

I. Úvod do fyziologie rostlin

1. Fyziologie rostlin jako vědní disciplína

1.1. Definice

■ *Fysiologie* jest přírodní věda jednající o dějích zjevných na živých tělech. Úkolem jejím jest nejen vypátrání a stanovení jevů životních, nýbrž také výklad jejich příčinné souvislosti. Proto nepostačuje jí pouhé pozorování, jako popisným přírodním vědám, nýbrž ona užívá též umělých prostředků vzbuzovati děje životní za různých podmínek, aby mohla děje ty dle příčin stanoviti neboli determinovati; jest tedy vědou experimentální. Fysiologické experimenty odhalují děje životní, jež pouhému pozorování zůstaly by skryty. Výzkumné prostředky běře fyziologie z lučby a fysiky, pokud zkoumá hmotné děje životní; její výklad dějů těch směřuje též k tomu, aby uvedla děje na známé *f y s i c k o – c h e m i c k é* zákony. ...**Život, první ze všech jevů přírodních, sám stojí též za poznání, i bez zřetele ku praktickým potřebám; i má býti fyziologie, jako první z přírodních věd, předmětem obecného vzdělání.** (V. Steinz, inženýr ve Vinohradech, *Ottův Slovník Naučný, Illustrovaná Encyklopaedie Obecných Vědomostí*. sv. IX, 12'3, 1895).

Tato charakteristika fyziologie, pocházející z konce 19. století, je dodnes plně platná.

Fyziologie rostlin je vědní obor (disciplína), který se zabývá **životními ději rostlin**. Studuje a popisuje životní projevy, procesy a funkce, analyzuje jejich mechanismy a řízení a snaží se objasnit jejich vzájemné vztahy a souvislosti. Procesy, na které se fyziologie rostlin zaměřuje především, jsou **fotosyntéza, dýchání, vodní režim rostliny, minerální výživa, transport látek v rostlině, růst a vývoj rostlin a stresové stavy**. Životní děje jsou studovány na úrovni rostliny jako celku i na úrovních orgánů, pletiv, buněk, organel i subcelulárních struktur, na úrovni biochemické, biofyzikální i molekulární. Interpretace poznatků ve fyziologii rostlin směřuje především k poznání a pochopení **rostliny jako optimálně funkčního, vnitřně koordinovaného celku, který žije v těsné interakci s prostředím, s nímž dochází k neustálé výměně látek, energie a informací** a jemuž se **rostlina neustále přizpůsobuje**. Fyziologie rostlin je **založena na pozorováních a experimentech**.

1.2. Vztahy fyziologie rostlin k jiným vědním disciplínám

Fyziologie rostlin má těsný vztah k mnoha dalším disciplínám. **Systematika** se snaží definovat, které živé organismy přísluší do **říše rostlin**.

▼ Systematika se vždy snažila uspořádat živé organismy na planetě Zemi do přehledné soustavy. Od doby prvních snah do současnosti se názory značně změnily. Detailnější poznání nezměrné různosti životních forem dalo vzniknout řadě názorových směrů, které nově charakterizují i nejvyšší taxonomické kategorie - říše. V současnosti existuje **obecně přijímaný soubor znaků**, které jsou **pro rostliny charakteristické**: rostliny jsou tvořeny buňkami, které v protoplastu obsahují **pravé jádro, plastidy** s dvěma obalovými membránami a **vakuly**, ohraničené tonoplastem, v buněčné stěně rostlin je přítomna **celulóza**.

Fyziologie rostlin systematické kategorie přísně nerespektuje a tradičně chápe většinu fotoautotrofních organismů jako rostliny. Všechny druhy rostlin jsou fotoautotrofní (jen výjimečně tuto vlastnost některé druhy ztratily), fotoautotrofní jsou však i mnohé další organismy, které dle současných názorů systematiků do říše rostlin nenáleží. Fyziologie rostlin se, zejména při studiu fotosyntézy nebo fotomorfogeneze, zabývá i sinicemi a fotosyntetizujícími bakteriemi. Tento učební text bude zaměřen především na rostliny krytosemenné.

Fyziologie rostlin v sobě **integruje cytologii, anatomii a morfologii rostlin**, využívá **poznatky i metody chemie**, zejména **biochemie, chemie organické, fyzikální a analytické**, opírá se o **fyziku a biofyziku**. V poslední době byla fyziologie rostlin výrazně obohacena poznatky i metodami **molekulární biologie**. Fyziologie rostlin je svým charakterem **obor experimentální**, při hodnocení experimentů využívá **statistiku**, při modelování **matematiku**. Studium vývojových procesů má těsný vztah ke **genetice**. Další velmi blízké a prakticky navazující obory jsou **ekologie a půdní biologie**. Fyziologie rostlin je teoretickým základem a faktickým zázemím **agronomických oborů**, zejména **rostlinné výroby**, oborů **lesnických i zahradnických**. Poznatky fyziologie rostlin využívá také **fytopatologie**.

Rostliny však žijí, rostou a vyvíjejí se zcela bez ohledu a respektu k hranicím vědních oborů, které si stanovil člověk, aby se v nekonečném množství životních podob, projevů a dějů neztratil.

1.3. Význam rostlin pro existenci života na Zemi

Rostliny jsou pro život na Zemi natolik významné, že si jejich **základní důležitost** jen málokdy uvědomujeme. Jejich existenci, úlohu i působení přijímáme obvykle tak samozřejmě, jako samu existenci života na Zemi i existenci svou vlastní.

Pro živé organismy je charakteristická neustálá přeměna energie, látek a informací uvnitř organismu a výměna energie, látek a informací mezi organismem a jeho prostředím. Základním zdrojem energie pro veškerý život na planetě Zemi je Slunce.

■ Tuto skutečnost si s plnou vážností uvědomovaly již starověké civilizace a je vhodné si ji občas připomenout i dnes. Slunce bylo často uctíváno jako základní božstvo. Dochovaným dokladem je např. i Chvalo zpěv na Slunce, který sepsal egyptský faraón Achnaton (vládl Egyptu v letech 1364 – 1347 př.n.l.):

Chvalo zpěv na Ré-Harachteje, jenž jásá na obzoru, nese jméno slunečního svitu a žije na věky věků

Krásně vycházíš v záři na nebeském obzoru,

ty žijící Slunce, jež dáváš život!

Vycházíš na východním obzoru

a naplňuješ všechny země svojí krásou.

Jsi působivé, mocné a třpytivé, vysoko nade všemi zeměmi.

Tvé paprsky pronikají do země, stejně jako tvoje tvořivá síla.

...

*Když se odebereš k západnímu obzoru,
země se ocitne ve tmě, v říši smrti.*

...

*Vytvořilo jsi roční období, aby mohlo růst to, co jsi stvořilo;
zimou, abys vše ochladilo,
léto aby tě vše pocítilo.*

Překlad B. Vachala, Nový Orient 41 (1986) : 280.

Fotoautotrofní organismy absorbují zářivou sluneční energii a přeměňují ji v energii chemických vazeb organických sloučenin. Energie těchto vazeb je použita především k vestavění (asimilaci) anorganických sloučenin (CO_2 , NO_3^- a SO_4^{2-}) do sloučenin organických, čímž se zvětšuje množství organické hmoty, nebo k tvorbě nových organických sloučenin s vyšším obsahem energie z organických látek již existujících. Energie chemických vazeb těchto sloučenin je dále užívána v **životních procesech rostlin** samých, je to však také jediná energie pro život všech organismů heterotrofních (od mikroorganismů po živočichy a člověka). Nesmírně důležitá je také skutečnost, že v chemických vazbách organických sloučenin může být sluneční energie uchována i po desítky milionů let.

Mimo to, že rostliny přemění zářivou sluneční energii ve formu, která je využitelná pro životní děje heterotrofních organismů, působí také jako významný činitel klimatický a půdní.

■ *Rostliny v sobě a sebou propojují zemi, vzduch, vodu a oheň (energii) – čtyři základní hmotné elementy (živly, prvky), které stanovili již filosofové starověku. Empedoklés (nar. okolo r. 460 př.n.l.) k těmto hmotným základům všech věcí přidal ještě lásku a nenávisť.*

„Nauku o čtveru těchto živlech jako pralátkách přijal i Aristotelés, (384 - 322 př.n.l.), jehož autoritou názor ten po celá dlouhá století se držel.“ (Ottův Slovník Naučný, sv. XX. 28/4, 1903).

1.4. Význam rostlin pro člověka

Skutečnost, že sluneční energie může být v chemických vazbách organických sloučenin uchována po miliony let, umožňuje současnou podobu a styl života člověka.

Organické zbytky rostlin, stromových plavin, přesliček a kapradin z doby karbonu (období před 360 – 286 miliony let) daly za mimořádných podmínek (omezeného přístupu vzduchu, vysokých tlaků a teplot) a složitých geochemických procesů vznik **fosilním energetickým zdrojům - uhlí, ropě a zemnímu plynu**. Dnes je energie uvolňovaná oxidací těchto látek využívána jako **tepelná**, např. k vytápění lidských příbytků, k vytavování kovů z rud a k dalšímu zpracování kovů, k pálení cihel a vápna, k výrobě keramiky, porcelánu i skla. Může se však opět měnit i v **energii chemických vazeb** při syntéze organických látek v chemických provozech a laboratořích. Tepelná energie se mění na energii **mechanickou** v motorech strojů a dopravních prostředků, slouží k výrobě energie **elektrické**, která je v určitém prostředí

transportovatelná na dlouhé vzdálenosti, a může se opět měnit v energii mechanickou, tepelnou i světelnou. **Fosilní zdroje energie jsou limitované, konečné a neobnovitelné.**

Ropa mimo energie poskytuje množství organických sloučenin používaných jako **suroviny** k výrobě dalších látek, např. organických rozpouštědel nebo umělých hmot a vláken.

Energii potřebnou pro **základní životní procesy** člověk přijímá v **potravě** buď přímo z **recentních rostlinných surovin** nebo ze zdrojů živočišných. Energie ve zdrojích živočišných má však původ ve zdrojích rostlinných a je transformovanou světelnou energií stejně jako energie ve zdrojích rostlinných. **Rostliny stojí na počátku potravního řetězce.**

Rostliny poskytují člověku daleko více než jen energii pro životní procesy. V rostlinné potravě člověk přijímá řadu důležitých látek, které jsou pro jeho život nezbytné, např. **minerály a vitaminy.**

Rostliny poskytují člověku také řadu důležitých **surovin.** Jednou z nejdůležitějších je **dřevo,** používané nejen k topení ale i jako stavební materiál nebo jako surovina k výrobě nábytku a papíru. Různé druhy rostlin poskytují člověku **vlákna** důležitá pro výrobu tkanin, motouzů, lan i papíru.

Sekundární metabolity rostlin mají nejrůznější možnosti využití. Slouží např. k **lčzení** neduhů a chorob přímo nebo jako výchozí látky k výrobě léčiv, k **barvení** tkanin a kůží, poskytují **vonné látky** k výrobě parfémů a kosmetických prostředků. Látky obsažené v **kořenech a pochutinách** činí pokrmy lahodnými a podporují trávení.

Rostliny jsou tiché a zjevně i skrytě krásné (obr. 1-1., obr. 1-2.).

1.5. Krátký historický přehled studia života rostlin

Člověk věnoval svou pozornost rostlinám od nepaměti neboť mu skýtaly užitek. Rostliny užívané v lékařství byly pečlivě popisovány především proto, aby nebyly zaměněny s rostlinami jinými. Spisy o zemědělství jsou známy od Římanů ze 3. stol. př.n.l. Z doby Gaia Julia Cesara pocházejí záznamy o jevech, které s užitkem rostlin bezprostředně nesouvisejí, např. pozorování rytmických pohybů rostlin.

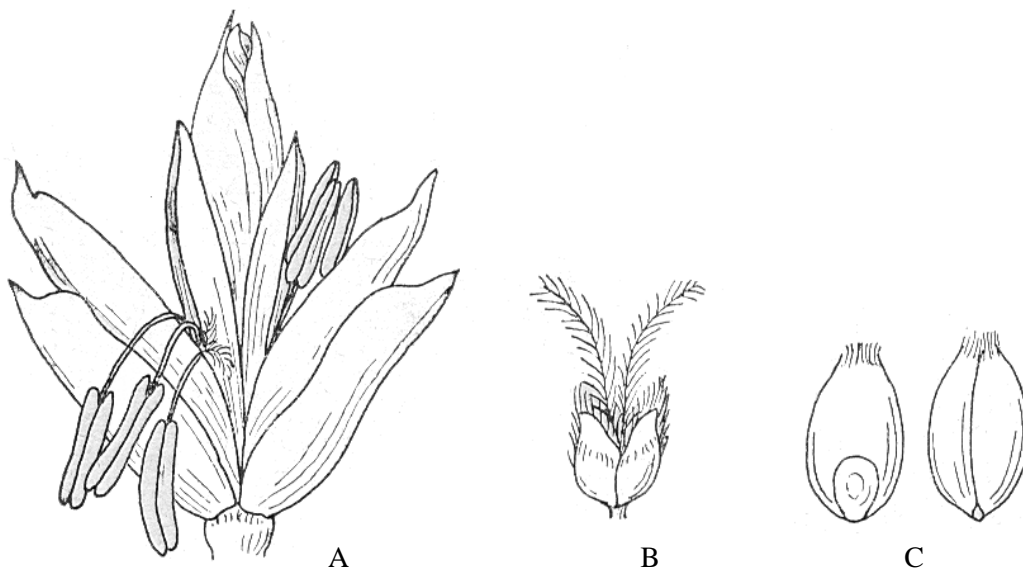
Vědecké kruhy zabývající se studiem života tvořili filosofové a lékaři a pozornost byla soustředěna především na člověka. Pokud byla pozornost věnována i rostlinám, zaměřila se na jejich využití v medicíně. Dochované zprávy o experimentálním přístupu ke studiu života rostlin pocházejí z první poloviny 17. století, kdy belgický lékař **Jan Baptista van Helmont** (1577 – 1644) informoval veřejnost o výsledcích svého pokusu. Zaléval vrbu v jedné nádobě s půdou pět let. Za tu dobu hmotnost rostliny vzrostla o několik kilogramů, hmotnost půdy však klesla jen o několik gramů. Van Helmont došel k závěru, že hmota rostliny vzniká více z

vody než z půdy. Zájem o rostliny byl však u van Helmonta jako u ostatních životazpytců té doby zcela okrajový. Ke konci 18. století anglický duchovní a vědec **Joseph Priestley** (1733 – 1804) náhodně zjistil, že rostliny mohou „napravit (vyčistit) vzduch zkažený hořením svíček“. Holandský lékař **Jan Ingenhousz** (1730 – 1799) Priesteyovo pozorování upřesnil – vzduch může být napraven jen zelenými částmi rostlin a jen na světle.

V 19. století se pozornost přírodovědců obracela k rostlinám stále častěji. Počátek fyziologie rostlin jako samostatné vědní disciplíny se obvykle, a v české veřejnosti zejména, klade do poloviny 19. století a za jejího zakladatele je považován Němec **Julius von Sachs** (1832 – 1887), žák J. E. Purkyně (1787 – 1869). Julius von Sachs se v oboru fyziologie rostlin habilitoval na Karlo-Ferdinandově Universitě v Praze r. 1857. Studium životních dějů rostlin se však již před Sachsem zabývali i jiní badatelé, např. Eugen Netolička v Brně nebo Franz Unger ve Vídni. Důležitá pozorování provedl Charles Robert Darwin (1809 – 1882), který popsal řadu reakcí rostlin, např. fototropismus. Konec 19. století a jeho technický pokrok, např. vynález žárovky (1878) Thomasem Alvou Edisonem (1847 – 1931), přinesl také značný zájem o studium života rostlin a výrazný rozvoj fyziologie rostlin, který pokračoval ještě intenzivněji ve 20. století.

Z českých osobností, které se zasloužily o rozvoj fyziologie rostlin je třeba připomenout alespoň dva významné vědce – akademika prof. Bohumila Němce a prof. Rudolfa Dostála. **Prof. Bohumil Němec** (1873 - 1966), zakladatel české anatomie a cytologie, byl velkou osobností nejen života vědeckého ale i veřejného. **Prof. Rudolf Dostál** (1885 -1973) působil na Vysoké škole zemědělské v Brně a rozvíjel zejména experimentální morfologii. Je autorem nejrozsáhlejší české učebnice fyziologie rostlin: *Zemědělská botanika 2 – Fyziologie rostlin* (ČSAZV 1962), která shrnuje poznatky tohoto oboru získané do 60. let 20. století.

Obr. 1-1. Pšenice obecná (*Triticum aestivum*) – klásek (A), pestík (B), obilky (C).
[zpět do textu](#)



Obr. 1-2. Bublinatka ledvinitá (*Utricularia reniformis*, čel. *Lentibulariaceae*). Foto L. Daněk



zpět do textu