

Milena Rychnovská-Soudková:

Studie o minerální výživě rostliny *Drosera rotundifolia* L.

I. Vliv kalcia jako důležitý fyziologický a ekologický činitel.

Práce z Ústavu pro fyziologii rostlin přírodovědecké fakulty Masarykovy university v Brně

Úvod.

Jednotlivé druhy typických rostlinných společenstev, které nalézáme na určitých, přesně vymezených lokalitách, bývají citlivými indikátory změn, které se dějí s tímto mateřským substrátem. Hrubé porušení charakteru původního substrátu znamená zpravidla vymizení nejvíce specializovaných rostlinných druhů a nástup společenstva nového. Tato zákonitost platí i pro typická společenstva vrchovišť a rašelinných luk. Již dávno byl pozorován úkaz, že meliorace rašelinných luk, spojená s vápněním, znamená především okamžité vymizení typického obavatele tohoto původně kyselého a mineráliemi chudého stanoviště — *Drosery*. Nápadná citlivost *rosnatky* vůči kalcium upoutala četné botaniky minulého století, kteří se snažili experimentálně ověřit a zdůvodnit předpokládanou kalcifobnost.

Ač však různí autoři používali metody jakékoliv, nedospěli k jednotnému řešení. Kulturní pokusy, konané na *Droserách* a případně i na kalcifobním *Sphagnu*, nevnesly jasno do této otázky. Schmidt (1912) a Behre (1929) zjistili, že poměrně vysoká koncentrace vápníku v živném roztoku *Droserám* vůbec nevadí, ba že v roztocích bez kalcia rostou daleko hůře. Rovněž Weber (1900) a Graebner (1904), řešící tuto otázku na *rašelinicích*, došli k podobným závěrům, že nadbytek kalcia rostlinám neškodí.

Otázku kalcifobnosti neobjasnilo ani pozorování přímého toxického vlivu Ca^{++} na celou rostlinu, které konali Ch. Darwin (1876), Correns (1896) a Mevius (1924). Ponořovali totiž plně vitální *Drosery*, respektive jejich listy, do roztoků různých minerálních solí, a z rychlosti a intensity pohybů tentakulí usuzovali na toxicitu vápenatých solí. Protože kalcium nevyvolalo žádné sbalování listů ani ohyby tentakulí, jako mnohé jiné minerální látky, prohlásil je Darwin za indiferentní, Correns za specificky jedovaté, neboť prý ochrnuje celou rostlinu a činí ji zcela intaktní na chemická podráždění, a Mevius jeho působení svádí na sníženou permeabilitu. V závěrečném zhodnocení Mevius rozhodně odmítá specificky jedovaté působení kalcia, a vyslovuje domněnku, že jde spíše o alkalickou reakci půdy, nežli o kalcifobnost, která zabíráhuje *Droserám* osidlovati kalcium bohaté lokality.

Přesto však se v literatuře neustále objevovaly názory o kalcifobnosti *Drosery* i *Sphagna*, doložené četnými pozorováními v terénu. Tak Neger (1913) konstatuje, že *Drosera* není vůbec uzpůsobena na příjem solí z půdní vody, a že se tato rostlina daří v kultuře jen tehdy, je-li kropena destilovanou vodou. Sendtner (1854) poléval *Sphagna* vápennou vodou, která způsobila jejich odumírání. Schimper (1898) rovněž uvádí, že *Drosera* je rostlinou, charakteristickou převážně pro vrchoviště. Tento typ rašeliniště se tvoří podle něj tam, kde je substrát velmi chudý vápníkem, a kde je tudíž půdní voda nasycena volnými huminovými kyselinami, které by jinak tvořily s kalcium nerozpuštěné soli. Rod *Drosera* se však udrží i na takových rašelinných místech, kde již neroste žádná jiná vegetace. Je otázka, zda tyto charakteristické rostliny takto kyselý humus ke svému růstu potřebují, anebo zda ho dovedou pouze snášet a na takto exponovaná místa se uchylují jen před konkurencí jiných, expansivních rostlin. Schimper se zde po prvé

dotýká, byť jen spekulativně, acidity substrátu, jako důležitého činitele v otázce kalcifobnosti. Avšak experimentálně rozřešil tuto závislost teprve Paul (1906) a Mevius (1921—27) pro *Sphagna*. Oba zjistili, že v případě *rašeliníků* nejde o pravou kalcifobnost, nýbrž skutečně o choulostivost vůči alkalickým látkám — o alkalifobnost — t. j. o specifický toxický působení OH^- . Mevius totiž předpokládá, že koncentrace H^+ je významná pro fermentativní procesy v protoplastech, a že tedy *Sphagna* mohou rozvinout svůj metabolismus pouze v roztocích, jejichž koncentrace H^+ leží v intervalu od nepatrně alkalických roztoků do silně kyselých. Rašelinné druhy *Sphagna* jsou v tomto ohledu mnohem resistantnější, než většina vyšších rostlin. Kalcium je pro ně zcela indiferentní látkou. Zdali je tento prvek pro růst *Sphagna* opravdu nepotřebný, mohou ukázat jen další pokusy.

V literatuře existují však ještě jiné koncepce, vysvětlující kalcifobnost. Mevius (1934) je kriticky hodnotí a podává přehled všech do té doby vykonaných prací z tohoto oboru. Tak především Fliche a Grandeau (1873) došli podle popelových analys k závěru, že kalcifobní rostliny shromažďují i na vápníkem chudých lokalitách značná množství kalcia. Na vápenných půdách se to projevuje obzvláště silně, což vyvolává snížený příjem K^+ , jehož nedostatek nakonec znemožní kalcifobním rostlinám žít na vápenných půdách. Některé z kalcifobních rostlin skutečně mohou vegetovat na vápenité půdě tehdy, je-li půda zároveň bohatá draselnými solemi. Nelze však touto teorií vysvětlit odumírání četných kalcifobních rostlin po pokropení vápennou vodou. Schimper (1898) se na základě popelových analys jmenovaných autorů přesvědčil, že nadbytek kalcia brzdí příjem železa; že tedy známá vápenná chlorosa je obyčejná chlorosa z nedostatku železa, která zmizí po pokropení roztokem $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Na druhé straně však v kyselých roztocích nebylo možno vyvolat tuto chlorosu ani velkým nadbytkem kalcia. Je tedy i tato Schimperova koncepcí nedořešena. Proto se po četných pokusech dochází k názoru, že otázka kalcia je vlastně otázkou pH substrátu, v jehož určitém intervalu mohou rostliny růst. Tento interval je pro kalcifobní vegetaci posunut na stranu kyselou, na rozdíl od rostlin vápnomilných, kde je posunut na stranu alkalickou (Paul, 1904—6; Chodat, 1913; Skene, 1915; Mevius, 1921); kalcifobní rostliny lze tedy nazývat acidofilní. Není tedy mezi kalcifobními a kalcifilními rostlinami rozdíl co do kvalitativních požadavků živných solí, ale rozhodující je pH. Kalcifobní porosty lze nalézt především na rašelinistích; Skene (1915) a Mevius (1924) našli, že horní hranici pH lze posunout tolikrát více na alkalickou stranu, čím je nižší koncentrace živného roztoku a naopak. Při nízkém pH jsou tyto rostliny poměrně velmi nezávislé na složení živného roztoku; mimo toto optimální pH jsou však velmi choulostivé vůči všem minerálním látkám. Z toho lze soudit, že rostlina má svou iontovou rovnováhu relativně nezávislou na koncentraci a vzájemném poměru solí jen v určitém intervalu pH. Mimo tento interval musí dojít k porušení selektivní permeability a tím k porušení iontové rovnováhy v rostlině, je-li koncentrace a složení živného roztoku nepříznivé.

Ze všech prací zde uvedených je patrné, že otázka kalcifobnosti byla pro *Droseru* řešena buď nepřímou, anebo nedokonale, bez široce rozvinutého pokusu, bez přihlédnutí k aciditě substrátu a ke koncentraci vápenatých solí. Pokud lze nalézt v literatuře průkaznější experimenty, týkají se většinou *Sphagna*, případně jiných kalcifobních rostlin. Ačkoliv byla *Drosera* vyhledávanou léčivou rostlinou, spokojili se autoři konstatováním, že ji v kultuře nelze udržet za podmínek, neodpovídajících zcela jejímu přirozenému stanovišti (Domin, 1923).

Pro možnost případné umělé kultury této rostliny a pro konečné rozřešení otázky kalcifobnosti, jakož i její anorganické výživy vůbec, bylo nutno experimentálně zodpovědět tyto otázky:

1. Jak působí na *Droseru* kalcium, přijímané kořeny?
2. Jaký vliv má na její růst acidita substrátu?

Vyřešení těchto otázek, jakož i stanovení optimálních podmínek pro její růst, bylo účelem této práce.

Materiál a metoda.

Pokusy byly konány na mladých rostlinkách *Drosera rotundifolia* L.

Veškeré rostliny byly vegetativně namnoženy z jednoho trsu mateřských rostlin, donesených z rašelinné loučky mezi Rokytne a Vlachovicemi u Nového Města na Moravě. Vegetativní množení spočívalo v tom, že z odříznutých lístků ve vlhkém a vhodně temperovaném prostředí vyrostly za 4 týdny adventivně dobře diferencované rostlinky. Protože k množení použité listy *Drosery* byly vybírány s ohledem na stejné stáří, byly rovněž namnožené rostlinky stadijně stejně staré.

Jak množení, tak i kultivace rostlinek probíhala ve skleněném světlém termostatu při teplotě $22 \pm 1^{\circ}$ C. Dostatečnou vzdušnou vlhkost udržovala vodní hladina, pokrývající celou spodní plochu termostatu, jakož i vrstva filtračního papíru, nassátého vodou, a podloženého pod kultivačními nádobami.

Vegetativně namnožené rostlinky se objevovaly na svrchní straně čepele uříznutého listu v počtu jedna až pět. Odtud byly opatrně lancetkou odříznuty a přeneseny i s kouskem původního listu na kultivační misky se živným roztokem. Zbytek mateřského listu byl nutný proto, že tímto vegetativním způsobem namnožené rostlinky vytvářejí kořínky teprve později, a to tak subtilní, že by se úplným odříznutím od listové čepele poškodily.

Kultivační misky byly vlastně malé krystalizační misky válcovitého tvaru bez výlevky, o rozměrech 42×23 mm. Ty byly naplněny při pokusu asi 3 mm pod okraj skleněnými kuličkami o průměru 5,3 mm. Objem misky byl cca 20 ccm, avšak po naplnění kuličkami zbývalo pouze asi 6—8,5 ccm na doplnění živným roztokem. Funkce těchto kuliček byla analogická pískovým kulturám *Pringsheimových*: jednak nést rostlinky, jež pro svůj malý rozměr a nepatrný kořenový systém nemohly být pěstovány ve vodní kultuře na plovoucí perforované destičce, ani nemohly být kultivovány na organinu, a jednak obsahovat dostatek vzduchu pro kořínky. Jako výhodu je možno uvést snadnou ovladatelnost při výměně roztoků.

Do každé misky bylo posazeno 6 rostlinek a každá miska byla poklopena skleněným zvonem, nahoře perforovaným pro výměnu vzduchu. Veškeré misky stály na vrstvě filtračního papíru, nassátého destilovanou vodou.

Živné roztoky byly připraveny tak, aby reprezentovaly závislost dvou faktorů: Ca⁺⁺ a pH. Základem těchto tekutých medií byl Knopův živný roztok, ředěný v poměru 1 : 4, který byl nastaven na žádané pH: 2, 3, 4, 5, 6, 7. Nastavení na páticnou aciditu bylo provedeno 0,01 n HCl, případně 0,01 n NaOH. K roztokům o témž pH pak byly vždy přidány odstupňované dávky CaCl₂ · 6 H₂O pro analýsi, ve formě desetiprocentního vodného roztoku takto: 0 — 2,5 — 5 — 7,5 — 10 ccm 10% CaCl₂ · 6 H₂O na 1000 ccm Knopova živného roztoku, nastaveného na žádané pH, reprezentující dávku:

0 — 249,3 — 497,5 — 744,4 — 990,0 mg na 1000 ccm Knopova roztoku ve zředění 1 : 4.

V přehledné tabulce č. 1 je uvedeno celkové uspořádání pokusu.

Živné roztoky použité při studiu vlivu Ca^{++} a pH na růst vegetativně namnožených mladých rostlinek *Drosera rotundifolia* L.

V tabulce je uvedeno: pořadové číslo roztoku, příravek Ca^{++} v mg $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ na 1000 ccm Knopova živného roztoku ředěného 1 : 4 a hodnoty pH.

Nutrient solutions used in studying the effect of Ca^{++} and pH on the growth of vegetatively reproduced young seedlings of *Drosera rotundifolia* L. The table contents: The number of the solution, the addition of Ca^{++} in the form of $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ in mg per 1000 ccm Knop's nutrient solution, diluted 1 : 4, and the pH- values.

1 pH 2 Ca 0	2 pH 2 Ca 249,3	3 pH 2 Ca 497,5	4 pH 2 Ca 744,4	5 pH 2 Ca 990,0
6 pH 3 Ca 0	7 pH 3 Ca 249,3	8 pH 3 Ca 497,5	9 pH 3 Ca 744,4	10 pH 3 Ca 990,0
11 pH 4 Ca 0	12 pH 4 Ca 249,3	13 pH 4 Ca 497,5	14 pH 4 Ca 744,4	15 pH 4 Ca 990,0
16 pH 5 Ca 0	17 pH 5 Ca 249,3	18 pH 5 Ca 497,5	19 pH 5 Ca 744,4	20 pH 5 Ca 990,0
21 pH 6 Ca 0	22 pH 6 Ca 249,3	23 pH 6 Ca 497,5	24 pH 6 Ca 744,4	25 pH 6 Ca 990,0
26 pH 7 Ca 0	27 pH 7 Ca 249,3	28 pH 7 Ca 497,5	29 pH 7 Ca 744,4	30 pH 7 Ca 990,0

Růst rostlinek byl sledován pro kontrolu během celého pokusu v údobích 7—10denních váhově, a to po dobu celkem 80 dní.

Během pokusu byly každé tři dny vyměňovány živné roztoky, a to pipetou, zasunutou na dno kultivační misky, propláchnutím 20 ccm živného roztoku. Tato výměna postačovala na udržení daného pH. Na konci pokusu pak byla stanovena čerstvá váha a sušina.

Výsledky pokusů.

Rozdílné složení živných roztoků působilo rozdílný růst pokusných rostlin. V tomto oddíle jsou uvedeny zjištěné rozdíly přehledně v tabulkách i grafech.

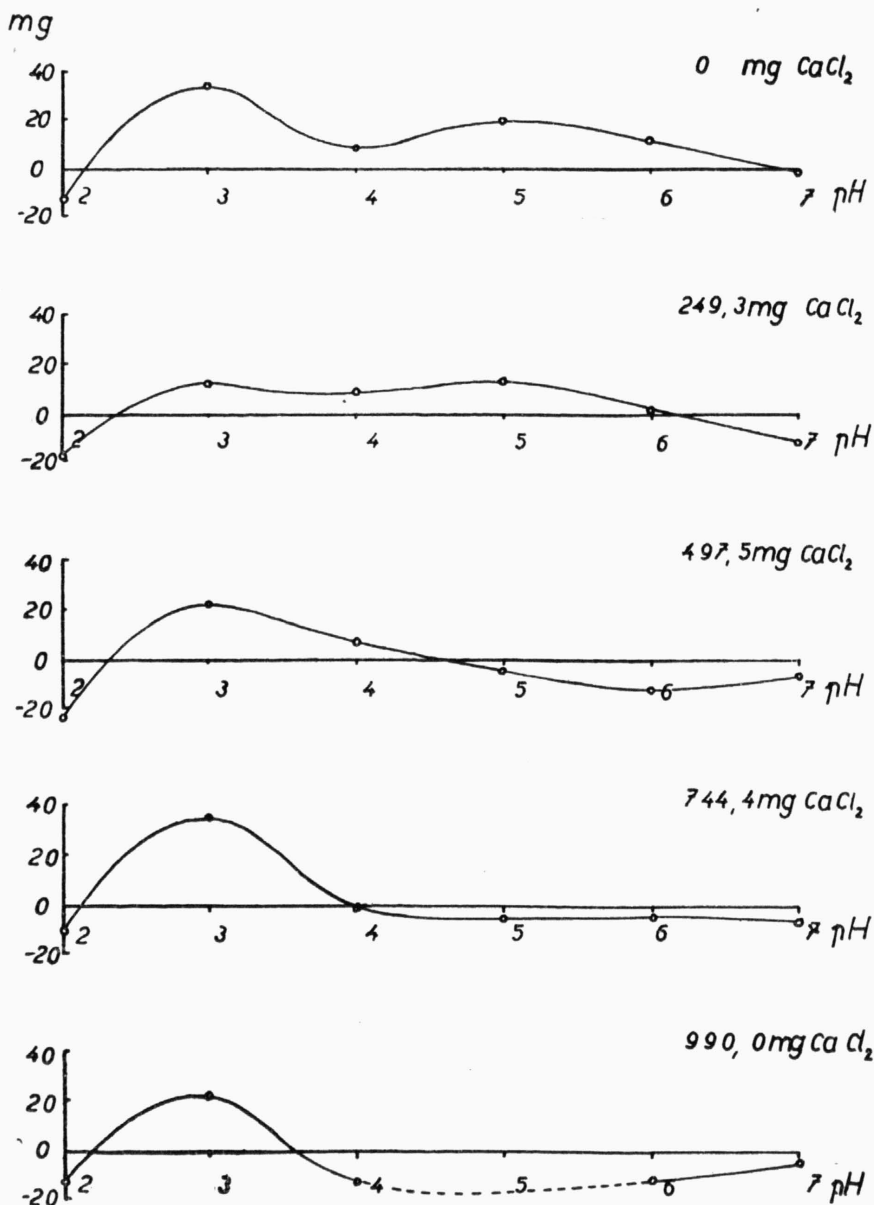
Výsledky celého kultivačního pokusu za 80 dní jsou uvedeny přehledně v číselné tabulce č. 2.

Výsledky pokusů s kultivací mladých vegetativně namnožených rostlinek *Drosera rotundifolia* L. v Knopově živném roztoku, ředěném 1 : 4, s různou koncentrací Ca^{++} a za různé acidity. Trvání pokusu: 80 dní. Počet rostlinek v jednotlivých roztocích: 6. Hodnoty živé váhy i sušiny jsou uvedeny sumárně pro 6 rostlinek.

Results of the experiments with young seedlings of *Drosera rotundifolia* L., grown in Knop's nutrient solution diluted 1 : 4, with the various concentrations of Ca^{++} and pH — values, during 80 days. Number of the seedlings in single solutions: 6. Values of the fresh and dry weight are assumed even for 6 plants.

Roztok čís.: Solution No:	pH roztoku pH of the solution	Přídavek $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ v mg na 1000 cm živného roztoku Addition of $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ in mg to 1000 cm nutrient solution	Živá váha v mg Fresh weight in mg		Přírůstek resp. úbytek živé váhy na konci pokusu Increase or diminution of the fresh weight at the end of the experiment		Počet rostlin, které přežily The number of survived seedlings	Sušina Dry weight		Roztok čís.: Solution No:
			na počátku on the beginning	na konci at the end				v mg in mg	v % živé váhy na konci pokusu in % of the fresh weight at the end of experiments	
					v mg	v %				
1	2	0	15	2	— 13	— 86,6	1	0,4	20	1
2	2	249,3	18	0	— 18	— 100	0	—	—	2
3	2	497,5	24	0	— 24	— 100	0	—	—	3
4	2	744,4	11	0	— 11	— 100	0	—	—	4
5	2	990,0	13	0	— 13	— 100	0	—	—	5
6	3	0	13	47	+ 34	+ 261	6	5,4	11,5	6
7	3	249,3	17	29	+ 12	+ 70,5	6	3,3	11,3	7
8	3	497,5	19	41	+ 22	+ 115	5	4,6	11,2	8
9	3	744,4	13	49	+ 36	+ 277	6	8,3	16,8	9
10	3	990,0	18	40	+ 22	+ 122	6	4,0	10,0	10
11	4	0	15	23	+ 8	+ 53,3	5	3,3	14,3	11
12	4	249,3	19	27	+ 8	+ 42,1	6	3,2	11,8	12
13	4	497,5	11	18	+ 7	+ 63,5	6	1,3	7,2	13
14	4	744,4	14	13	— 1	— 7,1	3	2,3	17,6	14
15	4	990,0	16	3	— 13	— 81,3	3	0,3	10,0	15
16	5	0	14	33	+ 19	+ 135	4	4,3	13,0	16
17	5	249,3	12	24	+ 12	+ 100	4	3,7	15,4	17
18	5	497,5	18	13	— 5	— 27,7	4	1,2	9,2	18
19	5	744,4	25	19	— 6	— 24,0	6	3,1	16,3	19
20	5	990,0	14							20
21	6	0	11	22	+ 11	+ 100	4	3,7	16,8	21
22	6	249,3	15	16	+ 1	+ 6,6	3	1,8	11,2	22
23	6	497,5	21	8	— 13	— 61,9	3	2,0	25,0	23
24	6	744,4	15	10	— 5	— 33,3	3	0,7	7,0	24
25	6	990,0	14	2	— 12	— 85,7	1			25
26	7	0	14	12	— 2	— 14,2	3	1,2	10,0	26
27	7	249,3	17	5	— 12	— 70,6	1	1,1	22,0	27
28	7	497,5	19	12	— 7	— 36,8	2	0,9	7,5	28
29	7	744,4	26	20	— 6	— 23,1	4	2,2	11,0	29
30	7	990,0	15	10	— 5	— 33,3	2			30

Přírůstky nebo úbytky živé váhy v mg za dobu 80 dní, zjištěné na konci pokusu, v závislosti na pH prostředí za různé koncentrace Ca^{++} , jsou graficky znázorněny na obr. 1.



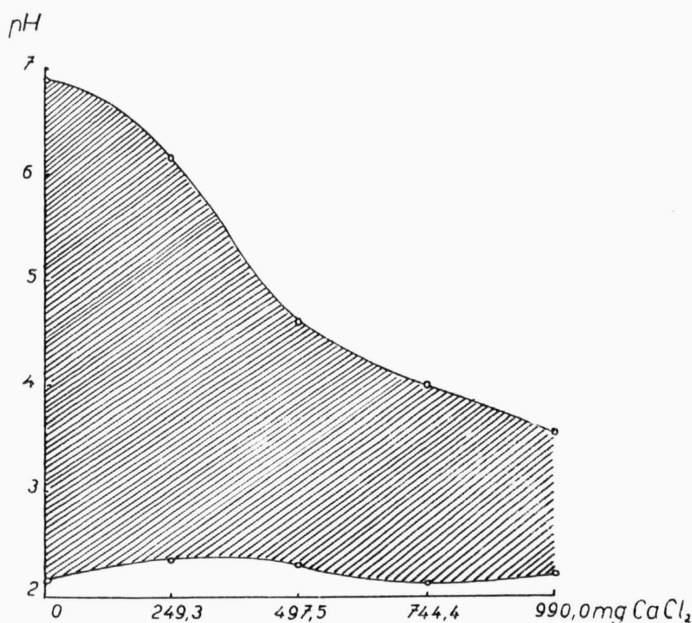
Obr. 1.

Sumární přírůstek, případně úbytek živé váhy mladých vegetativně namnožených rostlin *Drosera rotundifolia* L. za 80 dní kultivace v Knopově živném roztoku, ředěním 1 : 4. Na ose x je acidita jednotlivých roztoků. Na ose y je přírůstek živé váhy v mg pro 6 rostlin. Jednotlivé křivky odpovídají stupňovaným dávkám $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ v mg na 1000 ccm živného roztoku.

Fig. 1.

The summary increase or diminution of the fresh weight of young vegetatively reproduced seedlings of *Drosera rotundifolia* L., after 80 days cultivation in Knop's nutrient solution, diluted 1 : 4. X — axis: The acidity of single solutions. — Y — axis: Increase or diminution of the fresh weight in mg, even for 6 seedlings. Single courves are corresponding with the raising rates of $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ in mg per 1000 cem solution.

Z grafického vyjádření celého pokusu na obr. 1 je patrné, že růst *Drosery* bez přídavku kalcia je možný v poměrně širokém rozmezí pH (2,3—6,7 pH) a toto rozmezí že se stále zužuje se stoupající koncentrací Ca^{++} v živném roztoku, ale zůstává ve všech případech na kyselé straně.



Obr. 2 — Fig. 2.

Rozmezí růstu rostliny *Drosera rotundifolia* L. v Knopově živném roztoku, ředěném 1 : 4, za různé acidity a s odstupňovanými koncentracemi Ca^{++} . Na ose x je přídavek $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ v mg na 1000 cem roztoku. Na ose y je acidita roztoku. Oblast růstu je vyznačena šrafovanou plochou.

Limits of the growth of *Drosera rotundifolia* L. in Knop's nutrient solution, diluted 1 : 4, with varying pH values and the Ca^{++} -concentration. X — axis: addition of $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ in mg per 1000 cem solution. Y — axis: the acidity of the solution. The growth corresponds with the hatched plane.

Na obr. 2 jest graficky znázorněno rozmezí růstu za různého pH a za různé koncentrace Ca^{++} v živném roztoku, získané extrapolací z obr. 1. Růst *Drosery* je nejvyšší při pH 3 bez ohledu na koncentraci Ca^{++} v živném roztoku. Kalcium za této acidity nevykazuje toxický vliv.

Diskuse.

Z výsledků pokusů, uvedených v tabulce 2 a na obr. 1 lze souditi, že faktor, omezující růst rostliny *Drosera rotundifolia* L., není pouze kalcium, jak se

v literatuře běžně udávalo, nýbrž především acidita substrátu. Tomu pojetí zcela odpovídají závěry Meviovy, který zjistil, že

a) „kalcifobnost“ *Drosery* není způsobena jedovatostí kalcia, ale že jde o alkalickou reakci půdy (1924),

b) pro *Sphagnum* neexistuje „kalcifobnost“ v pravém slova smyslu, nýbrž že vápenaté soli působí toxicky jen díky své alkalické reakci, t. j. svému specificky toxickému působení OH' (1921).

Pro *Droseru* toto zjištění učinil na podkladě chemonastických pohybů tentakulí, nikoliv na základě kultivačních pokusů; avšak jeho dedukce se ve světle těchto kultivačních pokusů jeví správné. Behre, který se snažil později problém kalcifobnosti rozřešit kultivačními pokusy, konstatuje, že kalcium samo o sobě sice škodlivé není, avšak, že ze svých pokusů nemůže uzavřít, zda jde o toxickou koncentraci OH' , proti níž je *Drosera* tak citlivá.

Máme-li sledovat závislost na pH, je nutno si především uvědomiti, zda je jeho vliv primární, anebo sekundární. Za sekundární vliv je možno pokládati vysrážení některých komponent živného roztoku, což se projevuje jako jejich nepřítomnost v substrátě. Protože vysrážení se vyskytne ve větší míře až u pH 7 až 14, a protože tento sekundární vliv měl být vyloučen, byla pokusná serie sestavena jen na kyselé straně. Závislost na pH je tedy nutno bráti v našem případě jako přímý vliv acidity na buňku.

Především je třeba si povšimnouti, jaká závislost se jeví v průběhu kultivačního pokusu. Pro křivku závislosti přírůstku živé váhy na aciditě substrátu (obr. 1) se jeví pro nižší koncentrace kalcia zřetelná dvě optima: při pH 3 a při pH 5. Podobně se jeví poměry i pro průměrnou sušinu a úmrtnost kultivovaných rostlinek. Naskytá se tedy otázka, co je příčinou těchto dvou optim, a čím je způsobeno minimum růstu kolem pH 4. Uvědomíme-li si, že v tak zvaném isoelektrickém bodě protoplasmu leží: minimum viskosity, botnavosti, elektrického náboje, osmotického tlaku, kataforesy, ale zároveň maximum citlivosti a právě proto maximum spojování částíček v komplexy, t. j. optimum koagulace nejmenšími kvanty elektrolytů, vyplne nám, že v isoelektrickém bodě leží minimum buněčné výkonnosti (Buchníček, 1946). Budeme tedy pokládat pH v okruhu kolem 4 za isoelektrický bod protoplasmatických koloidů studované rostliny. Vidíme pak, že obě optima růstu leží v jeho nejbližším okolí, a to jak na kyselou, tak na alkalickou stranu.

Pro živou protoplasmu většiny rostlin lze tento isoelektrický bod (v dalším označován „IEP“) předpokládat v okruhu pH 5—6 (Rypáček 1940). U *Drosery* vybočuje však dosti zřetelně na kyselou stranu.

Tato dvojoptimální závislost je shodná se zjištěním Buchníčkovým, platícím pro růst kořenů kukuřice. Rovněž vysvětlení relativního minima je stejné.

Ačkoliv kultivační pokusy vyzněly zcela jednoznačně, přece byly požadavky rostliny *Drosera rotundifolia* L. na aciditu prostředí studovány ještě zcela jinou metodou. Byla zkoumána regulační schopnost tkáně *Drosery* podle modifikované metody Rypáčkovy (1948):

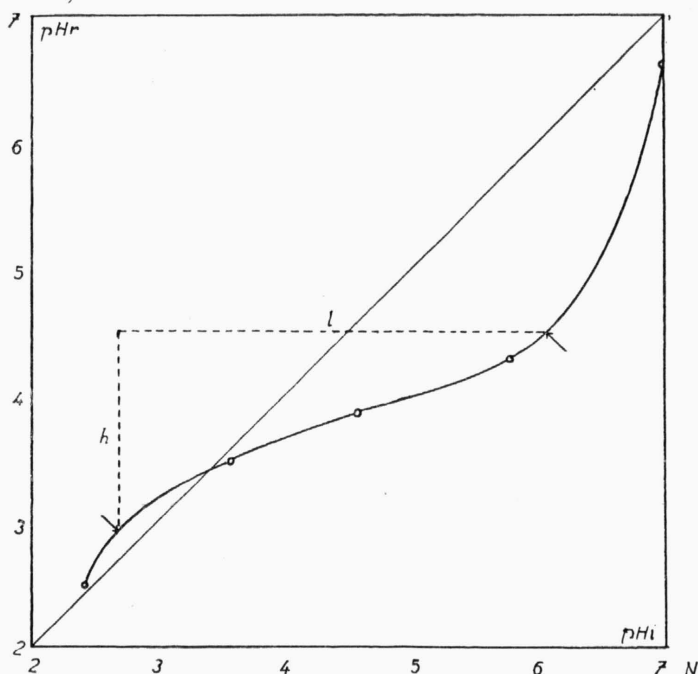
Pět lístků dospělých *Droser*, přinesených z přírody, bylo vloženo na dvě hodiny do neústojných roztoků, jejichž pH bylo:

2,42 — 3,57 — 4,56 — 5,80 — 6,31 — 7,00 (pH_i)

Po uplynutí této doby bylo měřeno opět pH, k němuž rostliny tyto roztoky vyregulovaly. Byly zjištěny tyto hodnoty:

$$2,47 - 3,48 - 3,88 - 4,29 - 5,84 - 6,64 \quad (\text{pH}_r)$$

Na obr. 3 je vynesena získaná regulační křivka.



Obr. 3 — Fig. 3.

Jak reguluje dospělá *Drosera rotundifolia* L. aciditu neústojných roztoků. Na ose x je pH původní (pH_i). Na ose y je pH vyregulované (pH_r). Délka regulačního pásma „ l “ je omezena hodnotami pH 2,68 — 6,08. Výška regulačního pásma „ h “ je omezena hodnotami pH 2,93 — 4,50. Regulační bod je roven pH 3,40.

The pH- regulation of mature plants of *Drosera rotundifolia* L., determined in unbuffered solutions. X — axis: The initial pH values (pH_i). Y — axis: pH values after the regulation (pH_r). The length of the regulation zone „ l “ is limited by the pH values 2,68 — 6,08. The height of the regulation zone „ h “ is limited by the pH values 2,93 — 4,50. The regulation point equals pH 3,40.

K zjištění rozmezí optimálního pH pro danou tkáň lze aplikovat nalezenou výšku regulačního pásma „ h “, která je v tomto případě omezena hodnotami pH 2,93 — 4,50. Z provedeného pokusu, konaného na dospělých rostlinách, se ukazuje, že

1. závislost na pH, nalezená pro mladé pokusné rostlinky, je vcelku stejná i pro rostliny dospělé, a

2. že optimum, k němuž si tkáň reguluje své prostředí, až na malé posunutí ke kyselé straně, spadá přibližně v jedno s optimy, nalezenými kultivačním pokusem. Bod 3,40, v němž teoreticky tkáň vůbec nereguluje, lze srovnávat

s nalezeným IEP, neboť leží-li v IEP minimum buněčné výkonnosti, pak v jeho těsné blízkosti bude ležeti i minimum regulativnosti, reprezentované nalezenou hodnotou.

Z obou těchto pokusů je zřejmé, že *Drosera rotundifolia* skutečně vyžaduje kyselý substrát, na němž se přizpůsobila již celou svou buněčnou stavbou. Otázka Schimperova, zda kyselý humus ke svému životu potřebuje, anebo zda ho dovede pouze snášeti, a na extrémně kyselá místa se uchyluje pouze před konkurencí jiných expansivnějších druhů, se zdá býti zodpověděna jednoznačně. *Drosera rotundifolia* kyselý substrát potřebuje ke svému růstu, má-li mít možnost normálního metabolismu a sorpce anorganických živin. Ovšem původ tohoto přizpůsobení je jistě třeba hledati v oné konkurenci, před kterou se rod *Drosera* musel uchylovati na méně a méně výhodná místa a přizpůsobovati se zmíněným podmínkám, až tento proces dospěl k onomu úzce specializovanému rostlinnému druhu, neboť změny podmínek života nutí měniti i samotný typ vývoje organismů (Lysenko, 1948).

Konstatovali jsme, že IEP regulačních proteinů *Drosery* leží kolem pH 4. Je známo, že aminokyseliny a bílkoviny, jako organické amfolyty, vystupují v kyselých prostředích, vzhledem ke svému IEP, jako proteinkationty, a tvoří s kyselinami soli, kdežto v alkalickém prostředí, opět vzhledem ke svému IEP, vystupují jako proteinanionty, tvoříce soli se zásadami (Robbins, 1923).

Je však nutno si uvědomiti tento předpoklad: nalezený IEP není univerzální hodnota pro všechny bílkovinné komponenty rostlinného těla. Právě proto, že protoplasma je tak složitý komplex nejrůznějších proteinických látek, z nichž každá má svůj vlastní IEP, je nutno nalezenou hodnotu pokládat za jakýsi střed těchto kolísajících hodnot, k němuž se blíží v daném okamžiku většina proteinů studované rostliny. Možno tedy předpokládat, že funkce některých bílkovin jako proteinaniontů začíná již v prostředí o něco kyselejším, než je zjištěný IEP, a rovněž funkce proteinkationtů neustává přesně v IEP, nýbrž se posunuje i na alkaličtější stranu, než je zjištěný průměrný IEP většiny ostatních proteinů.

Je tedy nasnadě předpoklad (Irwin, 1923; Mevius, 1927), že na kyselé straně od svého IEP, t. j. od pH 4 níže, sorbuje *Drosera* převážně anionty v substrátu obsažené, to jest NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Cl^- a jiné, kdežto kationty může sorbovat jen v nepatrné míře. Naproti tomu na alkalické straně od svého IEP, t. j. při pH 5, 6 a dále, sorbuje převážně kationty, to jest Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Fe^{3+} a jiné, kdežto anionty sorbuje jen v míře nepatrné. Musí se tedy u ní v extrémně kyselém prostředí projevovat nedostatek kationtů, který stačí krýt jen v nejbližším okolí IEP, t. j. kolem pH 3. V alkalickém prostředí, t. j. od pH 5 dále, se u *Drosery* projevuje nedostatek aniontů, který dokáže krýt opět jen v nejbližším okolí IEP, v tomto případě kolem pH 5. Těmito hodnotám odpovídají skutečně obě růstová maxima, zjištěná kultivačním pokusem.

Přirozený substrát, na němž *Drosera* zpravidla roste, odpovídá však málokdy prvnímu optimu. Daleko rozšířenější je druhý případ: pH rašelinných luk se pohybuje většinou mezi hodnotou 5—6. To je zajisté prostředí pro *Droseru* alkalické, alkaličtější než její IEP. Čím více toto prostředí směřuje k alkalickým hodnotám, tím hůře může rostlina sorbovat anorganické anionty, ale tím lépe sorbuje kationty. Rostlina, přizpůsobená na rašelinný substrát s minimálním množstvím kalcia a jiných kationtů, se stává za těchto okolností

mnohem citlivější k jejich relativnímu nadbytku a proto hyne při navození vyšší koncentraci Ca^{++} , ať v laboratorii, nebo při vápnění jejího substrátu přímo v přírodě. Odtud tedy pramenil paušální názor, tradovaný od C h. D a r w i n a až po M e v i a, že je *Drosera* kalcifobní, eventuálně že je choulostivá vůči minerálním látkám vůbec.

Z toho, co zde bylo řečeno, lze odvoditi i vysvětlení sumárního obr. 2, znázorňujícího závislost růstu na pH a na koncentraci vápníku. Povšimneme-li si hodnoty pH 3, t. j. pod IEP, pak lze konstatovat přírůstek při jakémkoliv přídatku Ca^{++} (od 0 do 990,0 mg). Rostlina je relativně nezávislá na množství vápníku, neboť ho může sorbovat jen velmi omezeně. Jeho nadbytek tedy nemůže působit toxicky. Při kyslejších prostředí, t. j. při pH 2, růst celkem náhle přestává. V této silně kyselé oblasti již totiž nastává koagulace bílkovin a tudíž následuje odumírání rostlin. Při alkaličtějším pH, než je IEP, t. j. od pH 4 do pH 6, růstu pozvolna ubývá, respektive hranice růstu se posunuje směrem k nižším koncentracím kalcia. Při pH 5 lze pozorovat určité zmírnění tohoto posunu, odpovídající druhému optimu, avšak od pH 6 již prudce poklesá. Při pH 6,7 přestává růst vůbec i v nulové koncentraci přidaného kalcia.

Jak již bylo řečeno, s alkalisováním prostředí stoupá sorpce kationtů, zde zvláště kalcia. Je zde tedy možnost, aby kalcium v plné šíři vyvolávalo všechny toxické příznaky svého nadbytku — rostlina hyne.

Toto zjištění zcela souhlasí a vysvětluje i konstatování S k e n o v o (1915) a M e v i o v o (1924), že rašeliny mohou horní hranici pH posunouti tím více na alkalickou stranu, čím menší je koncentrace živného roztoku. Mimo optimální pH nastává zvýšená citlivost na minerální látky (M e v i u s, 1934).

Amplituda pH, v níž za optimálních podmínek, t. j. bez přídatku kalcia, *Drosera* jeví přírůstek, lze opět srovnat se zjištěním regulativnosti na obr. 3. Rozmezí pH, ve kterém je rostlina schopna upravit si aciditu substrátu ke svému optimu, je reprezentováno délkou regulačního pásma „I“, která je zároveň ukazatelem schopnosti rostlin osidlovat různé lokality a upravovat si aciditu substrátu ke svému optimu.

V kultivačním pokusu se jeví růstová amplituda mladé *Drosery* od 2,3 do 6,7 pH.

Regulační pokus ukázal délku regulační zony dospělé *Drosery* od 2,7 do 6,1 pH.

Z toho lze soudit, že metoda laboratorní kultivace vedla ke správným výsledkům a že rovněž dospělé *Drosery*, přinesené přímo z přirozené lokality, jeví v tomto ohledu stejné požadavky.

Dosud jsme se zabývali toxickým působením iontů vápníku. Obrátme však nyní pozornost i k případům, kdy kalcium nejen že neškodilo, ale kdy ho rostlina dokonce vyžadovala jistý nadbytek. Všimneme-li si v tabulce 2 hodnot, kde se při jednotlivých aciditách jeví maximální přírůstek, zjistíme, že pro pH 3 je to v koncentraci 744,4 mg přidaného $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ na 1 litr roztoku, pro pH 4 při 497,5 mg a pro pH 5 a 6 při nulovém přídatku kalcia. Vidíme z toho, že pro zdárný růst v silně kyselém prostředí má *Drosera* poměrně vysoký požadavek vápníku.

Až potud rozvedená koncepce nám na vysvětlení tohoto jevu nestačí. Vysvětluje nám sice nulový požadavek kalcia při pH 5 a 6, kdy jeho přídavek působí toxicky, neboť rostlina ho jako kation dychtivě sorbuje. Zato však pro kyselou stranu nestačuje toto vysvětlení. Jestliže na kyselé straně od IEP

rostlina kationty nesorbují, proč by jich vyžadovala nadbytek pro svůj zdárný růst? Nemůže-li jich využít, nepomůže ani velký přebytek, a pro ono minimální množství, nutné k životu, které může sorbovat v okolí IEP, by plně dostačovalo ono základní množství, obsažené v každém živném roztoku. Zde je nutno hledat vysvětlení jiné, které se naskýtá v problému permeability. Mevius (1927) staví tuto hypotézu o vlivu reakce substrátu na rostlinnou buňku: „Koncentrace vodíkových iontů je důležitým činitelem v otázce permeability rostlinných buněk, která určuje průběh růstových křivek, získaných kultivací v závislosti na aciditě substrátu. Poblíž mezní acidity se jeví taková vystupňovaná permeabilita, že nastává více či méně silná exosmosa. Neutrálními solemi může být tato hranice částečně posunuta.“ Uvedený názor lze doplnit asi takto: Kalcium, jako konečný člen lyotropní řady kationtů způsobuje silné zpevnění blány buněčné (Strugger, 1935) a snižuje tudíž permeabilitu. Lundegårdh (1924) konstatuje, že mezi H^+ a Ca^{++} panuje podobný antagonismus, jako mezi jinými jednomocnými ionty a kalcie.

Platí-li tedy tyto předpoklady, je pravděpodobné, že při nízkém pH (kolem hodnoty 3), v němž *Drosera* vykazuje optimální růst pro svůj nízký položený IEP, dochází k exosmose; tomu může zabránit pouze vyšší koncentrace kalcia, ve které proto rostlina jeví maximální růst. S ubývajícím kyselostí klesá koncentrace H^+ a proto potřeba kalcia klesá; k tomu se přidružuje možnost jeho toxického působení ve smyslu předešlého pojetí, a rostlina musí nutně své maximum růstu posunout na nulovou koncentraci přidaného kalcia.

Zde je klíč k pochopení chybných výsledků většiny starších autorů, kteří tvrdili, že je *Drosera* kalcifobní. Pokud pěstovali pokusné rostliny v alkaličtějším prostředí, než je její IEP, bylo skutečně kalcium v nadbytku toxické. Později Mevius konstatoval, že kalcium toxické není, že je však nepříznivá pouze jím vyvolaná alkalická reakce. Avšak že by *Drosera* za určitých podmínek ke svému maximálnímu růstu dokonce potřebovala nadbytek kalcia, o tom se nepřesvědčil žádný z citovaných autorů. Kdyby však navodili podmínky kyselejší, než IEP, byli by jistě došli ke shodným výsledkům.

Proti Behrovi, který ze svých obsáhlých pokusů nevyvodil žádný jednoznačný výsledek, ukázala tato práce, že kalcium skutečně toxické není při nízkém pH, ale při vysokém pH limituje růst; stejně tak jako že alkalická reakce v rozmezí do pH 6,7 není toxická při nulovém přídavku kalcia. Je tedy Negerův předpoklad, že se *Drosera* daří v kultuře jen tehdy, je-li kropena destilovanou vodou, chybný.

V souvislosti s těmito pokusy je nutno se zmínit ještě o jedné teorii, vysvětlující kalcifobnost rostlin s hlediska změn permeability: Nadbytek kalcia snižuje silné sorpci kalia (Fliche a Grandaau, 1873) a zároveň sorpci železa (Schimper, 1898), což je pochopitelné vzhledem k jeho poloze v lyotropní řadě kationtů. Rostliny pak odumírají buď z nedostatku draslíku, anebo na chlorosu z nedostatku železa. Skutečně lze některé kalcifobní rostliny pěstovat na vápnatých půdách jen tehdy, jsou-li bohaté na draselné soli, a rovněž je zjištěno, že nadbytkem kalcia způsobená chlorosa mizí po indikaci Fe^{+++} . Protože však tuto chlorosu nebylo možno vyvolat kyselým roztokem kalcia a rovněž popelové analýsy kalcifobních rostlin ukázaly dostatek K^+ i za přítomnosti nadbytku Ca^{++} , objevily se pochybnosti o této teorii, a škodlivé půso-

bení kalcia bylo připsáno pouze alkalické reakci substrátu (M e v i u s, 1934).

Pokusy, provedené v rámci této práce, vůbec nenavštěvují tomu, že by nadbytek kalcia blokoval nějak významně příjem ostatních iontů. Jak se ukázalo, v kyselém prostředí je dokonce nutný relativní nadbytek kalcia pro snížení permeability, ale přesto se neobjevují chorobné příznaky nedostatku kalcia a železa. Naopak: vzrůst je maximální a chloroplasty četné a živě zelené. Že snižování permeability, související se sorpcí kalcia, je jistě důležitým činitelem pro rozřešení otázky kalcifobnosti vůbec, je nesporné. Nezdá se však, že by *Drosera* spadala do skupiny těchto skutečně kalcifobních rostlin, a že by její permeabilita byla nadbytkem kalcia ochromována více, než u běžných, k vápníku indiferentních rostlin.

Tato práce ukázala, že nelze dospět k úspěšnému vyřešení otázky kalcifobnosti rostlin, studuje-li se jen jediný jev — totiž samo toxické působení kalcia. I když dřívější autoři konstatovali jistou souvislost s aciditou substrátu, neuvědomili si, že právě tato acidita je jedním z hlavních činitelů, řídících sorpci anorganických solí vůbec, a že je tedy vlastní příčinou toxického působení jejich nadbytku. Kvalita sorpce záleží tudíž na okolní aciditě vzhledem k isoelektrickému bodu plasmu, který je specifický pro jednotlivé bílkoviny, z nichž se skládá živá hmota.

Pro praxi a pěstění vyplývá, že zásadně lze souhlasit s dávno pozorovanou kalcifobností na přirozených stanovištích. Většina rašeliníšť je totiž pro *Droseru* alkalická, t. j. každé vápnění se musí projevit nepříznivě pro růst a rozšiřování této rostliny. Naopak však *Drosera* vyžaduje určitý nadbytek kalcia, je-li pěstována v kultuře na kyselejších substrátu, než je pH 4, a to tím větší, čím by byl substrát kyselejší.

Závěr.

Účelem této práce bylo experimentálně vyřešit otázku kalcifobnosti rostliny *Drosera rotundifolia* L., s přihlédnutím k aciditě substrátu. K tomu účelu byly založeny vodní kultury stadijně stejně starých rostlinek, vegetativně namnožených, v Knopově živném roztoku, s odstupňovanými dávkami kalcia a za různé acidity. Celé uspořádání pokusu je patrné z tabulky 1. Bylo nalezeno, že je acidita substrátu pro růst *Drosery* stejně důležitá, jako koncentrace Ca^{++} -solí, a že závislost růstu na pH je dvojooptimální, s optimy kolem pH 3 a 5. V minimu kolem pH 4 lze předpokládat isoelektrický bod proteinů studované rostliny. Rozmezí růstu bylo v nízkých koncentracích kalcia mezi hodnotami pH 2,3 — 6,7, směrem k vyšším koncentracím kalcia se však toto rozmezí zužovalo a posunovalo k pH 3 (viz obr. 1 a 2). Ukázalo se, že při kyselém substrátu nebylo kalcium pro *Droseru* toxické, ale v alkaličtějších roztocích působilo značně nepříznivě. Tento úkaz lze vysvětlit amfolytickou povahou proteinů studované rostliny. Její isoelektrický bod leží v oblasti pH 4, takže v kyselejších prostředí sorbuje převážně anionty a kationty zůstávají nevyužity. Proto se kalcium nemůže projevit jako jedovaté. Naproti tomu v alkaličtějších roztocích sorbuje převážně kationty, a proto se zvýšenou měrou projevuje toxické působení vápníku. Z celé práce vysvítá, že dřívější koncepce *Drosery*, jako rostliny za všech okolností kalcifobní, neplatí. Ukázalo se, že nelze posuzovat kalcifobnost rostlin bez současného přihlédnutí k aciditě prostředí, a že pouze experimenty, sledující oba tyto faktory současně, mohou

vnést jasno do otázky kalcifobnosti. Pro *Droseru* předpokládána kalcifobnost platí jen ve velmi omezeném rozsahu; není způsobena specifickou toxicitou vápenatých solí, nýbrž závisí na schopnosti rostliny sorbovat větší nebo menší měrou Ca^{++} -ionty, a je tudíž z velké části výslednicí acidity vnějšího prostředí.

Literatura.

1. Behre K.: Physiologische und cytologische Untersuchungen über *Drosera*. Zeitschr. f. wiss. Biologie-Abt. E — Planta 7: 208—306 (1929).
2. Buchniček J.: O vlivu koncentrace vodíkových iontů a solí živného roztoku na růst kořenů kukuřice. Spisy vydávané přírodověd. fakultou Masarykovy univ. v Brně 1946.
3. Correns C.: Zur Physiologie von *Drosera rotundifolia*. Bot. Zeit. 54: 21—26 (1896).
4. Darwin Ch.: Insektenfressende Pflanzen. Stuttgart 1876.
5. Domin K.: Rosička okrouhlolistá, naše nejhledanější léčivá rostlina. Praha 1923.
6. Graebner P.: Handbuch der Heidekultur. Leipzig 1904.
7. Irwin M.: The permeability of living cells to dyes as affected by H-concentration. Journ. Gen. Physiol 5: 223 (1923).
8. Lundegårdh H.: Klima und Boden. Jena 1925.
9. Lysenko T. D.: O stavu současné biologie. 1948.
10. Mevius W.: Zur Chemonastie von *Drosera rotundifolia*. Biochem. Zeitschr. 148: 548—565 (1924).
11. Mevius W.: Reaktion des Bodens und Pflanzenwachstum. Preising-München 1927.
12. Mevius, W.: Beiträge zur Physiologie „kalkfeindlicher“ Gewächse. Jb. f. wiss. Bot. 60: 147—163 (1921).
13. Mevius W.: Kalk und Kieselpflanzen. Handw. d. Naturwiss. Bd. 5. (1934).
14. Neger F. W.: Biologie der Pflanzen. Stuttgart 1913.
15. Paul H.: Zur Kalkfeindlichkeitsfrage der Torfmoose. Ber. d. D. Bot. Ges. 24: 148—154 (1906).
16. Robbins, W. J.: An isoelectric point for plant tissue and its significance. Am. J. Bot., 10: 412—440 (1923).
17. Rypáček V.: Změny v regulativnosti rostlinných tkání způsobené odumíráním. Práce moravskoslez. akad. věd přírodních 19: 1—16 (1948).
18. Sendtner O.: Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. 1854.
19. Schimper A. F. W.: Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898.
20. Schmid G.: Beiträge zur Oekologie der insektivoren Pflanzen. Allgem. bot. Zeitsch. oder Flora 104: 335—383 (1912).
21. Skene M.: The acidity of Sphangnum and its relation to chalk and mineral salts. Ann. of. Bot. 29: 65 (1915).
22. Strugger S.: Praktikum der Zell- und Gewebephysiologie der Pflanzen. Berlin 1935.
23. Weber C. A.: Jahresberichte der Männer von Morgenstern. 1900.

М. Рычновска - Соудкова:

Научная работа о минеральном питании насекомоядного растения — Росянки круглолистной.

I. Значение кальция, как важного физиологического и экологического фактора.

Задачей этой работы экспериментально разрешить вопрос о кальцио-фобности насекомоядного растения — *Росянки круглолистной*, при этом обращено внимание на кислотность субстрата. Для этого были заложены водяные культуры в Кноповом питательном растворе одинаково старых растений. Найдено, что кислотность субстрата для роста *Росянки* имеет одинаковое значение, как концентрация известковых солей и что зависимость роста от pH дважды оптимальна, с оптимумы около pH 3 и 5. При слабых концентрациях извести *Росянки* росли между pH 2,3—6,7, по направлению к высшим растворам кальция это разграничение все более суживалось и отодвигалось к pH 3. Найдено, что при кислом субстрате не был Ca^{++} для *Росянки* токсическим. В щелоческих растворах — очень вреден. Это явление можно объяснить амфолитическим характером протеинов исследованного растения. Его изоэлектрический пункт находится в области pH 4, поэтому в более кислой среде поглощает главным образом анионы, катионы остаются не израсходованными, отчего Ca^{++} в данном случае не может быть ядовитым. Наоборот в более щелоческой среде поглощает главным образом катионы, а поэтому кальций может проявить в большей степени свою токсичность.

Из всего сказанного вытекает, что прежняя концепция *Росянки*, как растения при всех обстоятельствах кальцио-фобного, является неправильной, так как Ca -фобность *Росянки* до сих пор не была исследована в зависимости с внешними факторами, прежде всего с ацидитой субстрата, которая является одним из главных факторов, определяющих абсорбцию, а этим или доброкачественность, или ядовитость отдельных минеральных солей.

M. R y c h n o v s k á - S o u d k o v á :

A study about the mineral nutrition of *Drosera rotundifolia* L.

I. Calcium as an important physiological and ecological factor.

The problem of the calcifuge behaviour of *Drosera rotundifolia* L. has been experimentally solved with reference to the acidity of the substrate. Young, vegetatively reproduced seedlings were grown in Knop's nutrient solutions adjusted to different pH-values and containing different amount of lime. The arrangement of the whole experiment is put out in the table No 1. The acidity of the substrate was found to have the same importance for growing of *Drosera rotundifolia*, as the Ca^{++} -salts concentration. The curve, showing how the growth depends on pH-value, has a double optimum point. The position of these cardinal points is around pH 3 and 5. The growth of *Drosera*

rotundifolia, was limited by the pH values 2,3 and 6,7, at the lowest Ca-concentration. With increasing Ca-concentration the limits of growth narrowed and shifted to pH 3. (See fig. No 1 and 2) It appeared the lime was for *Drosera* — plants not toxic in very acid solutions, but in more alkaline medium showed calcium a toxic effect. The observed relations can be explained by the ampholytical character of proteins. The sorption of mineral salts by the plant depends on the acidity of the medium. If the acidity is higher than the isoelectric point of protoplasm, the plant absorbs predominantly the anions, meanwhile the kations in a very small rate. If the acidity is lower, the plant absorbs most the kations, but don't utilize the anions. The isoelectric point of the studied plant was found around pH 4. Therefore the lime couldn't appear toxic in very acid solutions, but according to the alkalization of the nutrient solutions the absorption of Ca^{++} by the plant increased and the absorbed amount of Ca-salts was found to be toxic. From these experiments results, that the further conception of *Drosera*, as a calcifobous plant, does not agree. It was found, that the calcifobous behaviour of plants cannot be judged without regarding to the acidity of the medium, and that only experiments regarding both that factors, can solve the discussed problem. The calcifobous behaviour of *Drosera rotundifolia* L. exists only as a very limited one; it is not caused by the specific toxicity of lime, but it depends on the ability of the plant to absorb higher or lower rates of Ca^{++} ; which is a function of the acidity of the medium.