в очевидній зв'язи з продиховним апаратом. Добрими об'єктами під тим оглядом показали ся:

Роди *Carex*.

(Гл. табл. II, рис. 4.)

Оглянув я 6 родів: *C. Pseudoscyperus*, *C. Grayii*, *C. vesicaria*, *C. muricata*, *C. conglobata*, *C. vulpina*. У всіх отсих родів знаходять ся в бічних клітинах кульочки олію — в інших клітинах наскірка або їх зовсім нема, або вони значно менші. Що до величини — то єї кульочки досягають значну величину у *C. conglobata*, *C. vulpina* і *C. muricata*, у інших родів вони значно менші, часами так дрібні, що заведи їх можна зобачити (*C. vesicaria*).

Суданова гліцерина (Судан III.) забарвлює кульочки гарно оранжево.

Альканова тінктура барвить їх на червоно. З цих реакцій виходить, що кульочки є з олію.

Сірковий квас (об'єкт: *C. conglobata*). Під впливом реагену кульочки деформують ся, — а після того, як сірковий квас розів ткани, розпадають ся на більшу скількість малих кульочок, які виходять зі знищеної ткани і лучать ся в більші кульки, на які сірковий квас не має жадного впливу. Коли тепер до препарату додати розчину тростинового цукру забарвлюють ся кульочки олію гарно фіялково-червоно. По довшій діланню H_2SO_4 стають кульки троха гранчасті. Той факт, що кульочки олію розпадають ся наслідком ділання H_2SO_4 на більшу скількість малих, промовляє за тим, що отєї кульочки не мають протоплазматичної основи (стромы), значить, що вони не еляйопляст¹⁾.

¹⁾ Н. Molisch: Mikrochemie d. Pflanze, Jena, 1913, pag. 356.

Азотний kwas (об'єкт: *C. conglobata*). Кульочки олію троха деформують ся, витягають ся в довжину — вищий вплив незамітний.

Сільний kwas (об'єкт: *C. vulpina*). Правдоподібно мале науцнявінне кульочок — зрештою нічого.

Карболовий kwas. Кульочки олію розпускають ся.

Оцтовий kwas. Ніякий вплив.

Реагенс Моліша на товсті олії (50% KOH + 50% NH₃). Ніякий вплив, хоч препарати стояли довший час в отєм реагенсі.

Огріті в воді — кульочки дещо деформують ся, огріті на сухо — звикають, значить ся, улягають сублімації.

З передостанньої та останньої реакції виходить, що кульочки зложені правдоподібно з етеричного олію. Дальше їх форма, їх хемічні реакції, головно їх резістентність против kwasів — нагадують незвичайно тільця олію, які Stein знайшла в клітинах наскірка родни *Oenotheraceae*¹⁾.

Часами буває, що побічна клітина поділена на дві, — тоді в кожній з тих двох клітин містить ся кульочка етеричного олію.

Як відомо,²⁾ спеціально у *Gramineae* і *Cyperaceae* відграють бічні клітини велику ролю при отворюванню та замиканню замочних клітин.

Насуваєть ся питання, чи кульочки етеричного олію не стоять в подібнім звязку з осмотичним тисненнем у побічних клітинах родів *Carex*, як крохмаль у замочних клітинах деяких рослин²⁾. Проти сього промовляє факт, що я ніколи не завважив, щоби кульочки звикали, значить, переміняли ся в субстанцію з висшим осмотичним тисненнем, пр. цукор — рівнож промовляє проти того резістентність кульочок, значить — вони тяжко або зовсім не дають ся втягнути у виміну матерії.

Подібні кульочки етеричного олію, які виказують такі реакції, як кульочки олію, що їх відкривла Stein, знайшов я ще в замочних клітинах лветка *Ligustrum ovalifolium* та *Forsythia viridissima*. Кульочки етеричного олію находять ся також в клітинах наскірка, одначе вони тут значно менші.

1) F. Stein, Über Ölkörper bei Oenotheraceen. (Österreichische botanische Zeitung, 1915).

2) S. Schwendener, Die Spaltöffnungen der Gramineen und Cyperaceen. Sitzber. der preuss. Akademie d. Wiss. 1889.

3) *Iljin*: op. cit.

4. Інші субстанції.

На кінці моєї праці хочу згадати про деякі субстанції, які з'якалізовані в замочних або побічних клітинах, викааують деякі реакції спільні з гарбовинними субстанціями — яких одначе тому не можна зачислити до останних, бо не дають характеристичної реакції зі солями зеліза.

Maranta spectabilis.

В бічних клітинах листка находить ся хльорофіль так само, як в замочних клітинах. На діланне двохромого потасу забарвлюють ся бічні клітини жовто (реакція в барвсва, не струтова). Подібно ділає хромовий квас.

Під впливом содового лугу забарвлюють ся побічні клітини зеленаво-жовто.

Maranta sanguinea.

В бічних клітинах хльорофіль. У всіх клітинах наскірка антокиан, тільки у побічних і замочних¹⁾ клітинах нема його. По доданню двохромого потасу і по слабім огріттю стають антокианові клітини оливково-зелені, підчас коли бічні клітини стають гарно жовті. Під діланнем потасового лугу забарвлюють ся бічні клітини зараз канарково-жовто, антокианові клітини стають спочатку сочисто-зелені, пізнійше краска перекидаеть ся на жовту так, що різниця в забарвленню бічних клітин і клітин наскірка зникає зовсім. Під впливом азотного квасу, алькоголю, хльорану зеліза — бічні клітини не змінюють ся. Хромовий квас ділає на бічні клітини, як двохромовий потас, амоняк, як содовий луг.

Maranta Kerchoviana.

В бічних клітинах хльорофіль. В бічних клітинах нема з'якалізованої ніякої субстанції. На сій рослині маємо знов гарний примір, що дві споріднені рослини можуть різнити ся в хемізмі свого продохового апарату (подібно як роди *Philolendron*).

Musa Cavendishii.

На листках, які виглядають троха вже зжовкло, знаходять ся замочні клітини, яких зміст жовтий, зернятка зелени здеструовані.

¹⁾ Подібний факт завважив я на рослинах *Tradescentia*, *Aeschynanthus discolor* і інших.

Подібно виглядають часами бічні клітини, або деякі клітини на-скірка, які гранчать із продохами. Коли до препарату додати гліцерину або азотану потасу KNO_3 , то в жовтих замочних клітинах, бічних і інших, які мають подібний зміст, — не дістає ся жадної плязмолози. Маємо тут отже діло з жовтим барвником, який повстає по смерті клітини головно в замочних і бічних клітинах. Він осідає особливо на стінках клітин, хоч і зміст клітини буває часто забарвлений. Під діланнем содового лугу забарвлюють ся згадані клітини вишнево-червоно — подібно під діланнем амоняку. Сірковий, азотний, сільний kwas — викликають червоне забарвлення згаданих клітин. Хльоран зеліза спричиняє майже темну краску. Згаданий жовтий барвник повстає отже в замочних і бічних клітинах по їх смерті — і дає з лугами та квасами червону реакцію.

При кінці моєї праці хочу ще згадати результати кількох інших авторів, які знайшли також зльокалізованне деяких субстанцій в поблизу продохів. Albert Kolbe, займав ся розслі-дженням розложення гарбовинних субстанцій у стручковатих¹⁾. При своїх дослідах вживав він тільки одного реагенсу, а саме двохро-мового потасу. Тому його досліди дуже проблематичної вар-тості — і на кожний спосіб говорити тут про гарбовинні субстанції зовсім не можна — хіба про субстанцію, „які дають з $K_2Cr_2O_7$ жовтий струт“. Між иншим пише автор: „In den Schliesszellen der Spaltöffnungen findet sich meist mehr Gerbstoff (!) als in den angrenzenden Zellen, besonders deutlich tritt das bei den Objekten hervor, die sonst keinen Gerbstoff in der Epidermis haben z. B. *Vicia Gerardi*, *Halimodendron argenteum*“. Подібнож знайшов автор, що в дорослих листках *Carmichaelia flagelliformis* та *C. Erysii* — є зльокалізована в замочних клітинах субстанція, яка дає з $K_2Cr_2O_7$ жовтий струт.

Stahl²⁾ завважив, що коли поливати ростни розчином кущонної соли — то сіль осаджуєть ся у великій мірі в клітинах коло продохів — у *Alisma Plantago* в бічних клітинах.

Після Wisselingh-a³⁾ часами концентрація каротіноідів в поблизу продохів більша, чим у інших клітинах.

¹⁾ A. Kolbe: Über das Verhalten des Gerbstoffes in den Assimilationsorganen der Leguminosen während der Entwicklung. Inauguraldissertation, Göttingen, 1914.

²⁾ E. Stahl: Einige Versuche über Transpiration und Assimilation. Bot. Zeitung 1894. J. 52, pag. 135.

³⁾ C. van Wisselingh: Über die Nachweisung und das Vorkommen von Carotinoiden in der Pflanze. (Flora, Jena, 1915, st. 371—432).

Зібране результатів.

Результати отсеї праці мажна коротко зібрати в отсих реченнях:

1. Клітини, які належать до продихового апарату т. зн. замочні, бічні та клітини мякіша довкола продихової ями, виказують відмінне хемічне захованне, як клітини наскірка — а саме в сих клітинах виступають гарбовинні субстанції, антокиан, етеричний олій, хльорофіль та деякі інші бльзше не означені субстанції.

2. В правильнім, характеристичнім розміщенню знаходять ся гарбовинні субстанції в родинї *Agoideae* в клітинах, які належать до продихового комплексу. З одной стороны стоять роди, які виказують дуже питому льскалізацію (пр. *Philodendron cuspidatum*, *Ph. asperatum*: *Ph. sp.*) — в другої такі роди, які не мають сеї замітної льскалізації. Порівнюючо просліджено ріжні роди *Philodendron*, *Pothos*, *Anthurium*, *Raphidophora* і *Monstera*.

3. Питому льскалізацію гарбовинних субстанцій виказують також поодинокі роди *Sempervivum*, *Polygonum*, *Rheum*, *Rumex* і *Oxuria* — як рівнож *Tolmiea Menziesii*.

4. Питоме розміщенне антокиану на поодинокі клітини і групи клітин наскірка, на бічні і замочні клітини виступає у *Sedum* і *Polygonum*, дальше у *Hydrangea hortensis* та *Fraxinus sp.* Антокиан і гарбовинні субстанції можуть себе взаїмно заступати, що відповідає зрештою їх бльзькому хемічному посвоиченню.

5. В бічних клітинах ріжних родів *Carex* знаходять ся стало кульочки олію, які дають характеристичні реакції етеричних олів. У *Ligustrum ovalifolium* та *Forsythia viridissima* знаходять ся отсі кульочки олію в бічних клітинах.

6. В бічних клітинах двох родів *Maranta* містить ся субстанція, яка забарвлюєть ся двохромовим потасом і яка здаєть ся стоїть бльзко до гарбовинних субстанцій. Після смерти виступає в замочних клітинах роду *Musa Cavendishii* субстанція, яка забарвлюєть ся лугами і квасами інтензивно червоно.

Einige mikrochemische Eigenschaften des Spaltöffnungsapparates

von

Dr. Nestor Hamorak.

Zusammenfassung.

1. Bei vielen untersuchten Pflanzen wurde im Chemismus der zum Spaltöffnungskomplex gehörenden Zellen (Schliesszellen, Nebenzellen, Mesophyllzellen um die Atemhöhle) ein differentes Verhalten gegenüber den anderen Epidermiszellen festgestellt. Dieses differente chemische Verhalten ist charakterisiert durch das lokalisierte Vorkommen von Gerbstoffen, Anthokyan, Öl, Chlorophyll und einigen anderen nicht näher bestimmten Inhaltsstoffen.

2. Was zunächst das Auftreten der Gerbstoffe im Spaltöffnungskomplex anbelangt, so haben sich in dieser Beziehung die Philodendron Arten als ausgezeichnete Objekte herausgestellt. Bei Philodendron cuspidatum kommen Gerbstoffe in den Nebenzellen sowie manchmal auch in Polzellen¹⁾ lokalisiert vor, bei Ph. asperatum in Polzellen, β -Nebenzellen²⁾ — nie aber in den α -Nebenzellen; ein Philodendron sp. zeigt die gleiche Lokalisation wie Ph. cuspidatum, nur ist die Anhäufung der Gerbstoffe in den Nebenzellen viel geringer. Anthurium imperiale weist eine ähnliche Verteilung der Gerbstoffe wie Ph. asperatum auf. Die anderen untersuchten Aroideen (Ph. subovatum, pedatum, eximium, crassinervium, Anthurium grandifolium, Monstera dilacerata, Raphidophora decursiva, Pothos celatocaulis, Arum sp.) zeigen keine bestimmte Lokalisation der Gerbstoffe. Es fällt dabei auf, das ganz nahe verwandte Arten (z. B. Philodendron, Anthurium-Arten) sich in dieser Beziehung sehr verschieden verhalten. Bestimmte Lokalisation der Gerbstoffe und Unterschiede bei einzelnen Arten

¹⁾ Als Polzellen bezeichne ich die an der Polseite der Spaltöffnung liegenden Zellen.

²⁾ Die an die Nebenzellen (α -Nebenzellen) anschliessenden Zellen.

wurden nachgewiesen bei *Polygonum*, *Rheum*, *Rumex*, *Oxyria*-Arten, desgleichen *Tolmiea Menziesii*.

3 Das lokalisierte Auftreten des Anthokyan in der Nähe der Spaltöffnungen kann drei verschiedene Typen aufweisen, welche durch zahlreiche Übergänge miteinander verbunden sind: es ist das Auftreten des Anthokyan in einzelnen Zellen, in sogen. Anthokyanflecken und in Anthokyanringen. Bei *Sedum*-Arten finden wir bei den Spaltöffnungen Anthokyanidioblasten, die ganz deutlich in Beziehung zu den Spaltöffnungen stehen — bei manchen *Sedum*-Arten treten schon mehrere Anthokyanidioblasten auf, was als eine Übergangsform zu den Anthokyanflecken aufgefasst werden kann. Anthokyanflecke in typischer Ausbildung kommen bei *Polygonum sachalinense*, *P. Sieboldii*, *Rheum officinale*, sowie *Fraxinus* sp. vor, typische Anthokyanringe um die Spaltöffnungen bei *Hydrangea hortensis*. In Übereinstimmung mit der nahen chemischen Verwandtschaft von Anthokyan und Gerbstoffen wurde gefunden, dass Anthokyan und Gerbstoffe sich gegenseitig vertreten können.

4. In den Nebenzellen verschiedener *Carex*-Arten wurden regelmässig als Inhaltskörper Öltropfen gefunden, die auf Grund charakteristischer Reaktionen den ätherischen Ölen angehören. *Ligustrum ovalifolium* und *Forsythia viridissima* zeigen diese Öltropfen in den Schliesszellen.

5. In den Nebenzellen von zwei *Maranta* Arten wurde eine mit Kaliumbichromat sich färbende Substanz gefunden, die dem Gerbstoff nahestehen dürfte. Postmortal tritt in den Schliesszellen von *Musa Cavendishii* eine mit Alkalien und Säuren sich intensiv rot färbende Substanz auf.
