

Jan Frouz, Jaroslava Frouzová: Aplikovaná ekologie

ENVIRONMENTÁLNÍ TEXTY 3



Aplikovaná ekologie

Jan Frouz a Jaroslava Frouzová

Recenzovali:

doc. RNDr. Josef Matěna, CSc.

prof. RNDr. Bedřich Moldan, CSc., dr. h. c.

doc. Ing. Jiří Remeš, Ph.D.

Ing. Jiří Urban

Vydala Univerzita Karlova,

Nakladatelství Karolinum

Praha 2021

Redakce Vendula Kadlečková a Adéla Petruželková

Ilustrace Lucie Buchbauerová

Fotografie Jan a Jaroslava Frouzovi

Grafická úprava Jakub Kovařík

Sazba DTP Nakladatelství Karolinum

Vydání první

© Univerzita Karlova, 2021

© Jan Frouz, Jaroslava Frouzová, 2021

Illustrations © Lucie Buchbauerová, 2021

Photo © Jan Frouz, Jaroslava Frouzová, 2021

Cover photo © Thomas Richter, 2016

ISBN 978-80-246-4577-3

ISBN 978-80-246-4693-0 (pdf)



Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum

www.karolinum.cz
ebooks@karolinum.cz

Obsah

Poděkování	9	
Úvod	11	
Seznam zkratk	14	
 1. VŠEOBECNÝ ZÁKLAD – VYBRANÉ KAPITOLY		
Z ENVIRONMENTÁLNÍCH VĚD	17	
1.1 Ekosystémové služby a vliv člověka na ně	17	
1.2 Metabolismus lidské společnosti	25	
1.3 Primární a sekundární produkce a faktory, které ji ovlivňují	29	
1.3.1 Fotosyntéza a energetika rostlin	29	
1.3.2 Faktory ovlivňující primární produkci	32	
1.3.3 Růstové strategie rostlin, alokace do produkce u různých typů rostlin, změny produkce a biomasy během sukcese.	46	
1.4 Vztah mezi produkcí a diverzitou	49	
1.5 Konkurence mezi organismy a její vztah s produkcí a výnosem	53	
1.6 Sekundární produkce.	59	
1.6.1 Energetická bilance heterotrofních organismů	59	
1.6.2 Faktory ovlivňující sekundární produkci	61	
1.7 Tok energie a látek ekosystémem	66	
1.7.1 Tok energie	66	
1.7.2 Koloběh vody.	75	
1.7.3 Cykly hlavních biogenních prvků	76	
1.8 Otázky k zamyšlení.	84	
 2. ZEMĚDĚLSTVÍ		86
2.1 Definice, vývoj a typy zemědělství	86	
2.2 Rostlinná produkce	96	
2.2.1 Plodiny, původ a vývoj	96	
2.2.2 Půdy a výživa rostlin.	112	
2.2.3 Závlaha a odvodnění.	138	

2.2.4 Ochrana rostlin	141
2.2.5 Agrotechnika – úprava podmínek prostředí	146
2.2.6 Pěstování polních plodin.	153
2.2.7 Trvalé travní porosty	163
2.2.8 Trvalé kultury a agroforestry	166
2.2.9 Zahradnictví	168
2.3 Rostlinná produkce a ekosystémy	170
2.3.1 Dopady zemědělství na úrovni krajiny	170
2.3.2 Tok vody a energie	178
2.3.3 Tok živin v krajině a koloběh prvků	179
2.3.4 Organická hmota, eroze a ostatní vlivy na půdu	184
2.3.5 Rostlinná produkce a biodiverzita.	193
2.3.6 Rostlinná produkce a globální změna klimatu	197
2.4 Živočišná produkce	198
2.4.1 Biologické základy živočišné produkce	198
2.4.2 Hlavní druhy hospodářských zvířat a jejich původ	202
2.4.3 Chov hospodářských zvířat.	207
2.4.4 Krmení hospodářských zvířat.	210
2.5 Živočišná produkce a její dopady na organismy a ekosystémy	212
2.5.1 Vliv na stanoviště a biodiverzitu	212
2.5.2 Vliv na biogeochemické cykly, znečištění a globální změnu.	216
2.5.3 Životní podmínky zvířat chovaných člověkem	219
2.6 Ekologické zemědělství a další přístupy k environmentálně šetrnému zemědělství	222
2.6.1 Ekologické zemědělství a jeho vliv na životní prostředí a lidské zdraví	222
2.6.2 Alternativní přístupy k environmentálně šetrnému zemědělství.	225
2.7 Alternativy rozvoje budoucího zemědělství	226
2.8 Otázky k zamyšlení	235
3. LESNICTVÍ A MYSLIVOST	236
3.1 Les a biologické základy lesnictví	236
3.1.1 Definice lesa a jeho funkce	236
3.1.2 Distribuce různých typů lesa ve světě a u nás	249
3.1.3 Růst a vývoj přirozených lesů	255
3.1.4 Hlavní druhy domácích lesních dřevin	256
3.2 Pěstování lesa pasečné a nepasečné	260
3.2.1 Obnova lesa	263

3.2.2	Výchovné zásahy	266
3.2.3	Obmýtí a těžba	271
3.2.4	Škodliví činitelé a ochrana lesa proti nim	278
3.2.5	Lesní hospodářský plán a Lesní hospodářské osnovy	287
3.3	Lignikultury a plantáže rychle rostoucích dřevin	288
3.4	Lesní hospodaření a ekosystémy	290
3.4.1	Lesní hospodaření a biodiverzita	290
3.4.2	Význam lesa pro pohyb vody v krajině	297
3.4.3	Les a biogeochemické cykly	301
3.4.4	Les a globální změna	304
3.5	Lov zvěře a myslivost	308
3.5.1	Lovná zvěř	309
3.5.2	Produkce zvěřiny a péče o zvěř	311
3.5.3	Lov, plánování a management lovu u nás a ve světě	311
3.5.4	Dopad lovu na populace zvěře a na ekosystémy	316
3.6	Otázky k zamyšlení	322
4.	RYBÁŘSTVÍ A AKVAKULTURA	323
4.1	Biologické základy rybářství	323
4.1.1	Růst populací ryb a metody optimalizace jejich lovu	323
4.1.2	Produkce světových vodstev a její využití	333
4.1.3	Nejvýznamnější druhy lovených mořských živočichů	341
4.2	Hlavní metody lovu ryb a dalších živočichů a jejich environmentální dopady	345
4.2.1	Lov mořských ryb, koryšů a měkkýšů	345
4.2.2	Velrybářství	351
4.2.3	Rybářství ve sladkých vodách	352
4.2.4	Environmentální dopady rybolovu	353
4.2.5	Sportovní rybolov a jeho environmentální dopady	360
4.2.6	Možnosti regulace lovu	364
4.3	Akvakultura	367
4.3.1	Druhy akvakultur a jejich rozsah	367
4.3.2	Hlavní druhy ryb a dalších organismů v akvakulturách	367
4.3.3	Rybníkářství a další vnitrozemské akvakultury a jejich environmentální dopady	369
4.3.4	Mořské akvakultury a jejich environmentální dopady	375
4.4	Dopady zemědělství a lesnictví na rybolov a vodní ekosystémy	377
4.5	Otázky k zamyšlení	380

5. ZÁVĚR	381
Summary.....	390
Literatura	391
Rejstřík	420

Poděkování

Jsme velmi zavázáni za cenné připomínky a rady, kterých se nám při práci nad textem této knihy dostalo jednak od recenzentů, prof. B. Moldana, Ing. J. Urbana, doc. J. Remeše a doc. J. Matěny, a jednak od dalších kolegů u nás i v zahraničí. Mezi nimi je třeba na prvním místě zmínit řadu pracovníků Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ), jmenovitě zejména Ing. R. Šafaříkovou a Mgr. Š. Polákovou a dr. S. Malého, kteří nám poskytli cenné připomínky, komentáře k textu a umožnili nám použít unikátní data, kterými ÚKZÚZ disponuje. Cenné rady nám poskytli i pracovníci Ministerstva zemědělství a dále pracovníci Českého statistického úřadu. Neocenitelná byla též doporučení dr. Oulehleho a prof. Hrušky z České geologické služby, prof. Petruska z PřFUK a řady dalších kolegů. Z řady zahraničních kolegů bychom rádi jmenovitě zmínili alespoň prof. P. M. Curryho. Kniha je doprovázena skvělými ilustracemi Mgr. L. Buchbauerové a za technickou pomoc při editaci a zpracování textu vděčíme řadě našich kolegů a studentů. Naše práce byla podpořena řadou grantových projektů, z nichž je třeba zmínit alespoň následující projekty podporované MŠMT: LM2015075, EF16_013/0001782 a 8I20001; a dále TL03000752 podpořený TAČR a Strategie AV 21.

Úvod

Vliv člověka na ekosystémy je značný. Podle některých badatelů vliv člověka na některé klíčové funkce naší planety, jako je globální změna klimatu, cyklus dusíku nebo vliv na biodiverzitu, překračuje hranice bezpečného užívání země, za nimiž může dojít k nežádoucímu, těžko předvídatelnému chování systému, které by mohlo vyústit v globální katastrofu (Rockström a kol., 2009). Jak bude zmíněno dále v textu této knihy, biomasa všech lidí přesahuje desetinásobek biomasy všech divoce žijících zvířat (suchozemských obratlovců) a biomasa domácích zvířat převyšuje biomasu divokých zvířat více než 20× (Smil, 2011). Odhaduje se, že ekosystémy na více než třech čtvrtinách (podle některých odhadů i více) nezaledněné pevniny jsou do určité míry ovlivněny člověkem. Naopak člověkem nedotčené ekosystémy, chcete-li divočina, nejen že pokrývají jen asi čtvrtinu pevnin, ale jsou z velké části situovány do míst, kde je primární produkce přirozeně nízká (tundra, pouště, vysoké hory atp.), a tak tvoří jen asi 11 % celkové primární produkce planety (Ellis a Ramankutty, 2008). Vlivy člověka v mořích a dalších světových vodách jsou plošně méně patrné, ale FAO udává, že třetina populací ryb vykazuje známky přelovení. A tak bychom mohli pokračovat dál. Je přitom zajímavé, že většina současných učebnic ekologie o vlivu člověka na ekosystémy příliš nehovoří a zabývá se spíše tím, jak by jednotlivé druhy, populace, společenstva a ekosystémy interagovaly a vyvíjely se samy o sobě. Tento přístup má jistě své opodstatnění, protože většina ekologických vztahů se z evolučního pohledu vyvinula před rozmachem lidské civilizace, a tak ke svému přirozenému fungování člověka jaksi nepotřebují. Problém je, že toto přirozené fungování je, jak bylo popsáno výše, dnes omezeno na stále menší a menší část ekosystémů naší planety. Chceme-li tedy pochopit fungování současného globálního ekosystému, nemůžeme vliv člověka ignorovat. Přitom zemědělství, lesnictví a rybářství hrají klíčovou roli v tomto vlivu. Pochopení role těchto aktivit ve fungování naší planety není přitom jen zajímavým akademickým cvičením, bez nadsázky lze říci, že na něm závisí nejen blahobyt, ale i samo přežití lidstva.

Tato kniha si klade za cíl popsat hlavní ekologické a biologické principy, na nichž stojí moderní zemědělství, lesnictví a rybářství, objasnit, jak jsou tyto principy používány při zvyšování produkce potravin a dalších surovin (dřeva, biopaliv, vláken stavebních a jiných materiálů). Nepokoušíme se přitom suplovat učebnice ekologie, ale snažíme se připomenout pouze hlavní souvztažnosti, tak abychom učinili knihu srozumitelnou širšímu okruhu čtenářů a ukázali na širší souvislosti. Zároveň se zabýváme tím, jak intenzifikace výroby těchto statků mění strukturu dotčených ekosystémů, energetické a látkové toky v nich a jak tyto změny ovlivňují fungování těchto ekosystémů a následné poskytování dalších mimoprodukčních ekosystémových služeb (poskytování čisté vody, regulace odtoku, regulace klimatu a další), na nichž také závisí blahobyt lidské společnosti. V neposlední řadě se zabýváme popisem postupů, kterými se současná věda a společnost snaží o zvýšení udržitelnosti zemědělství, lesnictví a rybářství tak, aby byla dlouhodobě zajištěna nejen produkce potravin a dalších statků, ale i mimoprodukční služby ekosystémů a dlouhodobě udržitelné fungování předmětných ekosystémů. Přestože kniha není učebnicí výše uvedených disciplín (zemědělství, lesnictví a rybářství), do jisté míry musí čtenáře seznámit i s principy fungování a vývojem jejich technologií, protože vliv na ekosystémy se do značné míry odvíjí z použitých technologických postupů.

Kniha je primárně zaměřena zejména na temperátní ekosystémy, avšak vzhledem k tomu, že se zároveň snaží ukázat, jak naše obchodní rozhodnutí a spotřebitelské chování ovlivňuje chování producentů a následně fungování ekosystémů, obsahuje řadu příkladů o vlivu produkce na mořské či tropické ekosystémy, které jsou kvůli globalizaci dnešního světa významně ovlivňovány i naším spotřebitelským chováním, tedy i naším nákupem v samoobsluze.

Kniha má ambici sloužit jako úvod do problému širší poučené a zainteresované veřejnosti, zejména pak těm, kteří se nějakým způsobem životním prostředím zabývají. Zároveň jsme se snažili napsat knihu natolik srozumitelně, aby mohla sloužit jako úvod do problému zájemcům z řad studentů a širší veřejnosti. Proto se snaží kromě základního popisu hlavních principů i ilustrovat tyto jevy na názorných příkladech, včetně konkrétních trendů klíčových veličin. Tyto faktografické údaje slouží jednak k lepšímu pochopení popsaných mechanismů, jednak k základní orientaci v jednotlivých dílčích problémech. Proto je kniha kromě hlavního textu provázena řadou rámečků, které vysvětlují principy použitých metod, případně rozvíjejí popsané mechanismy na detailnějších názorných příkladech. Rámečky (boxy) též slouží

k vysvětlení některých základních pojmů z jiných oborů potřebných k pochopení textu a ilustraci některých jevů na konkrétních příkladech. To by mělo umožnit studium textu s minimálními nároky na znalost souvisejících oborů. Snažili jsme se též přinést odkazy na klíčové prameny, které by měly usnadnit další detailnější studium vybraných dílčích aspektů. Ve snaze učinit tuto knihu dostupnou i čtenářům s menší oblibou matematického popisu reality jsme se snažili omezit použití matematických přístupů na minimum. To vedlo k opomenutí detailnějšího popisu některých moderních metod založených na komplexních algoritmech, kde jsme se zpravidla omezili jen na stručnou zmínku a odkaz na příslušnou literaturu.

Seznam zkratk

A		asimilace – množství asimilované potravy
ADP		adenosindifosfát
AET		roční aktuální evapotranspirace
AMF		arbuskulární mykorhiza
ATP		adenosintrifosfát
BR	biomass return	recyklace biomasy
C		konzumace – množství zkonsumované potravy
CAP	common agriculture policy	společná zemědělská politika
CCF	continual cover forestry	trvalý lesní pokryv
CPUE	catch per unit effort	úlovek na jednotku úsilí
CSA	community supported agriculture	komunitní zemědělství
ČSÚ		Český statistický úřad
ČÚZK		Český úřad zeměměřický a katastrální
D		defekace
DBH		tloušťka stromu ve výčetní výšce 1,3 m
DDT		dichlordifenyltrichlorethan
DIT		dietou indukovaná termogeneze
E nebo U		exkrece
ECI		konverzní faktor krmiva
EEZ		exkluzivní ekonomická zóna
EROI	energy return on investment	energetická návratnost investice
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	Organizace pro výživu a zemědělství Spojených národů
FCR		konverzní poměr krmiva
FPAR		zlomek PAR absorbovaný rostlinami odhadnutý na základě pokryvnosti listové plochy (LAI – Leaf area index), který je odhadnut na základě dat ze vzdáleného průzkumu země a v podstatě nahrazuje index NDVI
GMO		geneticky modifikovaný organismus

GPP	gross primary productivity	hrubá primární produkce
HANPP	human appropriation of net primary production	přisvojování si primární produkce člověkem
HDP		hrubý domácí produkt
K		fotosynteticky aktivní zařízení
LAI	leaf area index	index listové pokryvnosti
LD50		střední letální dávka
LHP		lesní hospodářský plán
LPIS		registr půd
MSE		maximální ekonomický výnos
MSY	maximal sustainable yield	maximální udržitelný výnos
NADPH		nikotinamidadenindinukleotidfosfát
NDVI	normalized difference vegetation index	normalizovaný vegetační diferenční index
NE		netto energie
NIR		blízké infračervené zařízení
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	Národní úřad pro oceán a atmosféru USA
NPP	net primary productivity	čistá primární produkce
NPPact		aktuální čistá primární produkce
NPPh		primární produkce obsažená ve sklizni
NPPpot		čistá primární produkce potenciální přirozené vegetace
NUE		účinnostní využití dusíku dodaného do ekosystému
P		produkce
PAR	photosynthetic active radiation	fotosynteticky aktivní zařízení
Pg		roční růstová produkce
ppm	part per million	jedna miliontina
PUPFL		pozemek určený k plnění funkcí lesa
R		respirace
RED		červená část viditelného spektra
Rg		roční růstová respirace
RIL	reduced impact logging	šetrný způsob těžby (hlavně tropických lesů)
Rm	maintenance respiration	denní udržovací dýchání rostlin
SPZ		společná zemědělská politika
TRP	target reference point	cílový referenční bod