

Jan K v ě t:

Vliv rozpustných složek rašeliny a rašeliníku na růst kultur řas.

Práce z Ústavu pro fyziologii rostlin University Karlovy

Sbírka kultur autotrofních organismů ČSAV

I. Ú v o d

Studiem fyziologických účinků rašeliny, uhlí a humusových látek se v poslední době zabývala řada autorů. Obsáhlý seznam a přehled jejich prací pořídil P r á t (13, 15). O zhodnocení některých z nich se pokusili Č a t s k ý (1) a K v ě t (7). Není mi známa práce, která by se zabývala účinky rašeliníku (*Sphagnum* L.) na růst rostlin. Je tedy značný nepoměr mezi našimi vědomostmi o rašeliníku jako výchozí hmotě, a rašelině jako produktu biochemického pochodu, zvaného rašelinění. (Viz S p i r h a n z l, 18). Tento pochod studovali W a k s m a n (21), S t a d n i k o f f (19), P o k o r n á (11), H a d a č a spol. (5) a další autoři. S výjimkou poslední monografie nám jejich práce málo mohou říci o tom, jak se mění fyziologická účinnost substrátu. Je však třeba zjistit, zda existuje souvislost mezi stimulačními a inhibičními vlastnostmi rašeliny a rašeliníku. Tato práce budiž považována za příspěvek k řešení některých otázek:

1. Jak působí vodní výluhy z rašeliníku a rašeliny na zelené rostliny.
2. Jak působí výluhy z různých druhů živých rašeliníků a z rašeliny pocházející z různých ložisek a různých hloubky.
3. Zda má rašeliník vypěstovaný za sterilních podmínek stejný fyziologický účinek jako *Sphagnum* vyrostlé v přírodě a osídlené mikroflorou.

Tyto otázky souvisí s obecným problémem vlivu humusových látek na rostliny. Jejich účinek stanovovali někteří autoři pomocí testů na řasách. Zvolil jsem také tento způsob, protože je poměrně jednoduchý a rychlý.

II. L i t e r a t u r a

Působením humusových extraktů na čisté kultury řas a bičíkovců se zabýval P r i n g s h e i m (16, 17), který po U h l í ř o v i (20) zjistil, že přidání odvaru z rašeliny nebo listovky do živného roztoku zvyšuje intensitu růstu mnoha kultur. Mezi nejcitlivější organismy patří řasa *Chlorogonium*. Pokoušeje se zjistit účinnou složku výluhu zpopelněním, srážením kyselinou, extrakcí etherem nebo alkoholem, atd., došel P r i n g s h e i m (16) k závěru, že jí nejsou huminové kyseliny. G u m i ň s k i (4) tento názor vyvrací. V jeho pokusech huminové kyseliny získané alkalicíou extrakcí z rašeliny, v koncentracích od 5. 10⁻⁴% do 10⁻¹% podporovaly rozmnožování řas, bičíkovců a kořenonožců. Vyšší koncentrace působily brzdivě a zvyšovaly zrnitost a vazkost protoplasmu. G u m i ň s k i však nepracoval s čistými a sterilními řasovými kulturami. Přesné pokusy s čistými kulturami řas vykonal L h o t s k ý (9) při zkouškách účinnosti suspensí a výluhů oxyhumolitů ze severočeské hnědouhelné pánve, t. zv. kapucínů. Odvary z nich zvyšovaly intensitu růstu kultur mnoha zelených řas a některých chrysofycel. Nejcitlivější byly kmeny *Chlorogonium euchlorum* a *Ch. elongatum*, jichž také použil ve většině pokusů. P r á t (14) si všímá hlavně zvýšené tvorby volutinu a jiných cytologických změn u řas pod vlivem oxyhumolitů.

III. Materiál a metodika

V pokusech jsem použil celkem 25 vzorků rašeliny ze 7 vrchovišť v Čechách a na Slovensku, 16 vzorků rašeliníků živých i odumřelých z 9 lokalit a 6 vzorků rašeliníků z čistých kultur. Seznam vzorků obsahuje příl. I. Rašelina je většinou rašeliníkového původu, často s příměsí suchopýru. Pouze jihočeská rašelina z Borkovic je složením různorodější (dřevo, kořinky a podobně). Čisté kultury pocházejí ze sbírky kultur autotrofních organismů ČSAV. (Prát, 12). Pět kmenů rašeliníků jsem pro tuto sbírku isoloval r. 1953 a použil jich v této práci. Všech 6 kmenů jsem pěstoval ve standardním minerálním roztoku o složení: NH_4NO_3 $2,5 \cdot 10^{-3}$ M; KH_2PO_4 $7,5 \cdot 10^{-4}$ M; MgSO_4 $4,1 \cdot 10^{-4}$ M; CaCl_2 10^{-3} M; FeCl_3 $1,6 \cdot 10^{-5}$ M. Mimo to jsem používal materiálu ze sbírky, vypěstovaného na stejném roztoku s 1 % agaru.

Odběr a uchování vzorků: Rašeliníky a rašelina se odebíraly buď ručně nebo komorovou sondou. Získané vzorky byly po usušení na vzduchu uzavřeny do skleněných nádob.

Příprava vodních výluhů: Byla stejná u všech rašeliníkových i rašelinných vzorků. Množství vzorku, odpovídající 2 g sušiny, se vyluhovalo 200 ml destilované vody při teplotě 62 °C po 48 hod. Získaný výluh (koncentrace vzhledem k výchozímu množství sušiny byla 1 : 100) se po přefiltrování sterilisoval v páře při 100 °C po 25 min. Výluhy byly žlutě až hnědě zbarveny, pouze výluhy z čistých rašeliníkových kultur byly bezbarvé. Téměř všechny výluhy byly poněkud zakaleny; nejvíce ty, jež byly připraveny z odumřelého rašeliníku. Podrobnější údaje o vzhledu a barevných vlastnostech a zákalu výluhů jsou uvedeny v dřívější práci (Květ, 7).

Kyselost všech výluhů byla mezi pH 4,5 a 5,5 (měřeno papírky „pHan“ a „Lyphan“ s občasnou potenciometrickou kontrolou), většinou kolem pH 4,9 až 5,1.

Výluhy z rašelin a rašeliníků jsem přidával do kultivačního media pro čisté kultury řas, a sledoval pak růst těchto kultur, jež vyjadřuje rychlost rozmnožování pokusného organismu. Hlavně jsem pracoval se zelenou řasou *Chlorogonium euchlorum* Ehrenberg. Bylo nutno postupovat asepticky a výluhy podrobit další sterilizaci v páře, jež však trvala jenom 20 minut. Podrobný návod k růstovým pokusům s kulturami řas podává Lhotský (8). Obdobné bylo i provedení mých pokusů. K dispozici jsem měl sterilní čisté kultury řas ze sbírky kultur autotrofních organismů ČSAV (Prát, 12).

Řasy jsem pěstoval ve zkumavkách ze skla stejného druhu (Schottovo nebo Kavalierovo) pro určitou serii kultur, uzavřených hliníkovým patentním uzávěrem podle Kapsenberga. 10 ml živného roztoku jsem očkoval dvěma kapkami řasové suspence, zpravidla Algéovou pipetou (viz Lhotský, 8). Kultury pak při konstantní teplotě (17 °C, resp. 20 °C) byly osvětlovány 12 hodin denně (6—6—6—6) 60 W žárovkami ze vzdálenosti 25 cm. Během kultivace jsem v určitých časových intervalech buď některé, nebo všechny kultury proměřoval v procházejícím světle na Langeově kolorimetru fy Könyvesz nebo na fotoelektrickém kolorimetru FEK se zeleným filtrem a odčítal hodnoty extinkce. V jednom pokuse jsem proměřoval kultury turbidimetricky. Turbidimetrie ke zjišťování růstu řasových kultur používali úspěšně Diller a Kersten (2). V procházejícím světle měřil řasový zákal Lhotský (8, 9), který zjistil přímou závislost mezi naměřenou extinkcí a počtem buněk v kultuře. Extinkce i procenta turbidity byly tedy relativní hodnoty dostatečně vyhovující pro posuzování růstu kultury. Řasy jsem pěstoval ve standardním živném roztoku minerálním L 41: KNO_3 $1 \cdot 10^{-3}$ M; KH_2PO_4 $6 \cdot 10^{-5}$ M; MgSO_4 $4 \cdot 10^{-5}$ M; FeCl_3 $4 \cdot 10^{-6}$ M, a zejména v acetátovém živném roztoku, vhodném pro *Chlorogonium*: KH_2PO_4 $6 \cdot 10^{-5}$ M; MgSO_4 $2 \cdot 10^{-4}$ M; CaCl_2 $1 \cdot 10^{-5}$ M; FeCl_3 $4 \cdot 10^{-6}$ M; CH_3COONa 3 H₂O 0,2 %; NH_4Cl 0,1 %. Poslední dvě chemikálie se přidávají v substanci. Roztoky je nutno připravovati z vody destilované ve skleněné aparatuře, nejlépe z vody redestilované.

V pokusných seriích se k 9 ml těchto roztoků přidávaly určené výluhy a destilovaná voda tak, aby bylo dosaženo určených koncentrací. V kontrolní serii se přidával 1 ml destilované vody. Podrobnosti jsou uvedeny u jednotlivých pokusů.

Způsob hodnocení výsledků: Výsledky pokusů jsem hodnotil podle návodu, jak jej podávají Macek a Pokorný (10); průkaznost rozdílů jsem zjišťoval t-testem. Podrobné tabulární hodnoty ke všem uváděným výsledkům obsahuje dřívější práce (Květ, 7).

IV. Experimentální část

V předběžných pokusech jsem zkoušel reakci několika druhů řas na přidání rašeliníkového výluhu (vzorek 2) do živného roztoku. Z druhů *Chlamydo-*

monas eugametos M o e w u s, *Haematococcus pluvialis* F l o t o w e t W i l l e, *Scenedesmus bijugatus* (T u r p.) L a g e r h., *Chlorogonium elongatum* D a n g e a r d a *Ch. euchlorum* E h r e n b e r g, byly nejcitlivější poslední dva. Pro další pokusy bylo nejvýhodnější použít řasy *Chlorogonium euchlorum*; čistota kultury byla zaručena.

Další pokusy ukázaly, že není rozdílů mezi působením suspense a vodního výluhu z rašeliny. Obojí stejně zvyšovalo intensitu růstu pokusných kultur. Z technických důvodů (nesnáze při proměrování kultur) jsem nadále již suspensii nepoužíval.

Pro srovnávací pokusy bylo třeba naléztí nejvýhodnější koncentraci výluhu v živném roztoku. Zjistil jsem, že kultury s rašeliníkovým (vz. 28) i rašelinným (vz. 32) výluhem v koncentraci 1 : 10³ (přepočteno na sušinu) rostly nejrychleji a dosáhly maxima růstu o 2 až 3 dny dříve než kontrola. U koncentrace 1 : 10⁴ nastal podobný efekt, avšak méně výrazný. Koncentrace 1 : 10⁵ byla již neúčinná. Proto jsem zvolil koncentraci 1 : 1000 pro další práci. Podrobně jsem již vliv koncentrace výluhu nesledoval.

Ze všech sběrů jsem nejprve vybral několik vzorků rašeliny (31 — Trojhranné pleso hl. 80 cm, 111 — Plán pod Sněžkou 25 až 50 cm, 114 — tamtéž 100 až 120 cm), rašeliníku živého (4a — z Malé Jizerky, 33 — z Trojhranného plesa) i odumřelého (34 — tamtéž), připravil z nich vodní výluhy, které jsem přidal do kultivačního media pro *Chlorogonium euchlorum* v koncentraci 1 : 1000. Ve všech šesti případech se intensita rozmnožování řas průkazně zvýšila proti kontrole, stejně jako v předchozím pokuse.

Na základě těchto výsledků bylo možno přikročit ke srovnání účinků všech uvedených vzorků (viz příl. I). Zákal řas jsem proměřoval 3., 5., 7., resp. 4., 6., 8. dne kultivace. Získané hodnoty jsou průměrem měření ze čtyř kultur, 5., resp. 6. dne pěti nebo šesti. Tehdy také byly rozdílů pokusných variant proti kontrole dobře patrný, takže se dala dobře propočítávat jejich průkaznost. Jako příklad je uveden v tabulce I a grafu 1 průběh pokusu s výluhy vzorků 23 — *Sphagnum*-porost, 25 — rašelina 100 až 200 cm, 27 — rašelina 300 až 400 cm z Mrtvého plesa v Tatrách.

Tabulka I

Vliv vodních výluhů z rašeliníku a rašeliny z Mrtvého plesa ve Vysokých Tatrách v koncentraci 1 : 1000 na růst kultur řasy *Chlorogonium euchlorum*. Uváděné hodnoty jsou průměrné extinkce, měřeno v zeleném světle fotokolorimetrem FEK

Doba kult.	Kontr. H ₂ O	Výluhy			Doba kult. . . . doba kultivace
		23	25	27	
3 dny	0,105	0,23	0,22	0,175	Kontr. . . kontrola
5 dnů	0,56 ± ± 3 . 0,01	$\bar{x}$ 0,72 ± ± 3 . 0,01	$\bar{x}$ 0,64 ± ± 3 . 0,02	$\bar{x}$ 0,61 ± ± 3 . 0,01	.. . rozdíl od kontroly průkazný pro p = 0,01
7 dnů	0,65	0,66	0,67	0,69	x . . vzájemný rozdíl obou průměrů průkazný pro p = 0,01

Po přidání těchto výluhů se zrychlil růst kultur řasy *Chlorogonium euchlorum*. Kultury s výluhy dosáhly maximálního rozvoje přibližně 5. dne, kontrolní až 7. dne pokusu.

Protože průběh ostatních růstových křivek je značně podobný jako v grafu 1, jsou extinkce změřené 5., resp. 6. dne kultivace uvedeny pouze v tabulkách IIa a IIb.

Vzorky rašeliny č. 36 až 43 pocházejí z borkovického rašeliniště u Soběslavi, č. 4a je rašelíník, 5, 6, rašelina z vrchoviště Malá Jizerka v Jizerských horách, 30 až 32 je rašelina z Trojhranného plesa v. Tatrách, 90 až 96 rašelina z Jezerní slati na Šumavě, 97 porost a 99 až 109 rašelina z Mezilesní slati na Šumavě, 111 až 114 rašelina z Pláně pod Sněžkou. Vzorky každého profilu jsou očíslovány postupně od povrchu do hloubky.

Acidita živného roztoku byla ve všech kulturách téměř stejná: pH 6,4 až 6,5.

Tabulka II

Vliv vodních výluhů vzorků z hloubkových profilů šesti rašelinišť (koncentrace 1 : 1000) na růst kultur řasy *Chlorogonium euchlorum*. Uváděné hodnoty jsou průměrné extinkce, měřené pátého (tab. IIa), resp. šestého (tab. IIb) dne pokusu

Tabulka IIa		Tabulka IIb			
Výluh	Extinkce	Výluh	Extinkce	Výluh	Extinkce
kont.	0,56 ± 3. 0,01	kont.*	0,57 ± 3. 0,01	97 ...	0,67 ± 3. 0,01
36 ...	0,68 ± 3. 0,02	30 ...	0,68 ± 3. 0,01	99 ...	0,64 ± 3. 0,005
38 ...	0,65 ± 3. 0,02	31 ...	0,65 ± 3. 0,005	100 ...	0,61 ± 3. 0,01
40 ...	0,675 ± 3. 0,01	32 ...	0,64 ± 3. 0,01	102 ...	0,625 ± 3. 0,05
41 ...	0,67 ± 3. 0,01	st. 88 ...	0,65 ± 3. 0,01	104 ...	0,66 ± 3. 0,005
43 ...	0,63 ± 3. 0,02	90 ...	0,65 ± 3. 0,01	106 ...	0,64 ± 3. 0,01
st. 88 ...	0,65 ± 3. 0,01	92 ...	0,65 ± 3. 0,01	109 ...	0,62 ± 3. 0,01
4a ...	0,70 ± 3. 0,01	94 ...	0,63 ± 3. 0,01	111 ...	0,65 ± 3. 0,05
5 ...	0,70 ± 3. 0,03	96 ...	0,64 ± 3. 0,015	112 ...	0,64 ± 3. 0,01
6 ...	0,69 ± 3. 0,01			114 ...	0,63 ± 3. 0,01

· rozdíl od kontroly průkazný pro $p = 0,05$

·· rozdíl od kontroly průkazný pro $p = 0,01$

kont. ... kontrola

* 10 opakování

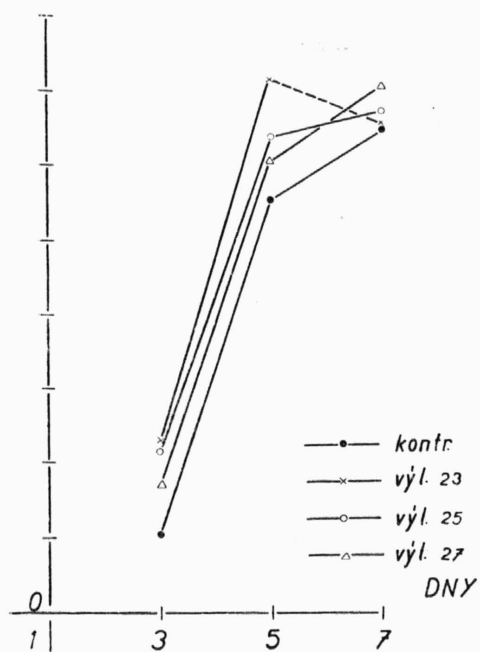
st. 88 ... výluh vz. 88 (*Sphagnum magellanicum*), použitý jako standard v obou pokusech (sub IIa i IIb)

V kulturách s výluhy z Mrtvého plesa se množily řasy nejrychleji s výluhem ze živého rašelíníku (vz. 23 v tab. I). Výsledky s výluhy vzorků rašeliny z Borkovic (vz. 36 až 43 v tab. IIa) se navzájem průkazně neliší. Rovněž není vzájemných rozdílů mezi výsledky s výluhy z rašelíníku a rašeliny z Malé Jizerky (vz. 4a, 5, 6 v tab. IIa). U vzorků ze všech ostatních profilů se intenzita rozmnožování průkazně zvýšila s výjimkou výluhu vz. 102. Mezi účinností výluhů ze živých rašelíníků a rašeliny se objevil slabě průkazný rozdíl jen u vzorků z Mezilesní slati (vz. 97 a 99).

Úkolem dalšího pokusu, který se dělí na tři části, bylo:

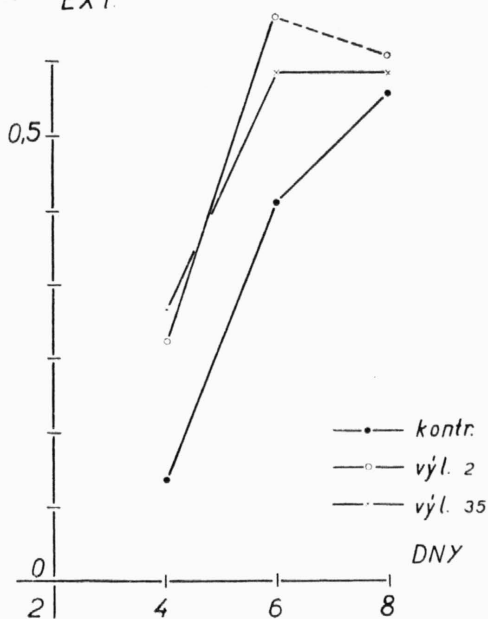
- zjistit účinnost výluhů z různých druhů rašelíníků a z různých lokalit. Provedeno s výluhy vz. 1, 2, 35, (*Sphagnum riparium*, *S. papillosum*, *S. compactum*) v koncentraci 1 : 1000 a s výluhy vz. 14, 17, (*S. squarrosum*, *S. molluscum*) v koncentraci 1 : 5000.

EXT.



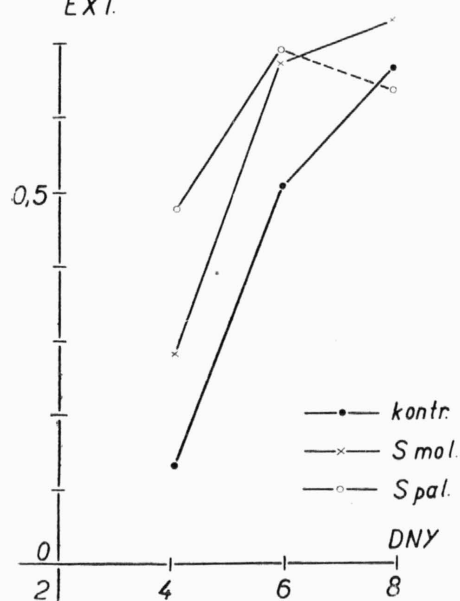
Graf 1

EXT.



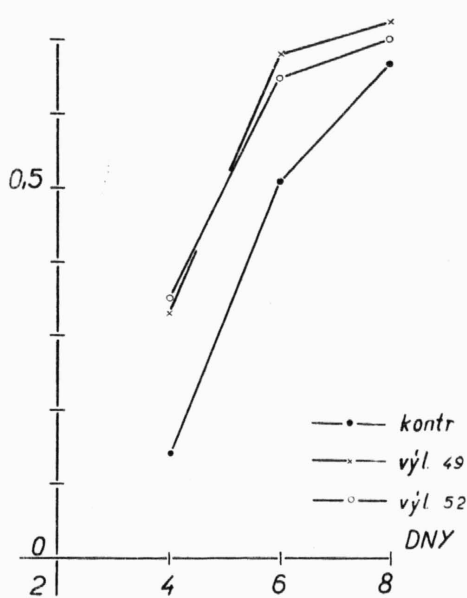
Graf 2a

EXT.



Graf 2b

EXT.



Graf 2c

Text ke grafům

Graf 1. (k tab. I)

Růst kultur *Chlorogonium euchlorum*, kontrolních a s výluhy z rašeliníku (23) a z rašeliny (25, 27) v koncentraci 1 : 1000. — Osa x . . . čas ve dnech; osa y . . . průměrné extinkce v zeleném světle.

Graf 2a (k tab. IIIa)

Růst kultur *Chlorogonium euchlorum*, kontrolních a s výluhy z rašeliníků *Sphagnum papillosum* (2) a *S. compactum* (35) v koncentraci 1 : 1000. — Osa x . . . čas ve dnech; osa y . . . průměrné extinkce v zeleném světle.

Graf 2b (k tab. IIIb)

Růst kultur *Chlorogonium euchlorum*, kontrolních a s výluhy z čistých kultur rašeliníků *Sphagnum molluscum* (S. m.) a *S. palustre* (S. p.) v koncentraci 1 : 5000. — Osa x . . . čas ve dnech; osa y . . . průměrné extinkce v zeleném světle.

Graf 2c (k tab. IIIc)

Růst kultur *Chlorogonium euchlorum*, kontrolních a s výluhy z rašeliníku *Sphagnum recurvum*, živého (49) a odumřelého v počátečním stadiu humifikace (52), v koncentraci 1 : 1000. Osa x . . . čas ve dnech; osa y . . . průměrné extinkce v zeleném světle.

Текст к рисункам

Рис. 1 (смотри тоже табл. I.)

Рост культур *Chlorogonium euchlorum*, контрольных (kontr.) и с вытяжками из сфагна (23) и торфа (25, 27) в концентрации 1 : 1000.

x — время в днях; y — средние экстинкции в зеленом свете.

Рис. 2a (смотри тоже табл. IIIa).

Рост культур *Chlorogonium euchlorum*, контрольных (kontr.) и с вытяжками из живых растений *Sphagnum papillosum* (2) и *S. compactum* (35) в концентрации 1 : 1000.

x — время в днях; y — средние экстинкции в зеленом свете.

Рис. 2b (смотри тоже табл. IIIb).

Рост культур *Chlorogonium euchlorum*, контрольных (kontr.) и с вытяжками из чистых культур *Sphagnum molluscum* (S. m.) и *S. palustre* (S. p.) в концентрации 1 : 5000.

x — время в днях; y — средние экстинкции в зеленом свете.

Рис. 2c (смотри тоже табл. IIIc).

Рост культур *Chlorogonium euchlorum*, контрольных (kontr.) и с вытяжками из сфагнового мха *Sphagnum recurvum*, живого (49), и отмершего, в начальной стадии гумификации (52), в концентрации 1 : 1000.

x — время в днях; y — средние экстинкции в зеленом свете.

Text to the figures

Fig. 1 (see also table I)

Growth of *Chlorogonium euchlorum* cultures in pure nutrient solution (kontr.) and with *Sphagnum* (23) and peat (25, 27) extracts applied at a concentration of 1 : 1000. — Abscissa . . . time in days; ordinate . . . average extinctions in green light.

Fig. 2a (see also table IIIa)

Growth of *Chlorogonium euchlorum* cultures in pure nutrient solution (kontr.) and with extracts from *Sphagnum papillosum* (2) and *S. compactum* (35) applied at a concentration of 1 : 1000. — Abscissa . . . time in days; ordinate . . . average extinctions in green light.

Fig. 2b (see also table IIIb)

Growth of *Chlorogonium euchlorum* cultures in pure nutrient solution (kontr.) and with extracts prepared from pure cultures of *Sphagnum molluscum* (S. m.) and *S. palustre* (S. p.), applied at a concentration of 1 : 5000. — Abscissa . . . time in days; ordinate . . . average extinctions in green light.

Fig. 2c (see also table IIIc)

Growth of *Chlorogonium euchlorum* cultures in pure nutrient solution (kontr.) and with extracts prepared from the living peat-moss *Sphagnum recurvum* (49) and from its dead thalli at an initial stage of humification (52), applied at a concentration of 1 : 1000. — Abscissa . . . time in days; ordinate . . . average extinctions in green light.

b) zjistit účinnost výluhů z rašeliníků vypěstovaných v čisté kultuře. Provedeno s výluhy z kultur *Sphagnum amblyphyllum*, *S. cuspidatum*, *S. fimbriatum*, *S. molluscum*, *S. squarrosum*, *S. palustre*, v koncentraci 1 : 5000 a *S. palustre* v koncentraci 1 : 1000.

c) zjistit účinnost výluhů z postupně rašelinějíciho rašeliníku. Provedeno s výluhy ze živého — vz. 49, a odumřelého — 50, 51, 52, rašeliníku *Sphagnum recurvum* v koncentraci 1 : 1000.

Založení a uspořádání bylo stejné jako u pokusů předešlých. Diference mezi pokusnými kulturami a kontrolou jsou propočteny pro 6. den pokusu.

Výsledky pokusů sub a), b), c) obsahuje tabulka IIIa), b), c) a grafy 2a), b), c). Uváděné extinkce jsou průměrem z měření 4 nebo 5 kultur.

Tabulka III

Vliv vodních výluhů z rašeliníků (*Sphagnum* L.) na růst kultur řasy *Chlorogonium euchlorum*. Legenda shodná s tabulkami I a II. Společná kontrola pro pokusy IIIa, b, c je uvedena v tab. IIIa

Tabulka IIIa

Doba kult.	Kontr.	Výluhy 1 : 1000			Výluhy 1 : 5000	
	H ₂ O	1	2	35	14	17
4 dny	0,13	0,375	0,325	0,37	0,13	0,36
6 dnů	0,51 ± ± 3 . 0,03	0,72 ± ± 3 . 0,02	0,76 ± ± 3 . 0,01	0,68 ± ± 3 . 0,02	0,675 ± ± 3 . 0,01	0,75 ± ± 3 . 0,03
8 dnů	0,67	0,70	0,72	0,68	0,74	0,69

Tabulka IIIb

Doba kult.	Výluhy 1 : 5000						Výluh 1 : 1000 S. p.
	S. a.	S. c.	S. f.	S. m.	S. s.	S. p.	
4 dny	0,355	0,28	0,22	0,28	0,28	0,48	0,45
6 dnů	0,695 ± ± 3 . 0,015	0,68 ± ± 3 . 0,01	0,68 ± ± 3 . 0,03	0,68 ± ± 3 . 0,02	0,66 ± ± 3 . 0,02	0,69 ± ± 3 . 0,01	0,71 ± ± 3 . 0,03
8 dnů	0,67	0,695	0,725	0,725	0,68	0,64	0,71

S. a. *Sphagnum amblyphyllum*

S. c. *Sphagnum cuspidatum*

S. f. *Sphagnum fimbriatum*

S. m. *Sphagnum molluscum*

S. s. *Sphagnum squarrosum*

S. p. *Sphagnum palustre*

Výluhy z různých druhů rašeliníků z přírody zvyšovaly rychlost růstu kultur *Chlorogonium euchlorum* více méně stejnou měrou. Tak působily i jiné rašeliníkové výluhy v předchozích pokusech. Vzájemně porovnávat stupeň účinnosti jednotlivých druhů není možno, protože materiál pocházel z různých lokalit. Výluhy z rašeliníků vyrostlých v čistých kulturách zvyšovaly rychlost rozmnožování řas asi stejně jako výluhy z rašeliníků z přírody. Různé druhy rašeliníků se ani zde ve svém působení mezi sebou neliší. Jen u výluhu ze *Sphagnum palustre* v obou koncentracích je zvýšení rychlosti růstu kultur čtvrtého dne pokusu nápadnější než u ostatních druhů. Výluhy z rašeliníku

Tabulka IIIc

Doba kult.	Výluhy 1 : 1000			
	49	50	51	52
4 dny	0,335	0,25	0,29	0,35
6 dnů	0,68 ± ± 3 . 0,02	0,685 ± ± 3 . 0,04	0,645 ± ± 3 . 0,03	0,65 ± ± 3 . 0,02
8 dnů	0,72	0,68	0,71	0,70

živého i postupně rašelinějíciho (vz. 49 až 52) se svou účinností vzájemně podstatně neodlišovaly. Veškeré výluhy v koncentraci 1 : 5000 urychlovaly rozmnožování řas poněkud méně než v konc. 1 : 1000, ale přesto průkazně proti kontrole. Stejně je tomu i s výluhy 49 až 52 v konc. 1 : 1000.

V pokusech s řasami, zejména s druhem *Chlorogonium euchlorum* Ehrenberg, všechny použité výluhy z rašeliníku i rašelin v koncentracích 1 : 5000 až 1 : 200 zvyšovaly rychlost růstu pokusných kultur, které dosáhly maximálního rozvoje dříve než kultury kontrolní.

V. Diskuse a závěry

Úkolem předložené práce bylo v růstových testech s řasovými kulturami blíže osvětlit a vzájemně srovnat působení vodních výluhů z rašeliny a rašeliníků. Dále bylo třeba zjistit, zda rašeliník sám může být příčinou pozorovaného zvýšení intensity rozmnožování řas; tuto otázku bylo možno řešit jedině použitím materiálu ze sterilních čistých kultur.

Materiál k pokusům, jak rašelinový, tak rašeliníkový, byl širokého výběru. Tato skutečnost snad opravňuje vztahovati získané výsledky, jež se u různých vzorků spolu značně shodují, jednak na vrchovištní rašelinu vůbec, jednak na celý rod *Sphagnum*. Protože příprava výluhů a zacházení s nimi byly stejné, smíme také srovnávat působení rašeliny s účinky rašeliníku. Příprava výluhů se dala pokud možno šetrně. Sterilizace, která trvala co nejkratší dobu, byla nevyhnutelná při rozsáhlých seriových pokusech.

Řasy, hlavně druh *Chlorogonium euchlorum* Ehrenberg, se rozmnožují rychleji pod vlivem rašeliníkových a rašelinových vodních výluhů a kultury dosahují maxima růstu dříve než kontrola. Podobně tomu bylo ve Lhotského (9) pokusech s oxyhumolity. Rovněž Pringsheim (16) a Gumínski (4) dospěli k obdobným výsledkům. V pokusech Dvořákové-Hladké (3) přidání výluhů z některých jatrovek, příbuzných rašeliníkům, podporovalo růst řasových kultur. Testy s řasami jsou jednoduché a celkem rychlé a hodí se pro seriová stanovení růstové účinnosti. Na některé růstové látky však řasy reagují zcela jinak než vyšší rostliny (Lhotský, 8). V Hilitzerových (6) pokusech výluh z rašeliny měl příznivý vliv na zakořeňování některých vyšších rostlin. S některými z použitých výluhů jsem pracoval (Květ, 7) také v testech se slunečnicí, kde se urychlovala a zvyšovala tvorba adventivních kořínků na odříznutých hypokotylech. V orientačním pokusu s okřešký jsem nedospěl k jednoznačným výsledkům. V téže práci je uvedena literatura o bakteriostatických a baktericidních účincích rašeliníku a rašeliny. V několika vlastních pokusech s bakteriemi *Staphylococcus aureus*

a *Escherichia coli* se mi však nepodařilo je dokázat. Je pochopitelné, že i při zkoušení růstových účinků rašelin a rašeliníků záleží hodně na druhu a povaze testovacího organismu.

V pokusech s řasovými kulturami mělo přidání rašeliníkových i rašelinných výluhů výsledky značně si podobné. Růstové účinky se neztrácejí ani během postupných přeměn rašeliníku v rašelinu, mohou se snad jen mírně zeslabiti. Tato skutečnost na jedné straně, a shoda ve výsledcích pokusů s rašeliníky z přírody a z čistých kultur na straně druhé, nasvědčují tomu, že mezi rašelinou a rostlinou, jež ji vytváří, rašeliníkem, existuje souvislost i co do biologické účinnosti. Kromě mikroflory rašeliníště a humusových i jiných růstově účinných látek obsažených v rašelině je třeba mít na zřeteli také nejdůležitější složku živého porostu, zelenou rostlinu *Sphagnum*. Otázka podstaty působení rašeliny a rašeliníku zůstává nadále otevřena, a nelze ji dnes ještě s konečnou platností rozřešit.

V závěru práce je však možno odpovědět na otázky položené na jejím počátku.

1. Řasy *Chlorogonium euchlorum* Ehrenberg reagovaly na přidání vodních výluhů z rašelin a rašeliníků do živného roztoku v uváděných koncentracích průkazným urychlením růstu.
2. Fysiologická účinnost výluhů z různých druhů rašeliníků, rašeliny z různých vrchovišť a různé hloubky, různých vlastností, byla v mých pokusech v podstatě stejná. Pouze výluhy ze živých rašeliníků se někdy odlišovaly slabě zvýšenou aktivitou.
3. Výluhy z rašeliníku, vypěstovaného za sterilních podmínek, měly celkem stejné účinky na růst pokusných organismů jako výluhy z rašeliníku vyrostlého v přírodě a osídleného mikroflorou.

VI. Shrnutí

Z přehledu literatury o působení humusových látek, rašeliny a rašeliníku (*Sphagnum* L.) na rostliny a bakterie vyplývá potřeba navzájem porovnat účinek rozpustných složek různých rašelin, rašeliníků z přírody a rašeliníků z čistých kultur, různých druhů tohoto rodu. Z 25 vzorků rašeliny ze 7 vrchovišť, 16 vzorků rašeliníků z 9 lokalit a z čistých kultur 6 druhů rašeliníku jsem připravil vodní výluhy. (Seznam vzorků viz příl. I.) Sledoval jsem účinek těchto výluhů na růst čistých kultur řas, zejména druhu *Chlorogonium euchlorum*, jenž reaguje značně citlivě. Intensita rozmnožování této řasy se vždy po přidání výluhů v koncentracích 1 : 5000 až 1 : 200 (vzhledem k sušině) podstatně zvýšila, takže kultury dosáhly maxima růstu dříve než kontrola, zpravidla o dva dny. V hlavních srovnávacích pokusech byla koncentrace výluhů 1 : 1000. Mezi působením výluhů nebylo většinou průkazných rozdílů. Pouze výluhy ze živých rašeliníků byly někdy slabě účinnější. Uvedené skutečnosti, zvláště pak výsledky získané s výluhy z čistých kultur rašeliníků, podporují názor, že sám živý rašeliník má podobné růstové účinky jako produkt jeho biochemické přeměny, rašelina.

Můj upřímný dík patří především akademiku S. Prátovi a Dr. St. Lhotskému za pomoc a rady, poskytované během celé práce. Rašeliníky mi ochotně určoval pan V. Ježek, konservátor ochrany přírody v Třeboni; v poskytování řasového a mechového materiálu mi velmi vycházely vstřícnosti paní M. Baslerová a kol. J. Dvořáková - Hladká ze Sbírký kultur autotrofních organismů ČSAV. Komorovou sondu mi zapůjčovala

Dr V. Pokorná z Výzkumného ústavu lázeňského ve Františkových Lázních, která mi též poskytla mnoho cenných informací k práci. Děkuji jim i všem ostatním, kdo mi byli jakkoli nápomocni.

Literatura

Uvedeny jsou jen práce přímo citované v textu. Seznam veškeré použité literatury viz (7).

1. Čatský, J.: Vliv humusového uhlí (kapucínu) na minerální výživu rostlin. — Diplomová práce biolog. fak. University Karlovy. Praha 1955. Rukopis.
2. Diller, V. M., Kersten, H. J.: Turbidimetric determination of dry weight of algae. — *Plant Physiology* 29 (5) : 492, 1954.
3. Dvořáková-Hladká, J.: Otázka výskytu fytoncidů u jatrovek (Hepaticae). — Diplomová práce biolog. fak. University Karlovy. Praha 1955. Rukopis.
4. Gumiński, S.: Stymulujące i trudzące działanie kwasu humusowego na organizmy „niższe”. — *Acta Soc. Botan. Poloniae* 18 (1) : 91—115, 1947.
5. Hadač, E. a spolupracovníci: Československé peloidy. — Praha 1953.
6. Hiltner, A.: Über den Einfluss der Humusstoffe auf das Wurzelwachstum. — *Beihefte z. Botan. Zentralblatt* 49 : 467—495, 1932.
7. Květ, J.: Biologické působení rašeliny a rašeliníku. — Diplomová práce biolog. fak. University Karlovy. Praha 1955. Rukopis.
8. Lhotský, S.: Studie biologické aktivity zemitého hnědého uhlí, t. zv. kapucínu, na kulturách řas. — *Universitas Carolina, Biologica* 1 (2) : 155—213, 1955, Praha.
9. Lhotský, S.: Řasy jako testovací materiál. — *Československá biologie* 3 (1) : 45—48, 1954.
10. Macek, J., Pokorný V.: Zakládání a hodnocení biologických pokusů. — Učební texty vysokých škol. Praha 1954.
11. Pokorná, V.: Příspěvek k poznání humolitogeneze. — Františkovy Lázně 1956.
12. Prát, S.: Algarum, Hepaticarum, Muscorumque in culturis collectio. — *Preslia* 22/23 : 1—12, 1948. Cyklostylovaný dodatek z r. 1954.
13. Prát, S.: Literatura a poznámky o biologickém vlivu humolithů (hlavně kapucínů). Vydal Ústav pro fyziologii rostlin University Karlovy. — Praha 1954. Cyklostyl.
14. Prát, S.: Zpráva o pokusech s humusovým uhlím. Rukopis.
15. Prát, S.: Vliv humusových látek (kapucínu) na řasy. — *Československá biologie* 4 (9) : 535—541, 1955.
16. Pringsheim, E. G.: Das Rätsel der Erdabkochung. — *Beihefte z. Botan. Zentralblatt* 55 : 100—121, 1936.
17. Pringsheim, E. G.: Algenreinkulturen. — Jena 1954.
18. Pirhanz, J.: Rašelina, její vznik, těžba a využití. — Praha 1951.
19. Stadnikoff, G.: Neuere Torfchemie. — Dresden 1930.
20. Uhlíř, V.: Isolace řas Collemacei. — *Živa* 24 : 233—234, 1914.
21. Waksmann, S. A.: Die chemische Zusammensetzung von Torfbildern und Torfarten. — *Brennstoff-Chemie* 11 (14) : 277—281, 1930.

Došlo 3. VII. 1957.

Adresa autora: Jan Květ, Geobotanická laboratoř ČSAV, Průhonice u Prahy.

Příloha I

Seznam vzorků. List of samples. Список образцов.

1. *Sphagnum riparium* Angstr. var. *speciosum* Russ. Načetín, Krušné hory.
2. *Sph. papillosum* Lindb. Máchovo jezero, Doksy, severní Čechy.
- 4a. *Sph. riparium* Angstr. var. *coryphaeum* Russ. f. *spectabile* Russ. Živé. Malá Jizerka v Jizerských horách, porost vrchoviště.
5. Malá Jizerka, rašelina, hloubka 42 až 62 cm.
6. Tamtáž, rašelina, hloubka 146 až 166 cm.
14. *Sphagnum squarrosum* Pers. Smrk, Jizerské hory.
17. *Sph. molluscum* Bruch. Máchovo jezero, Doksy, severní Čechy.
23. *Sph. recurvum* P. d. B. var. *majus* Angstr. Mrtvé pleso, Vysoké Tatry.
25. Mrtvé pleso, rašelina, hloubka 100 až 200 cm.
27. Mrtvé pleso, rašelina, hloubka 300 až 400 cm.

28. *Sphagnum acutifolium* Ehrh. var. *roseum* Warnst. Trojhranné pleso, Vysoké Tatry.
30. Trojhranné pleso, rašelina, hloubka 0 až 50 cm.
31. Trojhranné pleso, rašelina, hloubka 80 až 100 cm.
32. Trojhranné pleso, rašelina, hloubka 120 až 200 cm.
33. *Sphagnum magellanicum* Brid. var. *roseum* Warnst. Trojhranné pleso.
34. Totéž, odumřelé, hloubka asi 10 cm.
35. *Sph. compactum* D. C. var. *imbricatum* Warnst. f. *capitatum* Roel. Trojhranné pleso.
36. Borkovice, Na Kanále (jižní Čechy), rašelina, hloubka 0 až 80 cm.
38. Borkovice, Na Kanále (jižní Čechy), rašelina, hloubka 100 až 140 cm.
40. Borkovice, Na Kanále (jižní Čechy), rašelina, hloubka 210 až 270 cm.
41. Borkovice, Na Kanále (jižní Čechy), rašelina, hloubka 270 až 310 cm.
43. Borkovice, Na Kanále (jižní Čechy), rašelina, hloubka 380 až 450 cm.
49. *Sph. recurvum* P. d. B. var. *majus* Angstr. f. *pulchrum* Warnst. Hradeček u Třeboně. Živé.
50. Totéž, odumřelé, hloubka 20 cm.
51. Totéž, odumřelé, hloubka 35 cm.
52. Totéž, odumřelé, hloubka 50 cm.
88. *Sph. magellanicum* Brid. Jezerní slat Kvildská, Šumava.
90. Jezerní slat, rašelina, hloubka 0 až 11 cm.
92. Jezerní slat, rašelina, hloubka 70 až 90 cm.
94. Jezerní slat, rašelina, hloubka 150 až 200 cm.
96. Jezerní slat, rašelina, hloubka 225 cm. Smíšeno s podložím.
97. Mezilesní slat u Kvildy, Šumava. Porost. *Sphagnum* sp. div.
99. Mezilesní slat u Kvildy, Šumava, rašelina, hloubka 15 až 23 cm.
100. Mezilesní slat u Kvildy, Šumava, rašelina, hloubka 25 až 55 cm.
102. Mezilesní slat u Kvildy, Šumava, rašelina, hloubka 100 až 200 cm.
104. Mezilesní slat u Kvildy, Šumava, rašelina, hloubka 250 až 300 cm.
106. Mezilesní slat u Kvildy, Šumava, rašelina, hloubka 350 až 400 cm.
109. Mezilesní slat u Kvildy, Šumava, rašelina, hloubka 560 až 600 cm.
111. Pláň pod Sněžkou, Krkonoše, rašelina, hloubka 25 až 50 cm.
112. Pláň pod Sněžkou, Krkonoše, rašelina, hloubka 50 až 100 cm.
114. Pláň pod Sněžkou, Krkonoše, rašelina, hloubka 100 až 120 cm.

Čisté kultury:

Sphagnum amblyphyllum Warnst.
Sphagnum cuspidatum Ehrh.
Sphagnum fimbriatum Wils.
Sphagnum molluscum Bruch.
Sphagnum palustre L.
Sphagnum squarrosum Pers.

Poznámka: Čísla vzorků se shodují s čísly v pracovních protokolech autorových.

Ян Квет:

Влияние водорастворимых веществ торфа и сфагнома на культуры водорослей

Резюме

После пересмотра литературы о влиянии на рост и размножение растений гумусовых веществ, торфа и сфагнового мха, оказалось полезным провести взаимное сравнение биологического действия в воде растворимых компонентов верхового торфа различного происхождения и разных видов растущего в природе и в чистых культурах сфагнового мха.

Из 25 образцов торфа из профилей 7 верховых болот, из 16 образцов сфагна 9 местообитаний и чистых (лишенных других организмов) культур 6 видов сфагна (список образцов см. прил. I.) подготовили водяные вытяжки. В чистых культурах с прибавленными к питательному раствору вытяжками из торфа и сфагно в концентрациях от 1 : 5000 до 1 : 200 (на основе сухого вещества экстрагируемого материала) повысилась интенсивность размножения водорослей, именно вида *Chlorogonium euchlorum* Ehrenberg. Опытные культуры достигали максимального развития значи-

тельно скорее контрольных культур. В большинстве сравнительных опытов, произведенных с водорослью *Chlorogonium euchlorum*, пользовались концентрацией 1 : 1000. По своему действию разные вытяжки почти не отличались; только в некоторых случаях вытяжки из живых сфагнов были немного более активны. Из вышеприведенных фактов, именно из результатов опытов с вытяжками из чистых сфагновых культур, следует, что живой сфагновый мох обладает подобной биологической активностью, как и продукт биохимического изменения его тела, торф.

Jan Kvěť:

The Influence of Water-soluble Components of Peat and Peat-moss (*Sphagnum*) on the Growth of Algae in Cultures

Summary

In view of the lack of information in the literature dealing with the growth-promoting activity of humic substances, peat and *Sphagnum*, it was found desirable to compare how the growth of plants is affected by various samples of peat and of peat-moss, grown up both in nature and in pure cultures.

Water extracts were prepared from 25 samples of peat from 7 highmoors taken at different depths, from 16 samples of peat-moss growing at 9 habitats and from pure aseptic cultures of 6 species of *Sphagnum*. (The list of samples is presented in add. I.) The effect of the extracts on the rate of growth and reproduction of some algae in pure cultures was investigated. Most experiments were performed with the especially sensitive alga *Chlorogonium euchlorum* E h r e n b e r g. The growth rate of the cultures was evidently promoted by each of the extracts applied at a concentration of 1 : 200 to 1 : 5000 on the dry weight basis. The maximum density of algae suspensions was usually reached about two days earlier when adding these extracts than in the check cultures with pure nutrient solution. In the majority of comparative experiments the extracts were used at a concentration of 1 : 1000. No substantial difference was found in the effect of various extracts. Only some of the extracts prepared from the living peat-moss were sometimes slightly more effective than the others. These facts, especially the results obtained with extracts from pure *Sphagnum* cultures, seem to support the idea that the extracts from peat-moss plants possess a similar growth-promoting activity as the extracts prepared from peat.