

Chemismus rostlin přechodových rašeliníšť a kyselých slatinišť Třeboňska

Chemical composition of peat bog and acid fen vegetation in the Třeboň basin

Dagmar Dykyjová a Karel Drbal

DYKYJOVÁ D.¹⁾ et DRBAL K.²⁾ (1984): Chemismus rostlin přechodových rašeliníšť a kyselých slatinišť Třeboňska. [Chemical composition of peat bog and acid fen vegetation of the Třeboň basin.] — Preslia, Praha, 56 : 73–91.

Chemical content and energetic value (combustion heat) of characteristic species from peat bogs, acid fens and flooded meadows in the wetland region of the Třeboň basin are presented and the relations to trophic conditions of the habitats are discussed. Trophic gradients and the successive pollution of different biotopes, especially the accumulation of microelements are compared with several Scandinavian biotopes.

¹⁾ Botanický ústav ČSAV, hydrobiologické oddělení, 379 82 Třeboň, ²⁾ Katedra chemie provozně ekonomické fakulty VŠZ, 370 00 České Budějovice.

ÚVOD

Jihočeská blata, reliktní rašelinné a slatinné ekosystémy vyvíjející se od pozdního glaciálu, jsou spolu se šumavskými rašeliníšti největšími ložisky rašeliny v našem státě. Mnoho studií bylo napsáno o jejich rozloze, topografii, vodním režimu i vegetační pokrývce. Jejich zemědělské a lázeňské využití si vyžádalo chemicko-technologické rozborů rašeliny. Kromě četných floristicko-fytcenologických studií byla publikována též řada prací palynologických o vývoji jejich vegetace. Přímo na Třeboňsko byly zaměřeny práce: ŠTĚPÁNOVÁ (1930), PUCHMAJEROVÁ (1947), JANKOVSKÁ (1970, 1980), PUCHMAJEROVÁ a JANKOVSKÁ (1978). Tyto práce jsou velmi důležité z hlediska sledování dlouhodobého vývoje sukcesních řad pod vlivem střídání klimatu a vodního režimu, vývoje, který se dosud odehrává před našima očima, i když silně narušen antropickými vlivy.

Po průzkumu vegetace lučních a lesních společenstev Třeboňska na rašelinných půdách (HOLUBIČKOVÁ 1959, 1960, BŘEZINA et al., 1963, BŘEZINA 1957, 1975, 1977, PŘIBÁŇ a ONDOK 1980) a citovaných palynologických studiích by měla nastoupit komplexní fytcenologická klasifikace a ekologický výzkum funkcí a produkčních vztahů také na vlastních rašeliníštích. Rašelinná a tundrová společenstva se stala v celosvětovém výzkumu funkce a produktivity ekosystémů atraktivním objektem četných studií, mezi jiným též vazby minerálních živin a poutání toxických látek přicházejících z okolní obhospodařované krajiny. — Viz např. výsledky studia tundrového biomu v Mezinárodním biologickém programu: WIELGOLASKI et ROSSWALL (1972), HEAL et PERKINS (1978), a dále RÜHLING et TYLLER (1971), GORHAM (1967, 1977), GORHAM et TILTON (1972, 1978), PAKARINEN (1978a, b), PAKARINEN et TOLONEN (1976).

Třeboňsko bylo pro jedinečnost svých přírodních ekosystémů zařazeno do sítě mezinárodních biosférických fondů a mezinárodního programu Člověk

a biosféra. Jeho rašeliniště a slatiniště se výrazně uplatňují v hydroserii mokřadních ekosystémů a jsou považována za reliktní ostrovní ekosystémy střeoevropské extrazonální tundry, přežívající z období pozdního glaciálu (SPITZER 1978, SPITZER et URBAN 1976).

GORHAM (1953), který snad nejpodrobněji studoval rašeliniště a hydrologicko-chemické poměry mezi půdou a vegetací v oblasti Velkých Britských jezer, podal velmi instruktivní přehled chemických změn a vývoje vegetační pokrývky dystrofních vrchovišť v mokřadních ekosystémech na nevápenitých matečných horninách. Ačkoliv jde o oceanickou oblast s většimi ročními srážkami, jeho schéma vývoje lokální vegetace téměř přesně odpovídá poměrům v třeboňské pánvi, až na zastoupení některých specificky atlantických prvků květeny (*Myrica gale*, aj.). Podle GORHAMOVA schématu můžeme diferencovat také námi studovaná stanoviště, která dosud fytoocenologicky popsána nebyla.

Ovšem přírodní současná stanoviště třeboňská jsou značně narušena zemědělským obhospodařováním krajiny, intenzivním hnojením rybníků a velkoplošným odvodňováním. Typické rákosinné lemy v rybničním pobřeží se na mnoha místech likvidují vyhrnováním rybničních okrajů. Jejich stanoviště jsou silně eutrofizována hnojením i splašky z okolní zemědělské půdy. Proto jejich produkce je vysoká a vysoký obsah minerálních živin v rostlinné biomase odpovídá chemizmu druhů na minerálně bohatých půdách. Slatinné močály se vyskytují již jen ve výtopách a na podmáčených loukách pod hrázemi rybníků a vodotečí.

Pro výzkum bylinných společenstev jsme vybrali travinné a ostřicové porosty na slatinných půdách a na minerálních náplavech řeky Lužnice, kde byla současně studována produktivita těchto porostů. Na těchto podmáčených plochách se vyvíjejí vrbové a olšové porosty, nerušené pravidelným kosením. Jsou charakteristickým krajnotvorným prvkem Třeboňska, ale odvodňováním půdy a rušením meandrů říční nivy jsou rovněž existenčně ohroženy.

Typická vrchoviště se zachovala jen v omezeném měřítku na jihovýchodním okraji pánve. Směrem do středu a v severní části přibývá přechodových rašelinišť a kyselých slatinišť, s vyšším obsahem minerálních iontů v půdě i vegetaci.

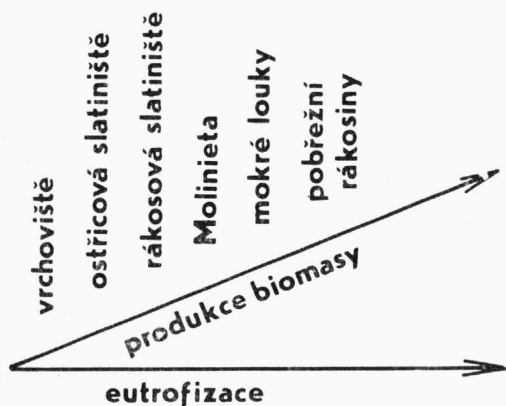


Schéma vývojové řady třeboňských mokřadů je charakteristické dvěma faktory: výškou hladiny spodní vody a stupněm eutrofizace:

V přítomné práci, která má charakter prvního sdělení, jsou zachyceny pouze kvantitativní vztahy mezi obsahem živin v rostlinách reprezentativních druhů vegetační pokrývky a obsahem živin v substrátu vybraných typických stanovišť.

Výsledky chemických rozborů půdy a vody a chemických a kalorimetrických rozborů rostlin jsou srovnány s některými předchozími rozbory druhů pobřežních společenstev rákosin (DYKYJOVÁ a HEJNÝ 1975, DYKYJOVÁ 1979), a lučního společenstva v zaplavovaném alluviu Lužnice. Celá práce je zaměřena na komplexní studium postupného znečištění Třeboňské pánve zemědělskou technologií v krajině.

1. Výběr stanovišť a typy porostů.

1.1. Oligotrofní přechodové rašeliniště.

Rašeliniště Žofinka u Nových Hradů je rezervací různověkého porostu borovice bažinné, blatky, *Pinus* × *rotundata* a bohatého podrostu vrchovištní vegetace. BŘEZINA (1975) charakterizoval toto společenstvo jako blatkový bor rojovníkový, rostoucí na oligotrofních rašeliništních půdách s nepříznivou humifikací a pouze 10–20 cm hlubokou vrstvou jen slabě rozložené rašeliny.

Ze stromového patra byly zde odebrány nejmladší větévky (letorosty) blatky, dále borovice lesní *Pinus silvestris* a křížence obou *Pinus* × *digenea*. Všechny tři zde rostou ve velmi úzkém kontaktu, takže jejich vzorky mohly být odebrány na stejné ploše se vzorky bylinného patra a půdy (rhizosféry). Z keřového a bylinného patra byly pro rozbor vybrány tyto druhy: *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Oxycoccus quadripetalus*, *Eriophorum vaginatum*, *Molinia coerulea*, *Calluna vulgaris*, *Sphagnum magellanicum*, *S. recurvum*.

Podobné vzorky byly odebrány z přechodového rašeliniště v rezervaci Červené blato u Šalmanovic, ze stromového patra pouze *Pinus* × *rotundata*. Vegetační pokrývka je zde podobná jako na předchozím stanovišti, ale porosty jsou více podmáčené. BŘEZINA (1975) charakterizuje tato společenstva jako blatkový bor suchopýrový, borůvkový až borůvkový bor rojovníkový.

Třetí stanoviště přechodových rašelinišť je malé zarůstající rašeliniště v Zámeckém revíru pod rybníkem Nový Hospodář. Leží v mírné prolákliné dosti podmáčené, mezi smíšenou kulturou borovice a smrku na sušším okolním terénu s podrostem *Ledum palustre*. Na živém rašeliništi roste *Eriophorum vaginatum*, *Andromeda polifolia* a *Oxycoccus quadripetalus*. Vzhledem k odvodnění okolních smrkových a borových kultur zde byla blatka vytěsněna a otevřenou plochu pozvolna zarůstá borovice lesní.

Jako čtvrté stanoviště částečně odvodněných rašelinišť byly vybrány porosty v rašelinném boru bezkolencovém v Zámeckém revíru na Hradečku, kde v prosvětlených kulturách borovice lesní se vyvinuly husté porosty *Molinia coerulea*.

1.2. Slatiniště.

Ze silněji eutrofizovaných stanovišť byla vybrána kyselá rákosová slatina na Mokřých lukách ve výtopě rybníka Rožmberka, poblíž středního přítoku-

vého kanálu (obr. 5—8), s porosty *Carex gracilis* a *Calamagrostis canescens*. Toto stanoviště v nejsevernější části Mokřých luk popsala HOLUBIČKOVÁ 1959. Za dalších 20 let od jejich studií se charakter vegetační pokrývky příliš nezměnil, setkali jsme se tu opět s bohatě vyvinutými porosty *Carex gracilis* (obr. 7) u nichž jsme studovali tvorbu biomasy během sezóny a paralelně i chemické složení. Také při kopání sond bylo možno ověřit závěry HOLUBIČKOVÉ. Avšak druhý porost, *Glyceria aquatica*, byl na těchto plochách zřetelně na ústupu a začala převládat suchomilnější *Calamagrostis canescens*, která se v současné době na Třeboňsku expanzivně šíří v pobřeží rybníčních nádrží jako důsledek postupného vysušování terénu. Také Mokré louky ve výtopě Rožmberka prodělaly v posledních letech několik období letních přisušků, někdy byly dokonce zcela bez záplav. (Obr. 5.) Podrobněji bude tato situace zpracována v publikacích o produktivitě společenstev Mokřých luk (JENÍK a KVĚT, 1983).

Chemické rozborby obou porostů byly provedeny v r. 1976, kdy od května nastalo velké sucho, takže louky i na této, obvykle podmáčené ploše, mohly být sklizeny těžkou mechanizací. Hladina spodní vody zde poklesla na 75 cm (PŘIBÁŇ, ústní sdělení).

1.3. Aluviální louky

K doplnění trofické řady mokřadních stanovišť jsou uvedeny výsledky výzkumu ve východní části výtopy Rožmberka při ústí řeky Lužnice u obce Stará Hlina. Zde je půda tvořena aluviálními písčito-hlinitými až štěrkovými náplavy, které se střídají s vrstvami nepropustných jílu. Lze tedy hovořit o půdách zcela minerálních. Při vysoké vodě Rožmberka bývá toto stanoviště zaplaveno vodním sloupcem až několik desítek cm. V době přisušků však vysychá do charakteru nejsušších travinných porostů pod stále vanoucími větry od Rožmberka. Srážkové poměry a mikroklima popisuje PŘIBÁŇ a ONDOK (1978). Produkční analýza a fytoecologické snímky budou uveřejněny jinde. V porostech převládá *Molinia coerulea*, *Deschampsia caespitosa*, *Carex gracilis* a *Calamagrostis canescens*. Toto stanoviště se již zcela vymyká charakteru Třeboňských blat, protože však na něm rostou druhy, vyskytující se též na slatinách, srovnávali jsme jejich chemické složení.

1.4. Rákosiny

Vegetace rákosin z rybníčního litorálu, studovaná v předcházející etapě výzkumu mokřadních ekosystémů, je uvedena pouze chemickými rozborů jako srovnávací materiál z nejmíce eutrofizovaných stanovišť třeboňských mokřadů.

2. Odběry vzorků a zpracování materiálů

Vzorky rostlin byly odebírány jako pro produkční analýzu v období maximální biomasy ve stadiu plného vývoje porostu. Fenologicky si všude neodpovídají, rašeliníšní druhy byly odebírány v pozdním létě, luční o něco dříve. To může vést k určitým odchylkám v obsahu hlavních živin, zejména dusíku a fosforu, jejichž obsah se stárnutím biomasy poněkud klesá (DYKÝ-JOVÁ 1973, 1979). Při srovnání stanovišť s různou trofí jsou však menší

odchylky letních a podzimních sběrů méně významné a lze je odhadem korigovat.

Protože v rašeliništních porostech nemohla být provedena produkční analýza (rezervace!) nelze zatím hodnotit vazbu živin poutaných na plošnou jednotku porostu (ekosystému). Půdní rozborů byly záměrně omezeny jen na vrstvu rhizosféry, která má základní význam pro poutání živin rostlinnou pokrývkou.

U dřevin byly analyzovány pouze letorosty, které se chemickým složením liší od starších pletiv a nejcitlivěji reagují na chemické složení půdy, takže lépe odpovídají bylinné vegetaci. Z bylinných druhů byly odebírány buď celé nadzemní části, nebo v některých případech analyzovány jednotlivé organy samostatně: větévky-listy, stonky-listy, květy, vrcholové pupeny, atd. Po usušení v horkovzdušných sušárnách při teplotě 65–70 °C (vyšší teplota rozkládá některé složky — éterické oleje, silice, atd.) byly vzorky jemně umlety a homogenizovány.

Obsah vázané energie byl stanoven ze spalného tepla pomocí adiabatického mikrokalorimetru konstrukce KONÍČEK—SMÍŠEK (1964), viz DYKJOVÁ a PŘIBIL (1975) a přepočten na bezpopelnou sušinu. Analýzy rostlinného materiálu a půdních vzorků provedla chemická laboratoř Výzkumného ústavu lesa a myslivosti, Stanice Opočno, pod vedením p. Vačka. V rostlinném materiálu byly stanoveny hlavní živiny: N, P, K, Ca, Na, Mg, někdy též Fe, podle jednoduchých metod (KOPOVÁ a PIRKL 1955). Půdní vzorky byly analyzovány na dostupné živiny ve výluhu 1%ní kyseliny citrónové podle standartních metod agrochemických rozborů. Pro rašeliny a rašelinné půdy jsou ovšem tyto analytické postupy málo vhodné, takže vzorky rašelin budou vyžadovat speciální metody pro stanovení dostupných živin a výměnných kationtů.

Obsah mikroprvků Mn, Zn, Co, Cu, Cd v rostlinách i rašelinné půdě byl analyzován na katedře chemie VŠZ v Českých Budějovicích po spálení, vyžihání a vyluhování 10%ní kyselinou dusičnou v odparku absorpční plamenou spektrofotometrií.

Výsledky uvedené v tabulkách u makroprvků jsou v % čistého prvku v abs. sušině, u mikroprvků v mg.g⁻¹.

3. Výsledky a diskuse

3.1. Produkce biomasy a vázaná energie

Roční produkce rostlinných společenstev mokřadů, zejména pobřežních rákosin, je velmi vysoká. Objemná nadzemní biomasa přes zimu odumírá a při rozkladu obohacuje půdu humusem i živinami. Rašeliniště, zejména vrchoviště, mají produkci biomasy podstatně nižší a dekompozice organické hmoty při nedostatku kyslíku a přebytku vody je velmi pomalá a neúplná. Proto rašelinné zeminy obsahují vysoký podíl spalitelných látek. Oligotrofní rašelina vrchovištní, odkázaná převážně jen na dešťové srážky, má jen nepatrné množství popelovin. Roční produkce mechových (rašeliníkových) rašelinišť je poměrně nízká a novější údaje se značně rozcházejí: OVERBECK (1950), CLYMO (1964), CLYMO a REDDWAY (1974), FOREST a SMITH (1975), DOYLE (1973), ULLMANN (1971), PAKARINEN (1978a).

Z našich stanovišť oligotrofních a mezotrofních rašelinišť nemáme dosud údaje o biomase ani roční produkci. Pouze vzorky travinných společenstev

slatin byly produkčně studovány a jejich biomasa je uvedena v tabulkách chemických rozborů. Z nich lze přepočíst vazbu živin ve vegetační pokrývce, u rašeliništní vegetace jsou jen údaje v % sušiny.

Určitým překvapením byly v prvních kalorimetrických rozborech vysoké energetické hodnoty u vždyzelených druhů rašeliništní vegetace, které uvedl BLISS (1962) z alpinské tundry Mt. Washington (1600–1750 m nadmořské výšly) v Severní Americe. Tyto vysoké hodnoty potvrdil později též LARCHER et al. (1973a, b) pro porosty v alpském pásmu rakouských Alp (2000 m) druhů: *Loiseleuria procumbens*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum* a *Caluna vulgaris*. V BLISSOVÝCH rozborech měly vždyzelené druhy s voskovou kutikolou nebo vyšším obsahem éterických olejů též vyšší obsah lipidů, což potvrdil též LARCHER (1973b) pro *Loiseleuria procumbens*. Protože tundrové i vysokohorské vždyzelené druhy jsou poměrně malé a mají nepatrné kořeny, vyslovil BLISS domněnku, že lipidní látky s vyšším obsahem energie v neopadavých listech těchto druhů slouží jako rychle dostupné dýchací rezervy vedle malého množství glycidů při jarním rašení, v poměrně nízkých teplotách vysokohorského a tundrového klimatu. Také v našich kalorimetrických měřeních byly potvrzeny vyšší hodnoty u rašeliništních neopadavých druhů, zejména brusnicovitých, rojovníku i jehlic borovic které všechny mají voskové povlaky nebo obsahují éterické oleje v pryskyřičných nádržkách. Dlouhodobá adaptace vrchovištních druhů k chladnému klimatu se zřejmě dědičně fixovala a přetrvává i v reliktních rašeliništích mírného pásma střední Evropy a v nadmořské výšce 400–500 m.

Tabulka 1. uvádí výsledky kalorimetrických měření z třeboňských přechodových rašelinišť ve srovnání s kalorickým obsahem některých rákosiných a travinných druhů, i s výsledky citovaných autorů.

3.2. Vazba hlavních živin ve srovnání s chemizmem půdy a vody

3.2.1. Oligotrofní přechodová rašeliniště

Třeboňská oligotrofní rašeliniště, z nichž jen malá část má charakter vrchovišť, byla vesměs částečně odvodněna technickými zásahy před 150 až 200 lety. V současné době jsou většinou zarostlá přírodními nebo kulturními lesními porosty. Jen na malých plochách poruchou v odvodňovacích systémech nebo zaplavením starých, částečně vytěžených ložisek, kde hladina spodní vody vystoupila až k povrchu, se tvoří nová živá rašeliniště zarůstáním rašeliníky, např. v rezervaci „Červené blato“. Zde jsme odebírali vzorky charakteristických druhů např. z porostů *Sphagnum recurvum* — *Eriophorum vaginatum*.

3.2.1.1. Rezervace Červené blato u Šalmanovic (obr. 3, 4)

V porostech *Sphagnum recurvum* — *Eriophorum vaginatum* (obr. 4) z plochy zaplavené vodou byly odebrány vzorky obou druhů 21. 9. 1978. Substrátem je velmi hluboká rašelina o mocnosti 2–10 m s nedokonalou humifikací a nerozloženou rašelinou (mladší mechová rašelina).

Podél okrajové stezky nad odvodňovacím kanálem byly odebrány vzorky těchto druhů: *Oxycoccus quadripetalus* (celé nadzemní lodyžky), *Vaccinium uliginosum* (letošní větévky s listy) *Vaccinium vitis-idaea* (celé nadzemní lodyžky), *Ledum palustre* (letorosty), *Molinia coerulea* (nadzemní části) *Pinus × rotundata* (letorosty).

Tab. 1. — Energetické hodnoty vrchovištních druhů, v kcal/g bezpopelné sušiny (1 cal = 4,1868J) (Pro možnost srovnání s literárními údaji jsou výsledky záměrně uvedeny v hodnotách kalorických.)

Rašeliniště v Zámeckém revíru pod rybníkem Nový Hospodář

	Datum odběru	Rostl. orgán	% popela	kcal.g ⁻¹
<i>Ledum palustre</i>	červen 1974	větévky	2,06	5,32
<i>Ledum palustre</i>	červen 1974	listy	3,20	5,52
<i>Ledum palustre</i>	červen 1974	květy	3,07	5,36
	červenec 1974	letorosty	2,77	5,59
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	červenec 1974	větévky	2,19	5,16
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	červenec 1974	listy	3,21	5,24
<i>Oxycoccus palustris</i>	červenec 1974	větévky + listy	3,60	5,17
<i>Vaccinium myrtillus</i>	červenec 1974	letorosty	3,55	5,16
<i>Vaccinium uliginosum</i>	červen 1974	větévky	1,51	5,09
<i>Vaccinium uliginosum</i>	červen 1974	listy	3,31	5,12
<i>Andromeda polifolia</i>	červen 1974	větévky + listy	2,44	5,21
<i>Eriophorum vaginatum</i>	červen 1974	celé nadzemní rostliny	2,96	4,73
<i>Sphagnum</i> sp.	červenec 1974	celé lodyžky	2,33	4,42
<i>Pinus silvestris</i>	červenec 1974	letorosty	1,81	5,13

Mt Washington, USA (BLISS 1962)

	Datum odběru	Rostl. orgán	kcal.g ⁻¹
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> var. <i>minus</i>	červen—červenec	stonky, listy, kořeny	4,98
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> var. <i>minus</i>	srpen	stonky, listy, kořeny	5,06
<i>Vaccinium uliginosum</i> var. <i>alpinum</i>	červen—červenec	stonky, listy, kořeny	4,95
<i>Vaccinium uliginosum</i> var. <i>alpinum</i>	srpen	stonky, listy, kořeny	4,93

Rakouské Alpy, Patscherkofel (LARCHER et al. 1973a, b)

	Datum odběru	Rostl. orgán	kcal.g ⁻¹
<i>Calluna vulgaris</i>	červen—červenec	listy + zelené části	5,17
<i>Calluna vulgaris</i>	červen—červenec	nadzemní stonky	5,12
<i>Vaccinium uliginosum</i>	červen—červenec	listy + zelené části	5,03
<i>Vaccinium uliginosum</i>	červen—červenec	nadzemní stonky	5,09
<i>Vaccinium myrtillus</i>	červen—červenec	listy + zelené části	4,93
<i>Vaccinium myrtillus</i>	červen—červenec	nadzemní stonky	4,88

Rozbory rostlinného materiálu vzhledem k pozdější sezóně ukazují poměrně nižší obsah dusíku, fosforu i draslíku a dost vysoké hodnoty vápníku (tab. 2). Výjimku činí *Sphagnum recurvum* jehož zelené, stále dorůstající lodyžky byly zaplaveny rašelinnou vodou, takže jejich fenofáze odpovídala ranněj-

Tab. 2. — Chemické složení dominantních druhů přechodového rašeliniště Červené blato a pod rybníkem Nový Hospodář (v % sušiny)

Druh	Rostl. orgány	N	P	K	Na	Ca	Mg	Popel
Červené blato (21. 9. 1978)								
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	letošní rostlinky	2,82	0,28	1,02	0,05	0,05	0,16	4,49
<i>Oxycoccus palustris</i>	celé nadzemní rostl.	0,87	0,07	0,44	0,05	0,61	0,14	2,49
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	nadzemní zelené	1,18	0,07	0,44	0,05	0,52	0,16	2,55
<i>Vaccinium uliginosum</i>	letorosty	1,55	0,09	0,51	0,05	0,67	0,33	3,52
<i>Eriophorum vaginatum</i>	celé nadzemní rostl.	1,61	0,19	0,73	0,04	0,13	0,16	2,74
<i>Ledum palustre</i>	letorosty	1,43	0,09	0,49	0,05	0,48	0,15	2,17
<i>Pinus × rotundata</i>	letorosty	1,28	0,09	0,40	0,04	0,29	0,10	1,80
<i>Molinia coerulea</i>	celé nadzemní rostl.	1,56	0,07	0,80	0,04	0,19	0,19	5,49
Nový Hospodář (17. 6. — 5. 7. 1974)								
<i>Sphagnum</i> sp.	letošní rostl.	0,87	0,18	0,67	—	0,13	0,06	2,28
<i>Oxycoccus palustris</i>	celé nadzemní rostl.	1,19	0,17	0,62	—	0,69	0,09	3,60
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	zelené větévky	0,80	0,20	0,31	—	0,36	0,06	2,19
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	listy	0,94	0,23	0,47	—	0,61	0,11	3,21
<i>Vaccinium uliginosum</i>	větévky	0,73	0,19	0,32	—	0,22	0,06	1,51
<i>Vaccinium uliginosum</i>	listy	1,54	0,23	0,80	—	0,43	0,13	3,31
<i>Vaccinium myrtillus</i>	letorosty	1,71	0,39	0,89	—	0,61	0,13	3,55
<i>Eriophorum vaginatum</i>	celé nadzemní rostl.	1,40	0,24	0,98	—	0,14	0,08	2,96
<i>Andromeda polifolia</i>	větévky a listy	1,05	0,12	0,48	—	0,42	0,09	2,44
<i>Ledum palustre</i>	větévky	0,87	0,15	0,37	—	0,40	0,08	2,06
<i>Ledum palustre</i>	letorosty	1,75	0,22	0,82	—	0,49	0,14	2,77
<i>Ledum palustre</i>	listy	1,47	0,21	0,61	—	0,76	0,16	3,20
<i>Ledum palustre</i>	květy	1,71	0,33	0,89	—	0,34	0,12	3,07
<i>Pinus silvestris</i>	letorosty	0,77	0,22	0,40	—	0,37	0,10	1,81

šimu růstovému období. Obsahují, ve srovnání s ostatními druhy, vyšší koncentraci dusíku i draslíku, také fosfor vykazuje hodnotu dosti vysokou. Překvapivě vysoký na rašelinné stanoviště je obsah vápníku u všech brusnicovitých. Naproti tomu *Eriophorum vaginatum* a *Molinia coerulea* jsou vápníkem chudé, ale mají vyšší obsah draslíku. Tento vyšší poměr zcela odpovídá tzv. draslíkovému typu rostlin graminoidních (DYKVIJOVÁ 1973). Je zajímavé, že se udržuje i na ostatních studovaných lokalitách (tab. 2. a 3.) u obou těchto druhů. Zcela nápadně se od graminoidního typu liší všechny brusnicovité i rojovník, kde poměr obsahu vápníku a draslíku je přibližně vyrovnaný.

Sledovat vztahy mezi obsahem živin v rhizosféře a v rostlinách je dosti obtížné, protože půdní analýzy z těchto stanovišť, uveřejněné dosud jen v práci BŘEZINOVĚ (1975), udávají obsah veškerých živin a jejich dostupnost nebyla dosud studována. Ostatně hladina prvků v rostlinném pletivu zobrazuje dostatečně přístupnost jednotlivých živin, jak dosvědčují dnes již běžně užívané metody tzv. analýzy listů pro stanovení potřeby živin v zemědělské praxi. „Trofi“ rašeliništních půd mohou tedy stejně dobře zobrazit analýzy rostlin na těchto půdách rostoucích.

3.2.1.2. Rezervace Žofinka v polesí Žofina huť (obr. 1, 2)

Přísná rezervace různověkého porostu borovice blatky, nejlépe zachovaná společenstva blatkových borů rojovníkových a borůvkových (BŘEZINA 1975). Rašeliniště bylo odvodněno v letech 1804—1811, dnes je však síť odvodňovacích kanálů narušena a hladina podzemní vody dosahuje místy až k povrchu. Nadmoř. výška 475 m. Datum odběru vzorků 7. 9. 1976.

V centrální části blatkových porostů u hlavní cesty poblíž odvodňovacího kanálu (obr. 1) byly odebrány vzorky těchto druhů: ze stromového patra a keříků vesměsolistěné letorosty: *Pinus × rotundata*, *Pinus × digenea*, *P. silvestris*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Calluna vulgaris*, z bylinných druhů: *Molinia coerulea*, *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus quadripetalus* (nadzemní části). Rašelínky druhu *Sphagnum recurvum* byly vybrány z porostů, zarůstajících odvodňovací kanál a ponořených v rašelinné vodě, *S. magellanicum* bylo odebráno ze souvislých mechových polštářů nad hladinou spodní vody a to pouze zelené letošní lodyžky.

Ve vodě v kanálu byly měřeny hodnoty pH skleněnou elektrodou, ponořenou jednak do vody volné, jednak mezi porosty zaplaveného rašelínku.

Volná voda	pH = 4,0—4,2
voda mezi porostem	pH = 3,8—4,0

Tyto rozdíly zcela odpovídají hodnotám, které naměřil GORHAM (1978) — tam také citace starších měření. GORHAM předpokládá, že v ombrogenní rašelině s nízkým obsahem kationtů je výměnný komplex nasycen ionty vodíkovými, které se uvolňují z rašelínků a působí značný pokles hodnot pH. GORHAM při vnoření skleněné elektrody do mokré rašeliny naměřil hodnoty pH kolem 3, zatímco v rašelinných tůňkách bylo pouze 4,0—4,4. U živých rašeliníkových polštářů nejde ovšem o přítomnost huminových kyselin, jako v odumřelé rašelině, ale o polymerní sloučeniny živých blan buněčných (CLYMO 1966), které se uplatňují jako iontoměniče (acidoidy) svými slabě dissociovanými karboxylovými skupinami. Patří mezi ně např. nedávno objevená kyselina sfagnová (TUTSCHEK et al. 1973), derivát přírodních fenolických složek blan buněčných u rašelínků. Pro podrobnější objasnění těchto vztahů bude ovšem třeba dalších měření v živých submersních porostech vrchovištních rašelínků i v modelových systémech s chemicky definovaným vodním prostředím.

Chemické složení analyzovaných druhů z rašeliniště Žofinka je uvedeno v tab. 3. Obsah hlavních živin přibližně odpovídá, někde je zcela identický se vzorky z rašeliniště Červené blato. Pouze obsah fosforu byl na Žofince u většiny druhů poněkud vyšší, snad vzhledem k časnějšímu odběru vzorků.

Na lokalitě Žofinka se podařilo srovnávat vzorky ze tří vedle sebe rostoucích, téměř stejnověkových stromků (15—20 let) *Pinus × rotundata*, *P. silvestris* a jejich intermediárního křížence *P. × digenea*. Všechny tři druhy byly ve svých vnějších značích dobře rozlišitelné. Analýzy letorostů (větévky spolu s jehličím) ukazují dost výrazné rozdíly mezi blatkou a borovicí lesní, zatímco kříženec má některé hodnoty přibližně intermediární. (Na, Ca, Fe). Srovnáme-li tato čísla se vzorkem blatky ze stanoviště Červené blato (tab. 2.), rozdíly se poněkud stírají a blatka se zde svým chemickým složením spíše blíží *P. × digenea*. Bude ovšem třeba tyto výsledky potvrdit dalšími rozbory a analyzovat jehličí i větévky samostatně. Zdřevnatělé části i stonky by-

Tab. 3. — Obsah hlavních živin a mikroprvků v dominantních druzích rašeliniště Žofinka. (7. 9. 1976)

Druh	N	P	% sušiny		Ca	Mg	Fe	Mn	μg/g		Cu	
			K	Na					Zn	Co		
<i>Sphagnum magellanicum</i>	1,40	0,22	0,53	0,13	0,29	0,11	2360	143	59,3	0,59	7,92	0,70
<i>Sphagnum recurvum</i>	2,41	0,23	0,55	0,13	0,19	0,05	3600	48,5	36,6	0,70	6,97	1,18
<i>Oxyccocos palustris</i>	1,24	0,07	0,38	0,06	0,54	0,16	—	—	—	—	—	—
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	0,94	0,13	0,44	0,05	0,47	0,12	680	457	37,3	1,10	5,91	0,20
<i>V. uliginosum</i>	1,45	0,14	0,61	0,04	0,55	0,20	480	234	69,4	0,80	0,01	1,10
<i>V. myrtilus</i>	1,55	0,21	0,55	0,07	0,73	0,19	180	730	45,0	1,78	10,23	0,36
<i>Eriophorum vaginatum</i>	1,41	0,07	0,52	0,04	0,11	0,11	—	—	—	—	—	—
<i>Ledum palustre</i>	1,43	0,26	0,56	0,05	0,48	0,14	520	414	44,4	0,89	7,13	0,29
<i>Calluna vulgaris</i>	1,40	0,15	0,52	0,06	0,24	0,12	910	226	35,4	0,90	7,02	0,20
<i>Pinus × rotundata</i>	1,03	0,18	0,38	0,06	0,36	0,04	780	161	41,0	1,40	5,50	0,29
<i>Pinus digenea</i>	1,29	0,18	0,35	0,05	0,32	0,07	118	155	41,1	0,99	6,38	0,29
<i>Pinus silvestris</i>	1,35	0,21	0,37	0,04	0,20	0,07	230	136	74,1	1,59	10,66	0,19
<i>Molinia coerulea</i>	1,64	0,18	0,87	0,04	0,14	0,18	550	225	54,7	0,72	20,35	0,36

linné vegetace mají vždy nižší obsah minerálních látek, než asimilační zelené orgány. Také při odlamování letorostů se ne vždy podaří zcela přesně oddělit letošní části od loňské. To vše může být zdrojem analytických nepřesností.

Při srovnávání celkového vnějšího habitu rašeliništních druhů na obou lokalitách je nápadný bujnější růst v rezervaci Žofinka, jak stromového patra blatky, tak keříků rojovníku a brusnicovitých. Zejména porosty *Vaccinium uliginosum* a *Ledum palustre* jsou na Žofince velmi luxuriantní. V obsahu hlavních živin se tyto rozdíly neprojevují. Na takových stanovištích se někdy mohou uplatnit mikroprvky jako limitující faktory, nebo při nízkém pH rašeliny pevná vazba fosforu a železa do neasimilovatelných komplexů. Tyto závislosti by bylo možno řešit jen terénními pokusy s přihnojováním živinami a mikroprvky na vybraných plochách, což ovšem není v rezervacích myslitelné. V okrajovém 'ochranném pásmu' jsou již půdní poměry odchýlené.

3.2.2. Mikroprvky a těžké kovy ve vegetaci a půdě rašeliniště Žofinka. (Tab. 3. a 4.)

Rozbory vegetace ukázaly zajímavé poměry v obsahu některých významných mikroprvků. Nemáme, bohužel, zatím možnost srovnání s jinými rašeliništi na Třeboňsku, pouze s výsledky jiných autorů ze sev. Evropy a Kanady, takže otázka lokálního znečištění stanoviště zůstává otevřena dalšímu výzkumu.

Tabulka č. 4 ukazuje obsah mikroprvků v půdě rašeliniště Žofinka do hloubky 50 cm. Lze v ní nalézt několik zajímavých závislostí:

V rašelinném profilu ubývá směrem do hloubky Mn, Zn a Cu, částečně i Cd. Naproti tomu zřetelně do hloubky přibývá kobaltu stejně jako (obvykle) železa. U vrchovišť lze předpokládat přísun mikroprvků převážně z atmosférického znečištění s dešťovými srážkami. Ve slatině ve výtopě Rožmberka, silně ovlivněné povrchovými záplavovými vodami, je obsah těžké prvků řádově až desetinásobný.

Tab. 4. — Obsah mikroprvků v rhizosféře půdního profilu rašeliniště Žofinka a slatiniště na Mokřých lukách u Třeboně ($\mu\text{g/g}$ sušiny)

Půdní profil	Hloubka cm	Zn	Cu	Mn	Co	Cd
Žofinka				(9. září 1976)		
rašelinný humus	10–20	66,6	6,1	27,2	1,86	0,60
rašelina	20–30	29,7	4,2	20,0	2,60	0,30
rašelina	30...	32,0	3,8	15,7	3,0	0,50
slatiniště u Rožmberka (pod <i>Carex gracilis</i>)				(27. 8. 1976)		
slatina	30–70	203,9	69,2	159,7	22,31	1,92

V rostlinách je obsah mikroprvků, s výjimkou manganu, přibližně stejný jako v rašelinném humusu, nebo jen o málo vyšší (Zn, Cu, Cd). U kobaltu, kterého v rašelinné sondě do hloubky přibývá, je obsah v rostlinách zřetelně nižší. Naproti tomu koncentrační faktor manganu v rostlinách je značný, jeho obsah je zde více než desateronásobný ve srovnání s rašelinným podložím. Železa je naopak v rostlinách méně než v rašelině nebo půdě. (Srov. tab. 2., 3. a 4.), v hlubších vrstvách železo přibývá.

Pozoruhodné jsou též specifické rozdíly jednotlivých rašeliništních druhů: borůvka, *Vaccinium myrtillus*, obsahovala nejvyšší množství manganu, kobaltu a mědi. Zinek, kobalt a měď měly též vyšší hodnoty u borovice lesní. Třetí nejvyšší koncentrace kobaltu byla nalezena u blatky, která jinak v obsahu ostatních mikroprvků měla hodnoty průměrné. Nejvyšší obsah zinku po borovici lesní vykazovala vložyně, *Vaccinium uliginosum*, která měla rovněž vysoké hodnoty mědi a kadmia. Brusinka, *Vaccinium vitis-idaea* měla druhou nejvyšší koncentraci manganu a též hodně kobaltu. Je zajímavé, že brusnicovité a vřesovcovité se již dávno uváděly jako koncentrátoři radioaktivního spadu. *Sphagnum recurvum* mělo nejvyšší koncentraci kadmia, ostatní mikroprvky byly v něm zastoupeny jen průměrně, mangan nepatrně. *S. magellanicum* mělo vyšší obsah mědi a kadmia.

Srovnáváme-li obsah mikroprvků v obou rašeliničích s koncentracemi, které uvádí PAKARINEN a TOLONEN (1976) z finských a kanadských biotopů, můžeme zjistit analogické, někdy i vyšší hodnoty na našich stanovištích než v ombrogenních rašelinách severských. (Tab. 5.) Finské vzorky pocházejí z bezlesých ombrotrofních vrchovišť, vzdálených nejméně 500 m od nejbližší silnice. *S. magellanicum* v rezervaci Žofinka mělo vyšší koncentraci manganu, zinku, mědi i kadmia než vzorek téhož druhu z Finska, který pocházel ze stanoviště, již ovlivněného osídlením, jak uazuje i vysoký obsah olova v tomto vzorku. *S. recurvum* bylo na Žofince sbíráno přímo z vody odvodňovacího kanálu, mělo vyšší koncentraci železa, kadmia a kobaltu, ale méně zinku a manganu.

PAKARINEN a TOLONEN (op. c.) uvádějí pro jižní Švédsko stoupající koncentraci kadmia do hlubších vrstev rašeliny pod *S. magellanicum*. To poukazuje na vymývání do spodních vrstev. V našich vzorcích rašelinné půdy byl obsah Cd v nejhlubší vrstvě rovněž vyšší, ale ještě zřetelnější vzestup do spodních vrstev vykazoval kobalt.

Obsah živin i těžkých kovů v pravých ombrogenních rašeliništích není ovlivněn ani povrchovou vodou, ani spodní vodou a závisí jen na znečištění atmosférickým prachem a srážkami. Proto byly rašeliničky těchto stanovišť

Tab. 5. — Obsah mikroprvků a těžkých kovů v rašelinicích (v $\mu\text{g/g}$ sušiny)

Druh	Autor	Stanoviště	Datum	Fe	Mn	Zn	Cu	Cd	Co	Ni	Pb	Cr
<i>Sphagnum recurvum</i>	DRBAL, DYKYJOVÁ	Žofinka, 49° s. š.	7. září 1976	3600	48,5	36,6	6,97	1,18	0,70	—	—	—
<i>S. magellanicum</i>	DRBAL, DYKYJOVÁ	Žofinka, 49° s. š.	7. září 1976	2360	143	59,3	7,92	0,70	0,59	—	—	—
<i>S. magellanicum</i>	PAKARINEN a TOLONEN 1976	vrchoviště Finsko, 60° s. š.	květen 1975	420	53	48	3,0	0,45	—	1,8	16,9	3,0
<i>S. angustifolium</i>	PAKARINEN a TOLONEN 1976	vrchoviště Finsko, 60° s. š.	květen 1975	350	58	43	3,9	0,18	—	1,6	20,9	2,2
<i>S. angustifolium</i>	PAKARINEN a TOLONEN 1976	Kanada, vrchoviště, 60,5° s. š.	červen 1973	84	55	129	2,8	0,19	—	0,3	1,1	0,6
<i>S. fuscum</i>	PAKARINEN a TOLONEN 1976	Kanada, vrchoviště, 60,5° s. š.	červen 1973	82	51	79	3,2	0,20	—	0,2	0,7	0,5
<i>S. fuscum</i>	PAKARINEN a TOLONEN 1976	Kanada, Edmonton, 53,3° s. š.	červen 1973	546	77	180	2,9	0,17	—	0,8	7,3	2,4
<i>S. fuscum</i>	PAKARINEN a TOLONEN 1976	Finsko, vrchoviště, 60° s. š.	květen 1975	506	69	50	5,2	0,67	—	2,1	38,8	2,8
<i>S. fuscum</i>	PAKARINEN a TOLONEN 1976	Finsko, rozsah 60—69° s. š.	září 1974	113 až 369	32 až 253	24 až 48	3,8 až 22,2	0,17 až 0,47	—	0,6 až 2,2	2,5 až 9,1	2,0 až 7,8

Tab. 6. — Produkce (maxim. biomasa g sušiny/m²) a chemické složení dominantních bylinných druhů na slatině a zaplavovaných loukách (v % sušiny)

Druh	Datum odběru	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe	Sušina (g/m ²)
Slatina ve výtopě Rožmberka									
<i>Carex gracilis</i>	25. 6. 1976	1,85	0,20	1,07	0,05	0,24	0,09	0,0005	248
	(suchý rok)								
<i>Carex gracilis</i>	8. 6. 1977	—	—	—	—	—	—	—	552
	(mokřý rok)								
<i>Carex gracilis</i>	19. 6. 1978	1,59	0,15	1,69	0,04	0,21	0,11	—	
	(mokřý studený rok)								
<i>Calamagrostis canescens</i>	25. 6. 1976	1,15	0,16	0,82	0,05	0,16	0,10	0,0003	406
	19. 6. 1978	1,75	0,17	1,42	0,04	0,17	0,10	—	404
<i>Glyceria maxima</i>	19. 6. 1978	1,62	0,16	1,85	0,32	0,05	0,13	—	52
<i>Molinia coerulea</i> na mezotrofních lesních rašelínách a slatinách									
Zámecký revír u Třeboně	29. 7. 1975	1,71	0,30	0,92	0,20	0,08	0,11	—	547
Zámecký revír (Hradeček)	5. 8. 1976	1,43	0,21	0,58	0,06	0,17	0,13	0,0009	—
Žofinka	16. 8. 1977	1,64	0,18	0,87	0,04	0,14	0,18	0,0005	—
Žofinka	16. 8. 1977	1,64	0,18	0,87	0,04	0,14	0,18	0,0005	—
Červené blato	21. 9. 1978	1,56	0,07	0,81	0,04	0,19	0,19	—	—
<i>Cariceta</i> ve výtopě Opatovického rybníka (eutrofizovaný rybníční litorál)									
<i>Carex gracilis</i>	5. 7. 1975	1,47	0,12	1,73	0,06	0,23	0,08	0,0005	409
<i>Carex gracilis</i>	5. 8. 1975	1,26	0,22	1,67	0,06	0,23	0,07	0,0010	525
<i>Carex vesicaria</i>	5. 7. 1975	0,91	0,20	1,63	0,06	0,18	0,08	0,0007	67
<i>Carex vesicaria</i>	5. 8. 1975	0,91	0,19	1,44	0,07	0,19	0,09	0,0008	116
Společenstva aluvia Lužnice nad Rožmberkem (minerální půdy) — náplavy									
<i>Carex gracilis</i>	5. 6. 1975	1,71	0,37	1,44	0,22	0,26	0,11	—	425
<i>Carex gracilis</i>	29. 7. 1975	1,54	0,38	1,12	0,29	0,19	0,10	—	599(po záplavě)
<i>Deschampsia caespitosa</i>	29. 7. 1975	1,68	0,38	0,87	0,30	0,17	0,12	—	503(po záplavě)
louky s <i>Lotus corniculatus</i> (pod Hradečkem)	10. 7. 1975	1,26	0,44	1,61	0,23	0,53	0,18	—	730

v severských zemích (Anglie, Švédsko, Finsko, Kanada) vybrány jako testovací organismy k monitoraci znečištění ovzduší (GORHAM 1977). Obsah zachycených iontů v mechovém polštáři závisí ovšem též na roční produkci biomasy, v níž se tyto látky koncentrují. Výpočet znečištění je tedy určován též roční produkcí mechových polštářů. Stopové prvky přicházejí na vegetační pokrývku spolu s imisemi kyselin (dusičnany, dusitany, chloridy a hlavně sírany z atmosférického SO₂), které silně okyselují prostředí a působí značné škody na vegetaci i fauně. (GORHAM 1978). Naše oligotrofní rašeliniště v obou rezervacích, přes nízké hodnoty pH rašelinné vody, se blíží spíše topogenním rašeliništím, než pravým vrchovištím a jsou ovlivněna podloží při vzestupu hladiny podzemní vody. Ani roční produkce jejich mechových polštářů není dosud známá. Proto na nich nelze odhadovat roční spad těžkých kovů z atmosféry. Poměrně vysoké hodnoty obsahu mikroprvků však

Tab. 7. Obsah dostupných živin (výluh1%ní kys. citrónovou) v rašelinách, rybníční slatině a náplavových půdách (mg/100 g sušiny)

Stanoviště	Horizont	Hloubka em	P	K	Na	Ca	Mg	Fe
Rašelinisté Žofinka	opadanka	0— 8	stanoveno jako rostlinný materiál					
	rašelinný humus	8—20	3,6	8,3	22,7	24,2	10,2	2,3
	rašelina	20—30	1,4	4,9	16,8	23,9	9,6	9,3
	rašelina	30—	2,8	6,0	28,4	15,6	5,3	9,3
Slatina Mokré louky u Rožmberka (pod porostem <i>Carex gracilis</i>)	detrit	0—10	7,2	26,0	12,3	218	3,4	288
	humus + jíl	10—30	4,3	16,0	14,3	309	5,8	298
	rašelina	30—70	16,7	20,4	11,3	278	4,3	270
	rašelina + jíl	70—	7,9	20,4	9,3	291	3,9	270
Aluvium nad Rožmberkem (minerální náplavy)	detrit + humus	0— 5	5,8	14,9	9,3	71,8	0,96	144
	šedomodrý jíl	5—10	4,3	7,7	4,4	39,9	1,2	116
	jemný písek	10—15	0,7	1,6	1,4	15,5	1,9	46,6
	rezavý jíl + písek	15—70	0,7	1,6	2,44	21,8	2,9	65,3

ukazují, že zbývající nepatrné plochy jihočeských vrchovišť by mohly za určitých předpokladů posloužit k monitoraci povrchového znečištění krajiny. Ukazují také, že stupeň znečištění i v areálu Žofinky, která je kolkolem obklopena lesními porosty, je dosti vysoký. Bude však třeba provést současně rozbory rašelinné vody a spodních vrstev podloží i protékajících vod okolních kanálů, aby se dalo započítat, nebo vyloučit, povrchové znečištění z okolní krajiny.

Třeboňsko je dosud považováno za oblast ryze zemědělskou, neovlivněnou průmyslovým znečištěním. Protože vzdušné proudy v atmosféře se šíří na velkou vzdálenost, zejména při zvyšování továrních komínů, ukazuje se, že kontaminace těžkými kovy se nevyhývá ani zemědělským ani zalesněným plochám jihočeské krajiny.

Obsah mikroprvků v slatině výtopy Rožmberka (tab. 4.) v nejsevernější části Třeboňského blata, je ovšem mnohonásobně vyšší. Zde humolit zcela odpovídá typu eutrofní slatiny, ovlivněné znečištěním povrchových vod. Toto znečištění je značné: Zpáteční voda z Rožmberka při záplavách přináší nedočistěné odpady třeboňské čističky a povrchové splachy z velkovýkrmny vepřů, kterými se kromě toho Mokré louky vydatně kejdají. Střední kanál, napájející Rožmberk, přivádí další znečištění z části Třeboně i splachy z okolních luk.

3.2.3. Mokré a zaplavované louky (obr. 5—8).

Předchozí biotopy, vrchoviště a přechodová rašeliníště jsou poměrně málo zasaženy minerálními složkami půdy v podloží a spodní nebo záplavovou vodou. V tab. 6. jsou uvedeny analýzy lučních druhů pod silným vlivem spodní nebo záplavové vody z výtopy Rožmberka. Jsou to jednak druhy rostoucí na rašelinném (slatiněm) podloží na Mokřích lukách u Třeboně (obr. 5, 7), jednak na minerálních půdách v aluviu Lužnice při jejím vtoku do Rožmberka. Poslední rozbor v tab. 6. pochází z lučních druhů na druhé straně Mokřích luk pod pivovarem, které byly v minulosti intenzivně ob-

Tab. 8. — Produkce biomasy a obsah hlavních živin a popela (v % sušiny) v dominantních druzích rákosin a v rhizosféře rybníčního litorálu (v mg.100 g⁻¹)

(DŮKYJOVÁ a HEJNÝ, 1975, DŮKYJOVÁ, 1979) Opatovický rybník										
Druh	Stanoviště (typ litorálů)	Datum odběru	N	P	K	Na	Ca	Mg	Sušina g/m ²	Popel
<i>Phragmites communis</i>	akumulační litorál	1. 7. 1966	2,13	0,28	1,65	0,05	0,28	0,17	3250	8,3
<i>Phragmites communis</i>	erozní litorál	1. 7. 1966	1,77	0,19	1,08	0,03	0,03	0,08	1030	5,6
<i>Typha angustifolia</i>	akumulační litorál	26. 7. 1972	1,16	0,16	1,65	0,25	0,73	0,18	3800	6,3
<i>Glyceria maxima</i>	akumulační litorál	2. 7. 1971	1,82	0,31	2,30	0,00	0,19	0,13	2690	10,2
<i>Glyceria maxima</i>	erosní litorál		1,29	0,18	1,70	—	0,12	0,10	900	8,4
<i>Sparganium erectum</i>	akumulační litorál		2,55	0,48	4,10	0,44	1,23	0,29	1880	12,2
<i>Sparganium erectum</i>	erozní litorál		1,42	0,32	3,60	0,39	0,18	0,19	1200	11,0
Hloubka půdy									Fe	
<i>Phragmites communis</i>	akumulační litorál	0—25 cm	1700	100	18	—	222	17	163	
<i>Ph. communis</i>	erozní litorál	0—25 cm	700	9,9	5,8	—	121	12	70	
<i>Typha angustifolia</i>	akumulační litorál	0—15 cm	2400	13,0	54,8	11,8	514	57	372	
<i>Typha angustifolia</i>	akumulační litorál	15—25 cm	1750	4,8	69,7	23,7	343	34	270	
<i>Glyceria maxima</i>	akumulační litorál	0—10 cm	1350	4,4	96,0	—	206	26	144	
<i>Glyceria maxima</i>	akumulační litorál	10—20 cm	500	3,3	5,8	—	188	17	161	
<i>Sparganium erectum</i>	akumulační litorál	0—10 cm	2600	22,4	30,7	—	375	38	364	
<i>Sparganium erectum</i>	akumulační litorál	10—15 cm	1900	14,4	24,0	—	331	32	383	

hospodařovány navážkou, ale i kejdováním a kosením, i když jejich substrát je stále rašelina Třeboňského blata pod Hradečkem. Také tyto vzorky byly odebrány v období maximální biomasy v letních měsících. Srovnáme-li obsah živin ve vzorcích z lučních stanovišť s druhy z rašeliníšť (tab. 2, 3, 5), je zde obsah podstatně vyšší. Trávy se vyznačují určitou rezistencí ke kolidání živin na stanovišti, i když v celkové produkci biomasy se nedostatek živin projeví. Vzorky téhož druhu, *Molinia coerulea*, sbíraného na různých stanovištích rašelinných půd Zámeckého revíru a na oligotrofní rašelině Žofinka a Červené blato neukázaly podstatné rozdíly v chemickém složení (tab. 6).

Rhizosféra lučních porostů na obou stanovištích u Rožmberka se liší obsahem dostupných živin (tab. 7.). Slatina na Mokřých loukách, obohacovaná záplavami z eutrofizovaných kanálů a zpáteční vodou z Rožmberka, je mnohem úrodnější než minerální náplavy řeky Lužnice. Produkce lučních druhů je zde vyšší, nikoliv však obsah jejich živin (tab. 6.). Podobně je tomu i na intenzívně obhospodařované jižnější části Mokřých luk pod třeboňským pivovarem, kde byla produkce biomasy z lučních stanovišť nejvyšší.

3.2.4. Rybníční pobřeží

Konečným stupněm eutrofizace jsou asi mělká pobřeží rybníků, kde porosty rákosin a jiných emersních druhů zachycují kořenovým systémem velký podíl živin jednak přímo přidávaných do rybníční vody, jednak přítékajících s erodovanými smyvy z okolní rozorané zemědělské půdy a z odpadů dobytčích stájí i lidských sídlišť, které vyúsťují do vodotečí nebo přímo do rybníků. Každoroční dekompozicí nadzemní biomasy těchto litorálních porostů se pobřežní biotopy dále obohacují o živiny, načerpané kořenovým systémem porostů během vegetace. Tab. 8 ukazuje obsah živin v některých dominantních druzích pobřežních helofyt a v rhizosféře rybníčního dna, kde příslušné druhy rostou.

Bylo by zajímavé zjistit u těchto druhů s vysokou produkcí ve vyhnojeném prostředí, kolik za sezónu načerpají mikroprvků a toxických kovů, protože působí jako skutečný ochranný filtr vodní nádrže a jsou mezi nimi druhy s vysokou selektivitou pro hromadění některých prvků v biomase (DYKÝ-JOVÁ 1979). Tím větší by byl jejich ekologický význam jako čistících ventilů povrchové vody.

SOUHRN

1. Práce uvádí první výsledky chemických rozborů dominantních druhů třeboňských rašeliníšť — vrchovišť, kyselých slatinišť a zaplavovaných luk. V úvodu jsou popsány studované biotopy, v jejichž výrazné řadě vystupují vždy dva faktory: výška hladiny spodní vody a stupeň eutrofizace.

K rozborům byla vybrána přechodová rašeliníště v rezervacích Červené blato a Žofinka, dále rašelinné bory bezkolencové, slatinné porosty na Mokřých lukách u Třeboně a v aluviu Lužnice při jejím vtoku do Rožmberka a výsledky jsou srovnávány s chemismem rákosin v rybníčním pobřeží, které představují nejvyšší stupeň eutrofizace stanovišť mokřadů v krajině.

2. Energetické hodnoty (spalné teplo) rašeliníštních druhů, které jsou měřítkem ekologického využití dopadající energie slunečního záření, jsou vyšší než u běžné bylinné vegetace a souhlasí s údaji v literatuře.

3. Z chemických prvků byly stanoveny hlavní živiny N, P, K, Ca, Na, Mg a Fe, z mikroprvků a těžkých kovů Mn, Zn, Cu, Co, a Cd. Stejně rozborů byly provedeny v rhizosféře vrchovištních a slatinných stanovišť. Obsah mikroprvků a těžkých kovů je vyšší než v údajích ze severských rašeliníšť a mnohonásobně vyšší na eutrofizované slatině Mokřých luk. Svědčí to o značné zátěži znečištění.

4. Také obsah hlavních živin v druzích oligotrofních a mezotrofních rašeliníšť je relativně nižší než v druzích kyselých slatin a zaplavovaných luk. Vysoký obsah živin v rákosinách v rybníčním pobřeží poukazuje na jejich filtrační funkci v povrchových vodách.

5. Za předpokladu průzkumu chemického složení vod třeboňských přechodových rašeliníšť by bylo možno využít rašeliníků k monitoraci ročního povrchového znečištění třeboňské krajiny. Výzkum obsahu těžkých a toxických kovů v litorálních rákosinách by mohl objasnit též jejich selektivní filtrační funkci pro zachycování chemického znečištění přicházejícího do povrchových vod.

Poděkování

Autoři jsou zavázáni velkým díkem za mnohé rady a pokyny Ing. P. Březinovi při terénním studiu a výběru třeboňských rašeliníšť a zapůjčení rukopisu o výsledcích chemických půdních rozborů rašeliníštních biotopů. Doc. Janu Jeníkovi děkují za pečlivé odborně-terminologické připomínky.

SUMMARY

First results of chemical analyses of dominant species growing in peaty ecosystems in the Třeboň basin biosphere reserve are presented. The content of macronutrients in the plants of acid bogs, sedge fens and flooded wet meadows are compared with these of littoral reedswamp species colonizing highly eutrophicated fishponds.

1. The height of underground water table and the degree of eutrophication are two main factors determining the series of biotopes investigated.

2. The chemical analyses are carried out in acid- and mesotrophic bogs in the Červené Blato and Žofinka Nature reserves, in peaty pine forest, acid sedge fens in wet meadows and alluvial meadows occurring in temporarily flooded habitats with mineral soils along the Lužnice river, near its mouth into the Rožmberk fishpond.

3. Higher energy content found in peat-bog species correspond to similar values in the literature.

4. The macronutrient content of species in acid fens and flooded meadows is higher than in species of mesotrophic peatbogs. The highest nutrient content found in reedswamp species in the fishpond littoral indicate their filtering function as a nutrient pump which take up mineral nutrients both from the bottom and water and returns them to the detritus, after decay of the plant biomass.

5. The content of macronutrients and micronutrients, especially that of heavy metals in peat-bog species is also higher than in the same species of peat-bog habitats in northern countries, and much higher in plants of eutrophicated fens in wet meadows. This proves a considerable pollution of Třeboň landscape.

6. The systematic investigation of heavy metal concentrations in peat-bog habitats of Třeboň basin could account for their selective filtering capacity of chemical pollution coming in the landscape from precipitation and surface waters.

LITERATURA

- BLISS L. C. (1962): Caloric and lipid content in alpine tundra plants. — *Ecology*, Durham, 43 : 753—757.
- BŘEZINA P. (1957): Stanovištní typy na rašeliníštích v Třeboňské pánvi. — *Sborník ČSAZV-Lesnictví*, Praha, 3 : 821—840.
- (1975): Lesní společenstva Třeboňské pánve. — *Rozpravy ČSAV, Řada matem.-přírod.*, Praha, 85/10 : 1—116.
- (1977): Blata Třeboňské pánve. — *Rukopis*.
- , HADAČ E., JEŽEK V., KUBIČKA J. (1963): Poznámky o vegetaci třeboňských blat. — *Sborník Pedagogického Institutu v Plzni, Zeměpis a Přírodopis*, 4 : 207—272.
- CLYMO R. S. (1966): Control of cation concentrations and in particular of pH in Sphagnum dominated communities. — *Proceed. of IBP-Symposium 10—16 October, Amsterdam and Niedwersluis*.
- CLYMO R. S. et REDDAWAY J. F. (1974): Growth rate of Sphagnum rubellum Wils. on Pennine blanket bog. — *J. Ecol.*, Oxford, 62 : 181—196.
- DOYLE G. I. (1973): Primary production estimates of native blanket bog and meadow vegetation growing on reclaimed peat at Glenamoy, Ireland. — In: BLISS L. C. and WIELGOLASKI F. E. [Eds.]: Primary production and production processes, Tundra biome, pp. 141—151. — *Edmonton and Stockholm*.

- DYKJOVÁ D. (1975): Přežívání druhů na rašeliništích. — *Vesmír*, Praha, 54 : 359—364.
- (1978): Litorální ekosystémy a jejich funkce v Třeboňské krajině. — In: JENÍK J. et PŘIBIL S. [Eds.]: *Ekologie a ekonomika Třeboňska*. — Třeboň.
- (1979): Selective uptake of mineral ions and their concentration factors in aquatic higher plants. — *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 14 : 267—325.
- et HEJNÝ S. (1975): Produkce a podíl pobřežních společenstev na eutrofizaci Opatovického rybníka. — *Sborník Jihočes. Muzea v Č. Budějovicích, Přír. Vědy*, 15 : 11—66.
- et PŘIBIL S. (1975): Energy content of emergent macrophytes and their ecological efficiency. — *Arch. Hydrobiol.*, Stuttgart, 75 : 90—108.
- FORREST G. I. et SMITH A. H. (1975): The productivity of a range of blanket bog vegetation types in the northern Pennines. — *J. Ecol.*, Oxford, 63 : 173—202.
- GORE A. J. P. et ALLEN S. E. (1956): Measurement of exchangeable and total cation content for H^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} and iron in high level blanked peat. — *Oikos*, København, 7 : 48—55.
- GORHAM E. (1953): Chemical studies on the soils and vegetation of waterlogged habitats in the English Lake district. — *J. Ecol.*, Oxford, 41 : 345—360.
- (1956): The ionic composition of some bog and fen waters in the English Lake district. — *J. Ecol.*, Oxford, 44 : 142—152.
- (1967): Some chemical aspect of wetland ecology. — *Techn. Mem. Nation. Res. Council of Canada*, No. 90, pp. 20—38.
- (1977): Ecological aspect of the chemistry of atmospheric precipitation. — Workshop on multidisciplinary research related to the atmospheric sciences, June 20—24, 1977. — *Nat. Center for Atmospheric Research*, Boulder, Colorado.
- et TILTON D. L. (1972): Major and minor elements in *Sphagnum fuscum* from Minnesota, Wisconsin and Northeastern Saskatchewan. — *Bull. Ecol. Soc. Amer.*, Tucson, 53 : 33.
- — (1978): The mineral content of *Sphagnum fuscum* as affected by human settlement. — *Canad. J. Bot.*, Ottawa, 56 : [n. v.].
- HEAL O. W. et PERKINS D. F. [Eds.] (1978): Production ecology of British moors and montane grasslands. — *Ecol. Studies*, Vol. 27. — Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 426 p.
- HOLUBIČKOVÁ B. (1959): Příspěvek ke studiu vegetace na rašelinách. I. Slatiniště „Mokré louky“ u Třeboně. — *Sborník Vys. Školy Zemědělské v Praze*, 1959 : 257—285.
- JANKOVSKÁ V. 1970: Ergebnisse der Pollen- und Grossrestanalyse des Moors „Velanská cesta“ in Südböhmen. — *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 5 : 43—60.
- (1980): Paläogeobotanische Rekonstruktion der Vegetationsentwicklung im Becken Třeboňská pánev während des Spätglacials und Holozäns. — *Vegetace ČSSR A 11*, Academia, Praha, 151 p.
- JENÍK J. et KVĚT J. (1983): Studie zaplavovaných ekosystémů u Třeboně. — *Studie ČSAV*, Praha, 1983 : 1—147.
- KOPPOVÁ A., PIRKL J., KALINA J. (1955): Stanovení popelovin v rostlinném materiálu přesnými expeditivními metodami. — Praha.
- LARCHER W., CERNUSCA A., SCHMIDT I. (1973a): Stoffproduktion und Energiebilanz in Zwergstrauchbeständen auf dem Patscherkofel bei Innsbruck. — In: ELLENBERG H. [Ed.]: *Ökosystemforschung. Ergebnisse von Symposien d. D. Bot. Gesellsch. und Gesellsch. f. Angew. Botanik in Innsbruck*, Juli 1971, p. 175—179.
- LARCHER W., SCHMIDT L., TSCHAGER A. (1973b): Starke Fettspeicherung und hohe Kaloriengehalt bei *Loiseleuria procumbens* L. Desv. — *Oecol. Plant.*, 8 : 337—383.
- MAŘAN B. et KÁŠ V. (1948): *Biologie lesa I. díl: Pedologie a mikrobiologie lesních půd*. — Praha.
- MOORE P. D. et BELLAMY D. I. (1974): *Peatlands*. — New York.
- PAKARINEN P. (1978a): Production and nutrient ecology of three *Sphagnum* species in Southern Finnish raised bogs. — *Ann. Bot. Fenn.*, Helsinki, 15 : 15—26.
- (1978b): Distribution of heavy metals in the *Sphagnum* layer of bog hummocks and hollows. — *Ann. Bot. Fenn.*, Helsinki, 15 : 287—292.
- et TOLONEN K. (1976): Regional survey of heavy metals in peat mosses (*Sphagnum*). — *Ambio*, Lund, 5 : 38—40.
- PŘIBÁŇ K. et ONDOK J. P. (1982): Microclimate and evapotranspiration in two wet grassland communities. — *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 13 : 113—128.
- (1980): The daily and seasonal course of evapotranspiration from a central European sedge-grass marsh. — *J. Ecol.*, Oxford, 68 : 547—559.
- PUCHMAJEROVÁ M. (1947): Orientační studie o rašeliništích Třeboňské pánve. — *Sborník ČAZ*, Praha, 20 : 409—420.
- et JANKOVSKÁ V. (1978): Pylové diagramy z Třeboňské pánve. — *Prestia*, Praha, 50 : 259 až 276.

- RICHARDSON C. J., TILTON D. L., KADLEC J. A., CHAMIE J. P. M. et WENTZ W. A. (1978): Nutrient dynamics of northern wetland ecosystems. — In: GOOD D. F. et SIMPSON R. L. [Eds.]: Fresh, water wetlands, ecological processes and management potential. — Acad. Press, New York-pp. 217—241.
- RÜHLING et TYLER G. (1971): Regional differences in the deposition of heavy metals over Scandinavia. — *J. Appl. Ecol.*, Oxford, 8 : 497—507.
- SPITZER K. et URBAN F. (1976): Ochrana mokřadních ekosystémů. — *Vesmír*, Praha, 55 : 84 až 87.
- (1978): Rašeliníště jako ostrovní ekosystémy Třeboňska. — In: JENÍK J. et PŘIBIL S. [Eds.]: *Ekologie a ekonomika Třeboňska*. — Třeboň.
- ŠTĚPÁNOVÁ M. (1930): Studie o vývoji jihočeských rašelin. — *Spisy Přír. Fak. K. U., Praha*, č. 109.
- TUTSCHEK R., RUDOLPH H., WAGNER P. H. et KREHER R. (1973): Struktur eines krystallinen Phenols aus der Zellwand von *Sphagnum magellanicum*. — *Biochem. u. Physiol. Pfl., Jena*, 164 : 461—464.
- ULLMANN H. (1971): Biomasse und Dominanzgesellschaften in einem Hochmoor. — *Ber. Deutsch. Bot. Ges., Berlin*, 84 : 637—647.
- WIELGOLASKI F. E. et ROSSWALL Th. (1972): Tundra biome. — *Proceed. IV. Intern. Meeting on the Biological productivity of Tundra*. Leningrad, October 1971. — Stockholm.

Došlo 29. března 1982

See also plates III—VI in the Appendix.