



IZCANGGE
SUMA

JIBAPAE

P R E D G O V O R

Prema statistici Saveza inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije Jugoslavije, na području naše zemlje imamo oko sedam i pol milijuna hektara šumom obrasle površine. Od toga oko 40% prebornih i njima sličnih sastojina, 17% jednodobnih sastojina i 43% niskih i opustošenih šuma i šikara. Po drvnjoj masi, na prvom su mjestu šume u kojima se gospodari više-manje po načelima prebornog gospodarenja (74%), zatim jednodobne (20%) i niske šume (6%). Od visokih šuma, oko 70% površine i oko 3/4 drvne mase čine raznovrsne preborne i njime slične sastojine. Što se tiče drvne mase po vrstama drveća, najviše imamo bukve 51% i zatim četinjača (29%) od kojih dominiraju jela i smrča.

Prema tomu, djelo u kojemu se nastoje iznesti osnovi uzgajanja šuma mora, u raspoređivanju i opsegu građe, uvažiti naprijed navedene odnose. Isto tako treba imati u vidu i činjenicu da se, s obzirom na veliku površinu degradiranog (šumom obraslog i neobraslog) zemljišta, u našoj zemlji izrađuju posebni priručnici i udžbenici za melioraciju i pošumljivanje takvih područja. Valja uvažiti i to da je naša zemlja pretežno planinska i brdska (80%).

Na temelju navedenih razmatranja, težište ove knjige treba da bude na uzgajanju nedegradiranih planinskih i brdskih šuma. U toku rada nastojao sam držati se i ovih načela:

Teorija je posljedak sistematski sređenih iskustava operative, studija i istraživanja. Ona se ne može odnositi na svaki konkretan slučaj, jer daje uglavnom prosjeke i sažima bitno. A putovi od teorije do uspješnog rješavanja konkretnih problema u privredi su brojni i raznovrsni. Svaki ih stručnjak mora prokrčiti sâm. Mora se potruditi da na određenim objektima probleme rješava kompleksno na temelju usvojene teorije, analize konkretnog, opažanja i vlastitog iskustva. Zato ova knjiga može biti samo pomoć i uz to vodič koji olakšava i ubrzava taj intelektualno-stručni proces. I ne samo to: ni svaka pojedinost općeg značenja ne može se u knjizi obraditi. Kad bi se to i pokušalo učiniti, djelo bi bilo nepregledno, pretrpano empiričkim i sitnim razmatranjima, zamagljivalo bi osnovno, sputalo bi, možda, razvitak stvaralačke slobode, i terenski bi se rad mogao šablonizirati. A šablona, recepti i sheme najveće su zlo u gospodarenju živim organizmima i njihovim cenozama; smanjuju radni polet, zatvaraju intelektualno-stručne vidike i ograničavaju razvojne mogućnosti stvaralačkog duha. Da bi bio stvaralac novoga, uzgajač, u toku misaonog procesa, sâm stvara zaključke na temelju teoretskih znanja i analize konkretnog, idući od općeg prema pojedinačnome, od grubog prema finijem, od jednostavnog složenijemu, od teorije u praksu. Pri tom i sam stvara

svoju teoriju. On treba da je dobar zanatlija koji poznaje način izvedbe određenih radova, i graditelj novoga koji se ne dá zvesti zastarjelim metodama ili ustajalim obrascima, i što savršeniji i temperamentan umjetnik koji nikad nije posve zadovoljan svojim prethodnim djelima. On treba da je i umjereni dijalektičar koji objektivno-realno prosuđuje sve pojave u razvitku, u uzajamnim odnosima, u međusobnim suprotnostima i u prelazima kvantitativnih nakupina u kvalitativne promjene, i uz to hladan računčija kojih osim biološko-ekoloških razvojnih situacija uzima u obzir ekonomske okolnosti, te sadašnje i, još više, buduće potrebe društva i privrede.

Vođen navedenim mislima, nastojao sam da djelo bude što preglednije i da što više pomogne osobito mlađim drugovima u stjecanju iskustva. Makar sam, s trideset godina vlastitog iskustva u operativi, Fakultetu i Institutu, na stvaranju ovog djela radio čitav decenij, svjestan sam da nije potpuno; pogotovu zato što nije jednostavno ostvariti nastojanja da se potpuniije povezuje biološko-ekološki kompleks pojava s veoma raznovrsnim i često vrlo složenim ekonomskim komponentama.

Nastavnicima Zagrebačkog šumarskog fakulteta, drugovima D. Klepcu i I. Dekaniću, koji su pregledali rukopis, i na ovom mjestu zahvaljujem na trudu i korisnim primjedbama. Isto tako i drugu J. Radoševiću, koji je s gledišta prakse dao svoje primjedbe i mišljenje o štampanju djela.

Rezultati rada izneseni u ovoj knjizi ne bi se mogli objaviti da nije bilo materijalne pomoći republičkih ustanova Hrvatske: Sekretarijata za šumarstvo (Fond za unapređivanje šumarstva) i Savjeta za kulturu (Fond za izdavačku djelatnost). Sekretaru za šumarstvo drugu F. Kneblu i Savjetu za kulturu zahvaljujem na uvidavnosti, pomoći i nastojanju da se ovaj rad preda našoj stručnoj javnosti.

Savez šumarskih društava Hrvatske, koji je preuzeo izdavanje, zadužio nas je nastojanjem da knjiga ima što bolju prodru. Upravnom odboru društva, posebno predsjedniku uprave drugu B. Čopu, dugujemo zahvalnost. Tiskarsko poduzeće »A. G. Matoš« u Samoboru i tehnički urednik A. Ilić uložili su mnogo truda da tisak i oprema knjige budu što bolji.

Jesen 1961.

Autor



Proizvodna vrijednost sastojine ovisi ne samo o visini drvene mase nego, još više, o količini i kakvoći društveno potrebnih drvnih sortimenata te o ekonomičnosti obrtanja uloženi sredstava. Potencijalne mogućnosti staništa treba nešablonskim postupcima što više usredotočiti na bolje drveće, tako da poslije kulminacije visinskog prirasta brže povećava debljinski prirast. Ciljem gospodarenja može se odrediti da u sastojini bude veći broj tanjih stabala ili manji broj debljih (a da visina prirasta sastojine praktički nema značajnijih razlika). — U ovoj jednodobnoj sastojini, intenzivno odabiranje drveća i sistematsko njegovanje krošnje i debla stvorilo je velik broj odlično oblikovanih stabala. Prosječno vrlo dobar raspored glavnih nosilaca prirasta omogućuje da drveće racionalno iskorišćuje sastojinsku pedosferu i atmosferu u dobivanju i prerađivanju vode, mineralnih tvari, svjetla, topline i CO_2 .

S A D R Ź A J

PREDGOVOR	V
	Str.
UVOD	
I. ŠTO JE ŠUMA?	1
1. Poljoprivreda i šumarstvo	2
2. Međusobni odnosi drveća	3
3. Postanak i sastav šume	6
4. Ekološki uvjeti za razvitak šume	8
5. Opustošene sastojine	9
6. Posredna uloga šume	10
7. Gospodarenje	11
8. Prašuma	13
9. Preborna šuma	17
10. Drugi oblici gospodarske šume	19
II. CILJ GOSPODARENJA	23
A. OSNOVNE ZNAČAJKE SASTAVA ŠUME I RAZVITKA DRVEĆA	
I. GLAVNI ČINIOCI RAZVITKA SASTOJINE	30
II. RAZVRSTAVANJE DRVEĆA	32
1. Opće značajke razvitka i razvrstavanja drveća	32
2. Razvrstavanje novog naraštaja	35
3. Biotski položaji drveća	36
4. Gospodarsko razvrstavanje drveća	38
5. Razvrstavanje položaja drveća u prebornoj šumi	38
III. ODNOS BROJA STABALA	40
1. Krivulja frekvencije	40
2. Činioci varijabilnosti sastojinske strukture	42
a) Utjecaji prirodnih činilaca 43, b) Utjecaji starosti 44, c) Utjecaji gospodarenja 44, d) Subjektivni utjecaji 46	

	Str.
IV. OBLIKOVANJE, SKLOPLJENOST I SASTAV KROŠANJA	46
1. Razvitak krošnje	47
2. Sklopljenost krošanja	49
3. Oblik sklopa sastojine	51
4. Pokrovnost, volumen i težina krošanja	52
V. OBLIK I KAKVOĆA DEBLA	55
1. Osnovne značajke	55
2. Ostale značajke	59
VI. RAZVITAK PRIRASTA	62
1. Tok visinskog prirasta	62
a) Visinsko prirašćivanje u toku godine 63	
b) Visinsko prirašćivanje u toku života 64	
2. Tok debljinskog prirasta	67
3. Kvalitativni prirast	69
VII. OBLICI I SKLOP KORIJENJA	70
1. Vrste drveća	71
2. Utjecaj staništa	73
3. Utjecaj sastava sastojine	74
4. Sraslo korijenje	75
VIII. ZASTARČENOST DRVEĆA	78
1. Trajanje zastarčenosti	78
2. Oblik zastarčenog drveća	79
3. Pojam mladog naraštaja	81
4. Uloga mladog naraštaja	82

B. OPĆI EKOLOŠKI TEMELJI UZGAJANJA

I. OPĆE NAPOMENE O EKOLOŠKIM FAKTORIMA	84
1. Pregled osnovnih postavki	86
2. Problemi istraživanja	88
3. Privredno značenje	90
II. KLIMATSKI FAKTORI	92
1. Sunčana energija	92
2. Svjetlost	95
3. Toplina	100
4. Vlaga	107
5. Zrak	115
6. Gibanje zraka	117
7. Skupno djelovanje klimatskih faktora	121

	Str.
III. ČINIOCI I ZNAČAJKE TLA	127
1. Tlo i šuma	129
2. Geološke formacije	131
3. Slojevi tla	132
4. Fizikalne značajke tla	133
5. Kemijske značajke tla	139
6. Stelja i humus	144
7. Utjecaji činilaca biosfere na tlo	148
8. Vrste tla	149
9. Održavanje tla	151
IV. GEOMORFOLOŠKI FAKTORI	152
1. Nadmorska visina	153
2. Ekspozicija	156
3. Nagib	158
4. Oblik zemljišta	160
V. BIOTSKI ODNOSI	163
1. Interni utjecaji	164
2. Eksterni utjecaji	166
VI. SKUPNO DJELOVANJE EKOLOŠKIH FAKTORA	172
1. Međusobno utjecanje i nadomještanje ekoloških faktora	172
2. Najznačajniji faktori	175
VII. FITOCENOZA	177
VIII. BIOCENOZA	182
IX. BIOGEOCENOZA	184
X. O OSNOVNIM POSTAVKAMA GENETIKE	186
1. O nasljednosti i promjenljivosti biljaka	187
2. Šumsko-uzgojno značenje genetike	194

C. BIOLOŠKE I UZGOJNE ZNAČAJKE VRSTA DRVEĆA

JELA	199
1. Rasprostranjenost	199
2. Stanište areala	202
3. Zajednice	205
4. Organološke i biološke značajke	207
Krošnja 207, Koriijen 208, Deblo 210, Razmnaža-	
nje 211, Prirašćivanje 212	
5. Tipovi jele	212
6. Reakcija jele na utjecaj ekoloških činilaca	214
7. Uzgajanje	219
Podmlađivanje i njegovanje 219, Uzgojne smjese 221	
8. Proizvodnost i upotrebljivost	223

	Str.
BUKVA	224
1. Rasprostranjenost	224
2. Stanište areala	227
3. Zajednice	229
4. Organološke i biološke značajke	230
Krošnja 230, Koriijen 232, Deblo 233, Razmnaža-	
nje 234, Prirašćivanje 235	
5. Tipovi bukve	235
6. Reakcija bukve na utjecaj ekoloških faktora	237
7. Uzgajanje	240
8. Proizvodnost i upotrebljivost	244
SMRČA	245
1. Rasprostranjenost	245
2. Stanište areala	248
3. Zajednice	250
4. Organološke i biološke značajke	252
Krošnja 252, Koriijen 253, Deblo 254, Razmnaža-	
nje 254, Prirašćivanje 255	
5. Tipovi smrče	256
6. Reakcija smrče na utjecaj ekoloških faktora	259
7. Uzgajanje	260
8. Proizvodnost i upotrebljivost	263
BOROVI	263
BOR crveni	264
1. Rasprostranjenost i staništa	264
2. Biološko-uzgojne značajke	265
3. Uzgajanje	267
BOR crni	269
1. Rasprostranjenost i staništa	269
2. Biološko-uzgojne značajke	272
3. Uzgajanje	273
MOLIKA	275
MUNIKA	276
BOR planinski	273
BOR alepski	278
BOR primorski	281
ARIŠ	281
1. Rasprostranjenost i staništa	281
2. Biološko-uzgojne značajke	285
3. Uzgajanje	287
4. Proizvodnost i upotrebljivost	290

	Str.
HRASTOVI	290
HRAST kitnjak	291
Rasprostranjenost 291, Stanište 292, Biološko-uzgojne značajke 292, Štetni utjecaji 292, Uzgajanje 292	
HRAST lužnjak	293
Rasprostranjenost 293, Stanište 293, Biološko-uzgojne značajke 294, Uzgajanje 295	
DRUGE VRSTE HRASTA	295
Medunac	295
Cer	295
Sladun	296
Česmina	296
ZNAČENJE UZGREDNIH VRSTA DRVEĆA	297
1. Historijski pregled	297
2. Biološko-uzgojno značenje	298
3. Ekonomsko značenje	303
JAVORI	305
JASENI	307
BRIJESTOVI	308
KESTEN pitomi	310
GRABOVI	310
JOHE	313
LIPE	315
BREZA	316
SORBUSI	317
TISA	318
TOPOLE	319
VRBE	322

D. UZGAJANJE

I. UZGOJNE I EKSPLOATACIJSKE SJEČE	327
II. UZGOJNI OBLICI SASTOJINA	329
1. Potpun preborni oblik	334
2. Drugi oblici prebornih sastojina	336
3. Slojeviti oblici	340
4. Jednolične sastojine	344
5. Raznodobna sastojina jednoličnog izgleda	345
6. Raznodobna sastojina nejednoličnog izgleda	346
7. Raznodobno-skupinast oblik	347

	Str.
III. ZADACI UZGAJANJA	351
IV. STVARANJE NOVOG NARAŠTAJA	354
1. Priprema tla i sastojine za podmlađivanje	354
2. Podmlađivanje	357
3. Zaštita ponika i podmlatka	359
4. Oslobođanje novog naraštaja	360
5. Podmlađivanje u jednodobnoj sastojini	363
V. NJEGOVANJE	369
1. Obrana podmlatka	372
2. Čišćenje	375
3. Osnovne razlike između čišćenja i prorjeđivanja	379
4. Odabiranje i oblikovanje drveća	380
Vrste proreda 382, Način rada 386	
VI. PREBIRANJE	389
VII. OBLIKOVANJE SASTOJINA	394
1. Oblikovanje potpunih prebornih sastojina	395
2. Oblikovanje drugih prebornih sastojina	397
3. Oblikovanje slojevitih sastojina	401
4. Oblikovanje raznodobnih sastojina	403
5. Transformacija sastojina	403
6. Oblikovanje jednodobnih sastojina	409
7. Oblikovanje raznodobno-skupinaste sastojine	410
VIII. NAČIN IZVRŠAVANJA OSNOVNIH UZGOJNIH POSTUPAKA	414
1. Doznaka stabala	415
2. Utjecaj dužine ophodnjice	419
3. Iskorišćavanje stabala	420
4. Doprinski i naknadni radovi	424
IX. UZGOJNE ZNAČAJKE MJEŠOVITIH SASTOJINA	425
1. Vrste sjene	426
2. Vrste sjene i polusvjetla	430
3. Vrste sjene i vrste svjetla	432
4. Vrste svjetla i polusvjetla	433
5. Mediteranske vrste drveća	434
X. IZMJENA VRSTA DRVEĆA	437
1. Opći pogledi na razmatranje pojave	438
2. Podmlađivanje jele i bukve u prašumi	441
3. Proširivanje bukve u gospodarskim šumama	442
4. Prodiranje jele u sastojine bukve	443
5. Potiskivanje smrče jelom i bukvom	449
6. Prirodna izmjena jele i smrče	449
7. Nadiranje smrče u sastojine bora	450
8. Pretvorba mješovitih sastojina hrasta u grabove i bukove sastojine	452
9. Umjetna izmjena vrsta drveća	453

	Str.
XI. OČETINJAVANJE	454
1. Odnos četinjača i bukve s privrednog gledišta	455
2. Očetinjavanje posredstvom sklopa krošanja	456
3. Umjetno upotpunjivanje i proširivanje areala četinjača	459
4. Način introdukcije	461
XII. PANJAČE	464
1. Razmnažanje	464
2. Uvjeti i način obnove	466
3. Preborna panjača	468
4. Pretvorba panjače u sjemenjaču	471
5. Degradirane panjače	474
6. Šikare	476
7. Oblici šikara i pretvorba u gospodarski oblik	478
8. Gospodarenje u urednim panjačama	482
XIII. ŠUMSKA MELIORACIJA DEGRADIRANIH STANIŠTA	484
1. Problem erozije	484
2. Uzroci i vrste degradacije šumskih staništa i sastojina	486
3. Prirodna i umjetno izazvana progresija šumske vegetacije	488
4. Izbor vrsta drveća	489
5. Oblik i vrsta smjese	491
6. Izbor načina pošumljivanja	493
7. Utjecaj melioracije	496
8. Pretkulture ili kulture	497
XIV. ŠUMSKA PAŠA	498
1. Problemi šumarstva i stočarstva	498
2. Štete od šumske paše	501
3. Razgraničavanje šumskog i poljoprivrednog zemljišta	502
4. Melioracija i njegovanje pašnjaka	505
XV. UTJECAJ GOSPODARENJA NA PROIZVODNOST SASTOJINA	506
1. Mogućnosti za povećanje prirasta i prihoda	507
2. O uvjetima povećavanja proizvodnosti	510
3. Povećanje proizvodnosti agrotehnikom	520
XVI. ŠUMSKO-UZGOJNO PLANIRANJE	526
1. Razvitak ideje planiranja	526
2. Sastav šumsko-uzgojnog plana	527

E. ZNAČENJE TRAJNE ŠUME U SADAŠNJOSTI I PROŠLOSTI

I.	DANAŠNJE ZNAČENJE	533
	1.. Šumsko-gospodarsko značenje	535
	2. Opće privredno značenje	536
	3. Kulturno značenje	537
	4. Obrambeno značenje	542
	5. Dobre i loše strane trajnih oblika šume	543
	Stanište 543, Vrste drveća 544, Sastojina 544, Pro- vodnost 545, Gledište posjednika šume 547	
II.	RAZVITAK IDEJA O NAČINIMA UZGAJANJA ŠUMA	543
	1. Opći osvrt	548
	2. Preborno iskorišćavanje	548
	3. Napuštanje primitivnog iskorišćavanja	550
	4. Razvitak suvremenih ideja	551
	5. Ideja trajne šume u Jugoslaviji	556
III.	ZAGLAVAK	559
	LITERATURA	562
	KAZALO	574

UVOD

Naš Zakon o šumama (1961) smatra šume dobrom općeg društvenog interesa i svrstava ih u tri kategorije: privredne, zaštitne i šume posebne namjene. Privredne šume služe prvenstveno za proizvodnju drva i drugih šumskih proizvoda; zaštitne, prvenstveno za zaštitu privrednih i drugih objekata, naselja, tokova voda, zemljišta i druge imovine, a i za proizvodnju. Šume posebne namjene su one koje predstavljaju osobite rijetkosti ili ljepote, ili su naučno ili historijski značajne (nacionalni parkovi i rezervati), ili su namijenjene za izletišta, turizam, nastavu i sl.

I. ŠTO JE ŠUMA

Šuma se prosuđuje, razmatra i proučava prvenstveno s biološkog gledišta (biološko-ekonomskog ili ekonomsko-biološkog). *Pri uzgajanju šuma mora se uzeti u obzir i biološka i ekonomska komponenta proizvodnje.* Bez poznavanja biologije drveća i šume, ne mogu se racionalno i trajno namirivati potrebe privrede na drvu niti zadovoljiti drugi zahtjevi društva (zaštitna, kulturna i druga uloga šume). Zato je biologija šume i drveća temelj na kojemu se gradi nauka i praksa uzgajanja šuma.

S biološkog gledišta, šuma je zajednica (cenoza) biljnih organizama, kojoj drveće daje osnovno obilježje, diferencira je od drugih formacija biljaka (livade, pašnjaci, stepe i najviše utječe na razvitak žive i nežive okoline (edifikatori). U njoj živi nad tlom, na tlu i u tlu ogroman broj članova flore i faune. Svijet biljaka (fitocenoza) i životinja (zoocenoza) čine zajednicu živih bića (*biocenoza*), koja se na svakom značajnijem staništu (ekotopu) specifično održava i razvija. (Fitocenoza i zoocenoza ne smiju se shvatiti kao dva odvojena svijeta živih bića, jer su međusobno tijesno povezani, ovise jedno o drugom, jedno bez drugoga ne može opstojati.) Biocenoza zajedno s okolnom atmosferom i pedosferom čini i razvija veoma dinamičnu *biogeocenuzu*. Budući da su staništa (tlo i klima) često vrlo različita, dijelovi šume imaju različite biogeocenoze. Ta činjenica ima veoma važno ekonomsko značenje, jer o njoj ovise i na njoj se osnivaju raznovrsni radovi šumarske operative i nauke.

Šumska atmosfera i biosfera usmjeruju tok pedogenetskih procesa; o njima ovisi razvitak vegetacije. Vegetacija utječe na razvitak mikrokline i tla. Sastav tla djeluje na klimu prizemnog sloja atmosfere. Klima, tlo i vegetacija i njihov međusobni aktivni odnos čine, dakle, *biohoru*. Zato su sastavni dijelovi toga vrlo dinamičnog kompleksa biotskih (živih) i abiotskih (neživih) faktora međusobno više ili manje povezani i uvjetovani, te s gospodarskog gledišta veoma važni.

Činioci svake komponente biogeocenoze i svaka komponenta kao cjelina neprekidno se mijenjaju. Ti činioci međusobno utječu jedni na druge, sudjeluju u kolanju i promjeni materije (metabolizam). U tlu, na tlu i nad tlom, živa se bića međusobno bore, potiskuju, prilagođuju i pomažu u raznovrsnim odnosima bioze: antibioza (jedni organizmi sprečavaju razvitak drugima), metabioza (jedni organizmi pripremaju životnu sredinu drugima, najčešći način bioecenoze) i simbioza (zajednički život, međusobna pomoć, koja se u određenim okolnostima može razviti u parazitizam).

Raznovrsni skupovi organizama, većinom specijalizirani, stvaraju, razaraju i iskorišćuju organske tvari: producenti, reducenti i konzumenti.

Ako se jedan skup ili jedan važan član skupa uništi, može se pokvariti čitav kompleks bioze. Prema tomu: razmnažanje, održavanje, sastav, oblik, rast, prirast i obnova šume proizvod su čitave biogeocenoze. Neuvažavanje ovih odnosa može u gospodarenju šumama izazvati i velike štete; na primjer, uništavanjem mravi i ptica, masovnim i neobzirnim uništavanjem svih kukaca insekticidima ili istrebljenjem jedne ekološki važne vrste drveća u mješovitoj šumi.

Što su činioci klime i tla bolji, energetski je sistem biogeocenoze dinamičniji i složeniji; u gospodarskom smislu vredniji, jer se omogućuje stvaranje većeg kvantitativnog prirasta i boljeg kvalitativnog, proizvodnju raznovrsnijih drvnih sortimenata i potpunije namirivanje potrošišta i tržišta drvnom sirovinom. Budući da su staništa često vrlo različita, pogotovo u našoj zemlji, sastav, razvitak i prirast šume na njima veoma su raznovrsni. Najobjektivniji odraz stanja i razvitka staništa, sekularnog (pradavnog) razvitka vegetacije i recentnih (sadašnjih) međusobnih odnosa članova flore su šumske zajednice, fitocenoze.

Drugačiji su odnosi biljnog svijeta u ratarstvu, voćarstvu i sl.

1. Poljoprivreda i šumoprivreda

Šumska i poljodjelska proizvodnja razvijaju se na temeljima biologije, ali su razvojni stadiji, načini osnivanja nasada i način rada različiti. U šumi, prosječno, mnogo je duži tok proizvodnje, polaganije je obrtanje uloženog kapitala, manja upotreba radne snage i sredstava, mehanizacija se manje primjenjuje. Šumsko se tlo većinom ne obrađuje, jer taj postupak obavljaju besplatno milijarde živih bića po ha površine cenoze (pa i mrtva bića), tzv. edafon: makroflora, mezoflora, makrofauna, mezofauna, najviše mikroflora i mikrofauna. Tlo se rijetko gdje đubri, jer se svake godine tlu ne oduzimaju velike količine mineralnih tvari u proizvedenim organskim spojevima, kao npr. u ratarstvu. Velike količine tvari vraćaju se tlu lišćem i grančicama, koje se u toku humifikacije i mineralizacije razgrađuju u anorganske spojeve potrebne za hranu drveća; k tomu i svi uginuli organi zeljastog prizemnog rašća, grmlje i uginuli članovi faune.

U ratarstvu i voćarstvu osnivaju se kulture ponajviše od jedne vrste biljaka i počesto provodi plodored vrsta. U šumskoj proizvodnji vrlo malo. U šumskoj fitocenozi priroda riješava problem plodoređa i sama: izmiješane su i različite vrste listinca i četinjaka. U šumarstvu se plodored vrši u rasadnicima; morao bi se obavljati i u osnivanju monokultura, kad se jednostrano iscrpljena tla ne popravljaju đubrenjem i agrotehnikom.

Zigota 188
Zimska transpiracija 106
Zmorac 117
Značajni ekološki faktori 175
Značenje šuma
— biocenotsko 182, 184
— kulturno 11, 13, 437, 500, 537
— obrambeno 542
— privredno 11, 536
— rekreacijsko 13, 540
— socijalno 477
— šumsko-gospodarsko 535
— zaštitno 10, 484
— u prošlosti 550
Zoli 135
Zonacija visinska
— šume 477, 498
— vegetacije 154, 161
Zoocenoza
— općenito 168, 185
— u tlu 148
— u monokulturi 453, 523
Zoohorno razmnažanje 211, 356
Zračenje
— u genetici 190
— Sunca 92
Zračne livade 10, 505

Zrak
— gibanje 117
— sastav 116
— u tlu 136, 138
— vlažnost 111
— u procesima erozije 485
Zupčast sklop 51, 334
Zvonolika krivulja 41

Z

Žestilj 306
Žica drva 61, 211
Žilište 59
Živići
— pojava 48, 465
— za kakvoću debla 56
Životinje
— u cenozi 166
— u pedosferi 148
— u vezi s proizvodnošću 513
Životna zajednica 182
Životni prostor
— borba 4, 31, 86
— položaji drveća
 općenito 32
 razvrstavanje 36
— u vezi s proizvodnošću 513
— v. Borba drveća