



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

RASTLINSKA PRIDELAVA IN REJA ŽIVALI

JOŽE PODGORŠEK
URŠKA TROBEC

Višješolski strokovni program: Upravljanje podeželja in krajine
Učbenik: Rastlinska pridelava in reja živali
Gradivo za 1. letnik

Avtorja:

dr. Jože Podgoršek
Urška Trobec
Grm Novo mesto – center biotehnike in turizma
Višja strokovna šola



Strokovna recenzentka:
Helena Jurše Rogelj, univ. dipl. ing. agr.

Lektorica:
Tatjana Mavsar, prof.

Izdajatelj: Konzorcij višjih strokovnih šol za izvedbo projekta IMPLETUM
Založnik: Zavod IRC, Ljubljana.
Ljubljana, 2011

Strokovni svet RS za poklicno in strokovno izobraževanje je na svoji _____ seji dne _____ na podlagi 26. člena Zakona o organizaciji in financiranju vzgoje in izobraževanja (Ur. l. RS, št. 16/07-ZOFVI-UPB5, 36/08 in 58/09) sprejel sklep št. _____ o potrditvi tega učbenika za uporabo v višješolskem izobraževanju.

© Avtorske pravice ima Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije.

Gradivo je sofinancirano iz sredstev projekta Impletum 'Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008–11'.

Projekt oz. operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, razvojne prioritete 'Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja' in prednostne usmeritve 'Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja'.

Vsebina tega dokumenta v nobenem primeru ne odraža mnenja Evropske unije. Odgovornost za vsebino dokumenta nosi avtor.

KAZALO VSEBINE

PREDGOVOR	3
UVOD	4
1 KLIMA	7
1.1 VPLIV OKOLJA IN VREMENA NA RAST IN RAZVOJ RASTLIN	8
1.1.1 Zračni pritisk	9
1.1.2 Energija.....	10
1.1.3 Napovedovanje slane in zaščita rastlin pred njo.....	16
1.1.4 Temperatura.....	19
1.2 VREME IN PODNEBJE	25
1.2.1 Vreme	25
1.2.2 Podnebje	29
1.2.3 Učinek tople grede in klimatske spremembe.....	32
1.3 NAMAKANJE KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ	35
1.3.1 Pomen vode v rastlini	35
1.3.2 Namakanje	37
2 TLA.....	44
2.1 TALNI PROFIL	45
2.2 LASTNOSTI TAL	46
2.2.1 Fizikalne lastnosti tal	46
2.2.2 Kemične lastnosti tal	51
2.2.3 Biološke lastnosti tal.....	54
3 PREHRANA RASTLIN.....	57
3.1 POMEN POSAMEZNIH HRANIL	60
3.1.1 Dušik.....	60
3.1.2 Kalij	61
3.1.3 Fosfor.....	62
3.1.4 Magnezij	62
3.1.5 Kalcij	63
3.2 ANALIZA TAL IN INTERPRETACIJA REZULTATOV	63
3.3 IZRAČUN GNOJILNEGA NAČRTA	66
3.4 NITRATNA ANALIZA IN DOGNOJEVANJE Z DUŠIKOM	67
3.5 GNOJENJE IN GNOJILA	69
3.5.1 Foliarno gnojenje.....	70
3.5.2 Fertirigacija.....	71
3.5.3 Rastros	72
3.5.4 Inkorporacija.....	72
4 ANATOMIJA IN FIZIOLOGIJA DOMAČIH ŽIVALI.....	74
4.1 SPOLNI ORGANI IN RAZMNOŽEVANJE DOMAČIH ŽIVALI	74
4.1.1 Moški spolni organi sesalcev.....	75
4.1.2 Ženski spolni organi sesalcev	78
4.1.3 Ženski spolni organi ptičev	82
4.1.4 Spolni ciklus	83
4.1.5 Spolna in plemenska zrelost	86
4.1.6 Brejost.....	87
4.1.7 Porod.....	88
4.2 ZGRADBA IN DELOVANJE MLEČNE ŽLEZE – VIME	89
4.2.1 Razvoj in zgradba vimena	90
4.2.2 Fiziologija nastajanja mleka	92
4.2.3 Bolezni vimena – mastitis	95
4.3 ZGRADBA IN DELOVANJE PREBAVIL	98

4.3.1	Zgradba in velikost prebavil pri domačih živalih	98
4.3.1.1	Prebavila pri neprežvekovalcih.....	100
4.3.1.2	Prebavila pri prežvekovalcih.....	103
4.3.1.3	Prebavila pri perutnini.....	106
4.3.2	Prebava.....	107
4.3.2.1	Prebava v ustih.....	108
4.3.2.2	Prebava v želodcu	109
4.3.2.3	Prebava v tankem črevesu.....	109
4.3.2.4	Prebava v slepem in debelem črevesu.....	110
4.3.2.5	Posebnosti prebave pri prežvekovalcih.....	111
5	OSNOVE PREHRANE DOMAČIH ŽIVALI.....	115
5.1	HRANLJIVE SNOVI – HS	115
5.1.1	Voda.....	116
5.1.2	Ogljikovi hidrati.....	116
5.1.3	Surova vlakna.....	118
5.1.4	Beljakovine	118
5.1.5	Nebeljakovinske dušične spojine – NPN	119
5.1.6	Maščobe	119
5.1.7	Vitamini	120
5.1.8	Minerali.....	121
5.2	Vrste krme	122
5.2.1	Voluminozna krma.....	123
5.2.1.1	Paša	123
5.2.1.2	Prilast ali zero grazing.....	125
5.2.1.3	Mrva	125
5.2.1.4	Silaža.....	126
5.2.1.5	Korenovke in gomoljnice.....	128
5.2.2	Koncentrirana krma.....	128
5.2.2.1	Žita	128
5.2.2.2	Stročnice.....	129
5.2.2.3	Stranski produkti živilske industrije	129
5.2.2.4	Krmila živalskega izvora	130
5.2.2.5	Krmne mešanice.....	130
5.2.2.6	Vitaminsko-mineralne mešanice.....	130
5.3	OCENJEVANJE KAKOVOSTI KRME	131
5.3.1	Vzorčenje krme	131
5.3.2	Kemijske analize	131
5.3.3	Prebavljivost	133
5.3.4	Energetsko vrednotenje krme.....	134
5.3.4.1	Metode za ocenjevanje energetske vrednosti krme.....	134
5.3.5	Ocenjevanje beljakovin v krmi	135
5.4	KRMLJENJE IN KRMNI OBROK	135
6	LITERATURA.....	139

PREDGOVOR

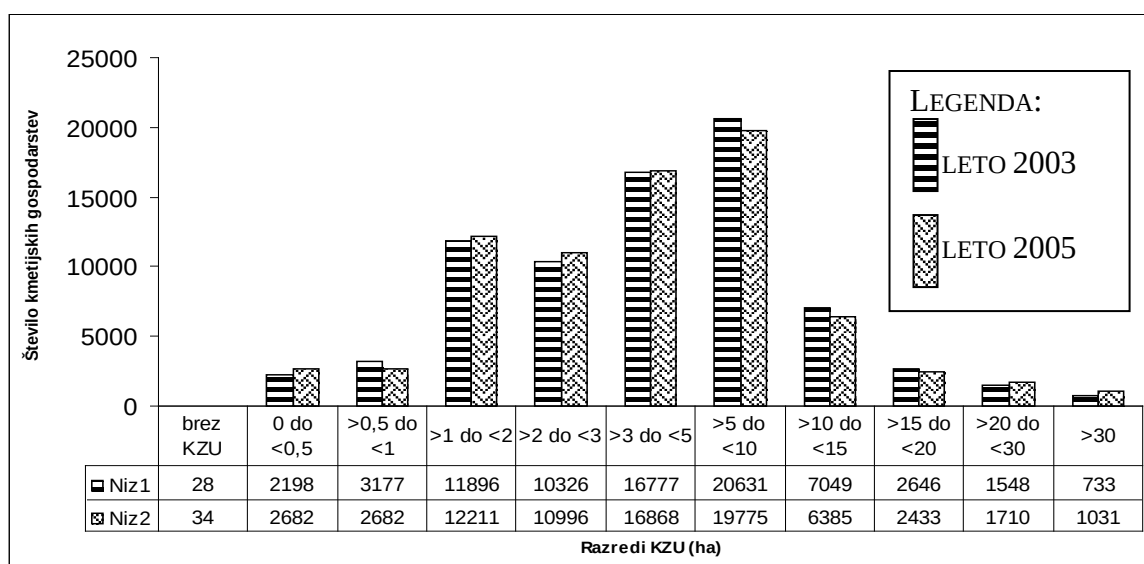
Rastlinska pridelava in reja živine sta v slovenskem prostoru tradicionalno tesno povezani. Klasična slovenska kmetija še iz 90-tih let prejšnjega stoletja je redila živino in temu podrejala tudi pridelavo na njivah, ki je bila predvsem namenjena pridelavi krme. Le na posameznih pridelovalnih območjih je pridelava za potrebe pridelave hrane za ljudi. Zaradi takšne tradicije in tako oblikovanega kolobarja smo še danes priča slabi samooskrbi na področju žit in zelenjave, medtem ko je samooskrba z izdelki živalskega izvora boljša.

Nove smernice v pridelavi rastlin in vključevanje energetskih rastlin v kolobar zahtevajo povsem nova znanja s področja rastlinske pridelave. V kolikor bomo kljub novim porabnikom rastlin iz naših njiv želeli povečati samooskrbo s hrano rastlinskega izvora, bomo morali več pozornosti nameniti tehnologiji pridelave. Kljub trudu generacije kmetijskih svetovalcev večina pridelovalcev rastlin še vedno ne zna pripraviti pravilnega gnojilnega načrta za harmonično pridelovanje rastlin. Prav tako premalo pozornosti posvečamo okoljskim dejavnikom, kot so temperaturni režimi, tip tal, lastnosti tal in drugim dejavnikom, ki vplivajo na sposobnost posameznega pridelovalnega območja za rastlinsko pridelavo. Teh danosti se ne da spremeniti, lahko le prilagajamo način in vrsto rastlinske pridelave.

Tudi reja živine je na pomembnem razpotju. Stalno upadanje števila govedi že kaže prve rezultate v pomanjkanju telet za pitanje. Nizka cena mesa zmanjšuje stalež prašičev in če smo bili še pred časom samooskrbni s to kategorijo mesa, danes nismo več kljub nižji porabi svinjine na račun belega mesa. V živinorejo prihajajo nova dognanja o prehrani, o načinu reje za boljše počutje, ki zahtevajo nova znanja s tega strokovnega področja. Zato del tega učbenika namenjamo tudi splošnemu pregledu in uvodu v rejo živine.

UVOD

Slovenija sodi po težavnostnih razmerah za kmetijsko pridelavo nedvomno v krog evropskih držav z najbolj neugodnim kmetijskim prostorom. Vendar pa hribovska in druga območja z omejenimi dejavniki prispevajo pomemben del v slovenskem kmetijstvu. Poleg pridelave hrane in pridobivanja lesa imajo pomembno vlogo tudi pri ohranjanju poseljenosti, kultiviranosti krajine, kulturne in naravne dediščine ter ustvarjanju ekološkega ravnotežja v prostoru. V Sloveniji se s kmetijsko pridelavo ukvarja približno 74.432 kmetijskih gospodarstev, ki imajo v uporabi skupaj 466.941 ha kmetijskih zemljišč in redijo 404.451 GVŽ. Povprečno kmetijsko gospodarstvo obdeluje 6,3 ha kmetijskih zemljišč in redi 5,4 glav velike živine. Praktično vsa kmetijska gospodarstva obdelujejo kmetijska zemljišča, z živinorejo pa se ukvarja 9 od 10 kmetijskih gospodarstev. V zadnjem dvajsetletnem obdobju se je kmetijskih zemljišč v uporabi zmanjšalo za skupno 16,8 %, največ v obdobju do leta 2000 (Žaucer s sod., 2010).



Slika 1: Razdelitev kmetijskih gospodarstev po velikostnih razredih kmetijskih zemljišč v uporabi (KZU) v letih 2003 (Niz 1) in 2005 (Niz 2)

Vir: Žaucer s sod., 2010

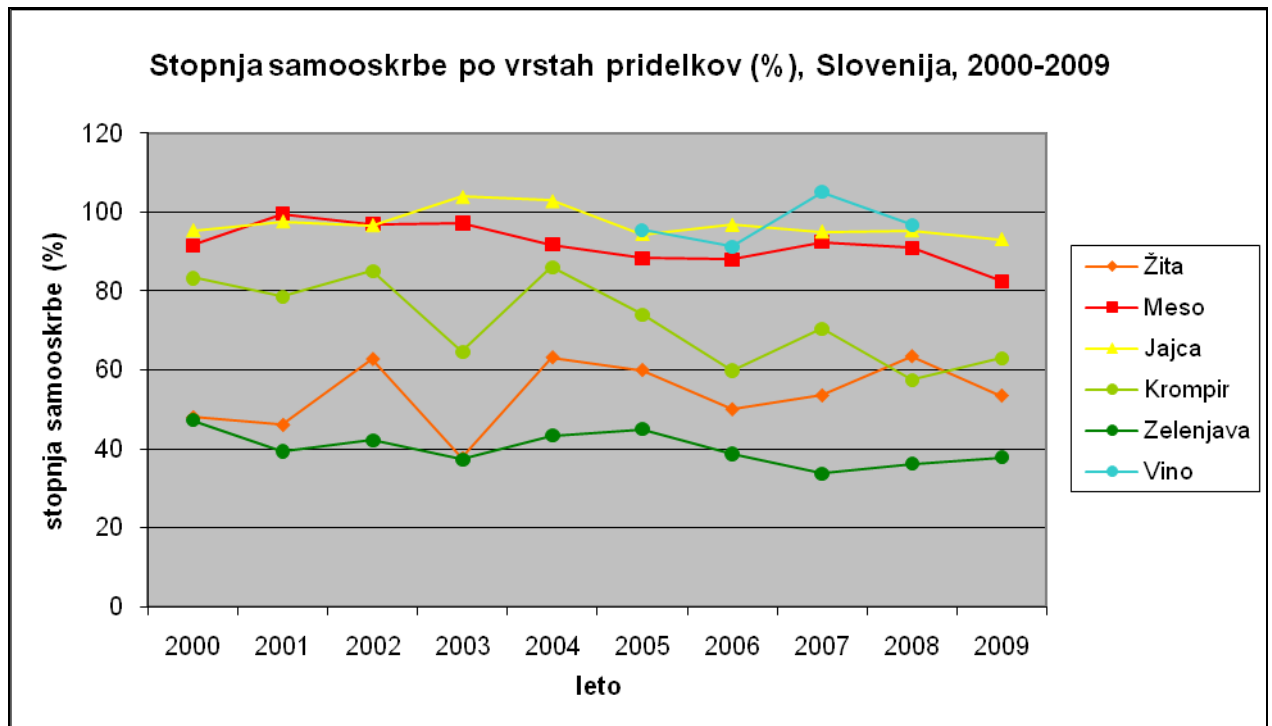
Namembnost kmetijskih zemljišč v uporabi nam potrjuje, da je Slovenija dežela travnikov in pašnikov, ki jih je kar 265.000 ha, njiv in vrtov pa le 173.000 ha. Namembnost teh zemljišč nam kaže tabela 1.

Tabela 1: Kmetijska zemljišča v uporabi in indeksi za zadnje dvajsetletno obdobje

	1991	2000	2010	Indeksi	
				2010/1991	2010/2000
Kmetijska zemljišča v uporabi	561000	468000	467000	88,2	96
Njive in vrtovi	195000	171000	173000	88,5	101
Trajni travniki in pašniki	334000	285000	265000	79,4	93
Sadovnjaki in oljčniki	15000	13000	13000	82,3	93,7
Vinogradi	17000	17000	16000	97,9	98,7

Vir: Žaucer s sod., 2010

Na podlagi statističnih podatkov Statističnega urada RS je stopnja samooskrbe s hrano v Sloveniji na nezavidljivo nizkem nivoju, pri čemer lahko izpostavimo rastlinsko pridelavo kot izrazito deficitarno panogo, kar nam prikazuje naslednja slika (Gale, 2010).

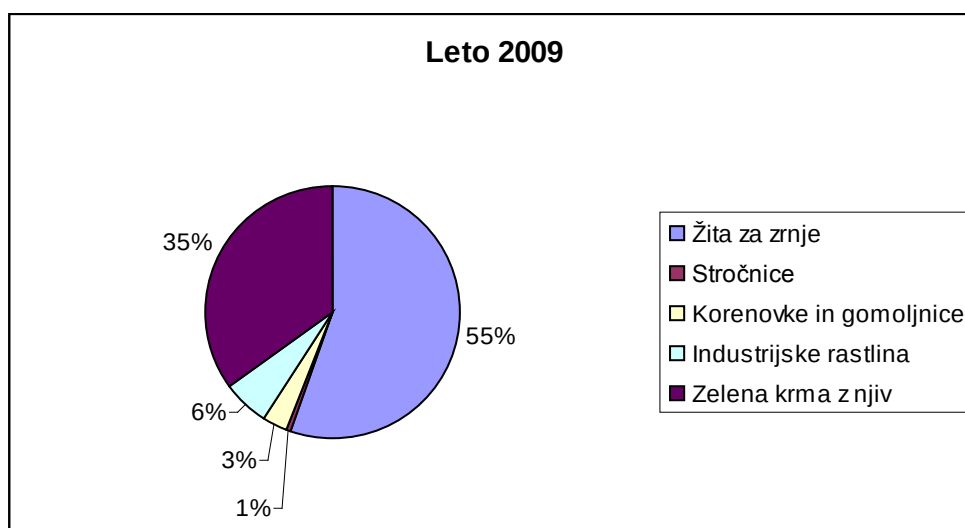


Slika 2: Stopnja samooskrbe v Sloveniji po vrstah pridelkov v % za obdobje od leta 2000 do 2009

Vir: Gale, 2010

Velik delež prebivalstva Slovenije živi na kmečkih gospodinjstvih, vendar je med njimi prav zaradi majhnosti posestev relativno malo aktivnih v kmetijstvu. Za Slovenijo je tako značilen velik delež mešanih kmetij, velika gozdnatost in majhen delež njiv v strukturi rabe kmetijske zemlje. Površine, ki so primerne za intenzivno poljedelstvo, so v ravninskem delu subpanonskega sveta na severovzhodu države in manjših sklenjenih območjih na dnu dolin in kotlin. Zaradi geografske lege imamo razmeroma velik delež zemljišč, primernih za trajne nasade. Vpliv sredozemskega podnebja na eni strani in celinskega na drugi omogoča pridelavo raznovrstnega sadja, kakovostnega vina in vrtnin.

Na njivskih površinah prevladuje pridelava žita za zrnje in zelene krme z njiv, medtem ko je površina ostalih poljščin v manjšini, kar nam kaže naslednja slika.



Slika 3: Rastlinska proizvodnja v letu 2009
Vir: Žaucer s sod., 2010

Vinogradništvo in vinarstvo sta v Sloveniji tradicionalni in zelo razširjeni kmetijski usmeritvi, saj se z njima, predvsem kot dopolnilno dejavnostjo, ukvarja kar 32 % vseh naših kmetij. V Sloveniji imamo skupaj približno 30.000 ha površin, primernih za vinogradništvo. Sadne vrste uspevajo v Sloveniji na okoli 4 % kmetijske zemlje. Pestrost naravnih danosti v Sloveniji omogoča pridelavo najrazličnejšega sadja - od hrušk, breskev, višenj in češenj, vendar so jabolka naša vodilna sadna vrsta.

Najpomembnejša panoga slovenskega kmetijstva ostaja živinoreja. Največji delež ima govedoreja, sledita ji prašičereja in perutninarstvo. Druge vrste živinoreje (reja drobnice, konjereja, kuncereja, čebelarstvo, ribogojništvo, ipd.) so manj razširjene in po obsegu skromnejše. Pri pregledu stanja v živinoreji zadnjih 10 let je opazen stabilen trend rasti v številu ovac in koz. V tem obdobju se je zmanjšalo število krav in posledično prireja namolzenega kravjega mleka. Prireja jajc je v zadnjih 10-tih letih ostala nespremenjena.

Živilsko predelovalna industrija Slovenije se iz živinorejskega stališča lahko pohvali s kakovostnimi mlečnimi in mesnimi izdelki, kar potrjuje tudi uspešna prodaja na zunanjih trgih.

Vaja

S pomočjo gradiva: Gašpir D. *Vpliv vključitve v evropsko unijo na prirejo mleka v Sloveniji*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2002 primerjajte slovensko kmetijstvo s kmetijstvom Evropske unije. Gradivo je dostopno tudi na spletni strani http://www.cek.ef.uni-lj.si/u_diplome/gaspirc569.pdf.

1 KLIMA

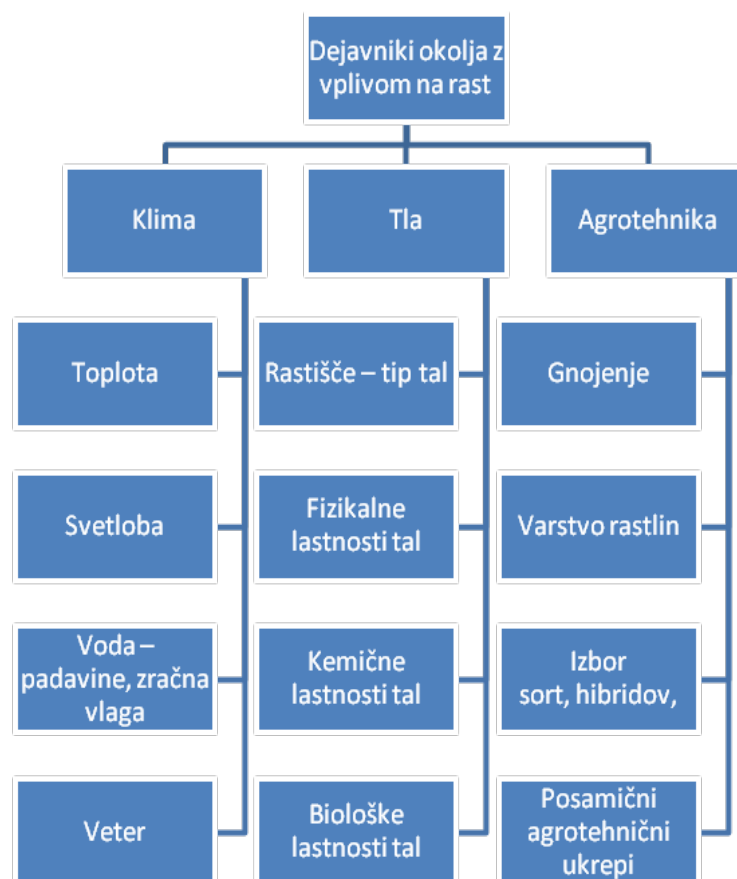
UVOD

Rastlinska pridelava poteka praviloma na prostem (le izjemoma v zavarovanih prostorih) in je odvisna od klimatskih pogojev, tal in njihovih lastnosti in agrotehnike. Izmed vseh treh odločujočih dejavnikov pridelovalci vplivamo le na agrotehniko pridelave, medtem ko sta prva dva dejavnika praktično nespremenljiva. Zaradi tega je potrebno dobro poznati vplive tal in klime na rastlinsko pridelavo z namenom prilagajanja agrotehnike danim pogojem. Slovensko kmetijstvo je zaradi danih pridelovalnih pogojev zelo ranljivo na spremembe klimatskih dejavnikov, kar dodatno kaže potrebo po poznavanju zakonitosti podnebja in tal. Glede na geografsko regijo lahko spremembe v temperaturnem območju in spremembe v vzorcih padavin privedejo do podaljšanega trajanja in/ali povečanja števila suš ali poplav. Domorodne rastline bodo podvržene večjemu okoljskemu stresu in bodo postale bolj občutljive na škodljivce in bolezni. Načeloma se pričakuje, da se bosta povečala število in stopnja glivičnih in bakterijskih patogenih izbruhov na področjih s povečanimi padavinami.

MOTIVACIJSKI PRAKTIČNI UVOD

Na domači kmetiji želimo uvesti novo rastlino v kolobar. Zaradi potrebe živinoreje potrebujemo predvsem beljakovinsko krmo, zato se odločimo za pridelovanje graha. Preden ga vključimo v kolobar, pregledamo zahteve te rastline glede rastihi razmer in ko jih ugotovimo, pričnemo z analizo klimatskih dejavnikov, kot so temperatura, vlaga, padavine in drugo ter se na podlagi tega odločimo o njegovi vključitvi v poljedelski kolobar.

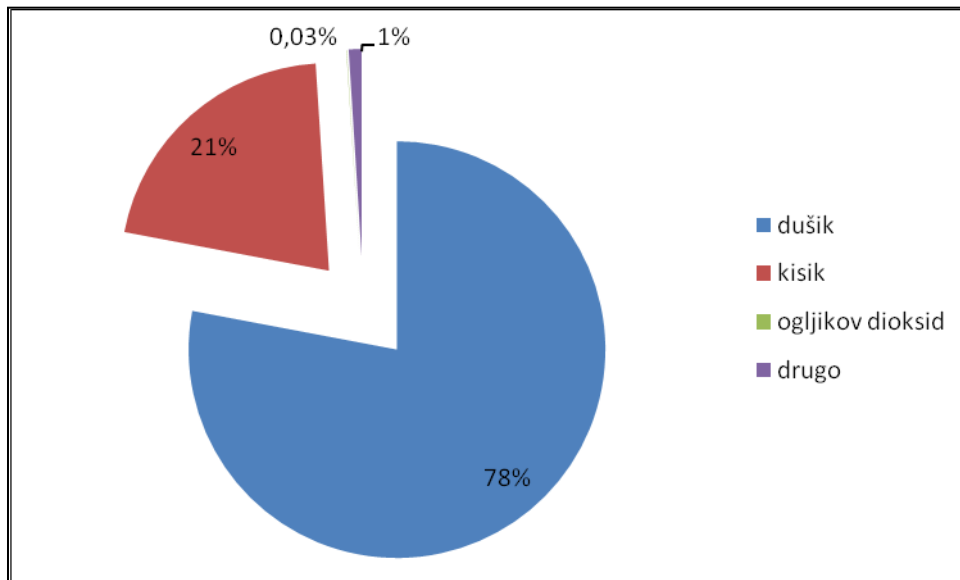
Na rast in razvoj rastlin vplivajo številni dejavniki, med katerimi so najpomembnejši prikazani v spodnji sliki.



Slika 4: Delitev dejavnikov okolja, ki vplivajo na rast in razvoj rastlin
Vir: Lasten

1.1 VPLIV OKOLJA IN VREMENA NA RAST IN RAZVOJ RASTLIN

Rastline, ljudje in kopne živali za življenje nujno potrebujemo zrak, to je prizemno plast atmosfere. Slednja je sestavljena iz mešanice plinov, ki samostojno vplivajo na življenje in vplivajo drug na drugega. Zrak v prizemni plasti sestavlja mešanica plinov, kot so dušik, kisik, ogljikov dioksid, v manjših količinah še argon, helij, neon, kripton, ksenon, vodik in drugi plini. Sestava zraka je podana v spodnji sliki.



Slika 5: Sestava zraka v prizemni plasti atmosfere
Vir: Lasten

Poleg omenjenih plinov se v zraku nahajajo tudi razni dodatki, kot so vodna para, organske spojine in drugo.

Atmosfera zadržuje privlačna sila Zemlje, ki nas varuje pred škodljivimi Sončevimi žarki in padajočimi meteoriti. S svojimi procesi najpomembneje vpliva na rast in razvoj rastlin in ugodje živali troposfera (plast atmosfere do višine okoli 18 km pri ravniku in do okoli 8 km nad poloma). Ozračje se z nadmorsko višino spreminja, se ohlaja, zračni pritisk pada, prav tako se zmanjšuje gostota zraka. Spremembe troposfere z naraščanjem nadmorske višine so podane v naslednji preglednici.

Tabela 2: Fizikalne lastnosti troposfere v odvisnosti od nadmorske višine

Višina (km)	Temperatura zraka (K)	Zračni pritisk (mb)	Gostota zraka (kg/m^3)
0	288,1	1013	1,23
2	275,2	795	1,7
4	262,2	617	0,82
6	249,2	472	0,66
8	236,2	357	0,53
10	223,3	265	0,41
12	216,6	149	0,31
14	216,6	142	0,23
16	216,6	104	0,17
18	216,6	76	0,12
20	216,6	55	0,09

Vir: Taiz, 1998

1.1.1 Zračni pritisk

Zaradi privlačne sile Zemlje zrak okoli nas ustvarja zračni pritisk ali zračni tlak, ki se z naraščanjem višine približno eksponentno zmanjšuje. Njegovo odvisnost približno opisuje barometrična enačba. Z upadanjem celotnega zračnega pritiska vseh sestavnih plinov, tudi kisika, se zmanjša delni tlak.

Zračni tlak je neposredna posledica teže zraka. To pomeni, da je zračni tlak v različnih krajih in časih različen, saj se količina (in teža) zraka na Zemljo krajevno in časovno spreminja. Zračni tlak na višini približno 5 km pade za ~50 % (oziroma okrog 50 % celotne mase je razporejene znotraj prvih 5 km). Povprečni zračni tlak na morski gladini je okoli 101,3 kP (Kajfež – Bogataj, 1999).

1.1.2 Energija

Življenje vseh živih bitij na Zemlji je odvisno od energijskega toka sonca, prepustnosti atmosfere in vstopa v biosfero (rastlinski svet). S pomočjo fotosinteze se sevalna energija spremeni v stabilno latentno kemično energijo, ki vstopa v prehransko verigo, kjer se porablja za vzdrževanje življenjskih procesov živali in ljudi. Sevanje je prav tako primaren energetski vir za nastajanje in pretvorbo organske snovi, ki v odvisnosti od temperature in vlage poskrbi za energetske procese, nujne za žive organizme. Sevanje pa ne pomeni zgolj vir energije za rastlinski svet, temveč stimulira rast in razvoj rastline ter je lahko tudi stresni dejavnik.

Vsako telo ima določeno temperaturo glede na prejeto toplotno energijo. Zaradi prejete energije to telo oddaja toploto. Prevajanje toplote je spontan prenos toplote z mesta z višjo temperaturo na mesto z nižjo temperaturo. V širšem smislu razumemo pod prevajanjem toplote tri procese:

- kondukcijo,
- konvekcijo,
- sevanje.

Kondukcija je gibanje energije z mesta z višjo energijo k mestu z nižjo energijo. Prenos toplote z enega telesa na drugega je mogoč z dotikanjem dveh teles. V praksi to pomeni gibanje toplote od toplejšega delca k hladnejšemu. Prenos toplote z dotikanjem je relativno počasen v primerjavi z ostalimi načini prenosa. Ker poteka segrevanje globljih plasti tal skoraj izključno po principu kondukcije, se tla segrevajo in ohlajajo zelo počasi, na globini 10 m pa se praktično temperatura na letnem nivoju ne spreminja več in je enaka povprečni letni temperaturi zraka nad površino tal. Kondukcija je najpomembnejši način prenosa energije v tleh. Tla so sestavljena iz trdne, tekoče ter plinaste faze. Razmerje med posameznimi fazami se stalno spreminja. Ker je toplotna prevodnost zraka znatno manjša od prevodnosti vode, se z namočenostjo tal spreminja tudi toplotna prevodnost le-teh. Bolj kot so tla namočena, bolj prenašajo toploto v nižje plasti.

Sevanje in svetloba: biosfera sprejema sončno sevanje valovnih dolžin od 290 nm do 3000 nm. Sevanje krajših valovnih dolžin se absorbira v zgornjih plasteh atmosfere (absorberja ozon in kisik), medtem ko je prepustnost atmosfere za sevanje daljših valovnih dolžin odvisna od vsebnosti CO₂ in zračne vlage. V povprečju seva na površino Zemlje 45 % sončne energije znotraj spektra med 380 in 710 nm glede na celotno sevalno energijo, ki jo prejme Zemljino površje. Vpliv posameznega spektra sevanja je podan v naslednji preglednici.

Tabela 3: Vpliv sevanja na življenje rastlin (Grace, 1981)

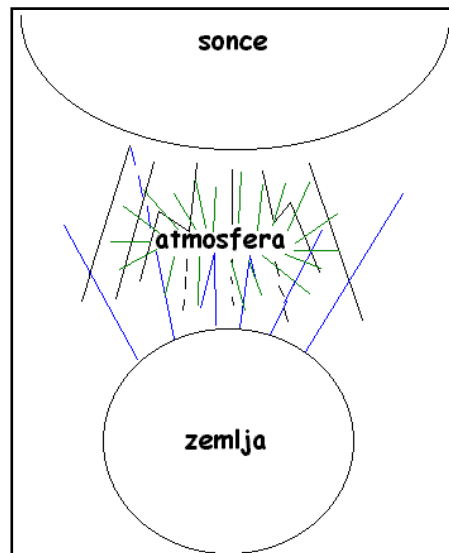
Spekter svetlobe	Valovna dolžina (nm)	Odstotek energije sončnega sevanja*	Fotosinteza	Vplivi sevanja		
				Foto-morfo-genetsko	Foto-destruktiven	Termično
Ultravijoličen	290-380	0-4	nepomembno	malo pomembno	pomembno	nepomembno
Fotosintetsko aktivni	380-710	21-46	pomembno	pomembno	malo pomembno	pomembno
Infrardeč	750-4000	50-79	nepomembno	pomembno	nepomembno	pomembno
Dolgovalovno sevanje	4000-100000		nepomembno	nepomembno	nepomembno	pomembno
*odvisno od pozicije sonca in stopnjo oblačnosti						

Vir: Grace s sod., 1981

Intenzivnost sevanja na zunanjem robu Zemljine atmosfere je 1360 Wm^{-2} (solarna konstanta). Od tega le povprečno 47 % prispe do Zemljine atmosfere, več kot polovica sevanja sonca pa se izgubi (odboj nazaj v vesolje, absorpcija ali razpršitev s strani razpršenih delcev v atmosferi). Celotno količino sevanja, ki pade na ravno površino na Zemljinem površju, pa imenujemo globalno sevanje in je vsota direktnega sončnega sevanja in difuzne nebesne svetlobe. Okoli ekvatorja je globalno sevanje na nivoju 700 Wm^{-2} in pada proti severu in jugu do 300 Wm^{-2} .

Pri prehodu toka sevanja skozi plasti medija prihaja do slabitve le-tega. Zmanjšanje toka energije je sorazmerno začetnemu toku, poti skozi medij in gostoti medija, ki povzroči zmanjšanje. Na tak način lahko obravnavamo tok sončnega sevanja skozi atmosfero, skozi rastlinsko odejo ipd. Vendar ne moremo govoriti le o sevanju sonca, temveč je pomembno tudi sevanje zemlje in atmosfere. Zaradi nizke temperature zemlja in atmosfera sevata dolgovalovni spekter, medtem ko sonce zaradi visoke temperature seva z žarki kratke valovne dolžine (pod 3 mikrometre). Pri vseh treh virih sevanja se srečujemo z zmanjševanjem energije sevanja predvsem zaradi poti žarkov preko atmosfere. Tok sevanja se na poti skozi atmosfero zmanjšuje zaradi:

- ozona, ki absorbira UV spekter sončnega sevanja,
- vodne pare, ki popolno absorbira sevanje tal in je najboljši plin tople grede, ker ima omejitve v koncentraciji (pri 100% relativni zračni vlagi pride do kondenzacije vodne pare in do padavin), zato ni nevarna za segrevanje ozračja,
- CO_2 , ki absorbira tisti spekter, ki ga prepusti vodna para,. Vendar je zaradi neomejene koncentracije ta plin nevaren za segrevanje ozračja, saj je tudi to plin tople grede,
- metana, dušikovih plinov, ki absorbirajo dolgovalovno sevanje Zemlje in atmosfere.



Slika 6: Sevanje Sonca, atmosfere in Zemlje
Vir: Lasten

Za kmetijske namene se elektromagnetna valovanja razlikujejo zlasti v valovni dolžini in v gostoti energijskega toka. Pomembna so predvsem valovanja dolžine med 0,2 in 100 mikrometri. V tem območju je namreč velika večina energije, ki jo oddajajo Sonce, tla in atmosfera. Ločimo:

- kratkovalovno sevanje in
- dolgovalovno sevanje.

Meja med obema je pri 3 mikrometrih. Pod to mejo je 98 % energije sončnega sevanja (Sonce seva s kratkovalovnim sevanjem), nad njo pa 99 % energije sevanja tal in atmosfere (dolgovalovno sevanje) (Grace s sod., 1981).

Sevanje, ki pade na površino lista, se delno absorbira, delno odbije in delno prepušča. Listi v povprečju odbijejo 6 do 10 % sevanja, ki pade na listno površino. Rastline s pokončnimi listi lahko odbijejo celo preko 15 % na površino lista prejetega sevanja. Najbolj se odbija zelena svetloba, medtem ko se oranžna in rdeča le zanemarljivo. Listi na splošno absorbirajo od 60 do 80 % prejetega sevanja, kar je odvisno od listne strukture in vsebnosti kloroplasta v mezofilnih celicah. Ker se sevanje v medceličnem prostoru v celoti odbije, imajo nekatere rastlinske vrste tudi antocianin v epidermalnih celicah, ki ponovno absorbirajo svetlobo iz mezofila. Absorpcija vidne svetlobe je odvisna predvsem od pigmenta v kloroplastu (klorofila in karotenoidov).

Od debeline lista in njegove strukture pa je odvisna prepustnost sevanja in svetlobe. Debeli, fleksibilni listi lahko prepustijo do 20 % na njegovo površino padlega sevanja, zelo tanki listi do 40 %, debeli, robustni listi pa praktično ne prepuščajo sevanja (Grace s sod., 1981).

Sevanje z eno samo valovno dolžino oziroma v praksi sevanje ozkega spektralnega območja imenujemo monohromatsko sevanje. Plast izbrane snovi del nanjo vpadajočega monohromatskega sevanja (I_λ) odbije – reflektira (R_λ), del vpije – absorbira (A_λ) in del prepusti – transmitira (P_λ), kar kaže naslednja enačba.

$$I_{\lambda} = R_{\lambda} + A_{\lambda} + P_{\lambda}$$

Delitev te enačbe z I_{λ} nam da drugo enačbo:

$$1 = a_{\lambda} + r_{\lambda} + p_{\lambda},$$

ki pravi, da je vsota absorptivnosti (a_{λ}), reflektivnosti (r_{λ}) in prepustnosti (p_{λ}) enaka 1, pri čemer imajo ti pojmi vrednosti med 0 in 1.

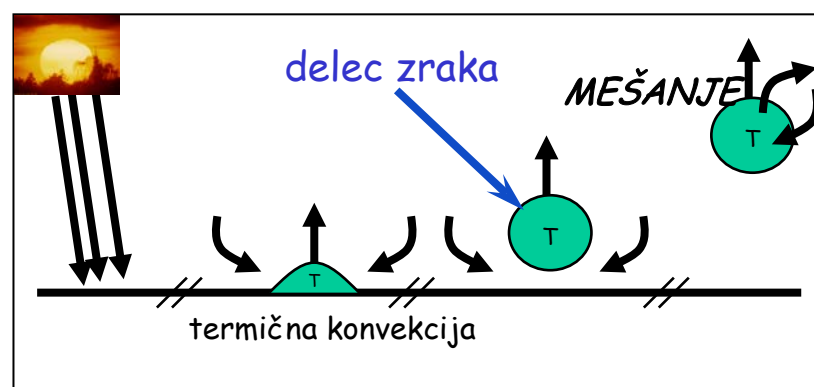
Črno telo ima absorptivnost za vse valovne dolžine enako 1, reflektivnost in prepustnost pa enako 0. Belo telo ima reflektivnost enako 1, difuznost in absorptivnost pa enako 0. Telo je prozorno, če prepušča vse valovne dolžine in jih nič ne absorbira in nič ne odbija. V naravi takih teles praktično ni, imajo pa določena telesa take lastnosti samo v ozkih območjih valovnih dolžin. Za naravna telesa je uveden pojem emisivnost, ki jo razumemo kot razmerje med celotnim energijskim tokom sevanja, ki ga oddaja naravno telo in tistim, ki ga oddaja črno telo. Sonce je glede sevanja podobno črnemu telesu.

Zaradi prevelikih koncentracij plinov, ki absorbirajo sevanje Zemlje in to energijo v obliki sevanja sproščajo nazaj na Zemljino površje, se Zemljina površina lahko prekomerno segreje in pride do globalnega ogrevanja atmosfere, kar pelje v vremenske spremembe.

Več o sevanju lahko preberete v literaturi: Kajfež – Bogataj, L., Hočevnar, A. *Izbrana poglavja iz biometeorologije*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 1999.

Konvekcija je prenos toplote z gibanjem - mešanjem tekočine in zračnih mas. To je najpomembnejši način prenosa energije v oceanih in v atmosferi, kjer govorimo o turbulentnem gibanju tekočin in plinov. Tudi pri tem prenosu so nosilci prenosa energije vrtinci oziroma neurejena gibanja. Preprost zapis gostote toka take količine (j_s), ki se izraža na enoto snovi (S) v vertikalni smeri, je enak produktu turbulentne difuzivnosti (K) in gradientu te količine (Ersahin in Karaman, 2001):

$$j_s = -K \partial S / \partial z$$



Slika 7: Prenos toplote z mešanjem tekočine in zračnih mas

Vir: Lasten

Poznamo naravno in prisilno konvekcijo. Naravno konvekcijo povzročajo razlike v gostoti zraka, ki se pojavljajo ob neenakomernem segrevanju zemeljske površine, ki posredno

neenakomerno segreva zrak. Zrak se nad toplimi območji segreva, zato se dviga in s seboj v višino prenaša tudi zaznavno toploto, vlago, onesnaženje ipd. Prisilna konvekcija je posledica mehaničnih sil, ki se pojavijo zaradi orografije pri trenju med posameznimi zračnimi plastmi, ki se gibljejo z različnimi hitrostmi, pri trenju zraka ob zemeljsko površino in podobno. To so razna valovanja zraka, prisilni dvigi zraka ob gorskih pregradah in ob frontah, striženje vetra ipd.

Pri obravnavanju konvekcije se srečamo tudi z izrazoma latentna in zaznavna toplota. Latentna toplota je toplota, ki se sprošča oziroma porablja pri faznih prehodih vode:

- izhlapevanje – poraba energije – ohlajanje,
- utekočinjenje – sproščanje energije – segrevanje.

Če zaradi ohlajanja oziroma segrevanja delca zraka, ki se pomeša z okolico z drugačno temperaturo, pride do fazne spremembe vode (utekočinjenje oz. izhlapevanje) v zraku, se pri tem sprosti oziroma porabi dodatna energija. Latentna toplota je odvisna od gradienta vlage v tekočini, gostote tekočine, izparilne toplote za vodo ter turbulentne difuzivnosti za prenos latentne toplote.

Gostoto turbulentnega toka latentne toplote zapišemo s spodnjo enačbo:

$$j_{LE} \approx \rho \cdot L_i \cdot K_{LE} \cdot \frac{\Delta q}{\Delta z}$$

pri čemer je:

- K_{LE} - turbulentna difuzivnost za latentno toploto [m^2/s]
- ρ - gostota zraka pri tleh [kg/m^3]
- L_i - izparilna toplota za vodo [2,5 MJ/kg]
- $\Delta q / \Delta z$ - vertikalni gradient specifične vlage pri tleh [1/m]

Zaznavna toplota pa je toplota, ki jo lahko čutimo zaradi temperaturnih razlik. Pri tem se toplejši delec zraka s pomočjo vrtincev primeša med hladnejši zrak in se ohladi – odda toploto. Obratno velja, če se hladnejši delec zraka primeša med toplejši zrak. Zaznavna toplota je odvisna od temperaturnega gradienta v tekočini, gostote tekočine, njene toplotne kapacitete ter turbulentne difuzivnosti za prenos zaznavne toplote. Gostoto turbulentnega toka zaznavne toplote lahko opišemo z naslednjo enačbo (Ersahin in Karaman, 2001):

$$j_A \approx \rho \cdot c_p \cdot K_A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta z}$$

pri čemer je:

- K_A - turbulentna difuzivnost za zaznavno toploto [m^2/s]
- ρ - gostota zraka pri tleh [kg/m^3]
- c_p - specifična toplota zraka pri konstantnem pritisku [1004 J/kg/K]
- $\Delta T / \Delta z$ - vertikalni gradient temperature zraka pri tleh [K/m]

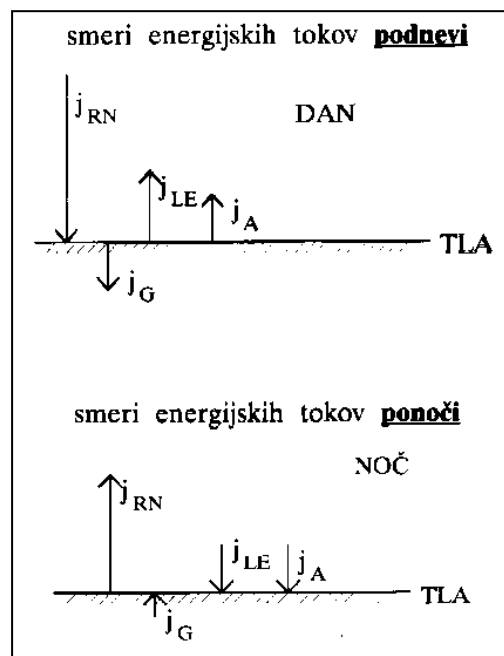
Energijska bilanca tal: Površina tal predstavlja neskončno tanko plast, ki ne more shranjevati toplote. Zato mora biti vsota vseh energijskih tokov, ki pridejo do površine oziroma od nje odhajajo enaka 0.

$$j_{RN} + j_G + j_A + j_{LE} = 0$$

pri čemer je:

- j_{rn} - sevanje
- j_g - kondukcija
- j_a - zaznavna toplota (konvekcija)
- j_{le} - latentna toplota (konvekcija)

Energijsko bilanco tal kot posledico procesov lahko nazorno razložimo na primeru gole zemeljske površine. V jasnem in relativno mirnem vremenu se pod vplivom energijskih in masnih tokov v biosferi izoblikujejo tipična stanja. Zemeljska površina predstavlja pri tem mejno ploskev med dvema medijema, atmosfero in tlemi, na kateri se dogajajo pretvorbe načinov prenosa energije. Ker ta površina nima lastne mase, se na njej ne more pojaviti akumulacija in zato zanjo velja zgornja enačba energijske bilance.



Slika 8: Smeri energijskih tokov na zemeljskem površju ponoči in podnevi
Vir: Erahin, 2001

Podnevi je pogonska spremenljivka globalno obsevanje sonca (del neto sevanja), ki posredno določa tudi smer in velikost drugih energijskih tokov. Njegova absorpcija na zemeljski površini povzroči dvig njene temperature in s tem konduktivni tok toplote v hladnejše spodnje plasti tal in turbulentni tok zaznavne toplote v hladnejšo atmosfero. Navadno je z dvigom temperature tal, če so tla vlažna, povezano tudi izhlapevanje, zato se pojavlja še tok latentne toplote v atmosfero.

Ponoči je nekoliko drugače. Pogonska spremenljivka je dolgovalovno sevanje zemeljske površine, ki pa prav tako kot podnevi sončno sevanje v precejšnji meri določa smer in velikost drugih energijskih tokov. Ker je sevanje energijski tok, se zanj potrebna energija jemlje notranji energiji gornje plasti tal, zemeljska površina se ohlaja in s tem povzroča temperaturne gradiente, ki k zemljini površini usmerjajo konduktivni tok toplote iz globljih plasti tal in turbulentni tok toplote iz atmosfere. Če pade temperatura zemeljske površine pod temperaturo rosišča, se pojavi na njej rosa, slana in je tudi tok latentne toplote usmerjen k njej.

V enačbi energijske bilance zemeljske površine je prevladujoči člen neto sevanje. Izjema je čas ob sončnem vzhodu in zahodu, ko je ta blizu nič. Tipične dnevne vrednosti so nekaj sto, tudi nad 500 W/m^2 , ponoči pa so v velikosti nekaj 10 W/m^2 .

Gostota konduktivnega toka toplote v tleh je odvisna od toplotne prevodnosti tal in od vertikalnih gradientov temperature tal. Podnevi znaša 2–20 % od neto sevanja, ponoči pa je delež skoraj enak. V nočeh z mirnim vremenom je gostota konduktivnega toka toplote v tleh skoraj enaka gostoti toka neto sevanja (Kajfež – Bogataj, 1999).

Vaja:

Narišite graf z oceno temperature površine tal, 5 cm nad površino tal in 2 m nad površino tal. Enako narišite tudi za tla, in sicer ocenite temperaturo tal na površini, v globini 5 cm in v globini 1 m. Grafe narišite za temperaturne režime ob 12. uri in ob 24. uri.

1.1.3 Napovedovanje slane in zaščita rastlin pred njo

Razumevanje energijske bilance tal je ključnega pomena za napovedovanje slane oziroma minimalne temperature tal. Slana pomeni pojav ledenih kristalov na zemeljski površini. Za njen nastanek morata biti izpolnjena dva pogoja:

1. prisotnost hladnega zraka,
2. možnost dodatnega ohlajevanja.

Pravočasna napoved slane je smiselna in pomembna tedaj, kadar z različnimi ukrepi lahko bodisi umetno preprečimo nastanek slane ali pa imamo možnost zaščite rastlin pred mrazom. Slano napovedujemo preko različnih metod, in sicer (Kajfež – Bogataj s sod., 1999):

1. Metoda rosišča,
2. Langovo pravilo,
3. Metoda Mihaljevskega,
4. Braunova metoda in druge.

Pri metodi rosišča določimo nevarnost slane s pomočjo določitve temperature rosišča ob 17. uri. Če velja, da je temperatura rosišča ob tej uri manjša od $0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, potem je nevarnost slane. Temperatura rosišča je temperatura, pri kateri je pritisk vodne pare maksimalen. Pri tej temperaturi je relativna vlažnost 100 %. To je tudi temperatura, ki jo mora zrak v procesu ohlajanja doseči, da bi vseboval maksimalno količino vlažnosti (Virant, 2010)

Langovo pravilo temelji na psihometriški meritvi okoli 17. ure (temperatura mokrega in suhega termometra). Nevarnost slane pri tej metodi nastopi, kadar je:

$$T_{\text{mokri}} \leq (0,425 \times T_{\text{suhi}}) - 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Metoda Mihaljevskega temelji na psihometriški meritvi ob 13. uri. Napoved minimalne nočne temperature zraka se določi po enačbi:

$$T_{\text{min}} = T_{\text{mokri}} - (T_{\text{suhi}} - T_{\text{mokri}}) \times C(f)$$

Napoved minimalne nočne temperature površine tal pa se določi po sledeči enačbi:

$$T_{\text{min}} = T_{\text{mokri}} - (T_{\text{suhi}} - T_{\text{mokri}}) \times 2C(f)$$

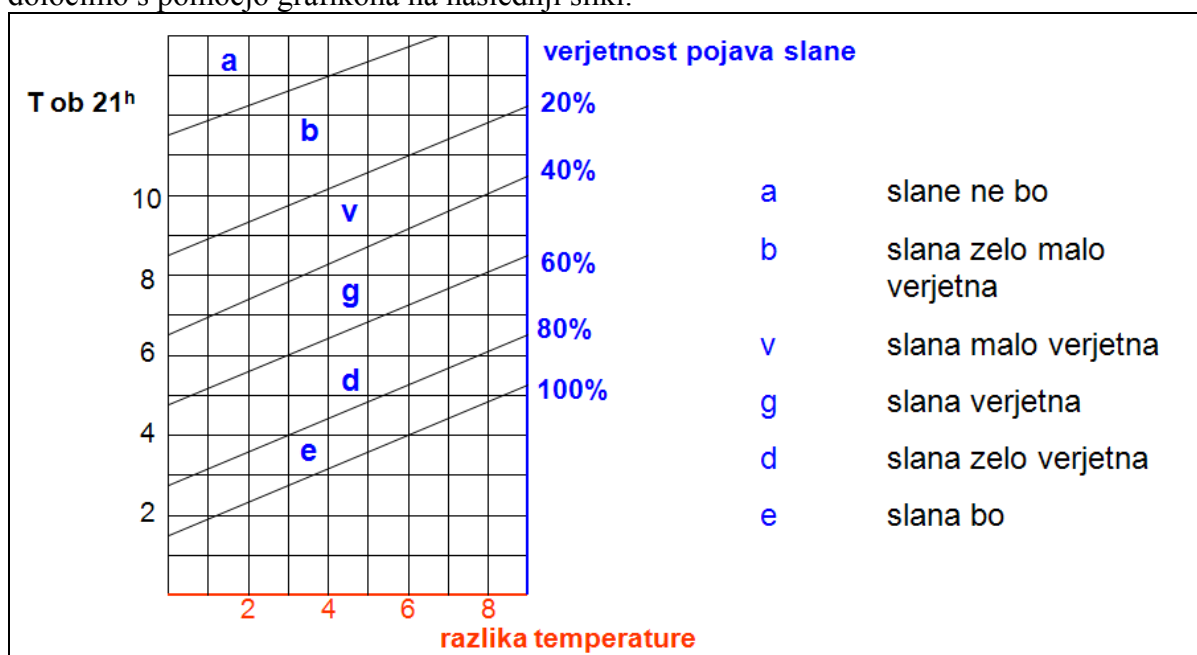
Koeficient C je funkcija relativne zračne vlage (f). Razmerje med f (%) in C(f) je podano v spodnji preglednici.

Tabela 4: Razmerje med koeficientom $C(f)$ in relativno zračno vlago (f) v %

f (%)	$C(f)$
10	0,3
20	0,4
30	0,6
40	0,8
50	1,1
60	1,5
70	2,1
80	2,9
90	3,9
100	5,4

Vir: Kajfež – Bogataj s sod., 1999

Braunova metoda temelji na predpostavki, da je nevarnost slane odvisna od temperature zraka ob 21:00 uri in temperaturne razlike (ΔT) med 13. in 21. uro. Verjetnost pojava slane določimo s pomočjo grafikona na naslednji sliki.

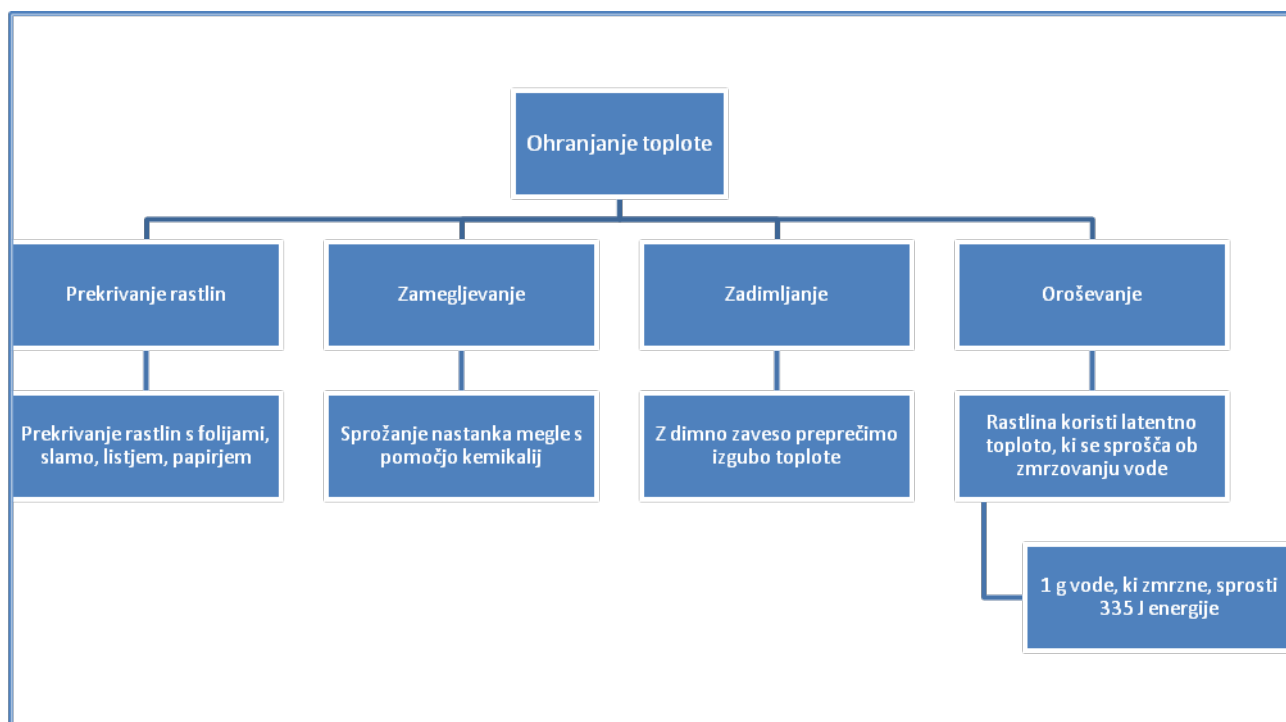


Slika 9: Določitev nevarnosti slane po Braunovi metodi

Vir: Kajfež – Bogataj s sod., 1999

V primeru izračunane nevarnosti slane moramo pri občutljivih rastlinskih vrstah poiskati optimalno metodo za preprečevanje slane. Za preprečevanje pozebe se uporabljajo različne metode, kot so indirektne – pasivne (izbira lokacije, izbira kulture, sorte, pravilna obdelava zemljišč, agrotehnika ipd.) in direktne – aktivne. Pri izbiri lokacije je potrebno omeniti, da v pogostosti pozeb izstopajo širše kotlinske in ravninske lege, medtem ko je pogostost pozeb manjša na pobočnih in grebenskih legah ter na legah, ki jim reliefna pogojenost omogoča dobro prevetrenost.

Za preprečevanje škodljivega vpliva poznih spomladanskih in zgodnjih jesenskih slan imamo na voljo številne direktne metode, ki temeljijo na treh osnovnih principih, in sicer na principu ohranjanja toplote, dodajanja toplote in mešanja zraka. Cilj ohranjanja toplote je, da v prizemni plasti tal, v kateri se nahajajo rastline, zadržimo tekom noči čim več toplote, ki jo sevajo tla. To lahko dosežemo z metodami, ki jih prikazuje naslednja slika.



Slika 10: Metode ohranjanja toplote v prizemni plasti tal
Vir: Lasten



Slika 11: Protislanska zaščita v nasadu breskev z oroševanjem
Vir: Žust, 2011

Eden izmed najbolj učinkovitih načinov preprečevanja pozebe je dodajanje toplote. Pri tej metodi, ki se v glavnem uporablja v vrtnarstvu, deloma tudi v sadjarstvu in vinogradništvu, s pomočjo peči na različna goriva (les, naftni derivati ipd.) segrejemo zrak in ga mešamo v

inverzni plasti. Metoda je mnogo bolj učinkovita pri gojenju rastlin v rastlinjakih in drugih pokritih površinah kot na prostem.

Metoda mešanja zraka kot tretja metoda za preprečevanje pozebe pa temelji na principu, da mešanje toplih in hladnih plasti zraka zmanjšuje možnost pozebe v prizemni plasti zraka. Do tega mešanja lahko pridemo s pomočjo velikih ventilatorjev ali celo z uporabo helikopterjev (Kajfež – Bogataj s sod., 1999).

1.1.4 Temperatura

Temperatura je fizikalna lastnost snovi, ki jo merimo s pomočjo termometrov, ki delujejo po principu spreminjanja volumna tekočine pri spreminjanju temperature. Običajna merilna tekočina v termometru je živo srebro, uporablja pa se lahko tudi alkohol in druge snovi, ki primerno spreminjajo volumen v odvisnosti od temperature.

Čeprav se v vsakdanjem življenju za temperaturo uporablja predvsem enota °C (stopinje Celzija), je osnovna enota za temperaturo K (kelvin). Temperaturo, izraženo v kelvinih, imenujemo absolutna temperatura, ker je neposredno povezana s termičnim gibanjem. Če bi bilo mogoče, da bi snov imela temperaturo 0 K, bi pri tej temperaturi molekule v snovi povsem mirovale. Ker popolno mirovanje vseh molekul v snovi ni mogoče, tudi temperatura 0 K ni mogoča.

Celzijeva skala je vezana na tališče in vrelišče vode. Temperaturno območje med tema temperaturama je razdeljeno na 100 enako velikih stopinj. Kelvinova temperaturna lestvica je definirana preko plinske spremembe pri konstantnem tlaku. V tem primeru je volumen plina sorazmeren s temperaturo. Absolutna ničla je temperatura, pri kateri bi volumen idealnega plina teoretično postal nič, to je pri –273 °C. En kelvin je ekvivalenten 1 °C. Temperaturo v °C zapišemo v kelvinih po enačbi:

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273$$

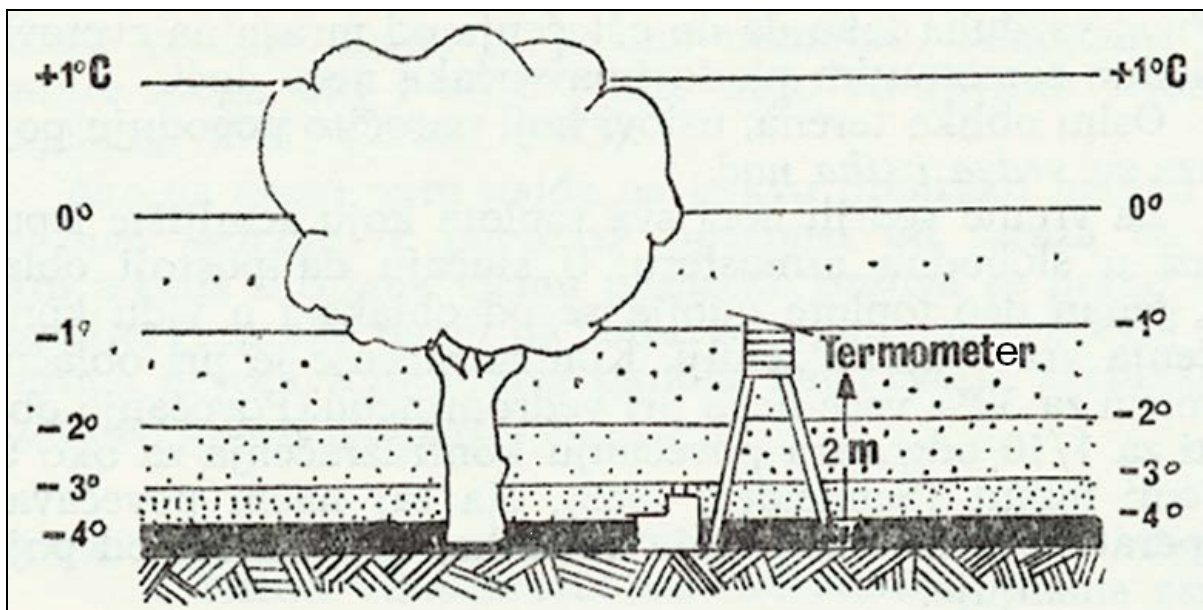
Temperaturo lahko izražamo tudi po Fahrenheitovi temperaturni lestvici in jo označujemo s °F. Nemški fizik Fahrenheit je za ničlo te lestvice vzel najnižjo temperaturo, ki jo je dosegel z mešanico soli in ledu. Kot drugo umeritveno točko je vzel temperaturo človeškega telesa. Interval med njima je najprej razdelil na 12 enot, kasneje pa vsako od njih na 8 enot, kar skupno pomeni 96 stopinj. V tej temperaturni lestvici voda zmrzuje pri normalnem atmosferskem tlaku pri 32 °F in vre pri 212 °F. Pretvorba iz Fahrenheitove lestvice v Celzijevo gre po sledeči enačbi:

$$T(^{\circ}C) = (T(^{\circ}F) - 32^{\circ}F) / 1,8$$

Formula za obratno pretvorbo je sledeča:

$$T(^{\circ}F) = 1,8 T(^{\circ}C) + 32$$

Temperatura prizemne plasti zraka se v stabilnem ozračju spreminja. Spremembe so opazne že na nivoju nekaj metrov. Spreminjanje temperature na mikro lokaciji nam prikazuje naslednja slika.



Slika 12: Razpored temperature zraka po višini v jasni noči brez vetra

Vir: Kajfež – Bogataj s sod., 1999

Poleg temperature ozračja je za rastlinsko pridelavo pomembna tudi temperatura tal, ki jo običajno merimo na različnih globinah. Talna temperatura je običajno celo pomembnejša od temperature ozračja, saj vpliva na razvoj koreninskega sistema in sprejem vode s hranili, kar kljub nižjim temperaturam zraka omogoča hitrejšo rast rastlin. Zaradi tega v rastlinjakih toplotno zahtevnim rastlinam ogrevamo tla, ki posledično segrevajo ozračje.

Pri rasti rastlin spremljamo temperaturo v različnih razvojnih fazah, kot so kalitev, vznik, vegetativna rast, cvetenje, oprašitev in oplodnja, razvoj ploda in semena, skladiščenja pridelka, prenehanja rasti.

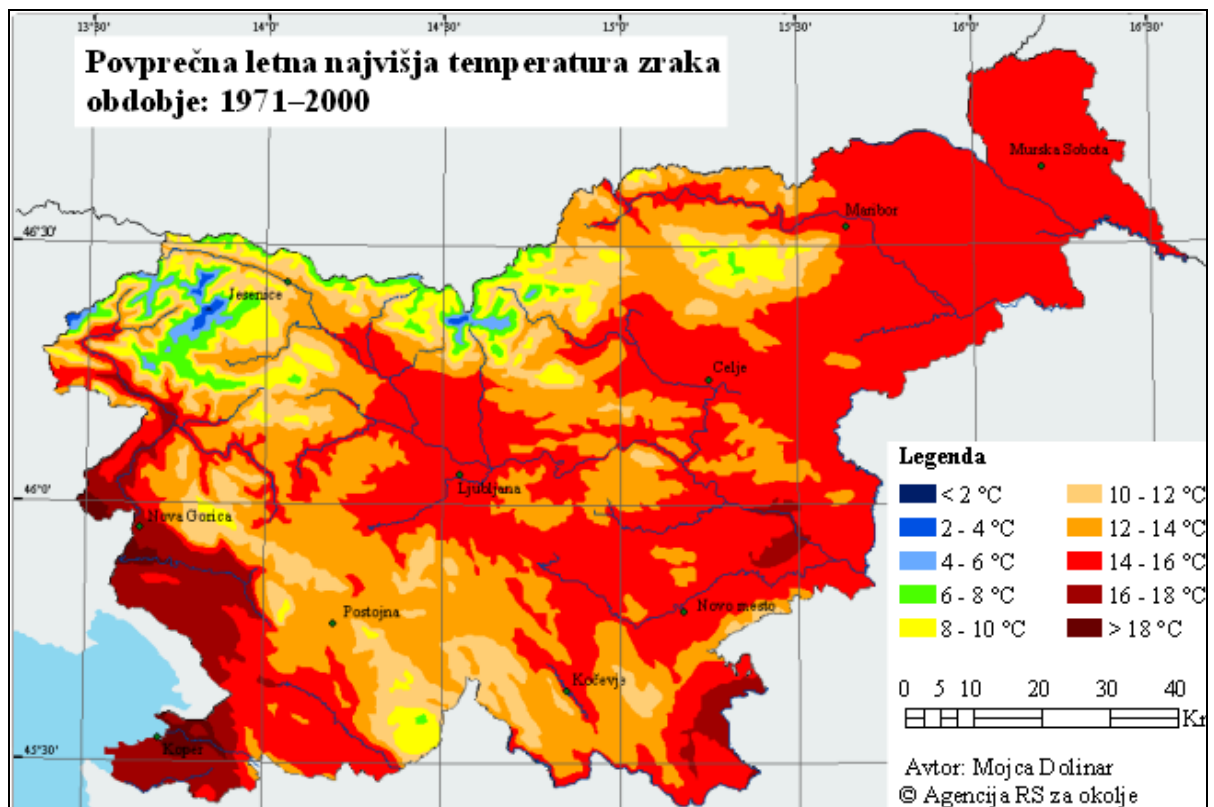
Posamezne rastline so rastline toplih pridelovalnih območij in rastejo le pri višjih temperaturnih pogojih. Spet druge bolje rastejo v hladnejših rastnih pogojih. Nekatere rastline potrebujejo za prehod iz vegetativne faze v generativno obdobje hladnega vremena za jarovizacijo (npr. žita, dvoletne rastline po prezimitvi v fazi mlade rastline spomladi prično z generativnim razvojem). Spet druge vrste potrebujejo krajša hladnejša obdobja za nastavek pridelka (npr. cvetača potrebuje kratko obdobje z nočnimi temperaturami okoli 15 °C za nastavek rože). Torej, s poznavanjem temperaturnih zahtev posameznih rastlin se z izborom rastišča prilagajamo njihovim potrebam.

Temperatura 5 °C je dejanska meja življenja kmetijskih rastlin (biološki temperaturni minimum), pri temperaturi pod 0 °C pa večina rastlin odmre. Posamezne poljščine so sicer bolj prilagojene na nizke temperature in prenesejo tudi bistveno nižje temperature (rž do -29 °C, pšenica do -20 °C, ipd.). Poleg nizkih temperatur so škodljiva tudi temperaturna nihanja (dnevna, tedenska ...), saj se pri hitri spremembi temperature rastline ne morejo prilagoditi drugačnim rastnim pogojem. Z zgoščevanjem rastlinskega soka, s povečevanjem koncentracije soli v soku in drugimi prilagoditvami se rastline namreč lahko pripravljajo na prihajajoče nizke temperature, s čimer se močno poveča njihova tolerantnost nanje.

Pri umeščanju posameznih rastlin v določeno pridelovalno območje igra veliko vlogo pojav slane (padec temperatur pod 0 °C). Pozne spomladanske in zgodnje jesenske slane namreč omejujejo čas rasti poljščin, ki so občutljive na mraz (npr. koruza, fižol, paprika, paradižnik, idr.). Tako kot škodujejo nizke temperature, tudi previsoke negativno ali celo kvarno vplivajo

na rastline. Pri 45 °C preneha delovati klorofil, kar pomeni, da ni več fotosinteze. Že pri nižjih temperaturah (nad 35 °C) prihaja do predčasnega dozorevanja rastlin, do ožigov na plodovih, listih in podobno.

Kmetijske rastline potrebujejo različno količino toplote za dozorevanje. Kot merilo uporabljamo količino toplotne energije, potrebne od začetka do konca rasti. Tej količini rečemo temperaturna vsota in je vsota vseh povprečnih dnevni pozitivnih temperatur od dneva vznika do dneva dozoritve plodu. Posamezno rastlino lahko gojimo le tam, kjer ima na razpolago primerno količino toplotne energije. Povprečne temperature zraka v Sloveniji prikazuje spodnja slika.



Slika 13: Povprečna letna temperatura zraka v Sloveniji v obdobju od 1971 do 2000

Vir: http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/nastanek_prsti/index.html (29. 11. 2010)

Povprečna dnevna temperatura zraka se izračuna iz opazovanj ob 7., 14. in 21. uri po krajevnem času po obrazcu $(t_7 + t_{14} + 2 \times t_{21}) : 4$. Povprečna mesečna temperatura je povprečje dnevni povprečnih temperatur. Povprečne letne vrednosti pa so izračunane iz povprečnih mesečnih vrednosti (Statistični letopis RS 2009, 2010).

Vaja:

Utemeljite sledeč pojav: Zjutraj ste poslušali podatke o vremenu in ste slišali, da je v vašem kraju +1 °C. Vendar ste morali pred odhodom v šolo vseeno odstraniti led z vetrobranskega stekla vašega avtomobila. Kako je to mogoče?

1.1.5 Zračna vlaga

Vsebnost vode v zraku je pomemben faktor, ki vpliva na počutje in razpoloženje ljudi ter na biokemične procese v rastlini. Na razpoloženje in počutje vpliva predvsem kombinacija relativne zračne vlažnosti in temperature zraka. Primer takšnega stanja je visoka vlažnost zraka pred poletno nevihto, ko se slabše počutimo. Relativna zračna vlaga v zraku pa lahko vpliva tudi na električne elemente in posamezne komponente.

Voda, ki v naravi stalno kroži, je lahko v enem izmed treh agregatnih stanj:

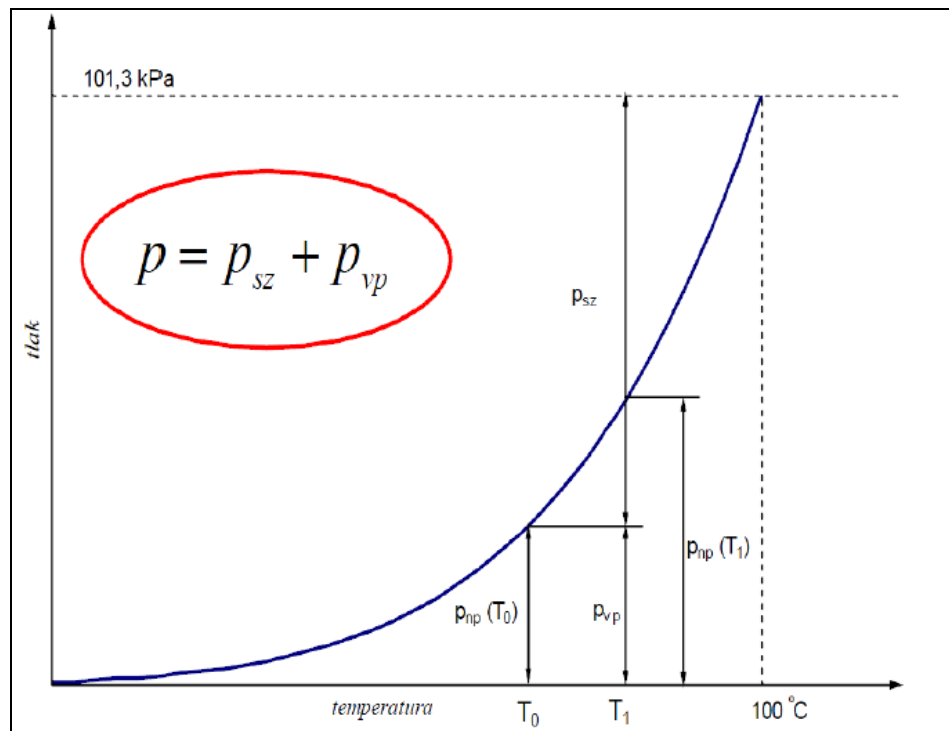
- trdnem (pri temperaturi pod 0 °C),
- tekočem (običajno pri temperaturi od 0 °C do 100 °C),
- plinastem – vodni hlapi (pri temperaturi od 0 °C do nad 100 °C).

Vodni hlapi so plin brez barve, okusa in vonja, zato jih ne moremo s svojimi čutili razločevati od zraka. Vodni hlapi prihajajo v ozračje z neposrednim izhlapevanjem (evaporacijo) iz mokrih tal, jezer in drugih mokrih površin ali pa s posrednim izhlapevanjem preko rastlin (transpiracija).

Voda v naravi stalno kroži. Ravno izhlapevanje je prva faza kroženja. Izhlapela voda se v obliki vodnih hlapov dviga v zrak. Del hlapov zaradi visoke koncentracije vodne pare v ozračju kondenzira in se kot padavina vrne nazaj na površino tal, del hlapov pa v zraku ostane. Količina vode, ki izhlapi iz površine tal, je odvisna od

- toplotnega stanja površine tal,
- ekspozicije (lege) zemljišča,
- inklinacije (nagiba) zemljišča,
- barve in vlažnosti tal,
- moči vetra,
- zračnega tlaka.

Vsaki temperaturi zraka odgovarja maksimalna mogoča količina vodne pare, ki jo je zrak pri tej temperaturi zmožen zadrževati. Pri tej maksimalni vlagi pravimo, da je zrak nasičen z vodno paro. Če bi v zrak dodali dodatno količino vodne pare, bi prišlo do kondenzacije. Odvisnost tlaka nasičene vodne pare (P_{np}) od temperature zraka nam podajata spodnja slika in tabela.



T_0 - temperatura rosišča

$P_{np}(T_0)$ - tlak nasičene vodne pare pri temperaturi rosišča

Slika 14: Odvisnost tlaka nasičene vodne pare (P_{np}) od temperature zraka

Vir: Virant, 2010

Tabela 5: Odvisnost tlaka nasičene vodne pare (P_{np}) od temperature zraka

$T [^{\circ}\text{C}]$	$P_{np} [\text{kPa}]$
0	0,611
10	1,229
20	2,340
30	4,245
40	7,381
50	12,339
60	19,932
70	31,179
80	47,376
90	70,150
100	101,396

Vir: Virant, 2010

V meteorologiji poznamo dva načina merjenja vlage zraka, in sicer:

- absolutno vlago in
- relativno zračno vlago.

Relativna vlažnost zraka je definirana kot razmerje njegove vlažnosti in absolutne vlažnosti nasičenega zraka pri enaki temperaturi, kar prikazuje spodnja enačba (Virant, 2010).

$$RV = (P_{vp}/P_{np}(T)) * 100\% = (m_{vp}/m_{np}(T)) * 100$$

Absolutna vlažnost zraka opredeljuje količino vodne pare, ki jo vsebuje vlažen zrak in se izraža kot masa vodne pare na 1 kg suhega zraka.

Zračno vlago merimo s številnimi metodami. Najpogostejši način merjenja je s pomočjo mehanskega higrometra, ki uporablja človeške ali živalske dlake. Slednje imajo lastnost, da spreminjajo dolžino v odvisnosti od relativne vlažnosti. Senzor uporablja na ducat vlaken, ki so prednapeta preko vzmeti. Sprememba v dolžini vlaken zaradi sprememb v relativni vlažnosti zraka je opazna, ko se začne mehanizem s kazalcem na skali odklanjati in pokaže vrednost relativne vlažnosti. Po kalibraciji pri temperaturah 15 °C do 20 °C je natančnost 3 do 4 % v območju temperature od 8 °C do 35 °C. Ta način merjenja se lahko uporablja za merjenje v temperaturnem razponu od –10 °C do 60 °C s predhodnim umerjanjem za delovno temperaturo (Virant, 2010).

VPRAŠANJA ZA RAZMISLEK

1. Analizirajte načine prenosa energije v tleh. Kateri način prenosa toplote v globlje plasti tal je najpomembnejši? Razložite.
2. Za rast in razvoj rastlin je potrebno poznavanje temperaturnih lastnosti kraja in količine padavin, kjer želimo pridelovati rastline in gojiti živino. Analizirajte temperaturne lastnosti domačega kraja in padavinski režim. Podatke slikovno predstavite v obliki grafikona.
3. Pri pregledu temperatur v popoldanskem času in stanja v prizemni plasti atmosfere ugotovimo nevarnost jutranje slane. S katerimi ukrepi lahko preprečimo posledice slane na cvetočih jablanah? Razložite način delovanja oroševanja pri zaščiti cvetov proti spomladanski pozebi.
4. Razložite vpliv zračne vlage in temperature na razvoj glivičnih bolezni. Pri tem upoštevajte ekološke zahteve različnih glivičnih bolezni po okoljskih dejavnikih za infekcijo, ki jih lahko najdete na internetni strani FITO-INFO.

POVZETEK

Na rast in razvoj rastlin vplivajo številni dejavniki okolja. Mnogokrat so kar omejujoči dejavniki pri uvrščanju določene rastlinske vrste v kolobar. Zato je spremljanje vremenskih pojavov in poznavanje podnebja določenega pridelovalnega območja eden izmed pomembnejših temeljev rastlinske pridelave. Izmed vseh dejavnikov okolja sta najbolj omejujoči temperature in padavine, ki določata dolžino vegetacije in možnost za gojenje rastlin preko celotne vegetacije. Prav tako je za preprečevanje spomladanskih pozeb zaradi slane potrebna pravočasna napoved slane na posameznem območju. Nevarnost slane lahko določimo tudi sami in se na podlagi podatkov pravočasno pripravimo na ukrepe za zaščito rastlin.

1.2 VREME IN PODNEBJE

UVOD

Klima ali podnebje določenega pridelovalnega območja pogosto odločilno vpliva na sestavo kolobarja. Pri razvrščanju rastlin se pogosto srečamo s potrebo po osvetljenosti rastlin, s potrebo po vodi, z vplivom dolžine dneva na rast in razvoj in podobno. Še kako pomembna je mikroklima posamezne njive, parcele, njen nagib, usmerjenost za gojenje posameznih rastlinskih vrst. Mikroklima pogosto odločujoče vpliva na lokacijo trajnih nasadov, kjer so spomladanske pozebe pogubne za pridelovalca.

MOTIVACIJSKI PRAKTIČNI UVOD

Področje jugovzhodne Slovenije spada v dinarsko kraški svet z vsemi svojimi značilnostmi. S poznavanjem klime tega področja lahko ugotovimo, da na tem območju danosti okolja omogočajo gojenje številnih rastlin, tako trajnih nasadov kot enoletnih. Izmed trajnih nasadov so značilna vinogradniška in sadjarska območja, izmed enoletnih rastlin pa lahko pridelovalci pridelujejo tudi najzahtevnejše kulture, kot so paprika, paradižnik, lubenice in drugo.

1.2.1 Vreme

Vremenski pojavi z dežjem, soncem, vetrom ... omogočajo normalen razvoj rastlin. Z razvojem oblakov in padavin namreč oskrbuje rastline z vodo, z vetrom oprahuje vetrocvetke (prenaša cvetni prah iz prašnikov na pestiče), ob jasnem vremenu osonči rastline za normalen potek fotosinteze – asimilacije organske snovi, glede na vremenske pojave se spreminja temperatura in mikroklima v okolici rastlin. Zato si na kratko pogledimo, kako posamezni vremenski pojavi nastanejo.

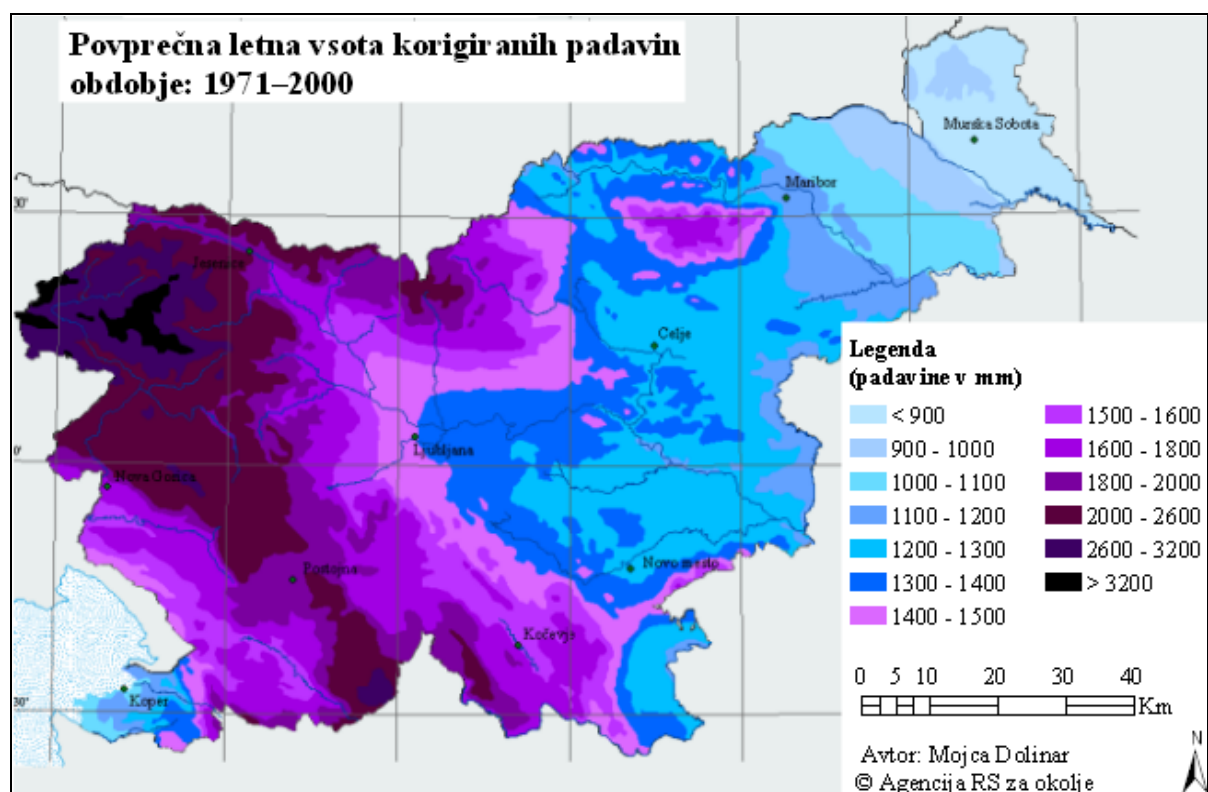
Oblačnost in padavine: Oblaki nastanejo, kadar se zrak ohladi do stopnje, ko ne more zadržati svoje vode v obliki vodne pare. Pojavijo se vodne kapljice, ki jih vidimo kot oblake ali meglo. Da nastane oblak, se mora zrak dvigniti ali pa biti dvignjen. Zrak se dviga zaradi termike (segrevanja). Ob sončnih dneh so tla topla, zato se topel, vlažen zrak lahko dvigne v višje plasti, kjer se ohladi in vodna para se izloči iz hladnejšega zraka v obliki vodnih kapljic, kar vidimo kot oblak. Pogosto se oblaki razvijejo tudi nad hribi in gorovji, kjer se je zrak prisiljen dvigniti ob pobočjih, zaradi česar se ohladi in izloča vodno paro v obliki vodnih kapljic. Iz nekaterih oblakov nastanejo padavine (dež, sneg, soda itd.). Padavine lahko nastanejo ob trkih in zlitju vodnih kapljic različnih velikosti v oblaku. Dvigajoči se zrak, iz katerega je nastal oblak, ima dovolj moči, da manjše kapljice zadrži v višini, medtem ko večjih kapljic zaradi prevelike teže ne more več zadrževati, in začne padati. Zaradi trkov kapljic v oblaku se le-te večajo in lahko postanejo tako velike, da padejo iz oblaka in dosežejo tla, ne da bi izhlapele na poti do zemeljskega površja. Drug način nastanka padavin poteka v oblakih, ki vsebujejo zmes vodnih kapljic in lednih kristalov. Ne zmrznejo vse kapljice pri 0 °C, nekatere so zaradi svoje majhnosti obstojne tudi v razmerah do -38 °C. V takih okoliščinah so vodne kapljice nagnjene k združevanju z zmrznjenimi kapljicami. Če taki ledeni kristali padejo iz oblaka in pridejo do tal, sneži. Pogosteje pa se ledeni kristali v zraku stalijo in padejo na tla kot dež. Občasno ponese zrak nekatere vodne kapljice v zgornje dele oblaka, kjer zmrznejo. Zaporedno dvigovanje in spuščanje je lahko vzrok za nastanek zrn toče, ki so sestavljena iz ledenih plasti. Toča se pojavlja v posebnih vrstah oblakov, in sicer kadar se zrak dviguje zelo hitro. Za rastlinsko pridelavo je najpomembnejša oblika padavin dež. Količino dežja merimo z dežemerom (*ombrometrom*) in izrazimo kot globino vode, ki se

zbere na ravni podlagi. Merimo jo lahko na četrtingo mm natančno. Včasih jo izrazimo v litrih na kvadratni meter ($1 \text{ L/m}^2 = 1 \text{ mm}$).

Padavine so vse oblike vode, ki jo zemlja dobi iz ozračja v trdni ali tekoči obliki in lahko nastanejo tudi na tleh (rosa, slana, ivje). So za življenje rastlin izrednega pomena, saj:

- je voda glavni posrednik pri prehrani rastlin - korenine črpajo hranila le, ko so raztopljena v vodi,
- je voda glavni sestavni del rastlinskega organizma,
- voda posreduje pri mnogih fizikalnih, kemičnih in bioloških spremembah v rastlinah in v tleh, uravnava temperaturo v rastlinah in vzdržuje turgor,
- deževne padavine lahko vnašajo del hranil v tla.

Če pri drugih meteoroloških elementih spremljamo srednje vrednosti, pri padavinah računamo vsoto za posamezno obdobje. Mesečne in letne količine padavin nam kažejo na skupno količino padavin in njeno porazdelitev v letu. Slovenija spada med območja, ki ima relativno veliko količino padavin. Izjema je le panonski svet, kjer je količina padavin na letnem nivoju pod 800 mm (slika 15). Do konca prejšnjega stoletja (preden se je pričelo ozračje segrevati) smo imeli razmeroma dobro razporeditev padavin v letu, tako da je bila rastlinska pridelava stabilna. V zadnjih letih pa smo vsako leto priča krajšim ali daljšim sušnim obdobjem, ki omejujejo rastlinsko pridelavo. Celo na Gorenjskem, kjer je veljalo, da je dovolj padavin za pridelavo poljščin, se v zadnjih letih pojavljajo suše in zmanjšujejo količino in kakovost pridelkov.



Slika 15: Povprečna letna količina padavin v Sloveniji v obdobju od 1971 do 2000

Vir: http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/nastanek_prsti/index.html (29. 11. 2010)

Padavine se merijo vsak dan ob 7. uri zjutraj. Dan z dežjem ali dan s snegom je dan, ko je na meteorološki postaji padlo vsaj 0,1 mm ali 0,1 l/m² ustreznih padavin v 24 urah (od 7. ure do 7. ure naslednjega dne). Če je v tem času deževalo ali snežilo hkrati ali izmenoma, se šteje tak

dan kot dan z dežjem in s snegom. Dan s snežno odejo je dan, ko je bilo na meteorološki postaji ob 7. uri najmanj 1 cm snežne odeje (Statistični letopis RS 2009, 2010).

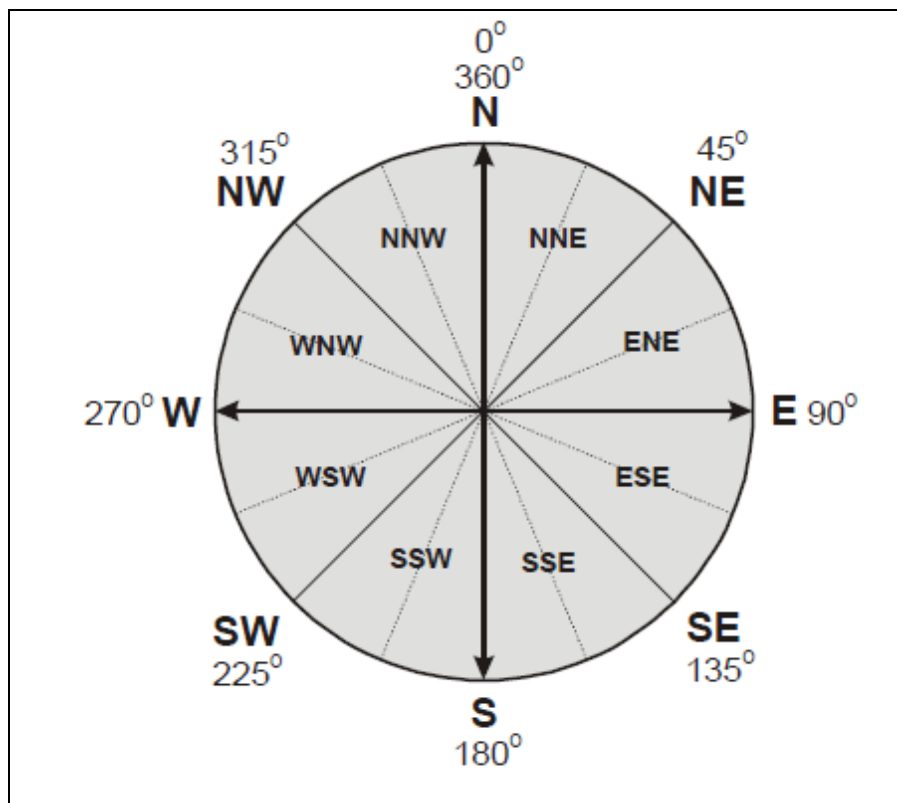
Vaja

Analizirajte količino padavin in njihovo razporeditev za domači kraj.

Veter je gibanje zraka, ki je odvisno od razlike v zračnem pritisku. Nastane zaradi segrevanja zraka v prizemni plasti, zaradi česar postaja lažji in se prične dvigovati. Na njegovo mesto priteka hladnejši zrak iz okolice. Zrak se med dvigovanjem razširi nad toplim območjem in se potem nad hladnejšim delom spet spusti proti tloraju. Veter je pomemben prenašalec cvetnega prahu pri vetrocvetnih rastlinah, drugače pa ni neposredno potreben za življenje. Zaradi svojega delovanja v glavnem škodi kmetijski pridelavi, ker:

- odnaša delce prsti in poslabšuje teksturo tal,
- povečuje izhlapevanje vode in sušenje tal,
- povzroča pleganje posevkov,
- prenaša trose rastlinskih bolezni,
- omogoča gibanje nekaterim škodljivcem,
- preprečuje opraševanje žužkocvetnih rastlin.

Smeri vetra, kot jih prikazujejo podatki meteoroloških postaj označujejo, od kod veter piha, kar prikazuje naslednja slika. Meritve vetra potekajo na avtomatskih postajah zvezno (ves čas), na klimatoloških postajah pa merijo ali ocenjujejo veter trikrat dnevno, zato lahko prihaja do razlik med enimi in drugimi podatki (Statistični letopis RS 2009, 2010)



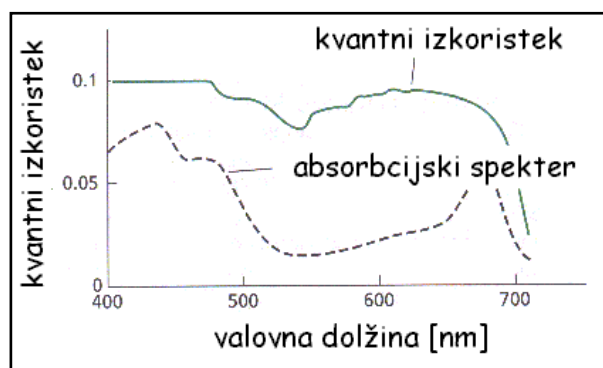
Slika 16: Smeri vetra
Vir: Statistični letopis RS 2009, 2010

Vaja

Analizirajte vetrovnost za domači kraj.

Osvetljenost in dolžina dneva: glavni vir svetlobe na Zemlji je Sonce. Je neposredni vir energije zelenim rastlinam za asimilacijo CO_2 oz. za fotosintezo. Brez svetlobe se ne more tvoriti klorofil, ki je potreben za sprejem energije Sonca za tvorbo organske mase. Svetloba neposredno spodbuja rast in obračanje rastlin. Delovanje sončne svetlobe na kultivirane rastline je odvisno od kakovosti in jakosti svetlobe ter dolžine dnevne osvetlitve.

Izmed celotnega spektra sončnega sevanja je za fotosintezo rastlin ključen del med 400 in 700 nm. Ta del sončnega sevanja imenujemo fotosintetsko aktivno sevanje (PAR). V primeru umetnega podaljševanja dneva rastline osvetljujemo s svetlobo valovih dolžin med 400 in 700 nm. Kakršno koli drugo osvetljevanje ne pride v poštev, saj ostali del spektra ne sproži fotosinteze. UV spekter sončnega sevanja škoduje rastlinam. Vijolični in vijolično moder spekter svetlobe uravnava fototropizem (obračanje rastlin in njihovih delov proti svetlobi).



Slika 17: Kvantni izkoristek sevanja različnih valovnih dolžin za potek fotosinteze v rastlinah
Vir: Grace s sod., 1981

Intenzivnost sončne osvetlitve je odvisna predvsem od zemljepisnega položaja območja oziroma od kota, pod katerim padajo nanj sončni žarki. Bolj kot se kot približuje 90 %, večja je intenzivnost osvetlitve. Poleg tega nanj vplivajo še sledeči dejavniki:

- barva tal (temnejša vpijejo več sončne svetlobe kot svetlejša)
- nadmorska višina (na višji nadmorski višini je intenzivnost osvetlitve večja)
- dnevna ura in letni čas,

Rastline izkoristijo le do 4 % energije, ki jo pade na površino tal.

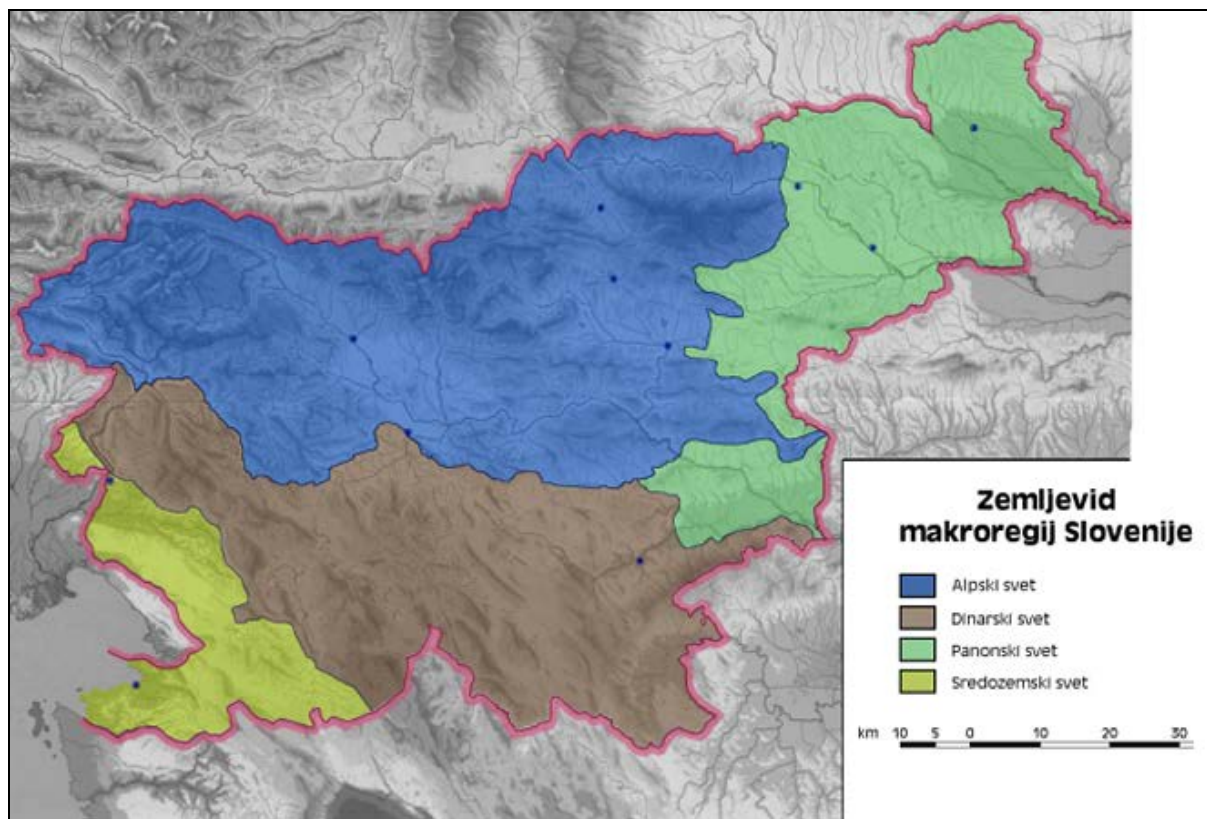
Veliko vlogo pri razvoju kmetijskih rastlin igra dolžina dneva, to je dolžina dnevne osvetlitve. Na območju Slovenije (Evrope) se dolžina dneva spreminja glede na letni čas. Najdaljša je 22. 6., najkrajša pa 21. 12. Po dolžini dneva in noči delimo rastline na rastline dolgega dne, rastline kratkega dne in nevtralne rastline. Dnevna osvetlitev, ki je daljša od 14 ur, velja za dolg dan, krajša od 14 ur pa za kratek dan. Rastline dolgega dne najbolje uspevajo in zaključijo razvojni krog v času dolgega dne, podobno kot rastline kratkega dne v času krajše dnevne osvetlitve. Dolžina dneva namreč vpliva na prehode med posameznimi fazami rasti, to je na razvoj cvetov in plodov, na vegetativno rast ipd.

1.2.2 Podnebje

Pri izboru kmetijskih rastlin za posamezno pridelovalno območje nam trenutno vreme ne pove veliko o primernosti območja za posamezno rastlinsko vrsto. Bolj kot trenutno vreme nas zanimajo vremenska dogajanja v določenem časovnem intervalu in to imenujemo podnebje. Podnebje opisuje celotno vreme, ki se je dogajalo v nekem časovnem intervalu na določenem mestu. Vključuje povprečne vremenske razmere, pravilna zaporedja letnih časov ter posebne vremenske dogodke, kot so tornadi in poplave. Podnebje nam pove, kakšno je običajno vreme za naše kraje. Lahko je to vlažno podnebje, milo podnebje, snežno podnebje, deževno podnebje idr. Podnebje je pravzaprav vreme, ki ga lahko pričakujemo na določenem območju v določenem času, vreme pa izraža trenutno stanje in spremembe. V zadnjem obdobju smo priča spreminjanju podnebja – povečevanju povprečnih letnih temperatur zraka v prizemni plasti in povečanju nenadnih in sunkovitih vremenskih pojavov, kot so neurja, toče, suše ipd. Večina strokovnjakov to povezuje z onesnaževanjem ozračja in pojavu učinka tople grede.

Podnebje v Sloveniji je vezano na relief in pokrajine naše države. Tako se lahko na relativno majhnem prostoru srečamo z različnimi geografskimi svetovi:

- alpski svet,
- panonski svet,
- dinarsko kraški svet,
- primorski (sredozemski) svet.



Slika 18: Razdelitev Slovenije glede na podnebje

Vir: http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/nastanek_prsti/index.html (29. 11. 2010)

Značilnosti podnebja v naših krajih so posledica lege Slovenije v zmerni zemljepisni širini razmeroma blizu Atlantika in na prehodu med Sredozemljem in evrazijsko celino. Razen visokogorskega alpskega sveta z gorskim podnebjem ima ostala Slovenija zmerno toplo celinsko podnebje z različnimi podtipi. Zaradi lege ob Jadranskem morju ima Primorska

toplejše podnebje z višjimi povprečnimi temperaturami v vseh letnih časih, vpliv morja pa seže po dolini Soče vse do Tolmina in do visokih kraških planot v notranjosti. Severovzhodna in vzhodna Slovenija sta pod močnim vplivom celine, glavna značilnost so nizke zimske in visoke poletne temperature z razmeroma majhno količino padavin. Osrednji del Slovenije je v prehodnem območju med obema tipoma.

Alpski svet: Alpski svet zavzema 42,1 % ozemlja Slovenije. Razteza se v severovzhodni in severni Sloveniji in je med vsemi štirimi makroregijami najbolj razgiban, čeprav je nad 1000 metrov vzpetega sveta le 21,8 %, nad 2000 metrov pa samo okrogel odstotek. Povprečna nadmorska višina je 732 metrov, 135 metrov več od slovenskega povprečja. Iz tega sledi, da je pravega visokogorja razmeroma malo. Več je sredogorskega hribovitega sveta. Tu je tudi največ strmin. Povprečni naklon alpskega sveta je kar 18 stopinj, kar je 5 stopinj več od vrednosti za celo Slovenijo. V nižjih legah sta dve obsežni ravnini na dnu Ljubljanske in Celjske kotline, mnogo je tudi globokih ledeniško-rečnih in rečnih dolin. Na robovih kotlin so naplavine starejše in bolj sprijete, zato ima vzpeto površje največkrat značilnosti gričevnatega sveta, ki je lahko prepusten ali vododržan. V višjih legah je površje v precejšnjem delu zakraselo. Le na severovzhodu makroregije je prevlada metamorfnih in magmatskih kamnin.

Podnebje je gorsko, z nižjimi temperaturami in z več padavinami glede na okolico. Temperature se z naraščanjem nadmorske višine praviloma znižujejo. Izjema je inverzna plast oziroma plast toplotnega obrata, ki je najbolj izrazita na dnu kotlin. Količina padavin se zmanjšuje v smeri od jugozahoda proti severovzhodu. Na strminah je na karbonatni podlagi tipična prst rendzina in na silikatni ranker. Drugje je debelina prsti odvisna predvsem od starosti površja in denudacije, zvrst pa od velikosti in litološke sestave delcev v matični podlagi. Prst na širokih terasah v obeh velikih kotlinah je ponekod precej rodovitna, kar omogoča intenzivno kmetovanje, usmerjeno predvsem v živinorejo. Najbolj razširjeni so bukovi gozdni sestoji, ponekod pomešani z gabrom. Precej je tudi čistih iglastih gozdov, največ smrekovih. Jelka je marsikje pomešana z bukvijo. Značilno je tudi tipično visokogorsko rastje z nekaj sto metrov debelo plastjo ruševja tik nad zgornjo gozdno mejo.

Panonski svet: Panonski svet zavzema SV in del V Slovenije. Obsega dobro četrtino našega celotnega ozemlja. Tu prevladuje nizek svet. Več kot $\frac{3}{4}$ ozemlja je pod 400 m nadmorske višine. Več kot polovica vsega ravnega sveta Slovenije je prav na tem območju.

Prehodne pokrajine med alpskim in panonskim svetom sta Dravsko in Ptujsko polje, ki so ju nasuli pohorski potoki in reka Drava ter Celjska kotlina. Kotlino sestavljata dva dela: ravninski jug in gričevnat sever, ki sega na SV do Velenjske kotline. Ravninski del Celjske kotline imenujemo tudi Spodnja Savinjska dolina. V vzhodnem delu kotline je sovodenj več rek, ki se izlivajo v Savinjo ravno pri Celju. Nekoliko bolj hriboviti sta pokrajini Kozjansko in Bizeljsko, stični pokrajini s Posavskim hribovjem. Tudi Mirenska dolina je prehodna pokrajina. Razprostira se med gričevjem ob reki Mirni.

Ena najbolj ravnih pokrajin je Krška kotlina. Tudi tu je nastala sovodenj rek Save, Sotle in Krke. Zlasti Sava je z močnim nasipavanjem proda odtrgala Krko. Iz obrobne gričevja pa so potoki naplavili predvsem ilovico, na kateri so nastala mokrotna tla.

Obsežna nižinska pokrajina panonskega sveta je pomurska ravnina, ki se razteza na obeh bregovih Mure. Na produ prevladujejo njive, drugod pa travniki. Prekmurski del te ravnine delimo na Ravensko in Dolinsko, njen J del na drugi strani pa je Mursko polje. Okoli ravnin se dviguje terciarno gričevje. Tako gričevje je Goričko, naša najsevernejša pokrajina. Tam je na kislih in plitvih prsteh veliko gozda. Bolj rodovit in poseljen je Z del.

Dinarsko-kraški svet: Dinarski svet se razprostira v južni Sloveniji in zavzema dobro četrtno njene površine. Tu je leta 1931 živela dobra šestina, leta 1991 pa slaba šestina prebivalstva Slovenije. Zaradi prostranih gozdnatih in skoraj nenaseljenih visokih dinarskih planot je gostota poselitve skoraj pol manjša od slovenskega povprečja. Pripada severozahodnemu koncu Dinarskega gorstva, ki se razen hribovitih Gorjancev vleče v značilni dinarski smeri od severozahoda proti jugovzhodu. Glavne značilnosti so: prevlada zakraselega sveta in podzemeljskega vodnega odtoka, kraška polja, prevotljenost kraškega podzemlja, presihajoča jezera, velika namočenost in gozdnatost, usmerjenost zasebnega kmetijstva v živinorejo in gozdarstvo, redka poselitev, zgoščena v rodovitnih delih podolij, tradicionalna lesna industrija ter izjemna ekološka ranljivost. Razmejitvev dinarskega sveta je najbolj izrazita na primorski strani, kjer se v glavnem naslanja na izpostavljene robove visokih dinarskih planot, ki se strmo spuščajo v sredozemske pokrajinske.

Na podnebne značilnosti vpliva predvsem izpostavljena lega na stičišču celinskega, sredozemskega, panonskega in gorskega podnebja. Bližina morja učinkuje bolj kot na toplotne razmere, dinarski svet spada med naše najbolj hladne predele, na veliko namočenost, saj se prav na izpostavljenem visokem dinarskem robu izloča izredno veliko padavin. Zaradi precejšnje nadmorske višine in zaprtosti podolij, kamor se steka hladnejši zrak, so temperaturne razmere dokaj izenačene. Povprečne temperature kažejo na hladna poletja in precej mrzle zime, ki jih nekoliko blažijo vdori toplejšega zraka iznad Jadrana. Povprečna letna temperatura se v visokem dinarskem svetu le v dolini Kolpe, Grgarski kotlinici in Čepovanskem dolu povzpne nad 8 °C, na Kambreškem nad 10 °C in v dnu spodnje Soške doline celo nad 12 °C, povsod drugod pa je nižja: v podoljih med 6 in 8 °C, na planotah pa še manj. Najnižje povprečje je na vrhu Snežnika (1796 m), kjer je letna temperatura pod 2 °C. Bolj kot povprečja so značilne in izstopajoče temperaturne skrajnosti, saj so prav na Babnem polju izmerili najnižjo temperaturno vrednost pri nas (-34,5 °C), pa tudi nekatere druge vremenske postaje, na primer Nova vas na Blokah in Sodražica, sta v samem vrhu najhladnejših izmerjenih temperatur. Vse te postaje so v zavetnih legah na dnu ne preveč globokih kotanj, kjer se v jasnih zimskih nočeh zadržuje najhladnejši zrak. Na drugi strani pa se lahko v poletnih dneh ozračje tudi močno segreje, zato so amplitude med temperaturnimi skrajnostmi izjemno velike.

Količina padavin se zmanjšuje od zahoda proti vzhodu. Največ padavin se izloči na južnih pobočjih visokega dinarskega roba, pri čemer z več kot 3000 mm letne moče prednjačita obe najvišji planoti, Trnovski gozd in Snežnik. Čeprav se v zaledju visokega dinarskega roba količina padavin zmanjšuje, pa o t. i. padavinski senci ne moremo govoriti, saj prav vse pokrajine dobijo več kot 1100 mm padavin letno. Zaradi bližine morja pade glavnina padavin v hladni polovici leta, vendar se v smeri proti notranjosti vse bolj uveljavlja drugotni poletni višek, kar kaže na postopno uveljavljanje značilnosti celinskega podnebja. Zaradi znatnih nadmorskih višin je razumljivo, da v zimskem času ponekod zapade tudi precej snega. Na ovršju Trnovskega gozda in Snežnika se snežna odeja odebeli tudi na več metrov. Na najbolj izpostavljenih stikih celinskih in sredozemskih zračnih gmot se pozimi rad pojavlja žled, tako da lahko govorimo o pravem žlednem pasu, kamor poleg Blok in Pivškega podolja spadajo tudi Brkini. Visoki dinarski rob je tudi izvor našega najbolj znanega vetra, burje. Ko se izravnava razlika med visokim zračnim pritiskom nad celino in nizkim zračnim pritiskom nad Sredozemljem, potegne krepak severovzhodnik. Ta se prek visokega in strmega dinarskega roba spušča v Vipavsko dolino, Pivško podolje in Ilirskobistriško kotlino kot nekakšen slap. Drug značilen veter je jugozahodnik, ki prinaša poslabšanja vremena in otoplitve. Nasploh je hladna polovica leta mnogo bolj vetrovna od toplejše.

Primorski svet: Primorski svet se nahaja v JZ delu Slovenije. Razprostira se od dinarsko-kraškega sveta do morja. Slovenski Primorski svet meji na severni ter na vzhodni meji z

dinarsko-kraškim svetom, na jugu meji s Hrvaško ter na zahodu z morjem. Površina tega dela Slovenije predstavlja okrog 10 %.

Za sredozemsko podnebje so značilne padavine pozimi in vroča, suha poletja. Značilne kulturne rastline tega območja vključujejo oljke, vinsko trto, citruse in hrast plutovec. Za dolino primorske so značilne mile zime in vroča poletja. Povprečna julijska temperatura, izmerjena v Ajdovščini, znaša 24 °C, pozimi pa okoli 4 °C. Letno v Vipavski dolini pade povprečno 1500 mm padavin. Podnebje v Vipavski dolini stalno krojijo vetrovi – topel in vlažen jugozahodnik, imenovan tudi mornik ter burja. Mornik piha iz Afrike v Italijo in na jadransko obalo. Nastane takrat, ko je nad Afriko visok, nad Evropo pa nizek zračni pritisk. Iz Afrike piha kot topel, suh veter, ki včasih nosi s seboj puščavski prah, pri prehodu morja pa se navlaži. Pri nas razburka morje in poslabša vreme. Burja je posebnost in značilnost Vipavske doline. To je hladen in sunkovit veter, ki se s planot spušča proti dolini. Povprečna hitrost burje je 80 kilometrov na uro, pozimi pa lahko njeni sunki dosežejo tudi do 180 kilometrov na uro. Burja na svojstven način kroji družbene in kulturne razmere v dolini.

Primorsko podnebje je najbolj toplo in milo podnebje v Sloveniji, saj vplivi morja blažijo zimski mraz in poletno vročino. Značilne so mile zime in največ sončnih dni v državi. Od pravega sredozemskega podnebja se loči po večji količini padavin in nižjih temperaturah.

1.2.3 Učinek tople grede in klimatske spremembe

Učinek tople grede je povišanje temperature na Zemlji zaradi določenih plinov v atmosferi (vodna para, ogljikov dioksid, dušikov oksid in metan), ki na zemeljski površini zadržijo energijo Sonca, ki bi se sicer izgubila v atmosfero. Brez teh plinov bi toplota pobegnila v vesolje in temperatura na Zemlji bi bila nižja za 33 °C. Ker ti plini ogrevajo ozračje, jih imenujemo toplogredni plini. Vsem je skupno, da zadržujejo toplotno (infrardeče) sevanje zemeljskega površja.

Slika 19: Učinek tople grede
Vir: Grace s sod, 1981

Toplogredni plini delujejo podobno kot steklo pri topli gredi. Sončna svetloba vstopa v atmosfero skozi plašč toplogrednih plinov do zemeljskega površja, kjer se sončna energija absorbira ter odbije nazaj v atmosfero. Nekaj te energije uspe uiti nazaj v vesolje, večina pa je ostane ujete v atmosferi, zaradi česar se ozračje segreva. Učinek tople grede je zelo pomemben. Ljudje ne bi mogli živeti na Zemlji, ker bi bilo premrzlo, če ne bi bilo učinka tople grede. Toda, če se bo učinek tople grede povečeval zaradi naraščanja količine toplogrednih plinov v ozračju, se lahko Zemlja segreje več, kot je običajno. Že komaj znatno povišanje temperature lahko povzroči težave za ljudi, živali in rastline. Višja temperatura bo vplivala na topitev ledenikov, kar bo povzročilo dvig gladine morja, spremenilo pa bi se tudi podnebje. Talitev prinaša toliko vode, da se že dviga gladina morij in se spreminjajo morski tokovi. Po nekaterih ocenah naj bi gladina morij do leta 2100 narasla za 5 metrov in bi zalila precejšnji del obmorskega kopnega. V Sloveniji bi se oblikovalo podnebje, ki je sedaj značilno za južno Španijo, z vročimi in sušnimi poletji, milimi zimami in deževjem le spomladi in jeseni. Tudi za naše kraje napovedujejo vse več viharjev z orkanskim vetrom in obilnimi padavinami.

Klimatske spremembe: večanje števila prebivalstva, nadaljnje onesnaževanje ozračja s toplogrednimi plini, počasen tehnološki razvoj, drago in zahtevno uvajanje okoljsko sprejemljivejših virov energije so dejstva, ki so sprožila podnebne spremembe in katerim bo potrebno nameniti vso pozornost za zajezitev še večjih in drastičnih podnebnih sprememb.

Zaradi tega lahko pričakujemo predvsem spremembe temperature, taljenje ledenikov, povečanje ekstremnih vremenskih pojavov in podobno.

Izrazitejši dvig temperature pričakujemo v topli polovici leta, v hladni polovici leta pa porast ne bo tako izrazit. Prav tako gre pričakovati zmanjšanje količine padavin v topli polovici leta in porast količine padavin v hladni polovici leta, kar je v skladu z že prej navedenimi rezultati. V pomladnih in jesenskih mesecih ne pričakujemo izrazitih sprememb v količini padavin, v zimskih mesecih je predviden porast količine padavin (do + 30 %), v poletnih mesecih pa zmanjšanje količine padavin (do -20 %). Izrazitejšemu ogrevanju v poletnih mesecih verjetno botruje tako manjša količina kot tudi pogostost padavin, ki sicer v poletnih mesecih hladijo površje in tudi zrak ob njem (Bergant, 2010).

Klimatske spremembe bodo na rastlinski svet vplivale na dva načina:

1. preko povečane koncentracije CO₂ v atmosferi (do leta 2050 se bo podvojila in dosegla raven 700 ppm) in
2. s spremenjenim vremenom.

Gnojilni učinek povečane koncentracije CO₂ na fotosintezo in dihanje rastlin je že dolgo poznan. Rastline tipa C3 (trave, lesnate rastline, večina kmetijskih rastlin idr.) močno povečajo svojo netofotosintetsko aktivnost, pri tipu C4 (koruza, sirek) pa je povečanje 3-krat manjše. Poleg povečane rastlinske proizvodnje (pri tipu C3 do 40 % večji prirastek) bo povečana koncentracija CO₂ zmanjšala negativne učinke sušnih obdobj. Poslabšala pa se bo kvaliteta pridelkov, listi bodo vsebovali več ogljika in manj dušika. Prihajalo bo tudi do neenakopravnega tekmovanja med rastlinskimi vrstami, sprememb v reprodukciji, spremenjeni bodo mikrobiološki procesi v tleh ipd.

Vendar učinke povečane koncentracije CO₂ ne smemo obravnavati ločeno od vplivov spremenjenih vremenskih razmer. Če za koncentracijo CO₂ za leto 2050 z veliko verjetnostjo trdimo, da se bo povečala na 700 ppm, pa težje napovedujemo spremembo klime. Vendarle različni modeli kažejo na scenarij, po katerem pričakujemo zgoraj omenjene spremembe temperatur, zaradi česar se bodo vegetacijski pasovi premikali proti večjim geografskim širinam. Povečevala se bo površina travnatih površin in tunder, prav tako pričakujemo širjenje puščav.

Na klimatske spremembe so najbolj občutljive kmetijske rastline. Zaradi sprememb podnebja se bodo spreminjale ustaljene agrotehnike, podaljševalo se bo obdobje vegetacije, lahko se bo celo povečal pridelek, vendar le ob primernem namakanju. V primeru nezmožnosti namakanja bo potrebno poiskati nove kmetijske rastline oziroma nove agrotehnične pristope za zmanjševanje posledic podnebnih sprememb. V pridelavi žit bomo prednostno sejali ozimine, ki dozorevajo pred jarinami in se zato deloma izognimo poletnim sušam. Druge rastlinske vrste bodo predčasno dozorevale, zato bo potrebno iskati primerna rastišča za njihovo pridelovanje. Zaradi neenakomerne porazdelitve padavin, kjer se bodo izmenjavala sušna obdobja in obdobja moče, bodo ogrožena tudi tla (erozija, poplavljenost, izpiranje hranil, spremenjena mikrobiološka aktivnost ipd.) (Kajfež – Bogataj s sod., 1999).

Zaradi vsega navedenega bomo morali poiskati mehanizme za zajezitev nadaljnjega onesnaževanja okolja, nove tehnologije, nove rastlinske vrste in predvsem načine prilagajanja podnebnim spremembam. Eden od teh je tudi namakanje kmetijskih rastlin, kar obravnavamo v nadaljevanju.

VPRAŠANJA ZA RAZMISLEK

1. Analizirajte podnebje svojega pridelovalnega območja in določite rastlinske vrste, ki jih lahko pridelujete na posameznem območju. Pri tem si pomagajte z učbenikom Gospodarjenje v poljedelstvu in vrtnarstvu.
2. Ali lahko podnebne spremembe vplivajo na pridelovalne pogoje v Sloveniji? Razložite posledice podnebnih sprememb za domačo kmetijo.
3. Analizirajte vpliv osončenosti na rast in razvoj rastline. Ali je vsaka svetloba (tudi umetna) primerna za gojenje rastlin? Razložite ugotovitev.

POVZETEK

Klimatske spremembe lahko pomembno vplivajo na pridelovalni potencial posameznega območja. Njihov vpliv je predvsem preko spremenjenih klimatskih dejavnikov, kot so temperature, padavine, osončenost, količina ogljikovega dioksida in podobno. Pred prihajajočimi spremembami si ne smemo zatiskati oči, temveč se moramo nanje prilagajati. Prilagajamo se lahko z zadrževanjem vode in namakanjem v času suše, s protitočnimi in protipozebnimi zaščitami in s spremembo agrotehnike in kolobarja. Naša naloga je, da v danih razmerah izkoristimo naravne danosti in se jim stalno prilagajamo.

1.3 NAMAKANJE KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ

UVOD

Vsakoletne suše so nas prisilile k načrtovanju kmetijske proizvodnje z vključevanjem namakalnih sistemov. Vendar lahko napačno namakanje povzroči več škode, kot so njegove koristi, zato si bomo v tem poglavju pogledali, zakaj sploh namakati, kako pripraviti namakalni sistem, kateri način namakanja izbrati, kako spremljati namakanje in kako preprečiti negativne vplive tega agrotehniškega ukrepa na okolje.

MOTIVACIJSKI PRAKTIČNI UVOD

V začetku junija običajno v Slovenijo prodre vroč in suh zrak. Pridelovalci paprike so do tedaj svoj posevek namakali dvakrat na teden in preko kapljičnega namakalnega sistema spustili okoli 20.000 l vode/ha pri enkratnem namakanju. V času vročinskega vala namakajo malo več, kolikor sami ocenjujejo povečano potrebo po namakanju. Vendar, ko se odpravijo na podroben ogled in prvo obiranje plodov paprike, najdejo na številnih plodovih gnilobo na muhi ploda. Kaj se je zgodilo? Ta pojav je tipičen v vročem vremenu s suhim zrakom, zaradi česar paprika sprejme premajhno količino kalcija glede na hitrost rasti. Pomanjkanje kalcija v plodu povzroči gnilobo na muhi ploda. Intenzivnost pojava te fiziološke motnje je močno odvisen od namakanja, saj jo s primernim namakanjem lahko skoraj povsem preprečimo. Ker pridelovalci nimajo naprav za spremljanje količine vode v tleh, običajno pri nenadni spremembi vremena (vročinski val v juniju) ne povečujejo količin vode za namakanje pravočasno. Zato je posevek v vročinskem ter vodnem stresu in posledice, ki se kažejo preko gnilobe na muhi ploda, so lahko katastrofalne (izguba prvega obiranja). V nadaljevanju tega poglavja je opredeljeno, kako spremljamo potrebo po namakanju.

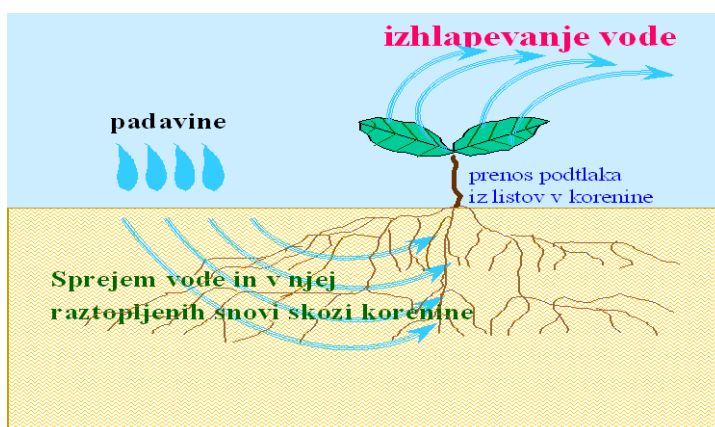
1.3.1 Pomen vode v rastlini

Voda je za rastlino izrednega pomena in spada med esencialne molekule. V celici je pomembna za vse biokemične procese. Tako presnova kot tudi fotosinteza za normalen potek potrebujejo vodo kot delovni medij. Nastopa tudi kot topilo za sladkor in druge organske spojine ter za anorganska hranila. Ves transport teh snovi poteka skupaj z vodo, in sicer hranilnih snovi iz tal preko korenin v liste po ksilemu ter sladkorja in organskih snovi po floemu. Vse to poganja izhlapevanje vode preko listov - transpiracija. Prav tako je voda pomembna pri izmenjavi snovi med celicami. V celicah vzdržuje celično napetost - turgor. V primeru pomanjkanja vode turgor popusti in rastline venejo. Na enak način delujejo tudi celice zapiralke okrog listnih rež, s katerimi rastlina uravna intenziteto fotosinteze. Sprememba napetosti v celicah zapiralkah je vodena biokemično in ni odvisna le od suše. Navsezadnje je voda glavni sestavni del rastlin. V sveži, zeleni masi je pri večini kmetijskih rastlin od 90 do 95 % vode. Veliko vode je običajno tudi pri pridelku. Tu so izjeme žita in stročnice, katerih pridelek je seme in strok in vsebuje manj vode. Zaradi tega vsako pomanjkanje vode vpliva na količino in kvaliteto pridelka.

Sprejem vode in raztopljenih hranilnih snovi: osnova sprejema vode iz tal je izhlapevanje vode iz listov. Voda izhlapeva iz površinskih celic zelenih delov rastline. Te celice dobivajo vodo iz sosednjih celic in te iz žilnega sistema. V žilah pod površinskimi celicami nastane podtlak, ki se po večjih žilah preko stebela prenese v korenine. Za izravnavo tega morajo le-te

vsesati vodo z raztopljenimi hranilnimi snovmi. Ta dva procesa (izhlapevanje in sprejemanje vode) potekata ves čas in sta pogoj za rast in razvoj rastlin.

V tleh je voda vezana na talne delce. Kako močno je vezana, je odvisno predvsem od količine vode v tleh. Bolj suha kot so tla in manj vode je v tleh, večja je sila vezave vode na talne delce. Korenine rastlin nimajo sposobnosti in moči sesati močnejše vezane vlage. Med rastlinskimi vrstami sicer obstajajo razlike v sesalni moči korenin, vendar je ta razlika vidna šele v pogojih, ko gre za preživetje. Za intenzivno pridelovanje hrane pa končna moč korenin niti ni pomembna, saj je potrebno stalno vzdrževati optimalno vlažnost tal. Zelo pomembno je vedeti, da je gospodarska škoda narejena že mnogo pred vidnimi zunanji znaki pomanjkanja vode - venenjem. V trenutku, ko rastline že venejo, lahko pride do fiziološkega preskoka faze rasti (uhajanje rastlin v cvet) ali do odpadanja cvetov pri plodovkah.



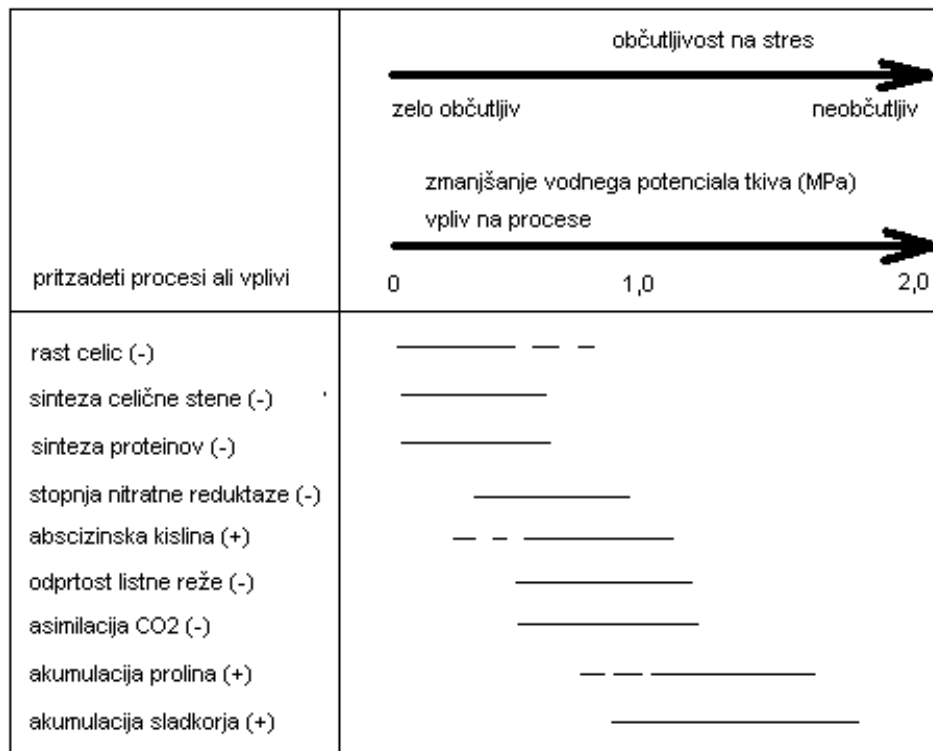
Slika 20: Tok vode na relaciji tla - rastlina - tla

Vir: Lasten

Večina kmetijskih rastlin nima sposobnosti prevzeti večjih količin vode naenkrat in na zalogo. Celica ima manjšo zalogo le v vakuoli (celični organel). Vodo morajo imeti na razpolago stalno v primernih količinah. Pri oskrbi rastlin z vodo upoštevamo le kompenzacijska sposobnost tal.

Rastline morajo imeti za normalno rast in razvoj ves čas na razpolago zadostno količino vode. To je še toliko bolj pomembno, kadar želijo pridelovalci izkoristiti potencial rastline. Pri gojenju rastlin na inertnem rastnem mediju (steklena volna, kremenčev pesek ipd.), kar je osnova pri hidroponiki, se voda dodaja ves čas ali vsaj v kratkih časovnih razmakih. Pri gojenju na tleh pa igrajo tla pomembno vlogo kot skladišče vode za določeno obdobje rasti.

Vodni stres je pri rastlinah eden od glavnih omejitvenih dejavnikov rastlinske proizvodnje po vsem svetu. Zaradi tega je potrebno raziskati fiziološke vplive vodnega stresa. Izguba vode iz rastlinskega tkiva povzroči številne spremembe. Kot prva je zmanjšanje hidrostaticnega pritiska (ψ_p) znotraj celice. To poveča koncentracijo makromolekul in topljencev nizke molekularne teže. Prav tako se lahko spremenijo lastnosti celičnih membran. Nadalje se lahko zmanjša aktivnost kemičnega potenciala vode v rastlini. Vse to pa lahko vpliva na metabolne procese rastline. Kadar so rastline podvržene vodnemu stresu, so mnogi procesi v rastlini neaktivni. Do prekinitve določenih procesov lahko pride že pri majhnih spremembah pri oskrbi rastlin z vodo. Pri mezofitih (rastline, ki potrebujejo srednjo količino vode) pomeni to samo 10–15 % izguba vode zmanjšanje vodnega potenciala (Ψ) za okrog 0,6 MPa, kar pa že značilno vpliva na metabolne procese. Splošno občutljivost na vodni stres kaže naslednja slika.



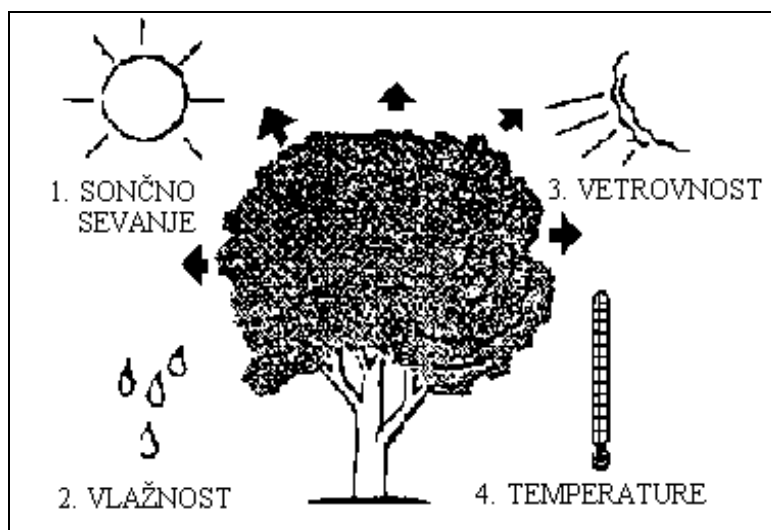
Slika 21: Splošna občutljivost nekaterih metabolnih procesov in parametrov na vodni stres; (-) zmanjšanje, (+) povečanje
Vir: Taiz in Zeiger, 1998

Pri pogojih rasti na polju so rastline lahko večkrat v vodnem stresu. Stres se kaže kot nizek vodni potencial, čeprav to ni nujno pokazatelj fiziološkega stanja vode v rastlinskem tkivu. Do padanja vodnega potenciala lahko pride zaradi konstantne izgube vode, toda še vedno je rezultat ozmoze. Vendar se turgor lahko ohranja tudi v primeru vodnega stresa, kar je zelo pomembno za metabolno aktivnost. Rastlinska tkiva imajo zelo različno zmožnost "osmotske uravnave". Tako npr. kuruza lažje vzdržuje turgor v listih pod vodnim stresom kot soja.

1.3.2 Namakanje

Pri namakanju se vedno znova postavlja vprašanje, kdaj in koliko časa namakati. Z namakanjem se prične, ko v tleh primanjkuje vode za potrebe rastlin. Običajno vidni znaki pomanjkanja vode (venenje, odpadanje cvetov, ipd.) že pomenijo stres za rastline. Iz tega sledi tudi slabša rast in razvoj ter v končni fazi nižji pridelek. Z namakanjem rastlin je potrebno začeti že prej, to je tedaj, ko rastlina še ne kaže znakov pomanjkanja vode.

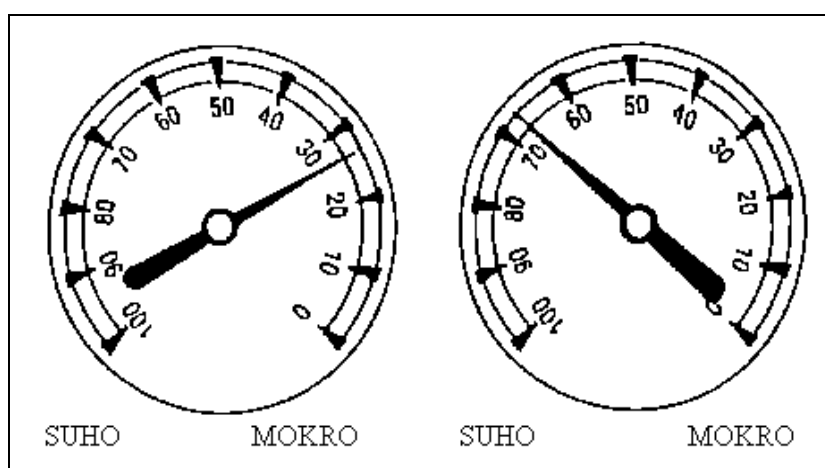
Rastline ne potrebujejo ves čas rasti enakih količin vode. Pri večini rastlinskih vrst je potreba po vodi največja v času nastavljanja in razvoja pridelka. Tako plodovke potrebujejo največ vlage v času od začetka zorenja pa do konca obiranja pridelka, cvetača v času oblikovanja rože, zelje v času oblikovanja glave... Potrebe po namakanju so odvisne tudi od drugih dejavnikov, ne le od razvojne faze rastlin. Ti neposredno vplivajo na evapotranspiracijo (izhlapevanje vode iz rastlin in tal) in jih prikazuje spodnja slika.



Slika 22: Vpliv različnih dejavnikov na evapotranspiracijo
Vir: Lasten

Sončno sevanje, veter, suh zrak in visoke temperature pospešijo izhlapevanje in povečajo potrebo po namakanju. Zato je potrebno preskrbo rastlin z vodo nadzorovati. Ena najlažjih poti je uporaba tenziometra, s katerim merimo silo vezave vode na talne delce. Rastline zaradi transpiracije ustvarjajo sesalno silo na koreninah in dokler je ta večja, kot je sila vezave vode, je oskrba rastlin z vodo nemotena. Nad to mejo pa rastlinam vode primanjkuje. S tenziometrom dobimo podatek o sili vezave vode v vsakem trenutku in na podlagi tega se najlažje določi čas in trajanje namakanja. Tenziometer deluje na principu merjenja podtlaka, kar je drugačno od drugih naprav, ki merijo delež vlage v tleh. Sestavljajo ga zaprta cevka, napolnjena z vodo in opremljena s specifično vakumsko merilno skalo ter porozno keramično glavo, ki jo namestimo na globino, na kateri je največ korenin. V suhih tleh bo voda pronicala iz naprave, zato se volumen vode zmanjša in ustvari se podtlak, ki se prenese na merilno skalo. Bolj suha, ko so tla, višja je vrednost na tenziometru (Ersahin in Karaman., 2001).

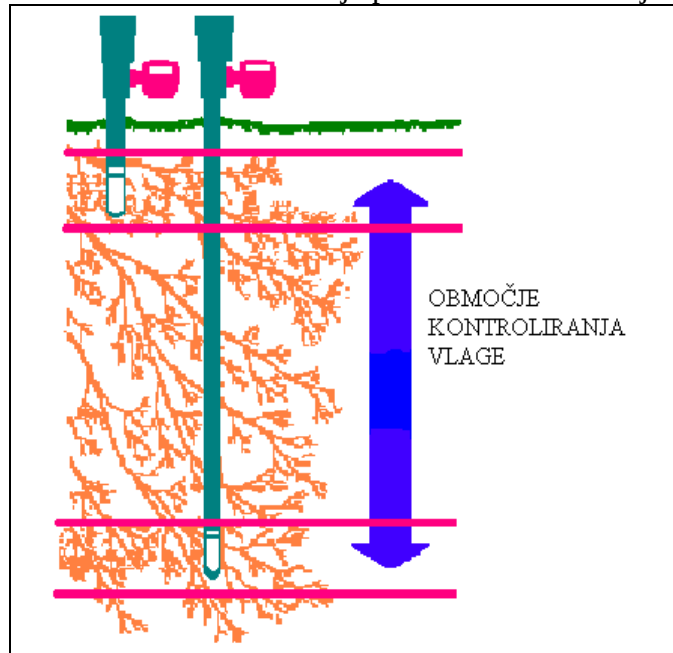
Z namakanjem obrnemo potek tega procesa. Podtlak, ki je nastal zaradi suhih tal, potegne vlago iz tal nazaj v napravo, kar povzroči premik merilca na merilni skali v smeri proti ničli.



Slika 23: Merilna skala tenziometra
Vir: Lasten

Tenziometer postavimo v območje korenin. Najbolj dejavne so vrhnje korenine. Zgornja četrtina korenin zagotovi rastlini 40 % vode, naslednja četrtina 30% tretja četrtina korenin

20% in spodnja četrtina korenin le 10% rastlini potrebne vode. Zaradi tega naj bi uporabili vsaj dva tenziometra. Postavitev tenziometrov je prikazana na naslednji sliki.



Slika 24: Postavitev tenziometrov v območju zgornjih in spodnjih korenin
Vir: Lasten

S pomočjo tenziometra lahko namakanje tudi avtomatiziramo. Potrebno ga je le povezati z magnetnim ventilom namakalnega sistema in na merilni skali nastaviti začetek in konec namakanja.

Poleg pomanjkanja vode v tleh je za posevek ravno tako nevarna nasičenost tal z vodo. V nasičenih tleh z vodo le-ta izpodrine zrak iz zračnih por. To onemogoča kroženje in menjavo plinov na relaciji korenine - atmosfera. Korenine ne morejo oddati pri dihanju sproščenega CO_2 in sprejeti dovolj kisika. Rast korenin je omejena, prav tako tudi njihova sposobnost sprejema vode z raztopljenimi hranili. Omejeno delovanje korenin se hitro pozna tudi na nadzemnem delu rastline. Le-te postanejo blede, rast je počasnejša, pri plodovkah pride do odpadanja cvetov ipd. Simptomi so podobni simptomom pomanjkanja dušika. Do tega momenta lahko pride zaradi daljšega deževnega obdobja ali zaradi prekomernega namakanja (Ersahin in Karaman, 2001).

Namakalni sistemi: način namakanja, ki ga uporabimo na določeni površini, je odvisen od različnih dejavnikov:

- vrste rastlin,
- tipa tal,
- razpoložljive količine vode,
- velikosti parcele,
- velikosti posevka iste vrste,
- kakovosti vode,
- izkušenj,
- že narejenega osnovnega razvoda.



Slika 25: Kapljično namakanje
Vir: Lasten



Slika 26: Namakanje z razpršilci
Vir: Lasten

V Sloveniji so v uporabi predvsem rolomati, razpršilci in kapljični sistemi namakanja. Pri namakanju z rolomati se z velikim pritiskom usmerja voda po površini na daljše razdalje. Ker rolomati niso statični, se velika dovodna cev navija in razvija z velikega kolesa, na katerega je pritrjen top za namakanje.

Na manjše razdalje in z manjšim pritiskom vode lahko namakamo z razpršilci. Razpršilci so sposobni namakati do dolžine 25 do 30 m, mikrorazpršilci pa manj. Oboji razbijejo vodno curek na manjše kapljice, zato imajo razpršilci in mikrorazpršilci kar nekaj prednosti pred rolomati. Te so:

- zaradi razbitja vodnega curka na manjše kapljice se tla ne zbijajo,
- rastline se namakajo daljši čas in se zato lahko tudi ohladijo - manjši temperaturni šok,
- površina namakanja je lahko poljubno majhna ali velika in omogoča namakanje manjših vrtnarskih površin,
- poraba energije je manjša,
- cenejši osnovni razvod,
- možnost namakanja na razgibanem terenu (avtokompenzacijski razpršilci),

- zelo pozitiven vpliv na kaleča semena.

Slabosti razpršilcev in mikrorazpršilcev pa so:

- zaradi razbitja vodnega curka na majhne kapljice veliko vode izhlapi,
- rastline so dlje časa izpostavljene vlagi - večja verjetnost razvoja bolezni,
- enakomernost namakanja mogoča le v brezvetrju,
- težavna razporeditev razpršilcev za povsem enakomerno namakanje.

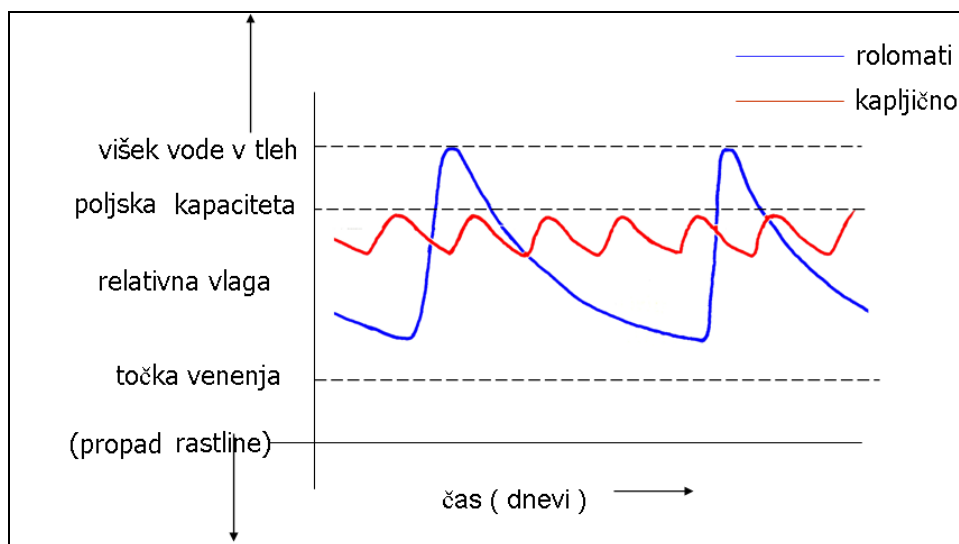
Razvoj namakanja je šel naprej in skušal izničiti vse slabosti do tedaj znanih načinov namakanja. Pri vseh teh načinih je glavni problem močenje rastlin in čedalje pomembnejši velika izguba vode. Nekatere rastline dejansko propadejo pri stalnem namakanju z razpršilci. Zato so nastali kapljični namakalni sistemi. To je ekološko najbolj sprejemljiv način namakanja. V svetu in tudi v Sloveniji se uporaba le-tega povečuje. Glavni razlog je razpoložljivost vodnih virov. Voda postaja vse dragocenejša in ne nastopa več v neomejenih količinah. Poleg tega ima kapljično namakanje kar nekaj prednosti pred ostalimi namakalnimi sistemi. Te so:

- najbolj enakomeren način namakanja,
- enakomerno namakanje tudi na razgibanih terenih,
- največji izkoristek vode,
- najmanjša poraba vode,
- namaka se le efektivna površina, vsi vmesni prostori in vozne poti ostanejo suhe,
- najcenejši način namakanja,
- možnost fertigacije (namakanje in dognojevanje hkrati),
- možnost namakanja tudi v vetrovnem vremenu,
- klub namakanju so rastline suhe (ni povečane nevarnost razvoja glivičnih bolezni),
- voda v času namakanja ne zbija tal,
- omogočajo namakanje kljub uporabi zastirne folije.

Tudi kapljični namakalni sistemi imajo svoje pomanjkljivosti:

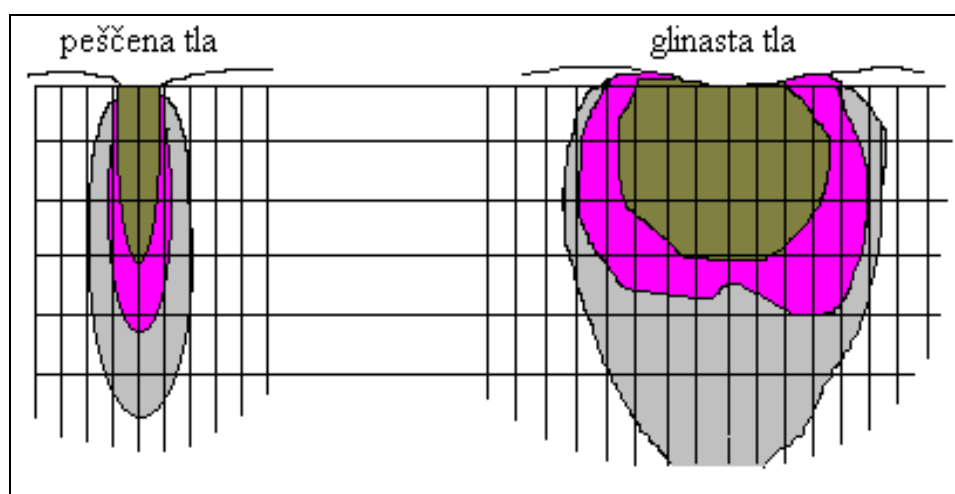
- problem namakanja direktno sejanih rastlinskih vrst (zaradi suhe površine je problematičen vznik semena),
- v času namakanja prihaja do poškodb zaradi glodalcev, ptic, ipd., ali mehanskih poškodb,
- potrebno je zagotoviti povsem čisto vodo brez alg, drugih organskih delov in brez mehanskih delcev,
- problem ostankov cevi na koncu rastne sezone (večinoma so cevi le za enkratno uporabo).

Za določene rastlinske vrste so določeni namakalni sistemi primernejši od drugih. Plodovke (paradižnik, kumare, paprika, jajčevci, bučke, lubenice ipd.) se obvezno namakajo s pomočjo kapljičnega namakalnega sistema. Namakanje teh kultur z razpršilci poveča verjetnost razvoja glivičnih bolezni (plesni, rje ipd.). Podobno je pri krompirju. Ostale rastlinske vrste niso tako zahtevne glede namakanja. Vendar je namakanje preko kapljičnega sistema ekološko najbolj sprejemljivo (glede porabe vode in nevarnosti izpiranja hranil) (Ersahin in Karaman, 2001).



Slika 27: Nihanje vode v tleh pri kapljičnem namakanju in namakanju z rolomati
Vir: Lasten

Kapljično namakanje težjih tal je enostavnejše kot lažjih, saj imajo težja tla večjo sposobnost premeščanja vode tudi v horizontalni smeri. Peščena tla te sposobnosti nimajo, zato je potrebno uporabiti več kapljičnih namakalnih cevi ali namakati v krajših časovnih presledkih. Razlika med tipi tal je prikazana na naslednji sliki.



Slika 28: Distribucija vode pri kapljičnem namakanju v različnih tipih tal
Vir: Lasten

Pravilno kapljično namakanje se vrši v presledkih. To pomeni da se namakanje večkrat prekrine in počaka, da voda prehaja tudi v horizontalni smeri. S tem se še bolj izkoristi voda in zmanjšajo izgube zlasti na peščenih tleh.

Za vsak sistem namakanja je zelo pomembno, da se tla nikoli povsem ne osušijo. Povsem izsušena tla razpokajo, v njih nastanejo večje pore, po katerih voda hitro odteče. Zaradi tega so izgube vode in tudi hranil velike (Ersahin in Karaman, 2001).

Vpliv namakanja na okolje

Iz opisa namakalnih sistemov je razvidno, da je vsako namakanje lahko tudi nevarnost za okolje, še zlasti ob njegovi nepravilni uporabi. Največje nevarnosti nepravilnega namakanja za okolje so (Ersahin in Karaman, 2001):

- izpiranje hranilnih snovi, še zlasti dušika iz območja korenin v podtalnico $\Rightarrow$ kontaminacija podtalnice, potokov, rek, pitne vode,
- izpiranje sredstev za varstvo rastlin v podtalnico $\Rightarrow$ kontaminacija podtalnice, potokov, rek, pitne vode,
- izrivanje zrak iz talnih por $\Rightarrow$ anaerobni pogoji omogočajo denitrifikacijo in izhlapevanje N_2 dušika v atmosfero $\Rightarrow$ prenos dušika v gozdove in ostale ekosisteme in spreminjanje ter propadanje naravnih ekosistemov (kostanjevi gozdovi, vodni ekosistemi),
- večja omočenost rastlin $\Rightarrow$ večja nevarnost bolezni rastlin in škodljivcev $\Rightarrow$ intenzivnejša raba fitofarmacevtskih sredstev $\Rightarrow$ večja obremenjenost okolja,
- erozija tal,
- ekonomska škoda kmetov $\Rightarrow$ manjše spoštovanje okolja.

VPRAŠANJA ZA RAZMISLEK

1. Razložite prednosti in slabosti kapljičnega namakalnega sistema.
2. Analizirajte vpliv vode na rast in razvoj rastline.
3. Določite najprimernejši način spremljanja potreb po namakanju? Opredelite potrebo po stalnem spremljanju omočenosti tal.

POVZETEK

Voda je eden izmed ključnih dejavnikov rasti in razvoja rastlin, saj je zelen rastlinski material sestavljen pretežno iz nje. Zato že manjše pomanjkanje vode povzroči nihanje količine in kvalitete rastlinske pridelave. Optimalne pogoje za rast in razvoj rastlin lahko zagotovimo s pomočjo pravilno postavljenega namakalnega sistema, stalno kontrolo omočenosti zemljišča in pravilnim načinom namakanja.

2 TLA

UVOD

Tla so gornja prhka plast zemeljske skorje, ki jo sestavljajo trdni in prašnati delci, voda in zrak. V tleh, ki so primerno založena s hranili, rastejo rastline. Tla so nastajala počasi skozi tisočletja. Nastanek in razvoj tal je zapleten prostorsko-časovni pojav. Nastajanje prsti je proces, kjer fizikalni, kemijski, biološki in človeški vplivi spreminjajo različne snovi v prst. Prst se nenehno spreminja in neprestano nastaja. Nastanek prsti je dolgotrajen proces, na katerega vplivajo matična podlaga, površje, podnebje, vode, živi svet in čas. Pri tem se ustvarja edinstveno sožitje žive in nežive narave, ki omogoča obstoj vseh kopenskih organizmov. Tla so za primarne producente v ekosistemih vir hranil in vode ter medij, v katerem najdejo fizično oporo. Proizvedena biomasa se v zapletenih in medsebojno povezanih snovnih in energetskih sistemih kroženja vrača nazaj v tla, kjer se z razgradnjo spreminja v mineralne snovi. Sposobnost tal glede razgradnje in sinteze snovi ima seveda svoje meje, ki jih je človek s svojimi posegi v naravo marsikje prekoračil.

MOTIVACIJSKI PRAKTIČNI UVOD

Z analizo tal smo ugotovili stanje založenosti s fosforjem in kalijem. Prav tako imamo pripravljen kolobar za svojo njivo. Na podlagi podatkov o odvzemu hranil s strani gojene poljščine lahko izračunamo potrebno količino mineralnih gnojil. Za lažje delo v nadaljevanju navajamo postopke od vzorčenja tal preko interpretacije rezultatov analize tal do priprave gnojilnega načrta za konkretno gojeno rastlino.

Tla so ključnega pomena za življenje zaradi številnih okoljskih, ekonomskih, socialnih in kulturnih funkcij. Pridelava hrane in drugih kmetijskih izdelkov, nujno potrebnih za preživetje človeka, ter gozdarstvo sta povsem odvisna od tal. Tla oskrbujejo rastline z vodo in hranili ter dajejo oporo koreninam, shranjujejo/zadržujejo minerale, organsko snov, vodo in energijo ter raznolike kemične snovi. Transformirajo in razgrajujejo organske spojine, vključno z organskimi ksenobiotiki, kot so na primer pesticidi. Delujejo kot naravni filter za podtalnico, ki je glavni vir pitne vode, ter sproščajo v atmosfero CO₂, metan in druge pline. So življenjski prostor ogromne količine raznovrstnih organizmov z unikatnim genskim vzorcem, ki živijo v ali na tleh. Talni organizmi omogočajo kroženje snovi in energije v zapletenih in medsebojno povezanih procesih. Tla tako izvajajo esencialne ekološke funkcije ter so »platforma« za človekovo dejavnost in tudi eden izmed elementov krajinske in kulturne dediščine. So tudi vir surovin kot so glina, pesek, kamnine in šota.

Tla so nastajala s pomočjo pedogenetskih (tlotvornih) dejavnikov, ki so v času vplivali na nastanek, lastnosti tal in njihovo uporabnost za kmetijske namene. Glavni pedogenetski dejavniki so:

- Klima oz. podnebje vpliva s količino padavin, ki izpirajo najfinejše delce in zlasti organske snovi, predvsem na rodovitnost in kompaktnost prsti. Povzroča pa tudi kemično preperevanje kamenin (npr. raztapljanje apnenca). Medtem ko temperatura oz. temperaturna nihanja povzročajo mehansko preperevanje. Zaradi krčenja in raztezanja v kameninah nastanejo mikrorazpoke, ki se s časom in zmrzaljo in biološkim preperevanjem kamenin širijo.
- Čas; vsi naštetih dejavniki imajo časovno komponento. In tem več časa je imela kamenina za preperevanje, več prsti je nastalo.

- Vodovje; reke, morja, jezera z erozijo odnašajo in izpirajo zemljo na izpostavljenih krajih in jo prenašajo in odlagajo na druga mesta.
- Geološka sestava podlage določa tip in količino mineralov v prsti.
- Relief; glede na strmino reliefa je odvisna hitrost odnašanja delcev.
- Biološki faktorji (organizmi določajo kakovost prsti).
- Antropogeni vplivi; človek z namakanjem, gnojenjem, izsuševanjem, kolobarjenjem lahko izboljša kakovost zemlje. Z napačnimi in nepremišljenimi dejanji pa jo pogosto tudi siromaši, onesnažuje in zastruplja.

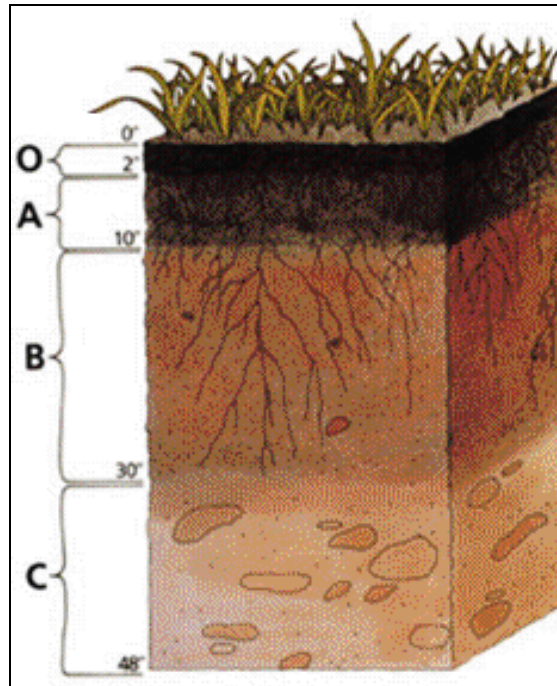
Najpomembnejši tlotvorni dejavnik v Sloveniji je geološka podlaga. Tudi klimatske razmere v veliki meri določajo značilnosti tal. Tako v tleh prevladujejo procesi premeščanja snovi navzdol po talnem profilu, kar je rezultat količinske prevlade padavin (padavinske vode) nad izhlapevanjem vode iz tal in transpiracijo rastlin. Reliefna razgibanost je v Sloveniji zelo pomemben dejavnik, ki vpliva tako na nastanek in razvoj tal kakor tudi na njihovo rabo.

2.1 TALNI PROFIL

Talni profil je postavitve talnih horizontov v prečnem prerezu tal. Talni horizonti označujejo značilne plasti tal, ki so nastale v procesu nastajanja tal. So plasti, bolj ali manj vzporedne s talnim površjem. V primeru nanosa plasti tal na neko območje tej plasti rečemo talni sloj (npr. rečne naplavine). Horizonte označujemo po sledečem pravilu:

1. glavni horizont označimo z velikimi tiskanimi črkami,
2. podhorizonte označimo z malimi tiskanimi črkami,
3. sloje označimo z rimskimi številkami.

Običajno so plasti razdeljene na A-, B- in C-horizont. A-horizont ali povrhnjica je zgornja plast iz humusa in različnih izpranih mineralov. Običajno je temno obarvan zaradi prisotnosti humusnih snovi. Horizont B ali podtalje je področje usedlin, obogateno z glinastimi minerali in železovimi ali aluminijevimi oksidi iz povrhnjice. Ta horizont je običajno rjave, rumene ali rdeče barve in nastane zaradi preparevanja matične kamnine na tem mestu. Horizont C ali matični substrat je izvorna snov prsti, delno je lahko iz zdrobljenih skal, ledeniških ali naplavin ali iz zgodnejših prsti. Pri nekaterih tleh horizonta B ni.



Slika 29: Razporeditev talnih horizontov v talnem profilu
Vir: Marschner, 1995

Nad mineralnim delom tal pogosto leži organski horizont (O-horizont), ki je bogat z organsko snovjo (nad 35 %). Ta horizont je značilen za gozdna tla in za redko košene trajne travnike. Na njivah tega horizonta ni.

Na tleh, kjer zastaja površinska voda, se razvije glejni horizont (G-horizont). Zaradi preprečenih oksidacijskih procesov je ta horizont modrikasto sivkast z rjastimi madeži (železovi minerali).

2.2 LASTNOSTI TAL

2.2.1 Fizikalne lastnosti tal

Tla dobijo med razvojem vrsto značilnosti, po katerih se ločijo od matične podlage, prav tako pa tudi med seboj. Fizikalne lastnosti tal so izrednega pomena, saj določajo vodne, zračne in toplotne razmere v tleh. Najpomembnejše fizikalne lastnosti tal so:

- tekstura tal (sestava tal),
- struktura tal (oblikovanje strukturnih agregatov),
- koherenca (sila, ki veže trdne delce),
- adhezija (je sila, s katero se talni delci vežejo na tuja telesa, npr. na plug, brano, ipd.),
- plastičnost (sposobnost glinastih delcev za vezavo vode in preoblikovanje v kakršno koli obliko, ki jo skupki obdržijo tudi v suhem stanju),
- poroznost (prepustnost),
- specifična teža (pove, kolikokrat je prostornina tal težja ali lažja od teže enake prostornine vode),
- kapaciteta za vodo in zrak,
- toplotne lastnosti (sposobnost segrevanja tal),
- globina tal.

Tekstura tal: tla so sestavljena iz trdne, tekoče in plinaste faze. Trdna faza tal je sestavljena iz mineralnih delcev in trdnih organskih snovi različnih velikosti, ki jih delimo na posamezne frakcije. Tekstura je razmerje med posameznimi mineralnimi frakcijami v tleh in pomeni sestavo tal glede na delež mineralnih delcev različne velikosti, od katerih je odvisna specifična površina delcev in velikost por v tleh, kar vpliva na kemične in fizikalne lastnosti tal. Mineralni delci se razlikujejo po velikosti in obliki. Po velikosti jih razvrščamo v velikostne skupine, kot prikazuje spodnja tabela.

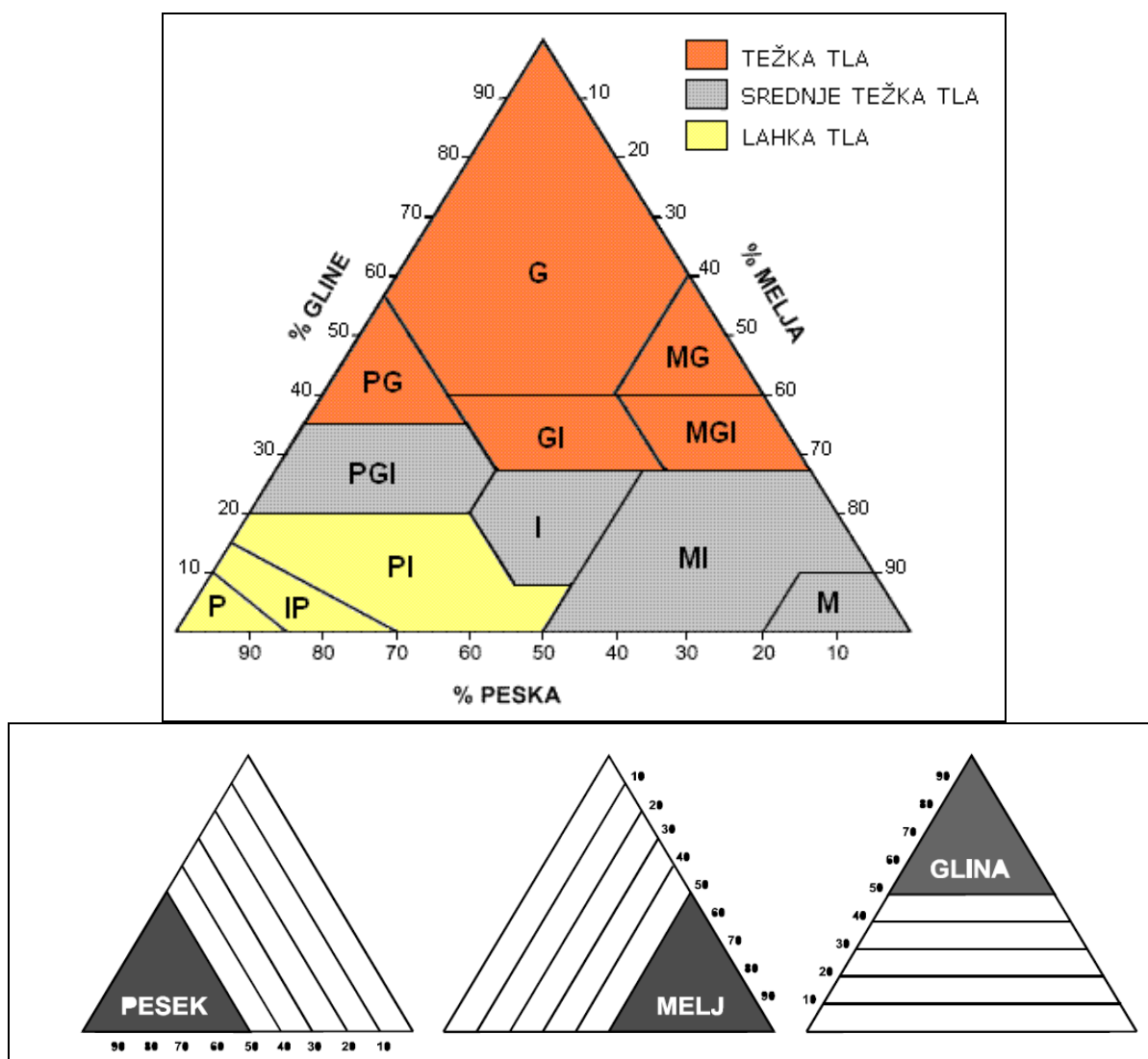
Tabela 6: Razvrstitev talnih delcev po velikosti

	Mednarodna teksturna klasifikacija	Ameriška teksturna klasifikacija
	velikost delcev (mm)	
grobi pesek	0-0,2	2-0,2
fini pesek	0,2-0,02	0,2-0,05
grobi melj	0,02-0,002	0,05-0,02
fini melj		0,02-0,002
glina	< 0,002	< 0,002

Vir: Marschner, 1995

Pesek ima večjo specifično površino kot skelet, ki pa je še vedno majhna. V tleh deluje fizikalno: povečuje zračnost in prepustnost tal za vodo. Ima zanemarljivo kationsko izmenjalno kapaciteto in tudi sposobnost za zadrževanje vode je majhna. Peščena tla so topla, suha in siromašna s hranili. Melj ima že večjo specifično površino, vendar še vedno prevladuje fizikalno delovanje. Omogoča kapilarni dvig vode, ne nabreka in je slabo lepljiv ter plastičen. Glina ima veliko specifično površino, zaradi česar ima veliko kationsko izmenjalno kapaciteto in sposobnost za zadrževanje vode. Je nosilec sorptivnih izmenjav v tleh. Tla, ki vsebujejo veliko glinastih delcev, so navadno vlažna in neprezračena.

Tla niso skoraj nikoli sestavljena le iz ene kategorije delcev, ampak iz delcev najrazličnejših velikosti. Prav količinsko razmerje med njimi je osnova za razvrščanje tal. Razvrščanje tal v teksturne razrede kaže tudi naslednja slika, ki omogoča določanje teksturnega razreda tal glede na vsebnost melja, gline in peska v vzorcu tal.



Slika 30: Teksturni trikotnik ameriške teksturne klasifikacije in razdelitev tal v teksturne razrede

Vir: Marschner, 1995

Za rast kulturnih rastlin je najprimernejša ilovnata prst, saj so v njej vse skupine delcev enako zastopane. Na splošno velja, da se kmetijska vrednost tal večja od peščenih proti ilovnatim in manjša od ilovnatih proti glinastim. Glede na teksturo tal imajo posamezna tla lastnosti, kot so opisane v tabeli 7.

Tabela 7: Lastnosti tal posameznega teksturnega razreda

Peščena tla	Glinasta tla	Ilovnata tla
1g tal ima 0,1m ² površine	1g tal ima 5 – 400 m ² površine	izenačen delež peska, glin in mulja
majhna sorpcijska sposobnost	visoka sorpcijska sposobnost	visoka sorpcijska sposobnost
močno izpiranje hranil	močna vezava hranil	močna vezava hranil
nujna razdelitev gnojil na več obrokov	omogoča založno gnojenje	omogoča založno gnojenje
hitra mineralizacija organski gnojil	počasna mineralizacija organski gnojil	počasna mineralizacija organski gnojil
malo energije za obdelavo	veliko energije za obdelavo	srednje energetska potratna za obdelavo
hitro segrevanje in ohlajevanje	počasno segrevanje in ohlajevanje	srednje hitro segrevanje in ohlajevanje
sestava: 50% trdi delci, 12 – 25% voda, ostalo zrak	močni strukturni agregati	izenačen delež makropor in mikropor
velik delež makropor	velik delež mikropor, zelo amlo ali nič makropor	dober kapilaren dvig vode
slab kapilaren dvig vode	dober kapilaren dvig vode	dobra poljska kapaciteta za vodo
slaba poljska kapaciteta za vodo	velika poljska kapaciteta za vodo	idealna kmetijska tla
malo strukturnih agregatov	vežejo tudi del dušika	

Vir: Marschner, 1995

Struktura tal: talni delci so običajno povezani med seboj v večje ali manjše skupke, ki jih imenujemo agregati. Struktura tal nam pove, na kakšen način se delci povezujejo med seboj. Strukturna tla so tista, ki razpadajo ali se drobe v strukturne agregate, brezstrukturna tla pa se ne drobijo na strukturne agregate.

Struktura tal je lahko naravna ali umetna. Naravna je nastala pod vplivom naravnih dejavnikov, največkrat s pomočjo klime, vegetacije, favne, umetna pa zaradi vplivanja človeka z obdelovanjem, melioracijami ... Na oblikovanje strukturnih agregatov najbolj vplivajo kalcijeve spojine, organska snov v tleh in rudninski koloidi, ki vežejo posamezne delce v večje skupke – strukturne agregate. Nastali strukturni agregati določajo strukturo tal, ki je lahko kockasta, prašnata, mrvičasta, grahasta ipd. Najboljša so tla z mrvičasto strukturo, pri kateri je premer delcev od 0,5 do 5 mm. Posamezni delci naj bodo čim bolj nepravilnih oblik, s čimer vzdržujejo zadostno poroznost tal, kar je osnova za gibanje vode in zraka v tleh. Nekatere glavne strukturne agregate nam prikazuje spodnja slika.

<i>strukturni agregati (oblika)</i>		<i>struktura</i>
sferični		mrvičasta (do 5 mm) grudičasta (do 10 mm) oreškasta (do 30 mm)
poliedrični		poliedrična
prizmatični		prizmatična (10-50 mm) stebričasta (150 mm)
lističasti		lističasta

Slika 31: Strukturni agregati v tleh in njihova velikost
Vir: Marschner, 1995

Najboljša mrvičasta struktura tal se ustvari preko zime, ko izmenjujoče se taljenje in zmrzovanje trga večje grude na manjše skupke izrazito nepravilnih oblik. Zato je jesensko oranje tako dragoceno, saj spomladi takšna tla hitro in kvalitetno pripravimo za setev. Obdelovalci tal, ki s svojim delovanjem vplivamo na oblikovanje strukturnih agregatov, s svojim ravnanjem lahko izboljšamo ali poslabšamo strukturo tal. Zaradi obdelave tal v neugodnih razmerah se struktura običajno pokvari. Obdelovanje mokrih tal povzroči zbijanje tal in oblikovanje velikih, trdih skupkov, ki jih kasneje težko pripravimo za setev. Obdelovanje suhih tal povzroči oblikovanje prašnatih delcev, ki se ob prvem dežju ali namakanju sprimejo v neprepustno plast. Prepogosta obdelava s pretežno mehanizacijo prav tako uniči strukturo tal. Zato za obdelovanje izberemo primerno vlažnost tal in pravo mehanizacijo za obdelovanje.

Poroznost tal: v dobro pripravljenih, strukturnih tleh so med talnimi delci v agregatih in tudi med agregati samimi luknjice ali pore, ki so lahko večje ali manjše in so pomembne za vzdrževanje zračnosti tal. Po porah se giblje voda, ki ob padavinah odteka po njih v nižje plasti. Po padavinah iz njih odteče (najprej iz največjih por), kar omogoča izmenjavo plinov v območju korenin. Najmanjše pore (lasnice ali kapilare) so pri normalni omočenosti tal zasedene z vodo, v času suše pa omogočajo celo kapilarni dvig vode iz podtalnice do koreninskega sistema.

Rastline dobro uspevajo v poroznih tleh in slabo v zbitih, nepredušnih tleh.

Kapaciteta tal za vodo in zrak: tla lahko zadržijo različno količino vode. Največja količina vode, ki jo tla lahko sprejmejo (če se z njo napolnijo vse pore), je maksimalna kapaciteta tal za vodo. Absolutna kapaciteta tal za vodo je količina vode, ki jo povsem zasičena tla z vodo obdržijo po 24 urah. Za kmetijsko pridelavo je najpomembnejši podatek o poljski kapaciteti tal za vodo, ki je sposobnost tal za dolgotrajno zadrževanje vode v tleh. Ugotovimo jo tako, da tla dobro namočimo, počakamo da se voda odcedi in nato izmerimo količino, ki so jo tla zadržala. V času vegetacije rastline porabljajo vodo v tleh, zato se količina vode zmanjšuje. V kolikor pravočasno ne dodajanja vode v tla, pridejo rastline do točke venenja. V tej točki je sila vezave vode na talne delce enaka sili vleka korenin. Nad točko venenja je še vedno nekaj vode v tleh, ki jo imenujemo mrtva voda, saj je rastline ne morejo izkoristiti.

Po izteku vode iz por jo zamenja zrak, ki je ravno tako pomemben sestavni del tal, saj omogoči segrevanje tal, dihanje korenin, življenje v tleh ... Zato so najboljša tista tla, ki imajo veliko sposobnost zadrževanja vode in so še vedno dovolj zračna za izmenjavo plinov.

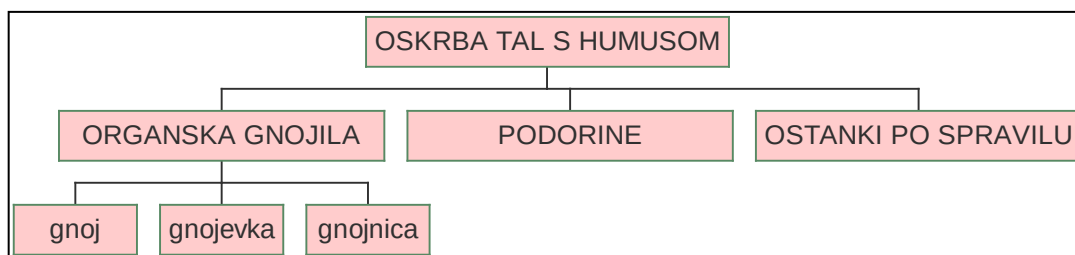
Globina tal: Pomembna lastnost tal, ki močno vpliva na možnost rabe v kmetijske namene, je globina. Ustrezna globina omogoča obdelovanje, povezana pa je tudi s sposobnostjo zadrževanja vode in hranil. Globlja tla imajo pogosto tudi težjo teksturo, saj z globino praviloma narašča delež gline. V Sloveniji globina tal praviloma narašča od zahoda proti vzhodu, v isti smeri pa narašča tudi delež gline v tleh - tla postajajo teksturno težja.

2.2.2 Kemične lastnosti tal

Glede na kemično sestavo tal ločimo anorganske (nad 90 %) in organske sestavine (do 8 %). Ne glede na to, da je organskih snovi malo, lahko odločujoče vplivajo na kvaliteto rastišča.

Organska snov v tleh: so živi organizmi in odmrli rastlinski ter živalski ostanki. Približno 70 do 90 % organskih ostankov se vsako leto razkroji (mineralizira) do osnovnih rastlinskih hranil (nitrati, fosfat, sulfat, ogljikov dioksid, voda ...), 10 do 30 % organskih ostankov v tleh pa ne razpade do osnovnih hranil, ampak se iz njih po delnem razkroju sintetizira humus. Poleg vira rastlinskih hranil (dušik, fosfor, žveplo), kar je zelo opazno na sicer z mineralnimi gnojili negojenih površinah, ima organska snov v tleh še druge pomembne vplive. Pri mikrobiološki razgradnji organske snovi se tvorijo polisaharidi, ki delujejo v tleh kot cementni materiali in sodelujejo pri tvorbi strukturnih agregatov. Organska snov v tleh s številnimi prostimi skupinami, kot so karboksilne, karbonilne in druge, povečuje kationsko izmenjalno kapaciteto tal, kar pomeni večjo sorpcijsko sposobnost za vezavo rastlinskih hranil. Organska snov v tleh prav tako povečuje sposobnost tal za zadrževanje vode. Ti pozitivni vplivi so še posebej zaželeni v peščenih tleh, ki imajo sicer majhno kationsko izmenjalno kapaciteto in sposobnost za zadrževanje vode. Produkti razgradnje organske snovi so tudi kelati, ki se lahko z eno ali več vezmi povezujejo z mikroelementi in povečujejo njihovo topnost in mobilnost v tleh ter dostopnost rastlinam. Organska snov je tudi vir ogljika za številne talne organizme, ki so aktiven in zelo pomemben del tal.

Na delež organske snovi vplivajo predvsem klima, geološka matična osnova, topografija in vegetacija. Čedalje izrazitejši pa je vpliv človeka (raba tal, slaba kmetijska praksa), ki povzroča degradacijske procese. Razgradnja organskih ostankov in biokemični procesi v tleh so najpomembnejši za rodovitnost in stabilnost talnega ekosistema in vplivajo tudi na produkcijo CO₂. Gospodarjenje z organsko snovjo je pomembno za preprečevanje erozije in drugih oblik degradacije (npr. slabšanje strukture in s tem slabše zadrževanje vode). Pomanjkanje organske snovi je lahko usodno v lahkih, plitvih in v hidromorfnih tleh. Izjema so območja zaraščanja, kjer se delež organske snovi oziroma ogljika rahlo zvišuje. Več kot 90 % naših njivskih zemljišč lahko uvrstimo med srednje humozna tla (več kot 2 % organske snovi). Na travnatem svetu se vsebnost organske snovi dolgoročno ne spreminja. Za kmetijsko pridelavo pa naj bi bilo v tleh vsaj 3 % organske snovi.

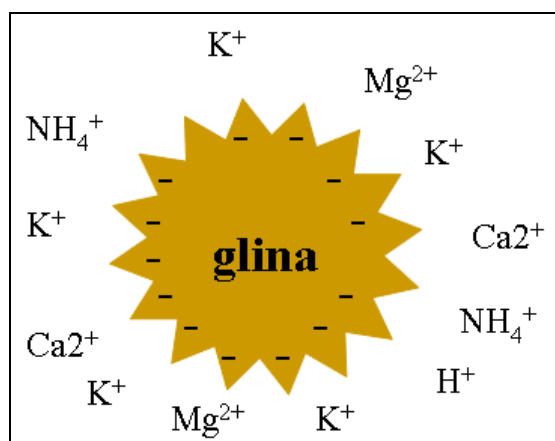


Slika 32: Različni viri organske snovi v tleh

Vir: Lasten

Sorpcijska sposobnost tal: sposobnost tal, da vežejo in zadržijo različne snovi, imenujemo sorpcijska sposobnost. To je z vidika oskrbe rastlin s hranili ena izmed najpomembnejših lastnosti tal. Sposobnost vezave hranil in vode imajo talni koloidi. Koloid je zelo majhen delec kamnine ali organske snovi v tleh, ki ima veliko zunanjo površino, na kateri se izmenjujejo kationi in anioni iz talne raztopine. Koloidno frakcijo tal sestavljajo glineni in humusni delci. To so delci manjši od približno $1\mu\text{m}$ v premeru. Zaradi izredno majhne velikosti imajo vsi koloidi zelo veliko zunanjo površino na enoto mase. Nekateri silikatni minerali glin imajo tudi veliko medplastno notranjo površino. Površina talnega koloida variira od $10\text{ m}^2/\text{g}$ pri glinah s samo zunanjo površino, do več kot $800\text{ m}^2/\text{g}$ pri glinah z obsežno notranjo površino.

Notranje in zunanje površine talnih koloidov so pozitivno in/ali negativno nabite. Na večini talnih koloidov prevladuje elektronegativni naboj, čeprav imajo nekateri koloidi v zelo kislih tleh elektropozitivni naboj. Izvor in količina površinskega naboja se zelo razlikuje med različnimi skupinami talnih koloidov in v nekaterih primerih nanj vpliva tudi pH tal. Naboji na površini koloidov privlačijo ali odbijajo snovi iz talne raztopine, kar vpliva na kemično in fizikalno obnašanje tal. Poseben pomen ima privlak kationov na površino negativno nabitih koloidov. Koloidi so ponavadi negativno nabiti in privlačijo katione (Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , H^+ , Na^+) (Mengel s sod., 1987).

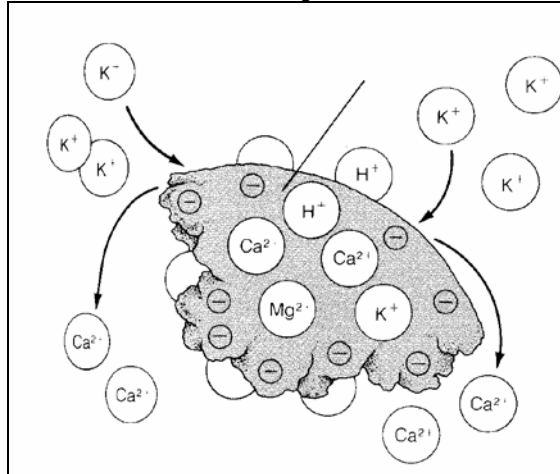


Slika 33: Princip adsorpcije kationov

Vir: Mengel s sod., 1987

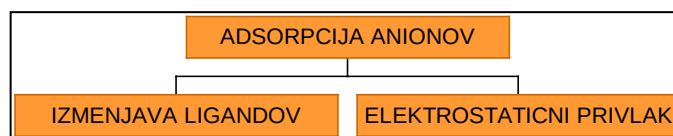
Vsak koloidni delec nosi skupino ionov, ki jo privlači s svojim površinskim nabojem. Pogosto se posamezen kation oddalji od skupine in se premakne v talno raztopino. Ko se to zgodi, se hkrati iz talne raztopine v skupino na koloidu prenese drug kation z ekvivalentnim oziroma enakim nabojem. Temu procesu rečemo kationska izmenjava. Skupini kationov, ki jo nosi koloid na svoji površini, pravimo, da je adsorbirana (rahlo vezana) na površino koloida. Ker lahko ti kationi izmenjajo mesta s tistimi v talni raztopini, se izraz izmenljivi kationi uporablja

tudi za ione v adsorbiranem stanju. Ker se kationi iz talne raztopine neprestano izmenjujejo z adsorbiranimi kationi, ionska sestava talne raztopine odseva sestavo adsorbiranih kationov.



Slika 34: Izmenjava kationov na koloidu
Vir: Mengel s sod., 1987

Poleg kationov so v tleh tudi anioni (negativno nabiti ioni). Izmed glavnih hranil, ki jih dodajamo rastlinam, so najbolj značilni fosfori (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) in dušikovi anioni (NO_3^- ali nitratni ion). Prav tako je kopica mikroelementov v tleh v anionski obliki. Nekateri talni minerali in koloidi vsebujejo hidrokside Fe in Al oksidov (hematid, gipsit, Fe in Al organo kompleksi ipd.). Pri vseh adsorberjih sta pomembni AlOH in FeOH skupini, ki jih najdemo tudi v organskih kompleksih (huminske kisline, fulvo kisline). Ker se v tleh nahajajo ti pozitivno nabiti koloidi, se nekateri anioni vežejo na talne delce po že opisanem principu pri kationih. Poleg tega se nekateri anioni še močnejše vežejo na talne koloide z zamenjavo OH skupine z anionom. Temu principu rečemo tudi izmenjava ligandov. Ker se anion veže v strukturo koloida, je ta vezava močna in trajna, zato se tako vezana hranila ne izpirajo, ampak se izredno počasi pomikajo v globlje plasti do korenin. Zaradi tega je potrebno fosfor v trajnih nasadih vdelati v tla, sicer bo z gibanjem 1 cm v globino na leto komaj po več letih prišel do korenin. Za razliko od fosforja pa se nitratna oblika dušika ne veže in je izrazito podvržena izpiranju.



Slika 35: Načini vezave (adsorpcije) anionov v tleh
Vir: Lasten

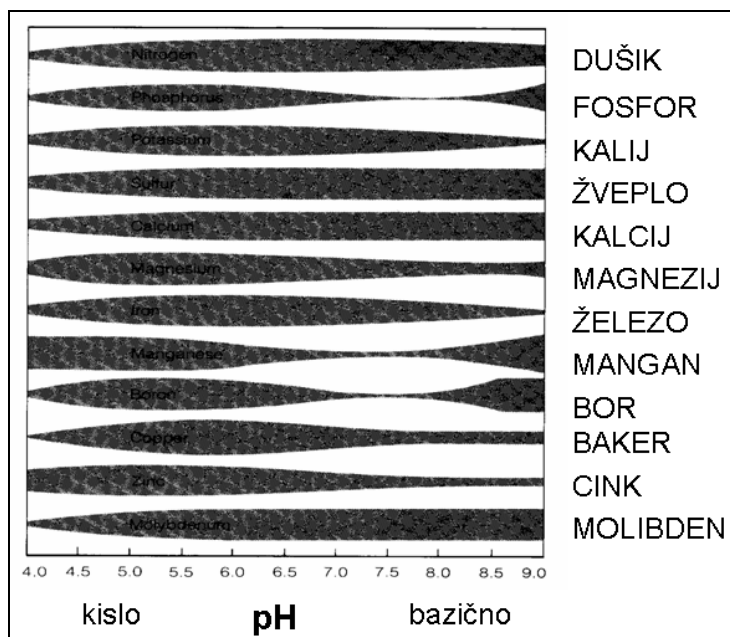
Reakcija tal ali pH vrednost tal je ena najpomembnejših talnih lastnosti. Določa jo razmerje med vodikovimi in hidroksilnimi ioni. Merimo jo v območju od 1 do 14, in sicer tla glede na pH vrednost razvrščamo na:

- kislja (pH vrednost pod 6,5),
- nevtralna (pH vrednost od 6,5 do 7,5),
- bazična (pH vrednost nad 7,5).

Kislost vpliva na rodovitnost tal, občutljivost za onesnaževanje in na različne rabe tal in je v grobem dovolj primeren indikator kemijskih lastnosti tal, ki odločajo o njihovi primernosti za kmetijstvo. Slaba založenost z rastlinskimi hranili pogosto sovpada z večjo kislostjo tal. V Sloveniji so tla kislja tako zaradi nekarbonatne matične podlage (Pohorje, del Goriškega)

kakor tudi zaradi izpiranja hranil (Bela krajina). Taka tla so kljub ustrezni globini manj primerna za kmetijsko rabo.

V Sloveniji v splošnem prevladuje kislja reakcija tal. Večina kmetijskih rastlin uspeva le v nevtralnih do slabo kisljih tleh (pH vrednost od 6 do 6,5). Kmetijci zato kislim tlem (običajno pod pH 6,5) dodajamo kalcij, čemur pravimo apnenje tal. Nevtralna reakcija tal je izrednega pomena zaradi dostopnosti hranil. Zaradi sorpcijske sposobnosti tal so hranila kot ioni vezana na talne delce in so kot takšna nedostopna rastlinam (korenine jih ne morejo sprejeti preko koreninskih laskov). Rastlina lahko sprejme le ione – hranila, ki se nahajajo v vodi, ki ji rečemo talna raztopina. Večina ionov prehaja iz vezane oblike v talno raztopino in obratno najhitreje pri pH vrednosti tal med 6 in 6,5, kar prikazuje tudi spodnja slika (Mengel, 1987).



Slika 36: Intenzivnost prehajanja ionov (hranil) v talno raztopino (širina črte označuje intenzivnost) pri različnih pH vrednostih tal

Vir: Mengel s sod. 1987

2.2.3 Biološke lastnosti tal

Tla so s svojimi biološkimi lastnostmi živ sistem. V tleh namreč živi kopica bakterij, gliv in alg. Vrhnja plast tal predstavlja pravo kraljestvo talne favne, med katerimi so najštevilčnejši deževniki, najdemo tudi glodalce, številne ličinke, žuželke, nematode in druge podobne organizme.

V pridelavi poljščin in vrtnin se srečujemo s kopico škodljivih organizmov, ki omejujejo rast rastlin. Te bom predstavil v nadaljevanju, tokrat pa omenjam le simbiotske bakterije, ki živijo na koreninah metuljnic in vežejo zračni dušik. Ta pojav se imenuje fiksacija dušika.

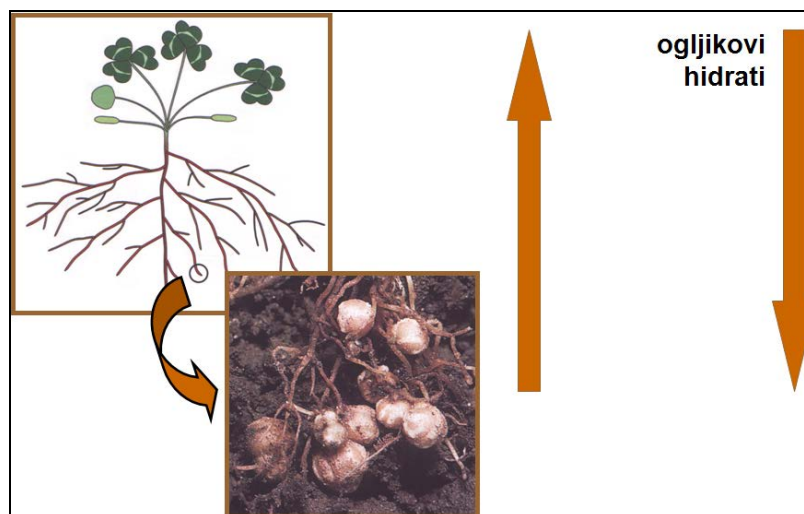
Bakterijska vezava dušika: nekatere bakterije v tleh lahko vežejo zračni dušik in ga spreminjajo v obliko, ki jo rastline lahko izkoristijo za lastno asimilacijo. Bakterije – fiksatorji dušika so lahko prostoživeče, poznamo pa tudi simbiotske na koreninah metuljnic. Prostoživeče bakterije vežejo le manjšo količino dušika. Količino vezanega dušika s strani simbiotskih bakterij pa nam prikazuje naslednja tabela.

Tabela 8: Količina vezanega dušika s pomočjo simbiotskih bakterij pri različnih vrstah metuljnic

vrsta	mejne vrednosti	povprečne vrednosti
detelja (<i>Trifolium sp.</i>)	45-670	250
grah (<i>Pisum sativum</i>)	50-500	150
lucerna (<i>Medicago sativa</i>)	90-340	250
bob (<i>Vicia faba</i>)	140-200	150
soja (<i>Glycine max</i>)	60-300	100
arašidi (<i>Arachis hypogaea</i>)	50-150	100
leča (<i>Lens culinaris</i>)	50-150	80
fižol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	100-300	200

Vir: Taiz in Zeiger, 1998

S kmetijskega pomena so pomembnejše simbiotske bakterije na koreninah metuljnic, ki lahko v celoti oskrbijo posevek metuljnic s potrebnim dušikom in še obogatijo tla z organskim dušikom, ki je na razpolago naslednji kulturi. Te bakterije se razvijejo na koreninah stročnic, kjer s pomočjo rastnih encimov oblikujejo majhne gomoljaste nabrekline. V teh nabreklinah se namnožijo in živijo od ogljikovih hidratov gojene rastline. S tega zornega kota živijo kot paraziti, vendar v zameno za energijo rastlino oskrbujejo z dušikom.



Slika 37: Simbiotska fiksacija dušika

Vir: Taiz in Zeiger, 1998

Zaradi redne oskrbe z dušikom rastlina raste bolje kot bi brez njih, pa četudi bi uporabljali dušikova gnojila v agrotehniki. Zato so v tleh koristne oziroma si celo želimo njihove prisotnosti v primeru gojenja metuljnic. Nekatere metuljnice, ki jih zelo redko gojimo pri nas, celo okužimo s temi bakterijami pred setvijo, kar še pospeši razvoj simbioze in vezave dušika.

Najpomembnejše simbiotske bakterije so rodu *Azotobacter* in so sposobne vezati tudi preko 200 kg dušika/ha v eni rastni dobi.

VPRAŠANJA ZA RAZMISLEK

1. Pojasnite pomen metuljnic v kolobarju kmetijskih rastlin.
2. Pojasnite način vezave hranil na talne delce. Zakaj ne smemo založno pognojiti tal z dušikom?
3. Analizirajte vpliv pH vrednosti tal na rast in razvoj rastlin. Pri tem upoštevajte sposobnost sproščanja hranil v talno raztopino.
4. Utemeljite potrebo po gnojenju z organskimi gnojili oz. potrebo po organski snovi v tleh.
5. Razložite vpliv obdelave tal na strukturo tal.
6. Pojasnite pomen poznavanja teksture tal za gojenje rastlin.

POVZETEK

Tla kot živ sistem s svojimi lastnostmi vplivajo na rast in razvoj gojenih rastlin. Struktura tal, tekstura tal, kapaciteta tal za vodo, globina tal in druge fizikalne lastnosti vplivajo na način agrotehnike in zahtevajo prilagajanje tehnologije pridelovanja. V večini primerov nanje ne moremo vplivati, torej se jim lahko le prilagajamo. Ravno tako so pomembne kemične lastnosti tal, kot so sorpcijska kapaciteta, pH vrednost, organska snov v tleh in druge. Vendar v večini primerov na te lastnosti lahko vplivamo in jih s primerno agrotehniko popravljamo in prilagajamo potrebam gojenih rastlin. Pri tem ne smemo pozabiti na biološke lastnosti, ki preko svojega delovanja v tleh spreminjajo tla in lahko pripomorejo k boljšemu pridelovalnemu potencialu tal.

3 PREHRANA RASTLIN

UVOD

Poznavanje potreb po posameznih hranilih (elementih) je izrednega pomena, ker pravilno gnojenje zagotavlja visoke in kvalitetne pridelke ob hkratnem varovanju okolja in narave. Ravno gnojenje je v zgodovini pridelovanja naredilo pomembne korake pri povečevanju hektarskih pridelkov vseh rastlin. Zaradi nekontroliranih količin in stremenju k rekordnim pridelkom smo pridelovalci ta ukrep marsikdaj izkoristili in zlorabili. Posledice tega so vidne še danes, saj so nekatere evropske države (npr. Nizozemska) dolgoročno onesnažile tla s tehnologijami za doseganje rekordnih pridelkov. Ravno Nizozemska živinoreja in pridelava krme sta bili vzrok za prevelike vnose nitratov in drugih soli v tla, saj je obremenitev 4 GVŽ/ha zahtevala visoke pridelke krme, manjkajoče količine močnih krmil pa so dokupili iz drugih držav ali celo kontinentov. Posledice takšnega ravnanja nosijo še danes in tudi zaradi onesnaženih tal pridelujejo zelenjavo na hidroponiki. Prav tako so vodni kanali preraščeni z algami, ki imajo zadosti hranil za pretiran razvoj.

MOTIVACIJSKI PRAKTIČNI UVOD

Pridelujemo krompir, ki ga želimo dolgo skladiščiti. Od sosedu, prav tako pridelovalca krompirja, smo dobili informacijo, da je potrebno krompir dognojati le z dušikom. To sezono smo tako tudi gnojili. Vendar, ko je prišla jesen, smo imeli bistveno več gnilega krompirja kot prejšnja leta, prav tako so gomolji hitro izgubljali vodo in se skladiščili slabše kot kadarkoli. Enako je taval tudi sosed. Vendar, ko gremo preveriti stanje k drugemu uspešnemu pridelovalcu krompirja, v njegovem skladišču opazimo lepe, čvrste gomolje, prav tako nam je zatrdil, da praktično ni imel gnilih gomoljev ob spravilu. In potem smo zvedeli, da je za dognojevanje uporabljal gnojila s kalcijem in kalijem. Kako ta dva elementa vplivata na skladiščne lastnosti, obravnavamo v nadaljevanju.

Pomen harmonične prehrane rastlin lahko utemeljimo tudi s sledečim primerom: Pri pridelavi paprike zaradi napake pri gnojenju hitro izgubimo en cvet ali celo plodič na rastlini. Do tega pride lahko zaradi pomanjkanja magnezija, bora ali osnovnih elementov, kot so fosfor, kalij ali dušik. Če vemo, da imamo na 1 ha posajenih 30.000 rastlin, takšna napaka pomeni izgubo 30.000 plodov. Pri povprečni teži ploda, ki je vsaj 150 g, ta napaka povzroči izpad pridelka v višini 4.500 kg. Če papriko prodajamo po ceni 0,5 EUR/kg, to pomeni znižan prihodek za 2.250,00 EUR. In to le zaradi ene manjše tehnološke napake!

Rastlina za rast in razvoj nujno potrebuje anorganske snovi, to so hranila. V procesu fotosinteze si rastline pridobijo energijo, ki jo porabijo za tvorbo organskih snovi. Pri tej biosintezi potrebuje poleg anorganskih snovi še CO₂, ki ga dobi iz zraka skozi listne reže, anorganske snovi pa večinoma iz zemlje oziroma substrata, v katerem raste. Korenine črpajo hranila (v ionski obliki) s koreninskimi laski. Posamezni elementi so za rastline potrebni v različnih količinah in so različno pomembni. Glede na potrebne količine elemente delimo na:

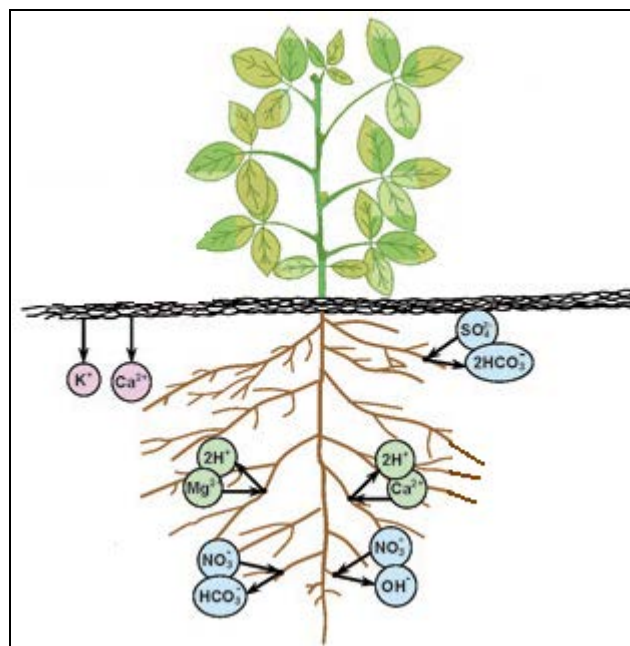
- makroelemente (C, O, H, N, P, S, K, Ca, Mg) in
- mikroelemente (Mn, B, Fe, Zn, Cu, Mo ...)

Hranila vplivajo na višino in kakovost pridelka kot posamezni elementi, prav tako ima velik vpliv tudi razmerje med posameznimi hranili. Pri gnojenju večine poljščin in zlasti vrtnin sta pomembna zlasti dušik in kalij, saj njuno razmerje vpliva na višino in kvaliteto pridelka. Poleg tega pri prehrani rastlin ne smemo pozabiti na zakon o minimumu, ki opisuje rast in razvoj rastlin v odvisnosti od rastnega dejavnika, ki v določenem trenutku postavlja omejitve

hitrejše rasti in razvoja. To je dejavnik (tudi posamezno hranilo), ki ga je v danem trenutku najmanj, a je intenzivnost rasti odvisna od njega (Marschner, 1995).

Osnova gnojenja je harmoničnost - vsestranskost gnojenja. Gnojenju samo z enim elementom pravimo enostransko gnojenje. To ne omogoča pridelave kakovostne hrane v tržno zanimivih količinah. Zaradi enostranskega gnojenja se ioni v rastlini lahko nakopičijo do toksičnih količin (zlasti pri pretiranem gnojenju z dušikom). Nasprotje enostranskemu gnojenju je harmonično gnojenje. To pomeni dodajanje vseh hranil v količinah, ki so potrebne za rast in razvoj. Temelj takega gnojenja je analiza tal pred presajanjem in spremljanje hranil v hranilni raztopini. Analiza tal pred presajanjem nam da oceno, kakšen je potencial tal, dejansko stanje pa poda analiza talne raztopine v času rasti in omogoča kontrolo elementov v tleh, ki so na voljo rastlini.

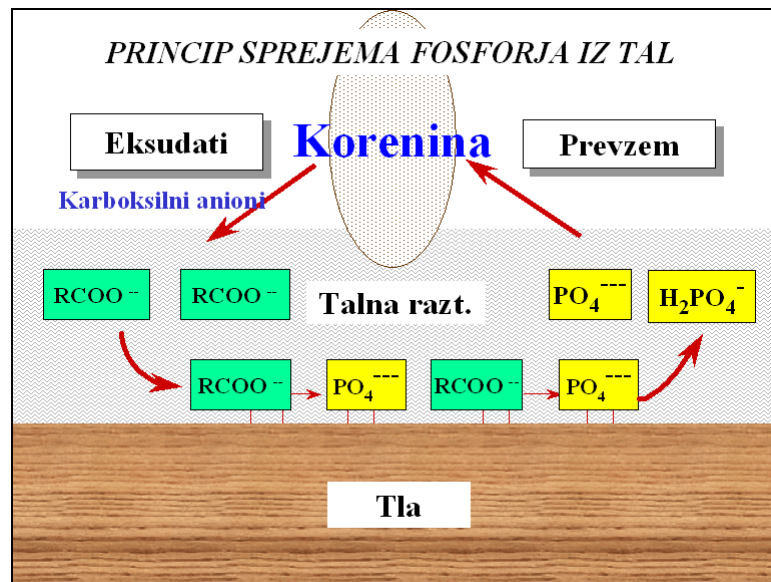
Rastline sprejemajo hranila preko koreninskega sistema. Preden pride do prevzema (absorbcije) hranil s koreninskimi laski, morajo hranila priti na površino le-teh. To poteka s pomočjo različnih mehanizmov. Najpomembnejši od mehanizmov je t.i. količinski pretok, kjer hranila potujejo v tekoči talni raztopini in pridejo do korenin skupaj z vodo. Zato je pomembno tudi redno namakanje posevka. Drug način potovanja hranil na površino korenin je difuzija. To je gibanje hranil od mesta z večjo koncentracijo (mesto razpada mineralov in organske snovi) proti območju z manjšo koncentracijo (okolica korenin). Glede na porabo hranil zaradi rasti je v okolici korenin koncentracija hranil nižja in vodi do gibanja hranil h koreninam. Vendar pa korenine v tleh rastejo in tako tudi same pridejo do hranil. Vsi ti mehanizmi potekajo v tleh ves čas rasti. Glavni pomen tega je oskrba rastline s hranilnimi snovmi.



Slika 38: Sprejem hranil iz tal skozi koreninske laske

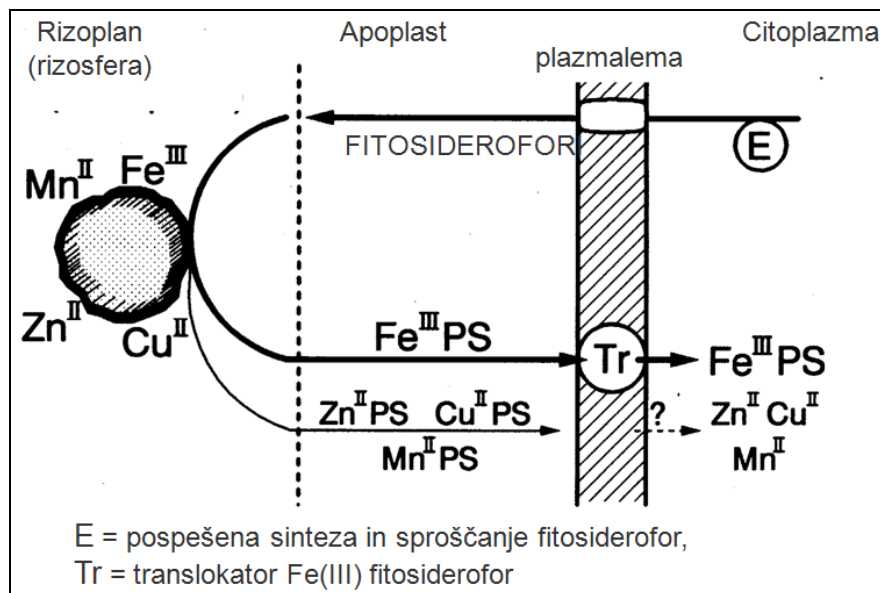
Vir: Lasten

Procesi v tleh so uravnovešeni. Sprejem hranil vodi do izločanja določenih spojin ali ionov iz korenin v njihovo okolico - rizosfero. Tem snovem pravimo eksudati. To so organske kisline, ki pomembno vplivajo na sprejem hranil, saj vplivajo na pH vrednost okolice korenin in s tem na dostopnost hranil. Dolgoročno vplivajo tudi na pH vrednost tal. V tej zvezi pozitivno delujejo na prevzem fosforja in nekaterih mikroelementov (naslednja slika) (Mengel s sod., 1987).

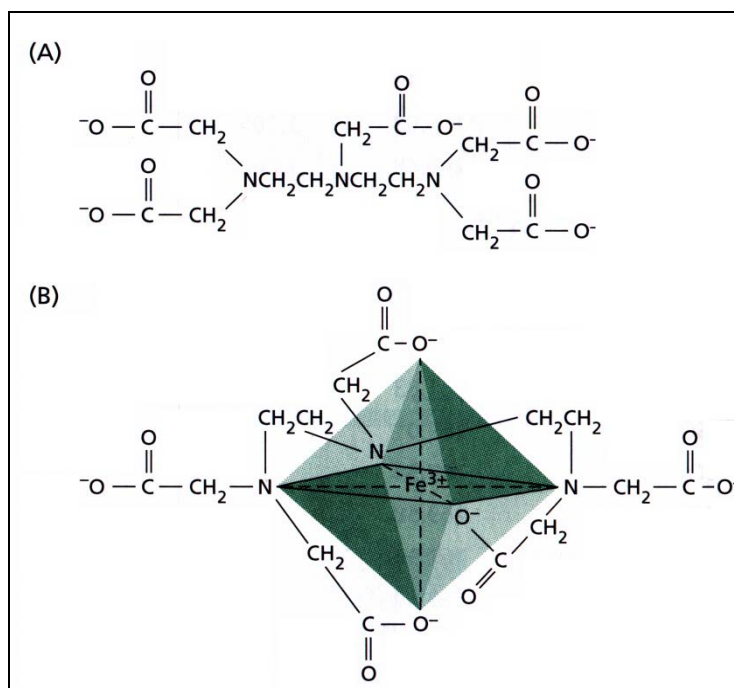


Slika 39: Sproščanje fosforja iz tal v talno raztopino s pomočjo koreninskih eksudatov
Vir: Lasten

Mikroelementi so močno vezani na talne delce (minerali glin, organska snov ...) in le majhna količina teh preide v talno raztopino, pa še ti so zelo izpostavljeni izpiranju. Zato je pomembno, da so mikroelementi vezani z organskimi kislinami. Taka spojina se imenuje kelat. Kelat je obstojen v talni raztopini in dostopen rastlini. Mikroelementi v kelatni obliki stalno prehajajo iz kelatne oblike v vezano obliko (na talne delce). Na ta način je preprečeno izpiranje in omogočen sprejem mikroelementov. Zaradi teh razlogov je zelo pomembno dodajanje mikroelementov v kelatni obliki, saj je s tem omogočen optimalen sprejem in minimalno izpiranje le-teh v podtalnico (Marschner, 1995).



Slika 40: Princip sprejema mikroelementov s pomočjo kelatov
Vir: Mengel s sod., 1987



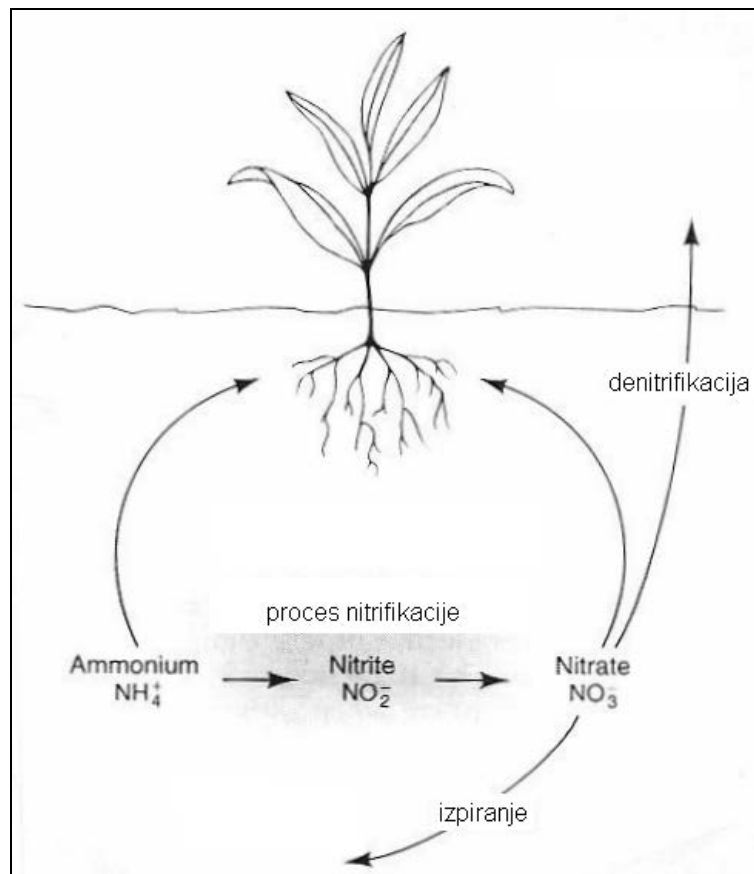
Slika 41: Primer DTPA (dietilentriaminpentaocetna kislina) železovega kelata
Vir: Mengel s sod., 1987

3.1 POMEN POSAMEZNIH HRANIL

3.1.1 Dušik

Izredno pomemben element v rastlinski prehrani je dušik. Dušik je element, ki ga je v okolici rastlin največ (80 % v zraku), a ga večina rastlin ne izkorišča. Izjema so metuljnice, ki imajo na koreninskem sistemu simbiotske bakterije, ki so sposobne vezati dušik iz zraka in na ta način oskrbeti rastlino z njim. Na žalost je potrebno večino rastlin dognojevati z dušikom.

Dušik je zelo mobilen element in z njim ni mogoče založno gnojiti. Zaradi tega je ključnega pomena večkratno dognojevanje v času rasti. Dušik največkrat nastopa v dveh oblikah, in sicer v amonijski in nitratni. Kation NH_4^+ (amonijska oblika) je podvržena hitremu izhlapevanju iz površine tal, se pa zato boljše veže na talne delce. Amonijska oblika dušika je fiziološko kislá oblika in dognojevanje z njim znižuje pH vrednost tal. Rastline ga v taki obliki sprejemajo v manjših količinah, saj se ta oblika hitro spremeni v nitratno obliko (NO_3^-) v procesu nitrifikacije. Nitratni dušik (anionska oblika) se slabo veže na talne delce in je zato podvržena izpiranju, vendar ga rastline najhitreje sprejemajo.



Slika 42: Procesi spreminjanja oblike dušika v tleh s pomočjo bakterij
Vir: Prirejeno po Mengel s sod., 1987

Različni izkoristki gnojil, različna (slaba) vezava na talne delce in druge lastnosti tal zahtevajo optimalno doziranje dušika. Z osnovnim gnojenjem ga dodamo čim manj, saj je potreba po njem na začetku rasti relativno majhna, je pa spomladi veliko padavin in dušik se izpere iz območja korenin. Zaradi tega je najboljši način za gnojenje z dušikom dognojevanje (čim številčnejše, tem boljši je izkoristek), in sicer fertigacija - gnojenje in zalivanje hkrati, saj se dušik dodaja v majhnih količinah pri vsakem zalivanju. S tem se omogoči konstanten sprejem in maksimalna izkoriščenost gnojila. V kolikor posevkov ne zalivamo, pa za dognojevanja izberemo deževne dni (Mengel s sod., 1987).

Nekateri ioni, ki so vezani z nitratom (kalijev nitrat, magnezijev nitrat ...) so običajno bolj mobilni, kot če bi bili samostojno v talni raztopini. Temu pojavu vpliva enega elementa na sprejem in gibanje drugega pravimo sinergizem.

Dušik izmed vseh elementov najbolj vpliva na rast rastlin. Skupaj s kisikom, vodikom, ogljikom in občasno z žveplom tvori amino kisline, ki so osnovni deli beljakovin. Beljakovine pa so prisotne v vseh procesih presnove rastline (Taiz in Zeiger, 1998).

3.1.2 Kalij

Večina rastlin vsebuje izmed vseh elementov, ki jih dodajamo z gnojenjem, največ kalija. Zato je intenzivno pridelovanje povezano tudi z dognojevanjem s kalijevimi gnojili. Rastline preko korenin lahko sprejemajo le kation K^+ . Kalij v tleh je srednje mobilan, saj se dobro veže na talni sorpcijski kompleks. To sicer omogoča gnojenje z večjimi količinami pri osnovnem gnojenju, vendar kvaliteta specialnih gnojil omogoča veliko dostopnost kalija iz njih tudi pri dognojevanju. To se je že nekajkrat dokazalo pri tržnih pridelovalcih zelenjave in krompirja,

ki so z dognojevanjem s kalijevim nitratom, to je gnojilom, ki vsebuje kalij v nitratni obliki, izboljšali kvaliteto in povečali količino pridelka (Mengel s sod., 1987).

Kljub veliki potrebi rastlin po tem elementu je kalij za rastline slabo dostopen. Zaradi nemobilnosti so dostopni le ioni, ki so do 7 mm oddaljeni od koreninskih laskov. Zato se lahko kljub dobri založenosti tal s kalijem njegova zaloga za rastline izčrpa.

Kalij je element, ki ga rastline potrebujejo za tvorbo pridelka in za opravljanje fizioloških funkcij. Kot sestavni del encimov (koencim) vodi metabolizem rastlin. Kot element pa vpliva tudi na razvoj plodov in gomoljev, ki so tako boljšega okusa, kvalitetnejši in obstojnejši. Poleg neposrednega vpliva ima kalij velik posredni vpliv na pridelek. Deluje kot transportno sredstvo za prenos vode in hranil po ksilemu ter sladkorja po floemu. Ksilem je žilni sistem rastline, po katerem se premešča voda in v njej raztopljene snovi iz tal (preko korenin) v druge dele rastline. Floem pa je žilni sistem, po katerem se premeščajo organske spojine (produkti fotosinteze in presnove), raztopljene v vodi, po rastlini. Zaradi vpliva na transport snovi omogoča boljši izkoristek ostalih hranil, njihovo vezavo v procesu fotosinteze in metabolizma ter premeščanje metabolnih produktov v plodove. Prav tako skrbi za normalen turgor (celično napetost) v rastlini (Taiz in Zeiger, 1998).

3.1.3 Fosfor

Potreba po fosforju je izmed makroelementov pri rastlinah najmanjša. V tleh se nahaja v izredno velikih količinah, vendar le-tega rastline ne morejo izkoriščati. Je izredno močno vezan na talne delce in ga le malo prehaja v talno raztopino. Zaradi tega ga je vse do tedaj, ko so začeli uporabljati gnojila, primanjkovalo v naših tleh. Na dostopnost fosforja ima zelo velik vpliv pH vrednost tal. Ker je fosfor slabo dostopen, so rastline razvile posebne mehanizme, s pomočjo katerih pripravijo fosfatne ione za sprejem. Pri sprejemu hranil korenina rastline v okolico oddaja eksudate (ione karboksilnih kislin), ki sprostijo vezan fosfor in fosfatni ion preide v talno raztopino, od tam pa v rastlino (Mengel s sod., 1987).

Fosfor je element, ki ga rastline največ potrebujejo v fazi po presajanju. Je izredno pomemben za razvoj koreninskega sistema. Druga pomembnost fosforja je iniciacija cvetov. Torej, za vse plodovke je fosfor pomemben element ves čas rasti. Zlasti veliko ga potrebujejo mlade rastline v času nizkih temperatur. V tkivu je fosfor pomemben sestavni element energije (ATP) in nukleinskih kislin (RNA, DNA) (Taiz in Zeiger, 1998).

Fosfor je v tleh močno vezan in slabo mobilan. Z njim lahko založno gnojimo brez večje nevarnosti, da bo prišlo do izpiranja. Kadar ne uporabljamo hitrotopnih gnojil, je priporočljivo uporabiti fosfor pred presajanjem, saj ga je potrebno z obdelavo spraviti v območje korenin (zaradi slabe mobilnosti).

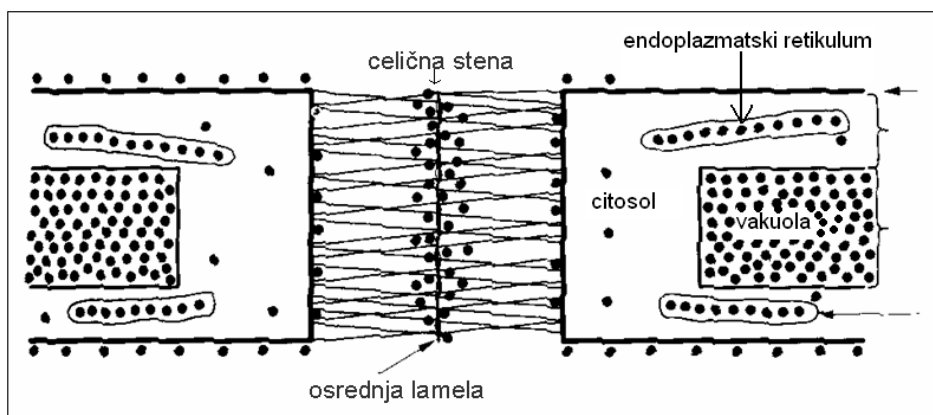
3.1.4 Magnezij

Magnezij je sestavni del listnega barvila - klorofila. Rastline ga potrebujejo približno toliko kot fosforja, vendar se do sedaj magnezijeva gnojila niso uporabljala v večjem obsegu, saj večina tal v Sloveniji vsebuje precej magnezija. Intenzivna pridelava in intenzivno gnojenje s kalijem in fosforjem pa že povzročajo pomanjkanje tega elementa (Mengel s sod., 1987).

3.1.5 Kalcij

Kalcij je element, ki neposredno vpliva na pH vrednost tal. V tleh je srednje mobilni in je podvržen izpiranju. Kljub temu ga je v večini naših tal dovolj. Pri rastlinah pogosto pride do relativnega pomanjkanja kalcija. Vzrok tega pojava je konkurenca za sprejem s kalijem. Na s kalijem bogatih tleh ga rastline ne sprejmejo dovolj in zato se na rastlini pokažejo simptomi pomanjkanja (Mengel s sod., 1987).

Kalcij je zelo pomemben za večino rastlin. V rastlini vpliva na prožnost in prepustnost celičnih membran. Z dognojevanjem preprečimo marsikatero fiziološko bolezen (rjavenje listnega roba pri solati, gniloba na muhi ploda pri plodovkah, grenka pegavost pri jablanah ...). Prav tako izboljšamo trdnost in obstojnost pridelka, konzistenco ter splošno skladiščno sposobnost (Taiz in Zeiger, 1998).



Slika 43: Različne koncentracije Ca (označen s črno piko) v celici in celični steni
Vir: Taiz in Zeiger, 1998

3.2 ANALIZA TAL IN INTERPRETACIJA REZULTATOV

Pravilno gnojenje oziroma gnojilni načrt pripravimo na podlagi rezultata analize tal. Pri analizi tal največkrat opravimo analizo na sledeče parametre:

- pH vrednost tal,
- delež organske snovi v tleh,
- količino dostopnega fosforja v tleh ($\text{mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g tal}$),
- količino dostopnega kalija v tleh ($\text{mg K}_2\text{O}/100 \text{ g tal}$).

Ostale parametre analiziramo redkeje, obvezno pa v primeru neprimerne rasti gojene rastline kljub harmoničnemu gnojenju, zasnovanemu na podlagi opravljene analize tal.

Količino fosforja in kalija v tleh analizirajo v laboratoriju najpogosteje z amon laktatno metodo (AL metodo). Dobljen rezultat tolmačimo v skladu s spodaj navedenimi podatki.

Tabela 9: Uvrstitev tal v razrede glede na vsebnost kalija in fosforja

Tolmačenje rezultatov analize tal po AL metodi (količina hranil v mg/100 g tal):		
mg P ₂ O ₅ /100 g tal	mg K ₂ O/100 g tal	razred
<6	<10	A – siromašna tla
6–12	10–19	B – srednje preskrbljena tla
13–25	20–30	C – dobro preskrbljena tla
26–40	31–40	D – pretirano preskrbljena tla
>40	>40	E – ekstremno preskrbljena tla
A, B: gnojenje > odvzem C: gnojenje = odvzem D, E: gnojenje < odvzem		

Vir: Mengel s sod., 1987

Optimalna pH vrednost tal za rast travne ruše je okrog 6,5. V primeru nižje pH vrednosti moramo tla apniti in s tem uravnati njihovo kislost. Količino potrebnega apnenja nam določijo že v laboratoriju, kjer so nam opravili analizo.

Optimalna količina organske snovi v tleh je med 4 in 8 %. Na trajnih travnatih površinah običajno ni težav z doseganjem zadostne organske mase v tleh, saj ostanki od košnje in naravno odmiranje korenin in listov stalno dovajajo novo organsko snov in s tem zamenjujejo mineralizirano organsko snov.

Vzorčenje tal: pravi čas za odvzem vzorcev tal je po končani rastni dobi oziroma po spravilu pridelkov in pred prvim gnojenjem. Vzorec tal mora biti pravilno odvzet, saj imajo le v tem primeru rezultati kemičnih analiz ter iz njih izhajajoč gnojilni nasvet pravo praktično vrednost. Rezultati kemične analize tal so namreč eden glavnih pogojev za pravilno izdelan gnojilni načrt. Če je vzorec tal napačno odvzet, rezultati kemičnih analiz ne zrcalijo dejanskega stanja oskrbljenosti tal z rastlinskimi hranili, posledica pa je tudi nepravilno svetovanje, kako gnojiti.

Optimalni čas za odvzem vzorcev tal: za izvedbo kemične analize tal bi se praviloma morali odločiti vsakih 5 let. To seveda velja v primeru, da v obdobju med obema terminoma vzorčenja ne opazimo težav v rasti rastlin, ki so lahko posledica neustreznega gnojenja. V nasprotnih primerih se za kemično analizo tal lahko odločimo tudi izven priporočenih terminov. Omenil sem že, da je optimalni čas za odvzem vzorcev tal jeseni. Takrat imajo namreč laboratoriji dovolj časa, da opravijo kemične analize, mi pa dovolj časa, da nakupimo gnojila, ki jih potrebujemo za harmonično gnojenje na podlagi rezultatov analize tal. V primeru, da vzorce tal oddamo v analizo zgodaj spomladi, se nam lahko zgodi, da rezultatov analiz ne bomo dobili pred prvimi spomladanskimi deli, med katere spada tudi gnojenje. Ob tem naj dodamo še pomemben nasvet, da vzorčenja tal ne smemo opraviti vsaj en mesec od zadnjega gnojenja ali neposredno po dežju; v tem primeru je bolje počakati nekaj dni, da se tla vsaj malo osušijo.

Oprema za vzorčenje: za vzorčenje tal potrebujemo sondo za vzorčenje ter čisto vedro in vrečko, v katero spravimo vzorec. Priporočamo uporabo papirnate ali polivinilaste vrečke. Opremo za vzorčenje (predvsem sondo) si lahko sposodimo od kmetijskega svetovalca, če pa to ni mogoče, si lahko pomagamo tudi s čisto lopato.



Slika 44: Različne sonde za jemanje vzorcev tal
Vir: lasten

Globina vzorčenja je odvisna od vrste kmetijskih rastlin, ki na rastejo parceli. Na travnikih priporočamo vzorčenje do globine 6 cm oziroma globlje do globine razvoja korenin, če nam je z različnimi ukrepi uspelo ustvariti pogoje za rast korenin do večje globine od 6 cm. Na njivskih površinah jemljemo vzorec tal do globine oranja, saj je ta del enakomerno premešan in založen s hranili.

Postopek vzorčenja - najpomembnejši načeli, ki ju moramo upoštevati pri izvedbi vzorčenja tal, sta:

- načelo homogenosti parcele ter
- načelo enakomernega vzorčenja znotraj parcele.

Velikostna omejitev ene parcele, s katere jemljemo vzorec tal, ni predpisana. Takšna parcela je lahko velika več hektarov, lahko pa tudi samo nekaj arov. Glavni kriterij pri izbiri velikosti parcele je torej homogenost oziroma izenačenost parcele. Pri tem mislimo na intenzivnost rasti, vrste kmetijskih rastlin, tip tal, način gnojenja v preteklosti itd.

V praksi se pogosto dogaja, da nam na enem delu parcele posevek lepo uspeva, na drugem pa ne. Vzrok za ta pojav gre lahko iskati tudi v tleh. V takih primerih naredimo napako, če vzorčenje tal kljub temu enakomerno opravimo po celotni parceli. Na ta način nam namreč rezultati analiz ne odgovorijo na vprašanje, zakaj na enem delu parcele trava dobro uspeva, na drugem pa ne, saj ne vemo, kateremu delu bi bolj »pripisali« rezultate analiz. V omenjenem primeru je zato priporočljivo vzorec tal odvzeti ločeno z vsakega dela parcele posebej, saj bomo le s primerjavo rezultatov meritev na obeh delih lahko ugotovili, ali je vzrok za različno rast resnično v tleh.

Največ napak pri vzorčenju naredimo, kadar vzorca tal ne odvajamo enakomerno po vsej površini preiskovane parcele. Število odvzemnih mest je odvisno od velikosti parcele. Velja priporočilo, da za 1 parcelo zadostuje okoli 15–20 odvzemnih mest. Na posameznem odvzemnem mestu odvajamo za približno eno pest velik vzorec, ki ga imenujemo podvzorec tal. Podvzorce shranjujemo v za ta namen pripravljeno čisto vedro. Pri izbiri odvzemnih mest se izogibajmo raznim "nepravilnostim" na parcelah. Med temi naj omenimo

še vidne ostanke organskih gnojil, kamenja, poti, robove na njivah, krtine ipd. Podvzorce tal na koncu v vedru dobro premešamo. Nato iz tako premešanih podvzorcev od vzamemo povprečen vzorec tal za analizo, ostalo pa zavržemo. Za analizo tal zadostuje okoli 1 kg vzorca.

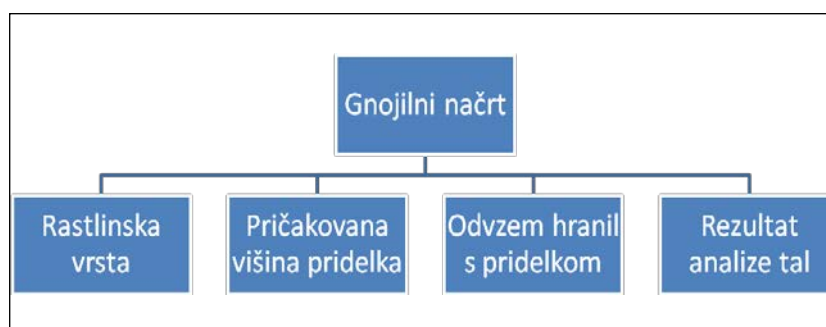
Označevanje vzorcev tal: vzorec tal moramo takoj po odvzemu ustrezno označiti. Na vrečko vzorca napišemo naslednje podatke: ime, priimek in naslov lastnika parcele, oznako parcele (domače ime, morebiti tudi parcelno številko ter katastrsko občino, GERK), datum vzorčenja ter globino vzorčenja. Poleg tega lahko vzorec tal označimo še z drugimi informacijami, ki pomagajo pri izdelavi gnojilnega nasveta (vrsta kmetijske rastline, gnojenje v preteklosti itd.). Označen vzorec zavežemo, da se med prevozom do laboratorija ne raztrese. Podatke o vzorcih tal si vzporedno zapišimo tudi v naše beležke, da bomo lahko posamezne vzorce prepoznali ob prejemu rezultatov analiz. Vzorec tal je treba po odvzemu čim prej dostaviti v laboratorij, v katerem nam bodo opravili analizo tal.

Kemične analize v vzorcih tal: za potrebe kontrole rodovitnosti tal v vzorcih tal najpogosteje opravljamo analize na stopnjo kislosti tal (pH), vsebnost rastlinam lahko dostopnega fosforja, kalija in magnezija ter analizo vsebnosti organske snovi. Po potrebi laboratoriji v vzorcih tal opravijo tudi druge, zahtevnejše analize, ki pa so odvisne od specifičnih problemov pri prehrani posameznih rastlin.

3.3 IZRAČUN GNOJILNEGA NAČRTA

Ustrezno gnojenje rastlin je eden izmed temeljev rastlinske pridelave. Prav tako omogoča trajnostno uporabo kmetijskih zemljišč za kmetijsko pridelavo. Z vsestranskim gnojenjem rastlin z optimalnimi količinami bomo vzdrževali najprimernejšo založenost tal s posameznim hranilom. Ravno zaradi tega moramo spremeniti paradigmo gnojenja, in sicer iz gnojenja tal h gnojenju rastlin. Osnova temu je priprava gnojilnega načrta za večletni kolobar na posamezni poljini.

Za izdelavo gnojilnega načrta potrebujemo podatke, ki so navedeni na spodnji sliki.



Slika 45: Potrebni podatki za izračun gnojilnega načrta

Vir: Lasten

S pomočjo vrste gojene rastline in pričakovanega pridelka dobimo podatek o pričakovanem odvzemu hranil s pridelkom, ki je podan pri vsaki poljščini in vrtnini v učbeniku Gospodarjenje v poljedelstvu in vrtnarstvu. Pred izračunom potrebnega gnojenja še korigiramo odvzem z rezultati analize tal. Z analizo tal smo dobili podatke o količini organske snovi v tleh (%), o pH vrednosti, o založenosti s kalijem in fosforjem (mg/100 g tal). Z

osnovno analizo tal pa ne analiziramo dušika v tleh, zato pri načrtovanju gnojenja z dušikom upoštevamo celotno količino dušika, ki ga s pridelkom odvezamo pridelovalni površini.

Potrebno količino fosforja in kalija za gnojenje prilagodimo rezultatu analize tal. V primeru, da analiza tal pokaže vrednosti za fosfor pod 13 mg/100 g tal (siromašna tla), je potrebno gnojilni načrt korigirati tako, da količino dodanega gnojila povečamo glede na predviden in pričakovan odvzem. Pri kaliju je ta meja 20 mg/100 g tal. V primeru prekomerne založenosti tal s posameznim hranilom (nad 26 mg fosforja/100 g tal oziroma nad 31 mg kalija/100 g tal) pa gnojenje korigiramo tako, da gnojimo z manjšimi količinami gnojila glede na odvzem hranila iz tal. S takim ukrepom bomo količino oziroma zalogo hranil v tleh dolgoročno približali srednjim vrednostim za posamezno hranilo, to je razredu C. Srednja založenost (razred C) daje najboljše možnosti za vzgojo kvalitetne travne ruše in omogoča trajnostno gojenje trave na isti površini.

Na podlagi korigiranih podatkov o odvzemu hranil za posamezno poljščino v kolobarju izberemo gnojila, s katerimi bomo zadostili potrebam. Pri izboru hranil najprej upoštevamo hranila v organskih gnojilih. Povprečne vrednosti so podane v spodnji preglednici.

Tabela 10: Povprečne vrednosti hranil v različnih vrstah organskih gnojil

Vrsta org. gnojila	N			P ₂ O ₅	K ₂ O
	Skupaj	Večletni izkoristek	V letu uporabe		
Goveji hlevski gnoj, dober	50	30	20	25	60
Prašičji hlevski gnoj, kmečki	55	30	25	30	50
Goveja gnojevka, nerazredčena	50	40	25	20	70
Prašičja gnojevka, nerazredčena (močna krmila)	70	55	40	50	30
Prašičja gnojevka, nerazredčena (kmečka reja)	60	45	35	40	50
Goveja gnojnica	20	20	20	-	60
Prašičja gnojnica	40	40	40	1	40
Konjski hlevski gnoj	65	35	30	30	60
Kurjeki, suhi	220	120	100	250	150
Kompostirani kurjeki	200	100	100	500	230

Vir: Mengel s sod., 1987

Šele po upoštevanju organskih gnojil pričnemo kombinirati mineralna gnojila tako, da se čim bolj približamo potrebam rastlin po posameznem hranilu. Pri tem običajno najprej zadostimo potrebo po fosforju, nato po kaliju in šele nazadnje po dušiku ob predpostavki, da za dognojevanja praviloma uporabljamo čista dušikova gnojila oziroma upoštevamo principe gnojenja, podane pri posamezni kulturi v nadaljevanju.

3.4 NITRATNA ANALIZA IN DOGNOJEVANJE Z DUŠIKOM

Dušik v tleh se nahaja v različnih kemijskih oblikah. Zelo grobo se deli v organski in anorganski dušik. Skoraj 95 % vsega dušika v tleh je vezanega v razne organske kemijske spojine v rastlinski ali živalski biomasi. Anorganski dušik oz. mineralni dušik (NO₂ - N, NO₃ - N, NH₄⁺ - N) zajema le majhen delež celotnega dušika v zemlji (približno 1–2 %). Poraba dušika je zaradi nestrokovnega gnojenja marsikdaj nesmotrna. Včasih poljščine gnojijo z večjo količino dušika, kot ga zares potrebujejo. Velik del tega dušika je mobilan v

zemlji in se lahko prenese v podtalnico, kar lahko pomeni onesnaženje pitne vode ali pa večjo vsebnost dušika v pridelkih.

Odmerek gnojil je odvisen od vsebnosti dušika v tleh, stanja posevkov in pričakovanega pridelka. Vsebnost dušika v tleh ugotovimo z laboratorijsko analizo N-min do globine do 90 cm, ali pa s hitrim talnim nitratnim testom, s katerim približno določimo stanje nitrata dušika v tleh. Za lažje razumevanje metode in za spodbudo za odločanje za analizo podajam primer določanja dognojevanja z dušikom pri pšenici.

Ciljna vrednost mineralnega dušika v tleh pred prvim dognojevanjem pri pšenici je 120 kg/ha. Dognojevanje opravimo z odmerkom gnojila, ki ga izračunamo tako, da od ciljne vrednosti 120 kg/ha odštejemo ugotovljeno količino mineralnega dušika v tleh, razliko pa pokrijemo z dušikom iz mineralnih gnojil. Če z analizo v tleh ugotovimo vrednost 75 kg/ha mineralnega dušika, je pri dognojevanju ozimne pšenice in ječmena potrebno dodati 45 kg/ha dušika, oziroma 170 kg/ha KAN-a. Če v tleh ugotovimo samo 40 kg/ha mineralnega dušika je potrebno opraviti gnojenje z 80 kg/ha dušika oziroma 300 kg/ha KAN-a. Upoštevamo tudi, da je treba posevke, ki so redki zaradi slabe prezimitve, gnojiti z večjimi odmerki N, posevke, ki so pregosti, pa z manjšimi. Z metodo N-min se določi vsebnost $\text{NO}_3\text{-N}$ in $\text{NH}_4\text{-N}$, rezultat pa se praviloma izrazi v kg N/ha. Analizirajo se 2 ali 3 plasti tal (0 do 30 cm, 30 do 60 cm, 60 do 90 cm).

Količino dušika v tleh lahko analiziramo tudi s hitrim nitratnim rastlinskim testom. Okoli 20 povprečno dobro razvitih rastlin spulimo in odrežemo s škarjami od vsake bili 1 cm nad tlemi dva odrezka po 0,5 cm - skupaj torej 40 odrezkov. Te odrezke stisnemo v stiskalnici za česen. Prve kapljice zavržemo, srednje kapljice rastlinskega soka pa kanemo na testni listič, ki se obarva. Po eni minuti primerjamo barvo na lističu z barvo na skali, ki je na ovitku škatlice s testnimi lističi. Dobljeno barvo z ocenjenimi mg $\text{NO}_3\text{/l}$ vrednotimo kot je prikazano v tabeli. Odmerki dušika za drugo dognojevanje ob kolenčenju na podlagi hitrega rastlinskega nitrata testa so odvisni tudi od gostote posevka, kar prikazuje spodnja tabela.

Tabela 11: Odmerki dušika za drugo dognojevanje pšenice ob kolenčenju na podlagi hitrega rastlinskega nitrata testa glede na gostoto posevka

BARVA	neobarvano	svetlo vijoličasto	vijoličasto	temno vijoličasto
mg $\text{NO}_3\text{/l}$	0-20	20-75	100-250	nad 400
GOSTOTA				
normalna	50	40	30	0
zelo gosto	40	20	0	0
redko	60	45	30	20

Vir: Mengel s sod., 1987

Če ugotovimo, da v času testa zaradi dobre preskrbe z dušikom ni potrebno dognojevati, test po dveh tednih ponovimo in se potem odločimo za ustrezno količino dušika.

Tabela 12: Odmerki dušika za tretje dognojevanje pšenice na podlagi meritev hitrega rastlinskega testa v fazi klasenja

mg $\text{NO}_3\text{/l}$	0-30	50-100	150-300	nad 400
Do 500 klasov	50	40	20	0
500 -700 klasov	60	50	30	0
Nad 700 klasov	70	55	40	0

Vir: Tanjšek, 1980

V prihodnosti gre pričakovati zamenjavo hitrih rastlinskih nitratnih testov s klorofilmetri (Hydro N-klorofilmetar). Metoda temelji na spoznanju, da je nastajanje klorofila v listih pšenice močno odvisno od prehranjenosti z dušikom. Ker pa je tvorba klorofila odvisna tudi od drugih dejavnikov, kot so genetski potencial sorte, osvetlitev, količina vode v tleh, temperatura ipd., izmerjena vrednost ne pove veliko, če ni urejena (korigirana) na polje, sorto in okolje, ki ga vzorčimo. Najlažje umerimo klorofilmetar na dobro pognojenih ozkih pasovih, ki služijo kot referenčne točke. Potrebno je opraviti 30 meritev in izračunati povprečje. Na podlagi meritev posevek pognojimo s količino dušika, ki je podana v spodnji tabeli.

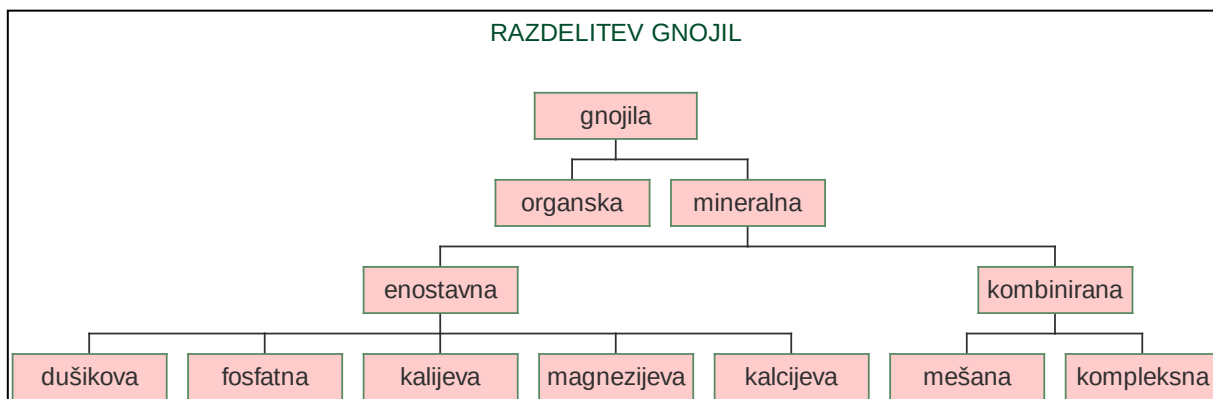
Tabela 13: Priporočila za 2. in 3. dognojevanje pšenice (v kg N/ha) na podlagi meritve klorofila s Hydro N-klorofilmetrom

Vrednost korigirane meritve	690	690-630	630-570	570-525	pod 525
Kolenčenje	0	20	20-40	40-60	60
Klasenje	0	40	40-70	70-90	90

Vir: Tanjšek, 1980

3.5 GNOJENJE IN GNOJILA

Na podlagi analize tal in listov ter pričakovanega pridelka opravimo gnojenje posameznih posevkov po že omenjenem gnojilnem načrtu. Na razpolago imamo različna gnojila, kar prikazuje spodnja slika.



Slika 46: Različne vrste gnojil, s katerimi gnojimo gojenim rastlinam

Vir: Lasten

Gnojila so lahko v različnih agregatnih stanjih, in sicer:

- tekoča gnojila,
- gnojila v obliki kristalov,
- granulati.

Tekoča gnojila in gnojila v obliki kristalov se običajno uporabljajo za foliarno aplikacijo ali za dognojevanje skupaj z namakanjem (fertirigacijo). Granulirana gnojila se običajno uporabljajo z raztrosom.

Gnojila lahko uporabljamo na različne načine, in sicer:

- s foliarno aplikacijo,
- s fertirigacijo,

- z raztrosom,
- z inkorporacijo.

3.5.1 Foliarno gnojenje

Razlogi za foliarno gnojenje rastlin: razlogov za foliarno oskrbo rastlin s hranili je več. Prva skupina razlogov izhaja iz dejstva, da pri visokem pridelovalnem potencialu novih sort in hibridov rastline preko koreninskega sistema ne morejo več zagotoviti vseh makro- in mikrohranil glede na potrebe rastline. To velja še zlasti v anabiotičnem stanju koreninskega sistema (stanju mirovanja korenin). Razlogi za takšno stanje koreninskega sistema so različni, vsi pa rezultirajo stanje korenin, ko le-te ne sprejemajo hranil. Potencialni razlogi za anabiozo korenin so prevlažna ali presuha tla, hladen ali celo zamrznjen orni sloj tal, zbita zemljišča ali slaba struktura tal.

Kadar je v poletnih mesecih temperatura tal visoka, pojavu suše sledi še visoka temperatura v območju korenin, so korenine v mirujočem (anabiotičnem) stanju večji del dneva. Tedaj je sprejem hranil in vode močno zmanjšan ali celo prekinjen, podzemni del rastline pa kljub vsemu porablja sintetizirane asimilate za ohranjanje življenjskih funkcij. V takih rastnih razmerah se pogosto zmanjša tudi mikrobnost tal, kar dodatno zmanjšuje prehajanje hranil v talno raztopino. V takih rastnih razmerah je nujno potrebna foliarna aplikacija hranil.

Drugo skupino razlogov za foliarno aplikacijo hranil povzroča slaba kemijska sestava tal. Pogosto so hranila čvrsto vezana na talne delce in zato nedostopna rastlinam. Najpogosteje je zaradi slabih talnih lastnosti nedostopen fosfor, ki najpogosteje s kalcijem na bazičnih zemljiščih gradi sekundarne in terciarne oblike fosfatov (zemljišča na kraškem svetu), a na kislih tleh z železom. Nasprotno od čvrste vezave hranil je izpiranje. Na lahkih, peščenih tleh (rečni nanosi, plitva tla) so hranila podvržena procesom izpiranja (zlasti dušik). Poleg vezave ali izpiranja sestava tal vpliva tudi na oskrbo rastline z mikrohranili. Pogosto namreč naletimo na pridelovalno zemljišče, ki mu v sestavi tal primanjkuje eno ali več mikrohranil, kot so cink, bor, mangan, železo. Pomanjkanje samo enega od mikrohranil lahko negativno vpliva na sprejem ostalih hranil. S foliarno prehrano rastlin lahko preprečimo vse navedene težave rastlin, ki jih povzroči kemijska sestava tal.

Tretja skupina razlogov foliarne prehrane so fiziološke potrebe rastlin, vezane na posamezno fenofazo rasti in razvoja. V določenih fazah rasti potrebujejo rastline specifično razmerje med hranili, zlasti med dušikom, kalijem, fosforjem, kalcijem in magnezijem. Za primer si pogledimo potrebe plodovk (paprika, paradižnik in podobno) tekom rastne dobe. V začetni fazi rasti po presajanju potrebujejo omenjene rastline večji delež dušika v primerjavi s kalijem. Optimalno razmerje N : K je v povsem vegetativni fazi 2 : 1, v fazi razvoja prvih plodov 1 : 1, v fazi od pričetka dozorevanja prvih plodov pa 1 : 2 do 1 : 3 na koncu vegetacije. V kolikor z gnojenjem ne dosežemo omenjenih razmerij, je prehod iz vegetativne v generativno fazo moten, pridelek manjši in zato pridelava manj ekonomična. Za regulacijo razmerij med hranili je v teh trenutkih foliarna oskrba rastlin s primernimi hranili nujno potrebna.

Četrta skupina razlogov za foliarno oskrbo rastlin izhaja iz marketinških zahtev v smislu lastnosti pridelka, kot so obarvanost, sijaj, čvrstost, okus in vonj ipd. Te lastnosti pridelka so vezane na delež škroba v pridelku, na delež kalcija v celičnih stenah ... Na tržne lastnosti pridelka pogosto vplivajo razmerja med dušikom in kalijem, zato so pridelovalci primorani ves čas spremljati in regulirati razmerja med hranili.

Peto skupino razlogov opraviči potreba po združevanju foliarne prehrane in sistema kemijske in biološke zaščite rastlin pred boleznimi in škodljivci. Kupci nam namreč postavljajo vse

večje zahteve po kontroli kontaminiranja hrane in ostankih sredstev za varstvo rastlin. Prav tako se vse večje prehranske verige odločajo za analizo kemijskega sestava hrane s poudarkom na nitratih in nitritih. Slednje je zlasti pomembno v izvensezonskem obdobju pridelave s slabo osvetljenostjo (pod 5000 luxi). Gnojenje solate in drugih izvensezonskih vrst zelenjave je potrebno prilagoditi in spremeniti glede na rastne pogoje. Foliarna prehrana je zagotovo eden izmed pomembnih ukrepov tudi v slednjih primerih.

Proces foliarne prehrane: rastline vsa hranila sprejemajo v obliki ionov, in sicer kot anione ali katione. Pri foliarni aplikaciji je prehod kationov skozi hidrofobno voščeno prevleko lista ter nadalje skozi kutikulo (negativno nabita pektin in celuloza) mnogo večja kot anionov. Zaradi hidrofobne površine lista je pomembno, da je površinski naboj raztopine nizek, da se kapljice bolje prilegajo na list (pokrijejo čim večjo površino lista). Kislost oz. pH vrednost raztopine za foliarno aplikacijo hranil naj bo pod 7, običajno je 5,5 do 6,5. V primeru uporabe trde vode z veliko kalcija za pripravo raztopine (pH raztopine bi presegla vrednost 7) je nujna regulacija pH vrednosti z dušikovo ali fosforno kislino. Pri uporabi kislin za zniževanje pH vrednosti moramo biti kljub priporočilom previdni, saj je prenizka pH vrednost raztopine (pod 4,5) toksična in povzroči ožige listne površine.

Foliarna prehrana rastlin se običajno izvaja v pogojih zmanjšane evapotranspiracije. Optimalni čas za aplikacijo hranil na liste je torej večer. Razlog temu niso samo nižje temperature in s tem manjša nevarnost ožigov, temveč dejstvo, da hranilna raztopina ne prehaja v list preko odprtih listnih rež, saj je ponoči, ko so listne reže zaprte, prehod hranil v list mnogo činkovitejši.

3.5.2 Fertirigacija

Eden izmed okolju najbolj sprejemljivih načinov namakanja je namakanje preko kapljičnega namakalnega sistema, kjer namakamo le območje korenin gojenih rastlin, vse vmesne prostore pa pustimo suhe. Prav tako so sodobni kapljični sistemi izredno učinkoviti in izpopolnjeni, kar omogoča preko 90-odstotno enakomernost namakanja. Zaradi teh lastnosti ta namakalni sistem uporabimo tudi za distribucijo gnojil.

Za fertigacijo uporabljamo gnojila, ki so povsem vodotopna in ne puščajo netopnih ostankov. Uporabljamo jih v majhnih količinah, saj preko namakalnega sistema lahko dognojujemo ob vsakokratnem namakanju, zato je delež hranil v tleh v optimalni količini in hranila niso podvržena izpiranju. Količino hranil lahko celo zmanjšamo v primeru s klasičnim gnojenjem, saj jih apliciramo neposredno h koreninam. Gnojila so že raztopljena v vodi in so praktično dostopna rastlini takoj po aplikaciji. Zaradi možnosti uporabe različnih formulacij gnojil lahko med sezono prilagajamo N : K razmerje trenutnim potrebam gojene rastline (kot je navedeno pri opisu posamezne gojene rastline) (Podgoršek, 2003).



Slika 47: Primer kapljičnega namakanja
Vir: Lasten

3.5.3 Raztros

Najpogostejša aplikacija gnojil je raztros granuliranih gnojil. Na ta način gnojimo pred setvijo in tudi dognojujemo (zlasti z dušikovimi gnojili ali gnojili z nitratom – kalijev nitrat, kalcijev nitrat, magnezijev nitrat ipd.). Za kvalitetno oskrbo rastlin moramo gnojila enakomerno raztrositi po celotni površini. Optimalni čas aplikacije gnojil je tik pred obdelavo tal (oranje, predsetvena obdelava, okopavanje ...), s čimer preprečimo izgubo hranil zaradi uhajanja v zrak (izguba amonijskega iona ...).



Slika 48: Raztros mineralnega gnojila s traktorskim trosilnikom
Vir: Lasten

3.5.4 Inkorporacija

Nekatera gnojila so izrazito podvržena izhlapevanju. V primeru uporabe takšnih gnojil jih je potrebno vnesti v tla in jih zadelati z zemljo. Takšnemu vnosu pravimo inkorporacija. Inkorporacijo lahko vršimo tudi z ostalimi gnojili ob setvi, okopavanju, osipavanju, ipd., kjer ravno tako vnašamo gnojila neposredno v tla.

VPRAŠANJA ZA RAZMISLEK

1. Utemeljite potrebo po analizi tal.
2. Analizirajte uporabo različnih vrst dušičnih gnojil in pri tem upoštevajte lastnosti nitratnih in amonijskih ionov v tleh.
3. Naredite načrt za jemanje vzorca tal za domačo njivo ali travnik v velikosti vsaj 1 ha. Pri tem upoštevajte vse zakonitosti vzorčenja tal.
4. Pripravite gnojilni načrt za triletni kolobar ene njive na domači kmetiji.
5. Analizirajte potrebo po dodajanju posamezni hranil. Utemeljite potrebo po harmoničnem in uravnoteženem gnojenju rastlin.

POVZETEK

Gnojenje predstavlja pomemben napredek v agrotehniko rastlinske pridelave. Zato moramo pridelovalci temu agrotehničnemu ukrepu posvetiti posebno pozornost in se gnojenja lotiti premišljeno in celovito. Harmonično gnojenje se pravzaprav prične z jemanjem vzorca tal in pripravo kolobarja – vrstenja rastlin na posamezni parceli. Na podlagi rezultatov analize tal in potreb rastlin v kolobarju pripravimo gnojilni načrt, s katerim želimo doseči pričakovane pridelke. Na podlagi gnojilnega načrta opravljamo gnojenje rastlin in pri tem upoštevamo tudi lastnosti tal in predvsem lastnosti gnojil, ki jih uporabljamo. Gnojenje opravljamo tako, da z njim ne onesnažujemo okolja, temveč prehranjujemo rastoče rastline.

4 ANATOMIJA IN FIZIOLOGIJA DOMAČIH ŽIVALI

Živinoreja je najpomembnejša kmetijska panoga v Sloveniji. Uspešen živinorejec mora temeljito poznati postopke pridelovanja kakovostne osnovne krme na travinju in njivah ter celotno tehnologijo reje, ki obsega prehrano, prirejo mleka, razmnoževanje, selekcijo, vzdrževanje higiene v hlevu in opazovanje živali. V teh poglavjih bomo spoznali osnove razmnoževanja domačih živali, prireje mleka in prehrane.

4.1 SPOLNI ORGANI IN RAZMNOŽEVANJE DOMAČIH ŽIVALI

UVOD

Razmnoževanje je temelj živinoreje. Vsi živi organizmi se starajo in odmirajo, zato bi brez uspešnega razmnoževanja vrsta kmalu izumrla. Razmnoževanje domačih živali (sesalcev), lahko opišemo kot zaporedje dogodkov, ki se začnejo z razvojem organskega sistema za razmnoževanje pri zarodku in nadaljujejo z njegovim razvojem po rojstvu. Poznavanje anatomije in fiziologije razmnoževanja je zelo pomembno za doseganje dobrih rezultatov pri razmnoževanju. Če so ti slabi, se zmanjša proizvodnja in gospodarnost je lahko ogrožena.

MOTIVACIJSKI PRAKTIČNI UVOD

Pri reji plemenskih svinj je plodnost najpomembnejša gospodarska lastnost. Število živorojenih pujskov v gnezdu, na leto in v življenju je močno odvisno od uspešnosti odkrivanja bukanja in optimalnega časa pripuščanja. Z dobrim opazovanjem svinje lahko ugotovimo začetek bukanja. Če pa poznamo njen spolni cikel, dozorevanje jajčec in ovulacijo, bomo zlahka določili optimalen čas pripusta, da se bo oplodilo maksimalno število ovuliranih jajčec. Pri pravočasni oploditvi ima svinja lahko 12 ali več živorojenih pujskov v gnezdu. Če zamudimo optimalen čas pripusta, svinja lahko ostane breja, vendar bo imela manjše število pujskov, lahko tudi samo enega ali dva. Iz tega vidimo, kako pomembno je spremljanje spolnega ciklusa, odkrivanje gonjenja in pravočasni pripust za uspešno razmnoževanje.

Veda, ki se ukvarja s proučevanjem razmnoževanja živali, je reprodukcija. Reprodukcijska je skupek poglavij iz številnih bioloških ved, ki proučujejo pojave in zakonitosti, vezane na razmnoževanje (anatomija, fiziologija, biokemija, endokrinologija, genetika, prehrana, obnašanje živali, patologija, embriologija ...).

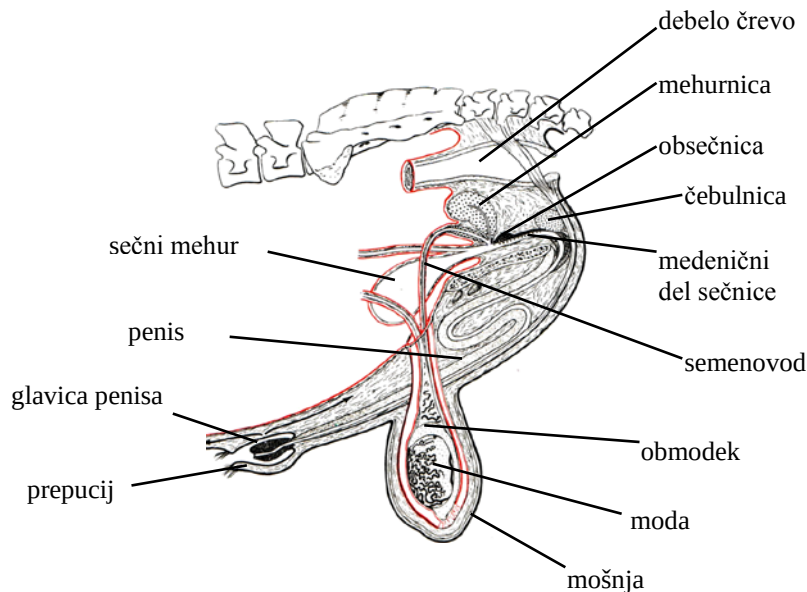
Spolni organi samca in samice se med seboj močno razlikujejo in se pri razmnoževanju dopolnjujejo. Zasnova spolnih organov je enotna za oba spola.

Spol je dedna lastnost in je odvisna od spolnih kromosomov. Kromosomska formula za ženski spol pri sesalcih je XX, za moški spol pa XY. Spol novega osebk določajo spolni kromosomi semenčice in je določen že v zigoti. V začetku razvoja se razvijajo nastavki spolnih organov obeh spolov. Nato prevladajo hormoni dedno določenega spola in nastavki spolnih organov drugega spola zakrnijo.

4.1.1 Moški spolni organi sesalcev

Moške spolne organe sestavljajo:

- mošnja – *scrotum*,
- moda – *testes*,
- obmodek – *epididymis*,
- semenovod – *ductus deferens*,
- dodatne spolne žleze – *akcesorne spolne žleze* (mehurnica, obsečnica, čebulnica),
- medenični del sečnice – *canalis urogenitalis* in
- moški spolni ud – *penis*.



Slika 49: Spolni organi bika
Vir: Prirejeno po Rebesko in Rigler, 1983, 215

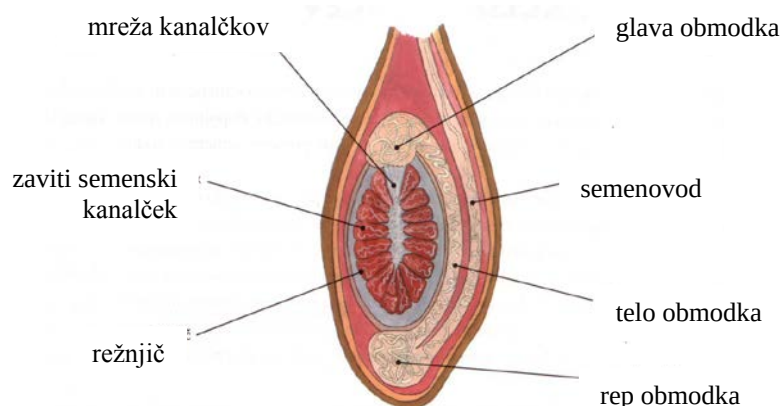
Mošnja – *scrotum* je kožna vrečka, v kateri so nameščena moda. Naloga mošnje je uravnavanje temperature mod. Za normalno proizvodnjo semenčic mora biti temperatura mod in obmodka za 4-7 °C nižja od telesne temperature.

Moda – *testes* so parni organ, ki proizvajajo moške spolne celice – semenčice ali *spermiji* in spolni hormon – *testosteron*.

Moda se nahajajo v modnikovi vrečki – *scrotum*. Razvijejo se v trebušni votlini. Proti koncu brejosti ali v prvih dneh življenja se skozi dimeljski – *ingvinalni* kanal spustijo iz trebušne votline v mošnjo. Ta premik mod iz trebušne votline v mošnjo imenujemo spust ali povs mod, ki je zelo pomemben za normalni razvoj semenčic. V primeru, da se moda ne spustijo iz trebušne votline v mošnjo, take živali imenujemo kriptorhidi in so neplodne. Zaradi previsoke temperature semenčice ne nastajajo, nastaja pa moški spolni hormon.

Obmodek – *epididymis* je podolgovat organ, ki je po vsej dolžini tesno priraščen na moda. Anatomsko ga delimo na: glavo, telo in rep. Glavo sestavljajo odvodni kanalčki, ki se zlivajo v obmodkov vod, ki je močno zavrt in dolg. Naloga odvodnih kanalčkov je prenos semenčic iz mreže kanalčkov v obmodkov vod. Med potovanjem semenčice tudi dozorevajo in pridobivajo oploditveno sposobnost. Skladiščijo se v obmodkovem repu. V takšnem okolju ostanejo sposobna oploditve do dva meseca, pozneje pa odmrejo in se resorbirajo.

Če plemenjaka dalj časa ne uporabljamo za razmnoževanje, semenčice odmrejo in se resorbirajo ali izločijo s sečom. Če pa je izliv semena prepogost, se zaloge semenčic v obmodkovem repku popolnoma izpraznijo in jih v izlivu skoraj ni več. Da je oploditvena sposobnost maksimalna, moramo plemenjake pri razmnoževanju enakomerno obremenjevati.

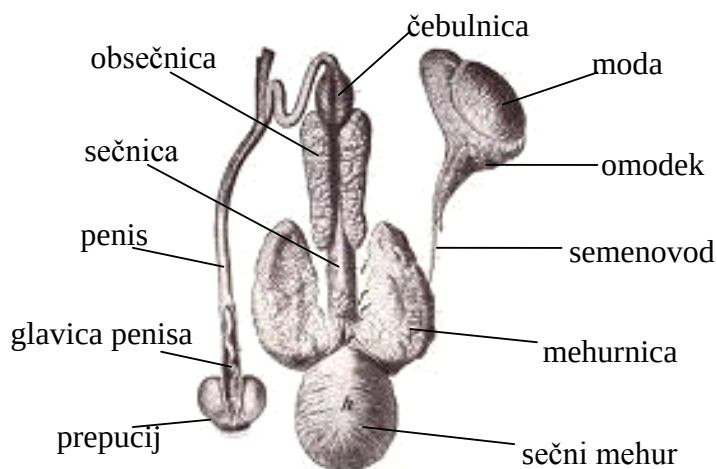


Slika 50: Vzdolžni prerez mošnje z modom in obmodkom
Vir: Zdovc, 2007, 12

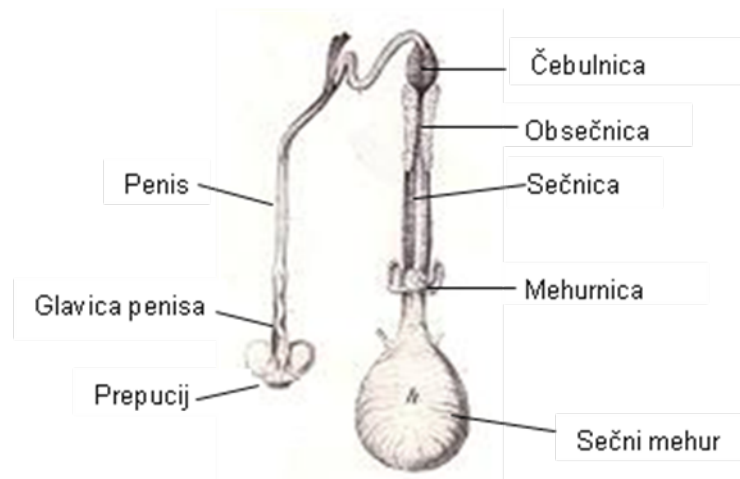
Semenovod – *ductus deferens* izhaja iz obmodkovega kanala in se zlija v medenični del sečnice. Semenovod skupaj s krvnimi in limfnimi žilami ter živčnimi vlakni tvori semensko povescmo. Prehaja skozi *ingvinalni* kanal v trebušno votlino in se v medenični votlini izliva v sečnico – *urethro*.

Dodatne spolne žleze – akcesorne spolne žleze se nahajajo ob semenovodu in medeničnem delu sečnice. To so: mehurica – *glandula vasiculosa*, obsečnica – *prostate* in čebulnica – *glandula bulbouretralis*. Njihovo delovanje je odvisno od spolnih hormonov, zato kastracija vpliva na njihovo zmanjšanje.

Dodatne spolne žleze pod vplivom hormona testosterona izločajo svoje izločke – *sekrete*, ki oblikujejo semensko plazmo in skupaj s semenčicami tvori semensko tekočino – *sperma*. Semenska plazma sproži gibljivost semenčic in služi kot njihovo transportno sredstvo, hkrati pa je tudi vir hranilnih snovi za semenčice ter nevtralizira kislo vsebino ženskih rodil.



Slika 51: Spolni organi merjasca
Vir: Prirejeno po Rebesko in Rigler, 1983, 221



Slika 52: Spolni organi kastriranega prašiča
Vir: Prirejeno po Rebesko in Rigler, 1983, 221

Medenični del sečnice – *canalis urogenitalis* je skupni kanal za seč in seme, ki poteka od sečnega mehurja do konca spolnega uda. Na njenem začetku sta odprtini za izločke mehurnice. Okoli tega dela sečnice je posebno gobasto tkivo, ki se med parjenjem in izlivom semena napolni s krvjo in s tem zapre vhod v sečni mehur, ter prepreči, da bi seme prišlo v mehur.

Moški spolni ud – *penis* je kopulativni ali paritveni organ. Njegova naloga je vnos semena v ženske spolne organe in odvod seča iz sečnice. Na spolnem udu ločimo: koren, telo in glavico. Glavica spolnega uda je pri posameznih vrstah živali značilno oblikovana.

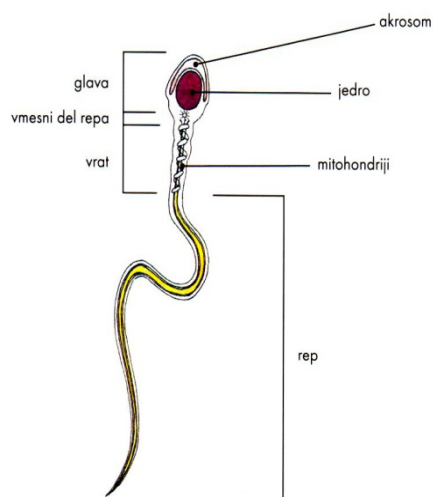
Spolni ud je iz *brecilnega* tkiva, ki je gobasto z votlinicami, mišičnimi vlakni in vezivom. Gobasto tkivo se ob spolnem vznburjenju napolni s krvjo, kar povzroči erekcijo spolnega uda. Pri prežvekovalcih in merjascu je spolni ud v nevzbujenem stanju zavrt v značilni krivulji – *sigmoidni zavoju*, pri žrebcu in mesojedih živalih pa je raven.

Glavica spolnega uda je pokrita s sluznico in s posebnim kožnim listom – **prepucij**, ki je močno oživčen. Koža prepucija je polna posebnih žlez lojnic, ki izločajo izločke z značilnim vonjem.

Razvoj semenčic imenujemo **spermatogeneza** in poteka v modih. Celoten razvoj semenčic traja od 39 do 61 dni, odvisno od vrste živali. Spermatogeneza pri domačih živalih poteka neprekinjeno skozi vso obdobje spolne zrelosti.

Spermij je sestavljen iz: glavice, vrata, vmesnega dela in repa. V glavici je zbran ves dedni material, ki prenaša očetove lastnosti na potomce. V vmesnem delu so vlakna in mitohondriji, ki zagotavljajo energijo. Rep je namenjen gibanju semenčic. Prednji del glave spermija pokriva **akrosom**, ki ima posebno vlogo pri oploditvi jajčeca. Akrosom izloča encime, ki topijo ovojnico jajčeca in s tem omogoči oploditev jajčeca.

Na stopnji, ko so semenčice v modih, le-te niso plodne in se ne gibljejo. V procesu potovanja po obmodku semenčice dozorijo. Ob ejakulaciji se semenčice aktivirajo in postanejo popolnoma gibljive. Med potovanjem proti jajčni celici v jajcevodu postanejo oploditveno sposobne – proces **kapacitacije**. Pred oploditvijo se aktivira akrosom in njegovi encimi raztopijo ovojnico jajčeca.



Slika 53: Spermij
Vir: Zdovc, 2007, 22

Semenska tekočina – sperma je sestavljena iz semenčic in semenske plazme. Ta tekočina izvira deloma iz mod, obmodka, večinoma pa iz akcesornih spolnih žlez. Sestavljena je iz več kot 90 % vode, v kateri so raztopljene beljakovine, nukleinske snovi, sluzi, lipidi in minerali, ki nudijo ustrezno okolje semenčicam.

Glavna naloga semenske plazme je prenos semenčic iz moških v ženske organe za razmnoževanje in zavarovanje le-teh pred neugodnimi vplivi. Količina in sestava semenske tekočine je odvisna od živalske vrste. Pogostejša je ejakulacija, manj je ejakulata in manjše število semenčic je v njem.

Tabela 14: Količina semena pri posameznih vrstah domačih živali

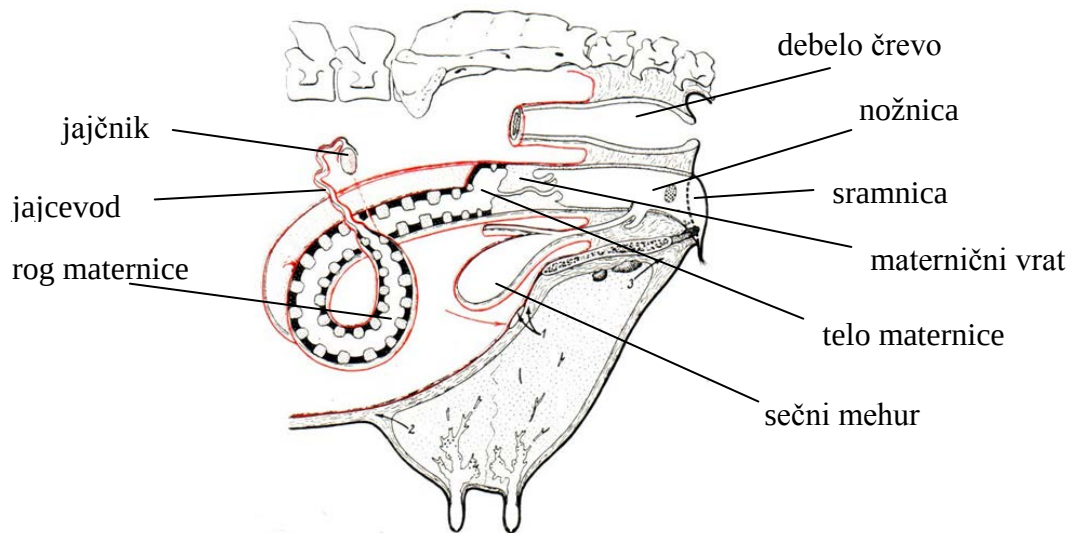
Vrsta živali	Volumen ejakulata (ml)	Koncentracija semenčic / ml (v milijonih)
Bik	3–8	1200
Žrebec	80–120	150
Merjasec	100–400	200
Kozel	1–2	3000
Oven	1–2	3000

Vir: Lasten

4.1.2 Ženski spolni organi sesalcev

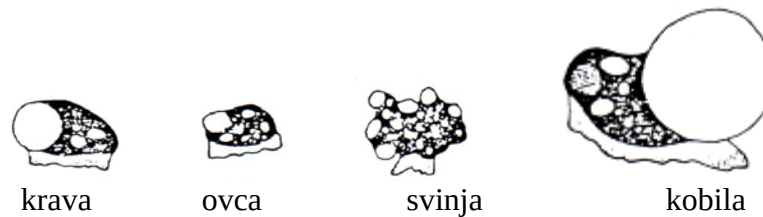
Ženske spolne organe sestavljajo:

- jajčniki – *ovarium*,
- jajcevod – *oviductus* ali *tuba uterina*,
- maternica – *uterus*, ki je sestavljena iz dveh rogov, telesa in vratu,
- nožnica – *vagina* in
- sramnica – *vulva*.



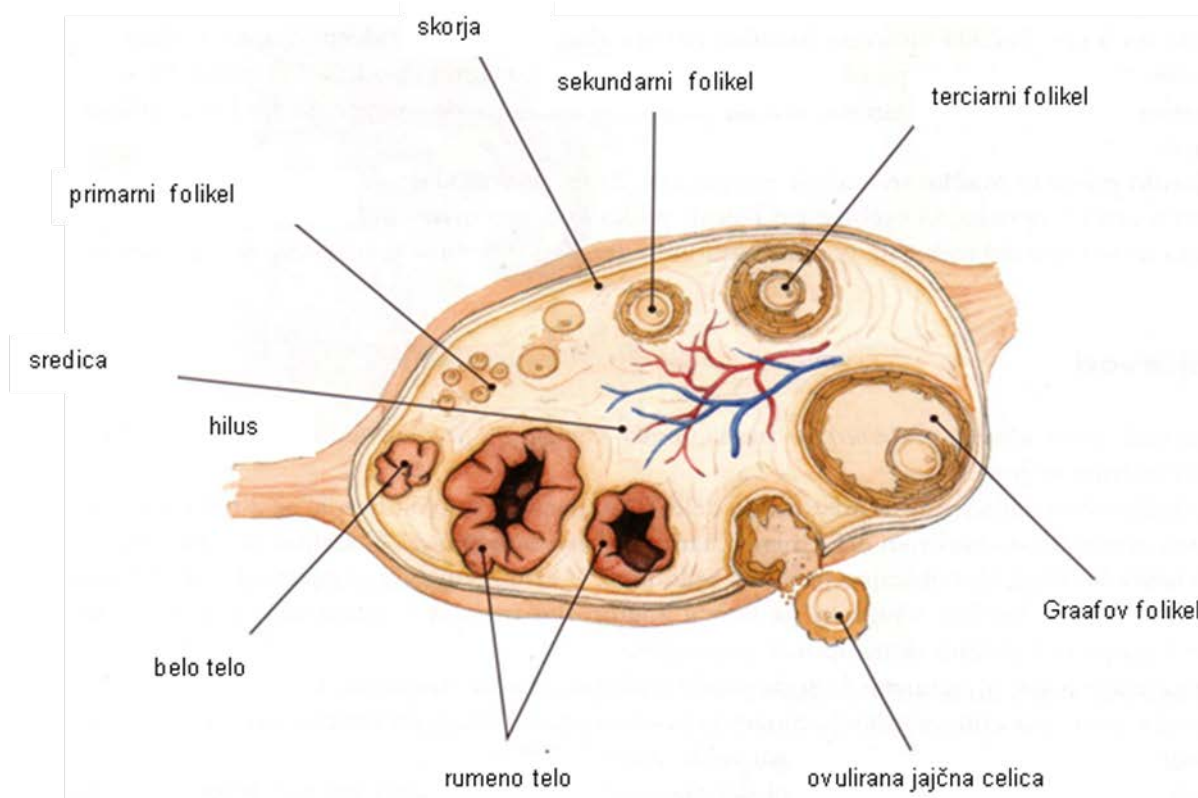
Slika 54: Spolni organi krave
Vir: Prirejeno po Rebesko in Rigler, 1983, 223

Jajčniki – ovarium so ženske spolne žleze, ki se nahajajo v ledvenem predelu, na meji med trebušno in medenično votlino. So različnih oblik in velikosti. Jajčniki krave so podolgovate ovalne oblike, dolgi do 5 cm in debeli do 3 cm. Jajčniki kobile so ledvičaste oblike, dolgi do 8 cm in debeli do 4 cm. Jajčniki svinje so ovalne oblike, podobne malini ali grozdu.



Slika 55: Jajčniki domačih živali
Vir: Vomer, 1980, 36

Vsak jajčnik je obdan z vrečko, ki jo tvori gornji del jajcevoda. Na jajčniku so **jajčni mešički – folikli** in **rumena telesa – corpus luteum**, oboji v različnih fazah spolnega ciklusa.



Slika 56: Jajčnik z različnimi stopnjami razvoja folikla in rumenega telesa
Vir: Zdovc, 2007, 31

Naloga jajčnikov je:

- izločanje spolnih hormonov v kri,
- rast in dozorevanje jajčnih mešičkov – *foliklov*,
- rast in zorenje jajčnih celic,
- ovulacija (je razpok folikla in sprostitve jajčne celice iz jajčnika) in
- rast rumenega telesa.

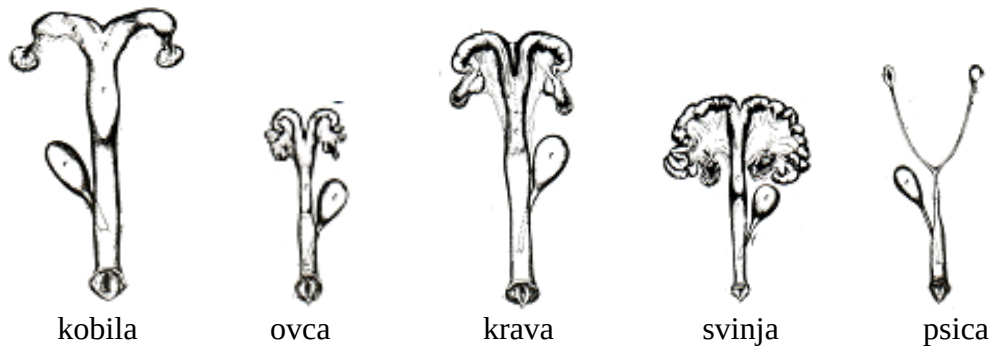
Spolna hormona, ki ju izločajo jajčniki, sta estrogen in progesteron. Estrogen proizvaja folikel, progesteron pa rumeno telo. **Estrogen** vpliva na obnašanje pri gonjenju in paritvi ter povzroča spremembe na maternici, nožnici in sramnici v začetnem obdobju spolnega ciklusa. Njihova naloga je spodbuditi samico k parjenju in omogočiti pogoje za potovanje jajčeca in semenčic. **Progesteron** pripravi pogoje za implatacijo – vgnezditev zarodka, zaustavlja motoriko maternice, vzdržuje in varuje brejost s preprečevanjem ovulacije.

Jajcevod – oviductus ali tuba uterina je tanka cevka, dolga 15–30 cm in povezuje jajčnike z materničnim rogom. Začetni del je lijakasto razširjen, da lahko prestreza jajčeca, ki se izločajo iz jajčnika.

Med gonjenjem se začetni lijakasti del jajcevoda zaradi delovanja spolnih hormonov razširi in objame jajčnik in s tem omogoči sprejem jajčne celice. V jajcevodu pridobijo semenčice dokončno sposobnost oploditve, v njem pride do oploditve in začetnega brazdanja zigote. Žlezne celice jajcevoda izločajo hranilne in zaščitne snovi, potrebne za hiter razvoj zarodka.

Maternica – uterus je organ, ki omogoča prenos semena, sprejme razvijajoč se zarodek, omogoča njegov razvoj in prehrano ter iztisne zrel plod pri porodu, s svojimi hormoni pa uravnava spolni ciklus.

Maternica delno leži v medenični votlini, delno pa v trebušni. Na njej ločimo: **rog maternice** – *corni uteri*, **telo maternice** – *corpus uteri* in **vrat maternice** – *cervix uteri*. Oblika maternice je značilna za vsako vrsto živali. Ravno tako dolžina rogov, vratu in velikost telesa. Pri kobilah in prežvekovalcih so rogovi kratki, telo maternice pa večje, pri svinji in mesojedih živalih so pa rogovi zelo dolgi (pri breji svinji do 2 m), telo maternice pa majhno.

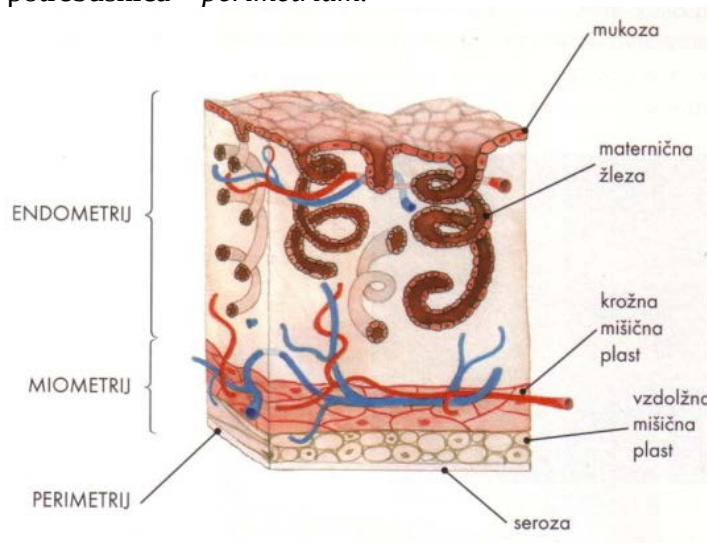


Slika 57: Oblike maternic

Vir: Prirejeno po Rebesko in Rigler, 1983, 225

Stena maternice je iz treh plasti:

- notranja sluznica ali mukoza – *endometrium*,
- srednja mišična – *myometrium*,
- zunanja potrebušnica – *perimetrium*.



Slika 58: Maternična stena

Vir: Zdovc, 2007, 33

Sluznica je debela, nagubana s številnimi žlezami. Pri prežvekovalcih ima sluznica posebne izbokline, imenovane gobe – **karunkuli**, na katere je pripeta **placenta**.

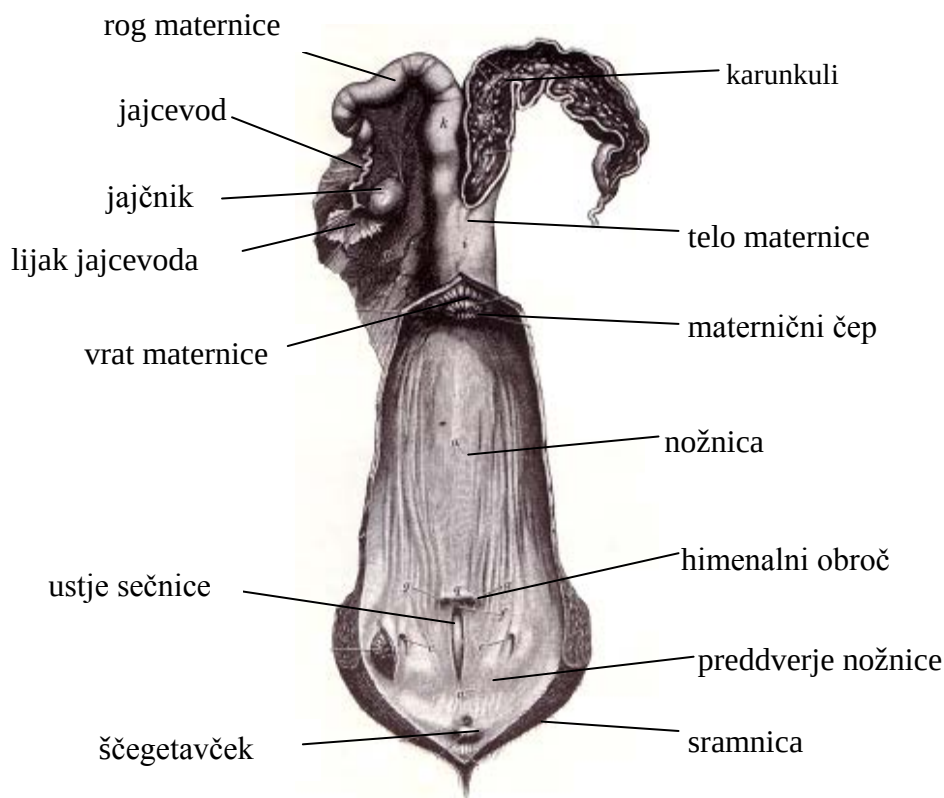
Mišica maternice je krožna in zelo močna. Maternica je pripeta na hrbtni del trebušne in medenične votline s široko maternično vezjo.

Vrat maternice povezuje telo maternice z nožnico. Dolžina materničnega vratu je 4-25 cm, debelina 2-4 cm, odvisno od vrste živali. Kanal vratu je ozek in naguban. Naloga materničnega vratu je, da zapira vhod v maternico in preprečuje vdor seča, nečistoče in bakterij iz nožnice. Zaprt je ves čas, razen med gonjenjem, ob porodu in abortusu. V času gonjenja je sproščen in izloča sluz, ki ima baktericidne lastnosti. Ta sluz omogoča semenčicam potovanje proti jajčnikom. V času brejosti je maternični vrat zaprt s čepom žilave

sluzi, ki preprečuje okužbo maternice. V času gonjenja, poroda in abortusa se maternični vrat odpre, čep stopi in izloči kot pojatvena oz. porodna sluz.

Nožnica – vagina skupaj s preddverjem in **sramnico – vulvo** tvorijo paritveni organ pri samicah. V spodnjem kotu sramnice je **ščegetavček – clitoris**. Nožnica leži pod debelim črevesom in nad sečnim mehurjem. Dolga je od 10 do 30 cm, odvisno od vrste živali. Prednji del nožnice je razširjen, zadnji del pa je zožen v preddverje. Oba dela razdvaja himenalni obroč s himenalnim naborom in ustjem sečnice.

Nožnico ob straneh omejujeta sramni ustnici, ki zapirata vhod vanjo in predstavljata zunanje spolovilo. Področje med anusom in vagino imenujemo **presredek – perinum**.



Slika 59: Prerez maternice

Vir: Prirejeno po Rebesko in Rigler, 1983, 229

4.1.3 Ženski spolni organi ptičev

Za razmnoževanje perutnine je značilen zunanji razvoj zarodka v jajcu. Spolni organi ptic so sestavljeni iz: jajčnika, jajcevoda, maternice, nožnice in kloake. Za razliko od sesalcev je pri pticah razvit samo levi jajčnik in jajcevod, desni pa je zakrnel. Jajce nastane v jajčniku in jajcevodu.

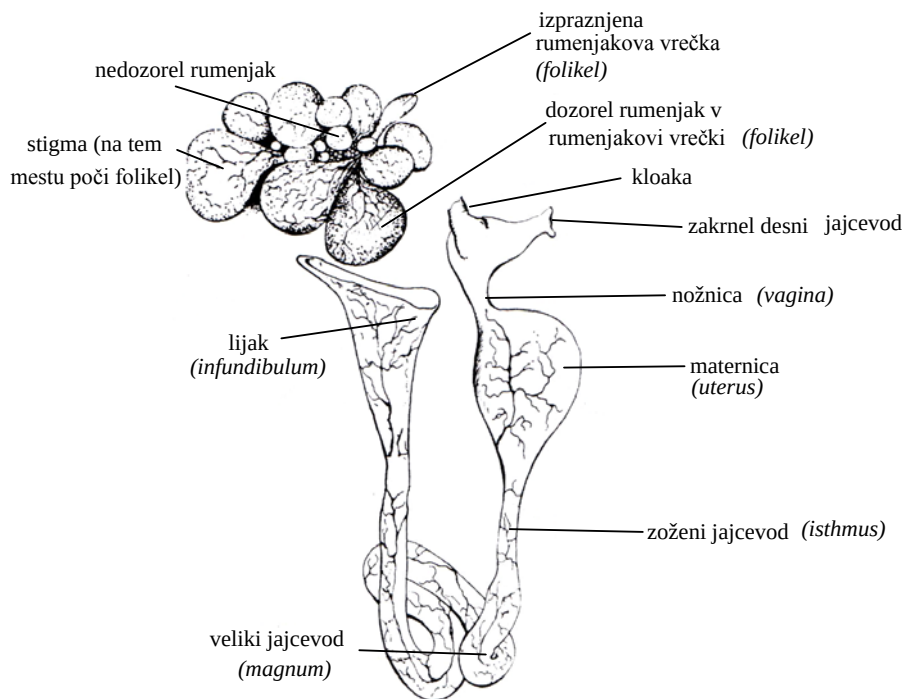
Jajčnik je grozdaste oblike. Sestavljajo ga rumenjaki, ki varujejo zarodno jajčno celico in je zavrt v prekrvavljeno opno. Tej tvorbi pravimo **folikel**, opni pa folikularna membrana. V jajčniku je zelo veliko foliklov različnih velikosti. Ko je folikel dozorel in če so izpolnjeni še drugi pogoji, bo prišlo do ovulacije.

V **jajcevodu** se nadaljuje tvorba jajca. Jajcevod je približno 80 cm dolga cev, sestavljena iz petih delov, ki se med seboj razlikujejo po zgradbi, dolžini in funkciji. Sestavlja ga:

- lijak jajcevoda – *infundibulum*,

- veliki jajcevod – *magnum*,
- zoženi jajcevod – *isthmus*,
- maternica – *uterus*,
- nožnica – *vagina*.

Lijak jajcevoda sprejme rumenjake iz jajčnika in ga obda s tanko plastjo beljaka. Če so prisotne semenčice, pride do oploditve jajčne celice. V lijaku se jajce zadržuje približno 15 minut. V **velikem jajcevodu** nastane beljak. V njem se jajce zadržuje približno 3 ure. V **zoženem jajcevodu** nastaneta dve membrani, ki obdajata beljak. V njem se jajce zadržuje približno 1 uro. V **maternici** poteka tvorba lupine – lupina se obarva in nastane povrhnjica čeznjo. V njej se jajce zadržuje približno 19-20 ur. V **nožnici** je jajce zelo kratek čas (manj kot minuto) in omogoča prehod jajca ob nesenu.



Slika 60: Jajčnik in jajcevod dozorele kokoši
Vir: Holcman, 2004, 71

4.1.4 Spolni ciklus

Spolni ciklus je časovni presledek od enega do drugega gonjenja. Pri prežvekovalcih, svinji in kobilah se povprečno pojavlja na 3 tedne.

Glede na to, kdaj se spolni ciklus pojavlja, živali delimo na:

- Poliestrične živali – spolni ciklus se pojavlja čez celo leto (krava, svinja ...).
- Sezonsko poliestrične živali – spolni ciklus se pojavlja samo v enem obdobju leta (kobilica, ovca, koza).
- Diestrične živali – spolni ciklus se pojavi dvakrat na leto (psica, mačka).

Spolni ciklus samic lahko razdelimo na pet obdobji:

1. proestrus ali pripravljalna stopnja, obdobje razvoja foliklov,
2. estrus ali gonjenje, obdobje spolne sprejemljivosti in ovulacije,
3. metestrus ali obdobje začetnega razvoja rumenega telesa,
4. diestrus ali obdobje zrelega stadija rumenega telesa,

5. anestrus ali obdobje mirovanja brez značilnih sprememb na spolnih organih in v obnašanju.

Pripravljalno obdobje ali **proestrus** se začne kratek čas pred gonjenjem. Hipofiza izloči **folikel stimulirajoči hormon – FSH**. Ta povzroči začetno rast foliklov na jajčnikih. Folikli začnejo proizvajati **estrogene** hormone, ki povzročijo spremembe na spolnih organih in v obnašanju. Samice izločajo feromone, ki privabljajo samce, vendar parjenja še ne dovoljujejo.

Estrus je najpomembnejše obdobje spolnega ciklusa, ki se na zunaj izraža z gonjenjem. Hipofiza izloči **lutenizirajoči hormon – LH**, ki sproži ovulacijo. Estrogeni sprožijo vrsto sprememb na spolnih organih in v obnašanju samice. Samice iščejo samca in dovolijo zaskok. Sluznica spolnih organov je polnokrvna in zatečena. Vrhne celice sluznic vseh spolnih organov proizvajajo sluz in vlažijo sluznico. Povzročajo krčenje maternice in jajcevodov ter pripravijo maternično sluznico na sprejem zarodka.

V času estrusa so živali pripravljene za parjenje, oploditev in obrežitev. Dolžina trajanja estrusa je odvisna od vrste živali.

Tabela 15: Trajanje estrusa pri domačih živalih

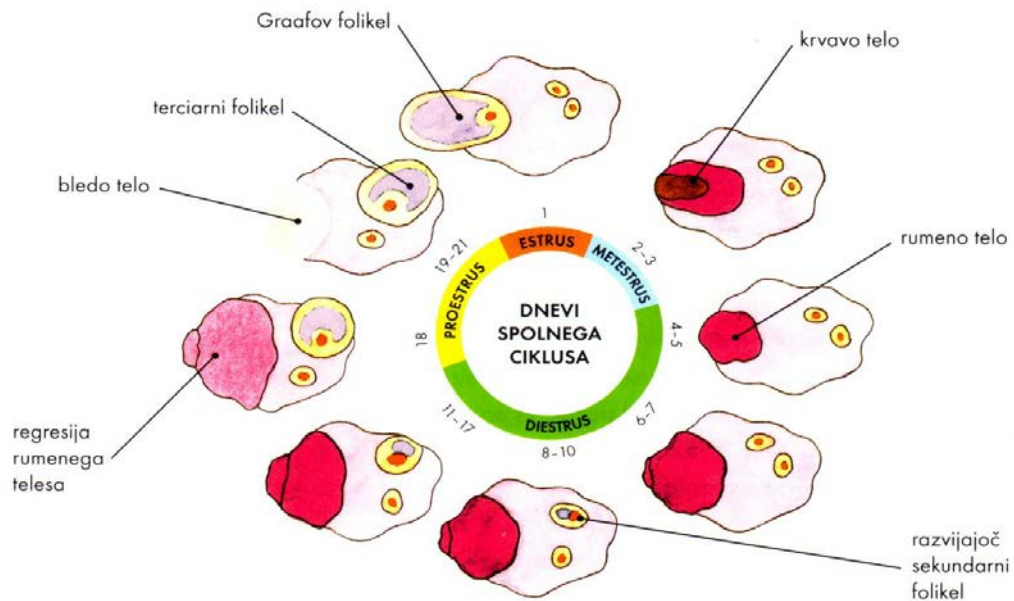
Vrsta živali	Trajanje estrusa
Krava	17-24 ur
Svinja	2-3 dni
Kobila	5-12 dni
Drobnica	1-2 dni

Vir: Lasten

Medestrus je kratko obdobje po gonjenju, v katerem samice še vedno privlačijo samce, parjenja pa ne dovolijo več. Na ovuliranem mestu se začne razvoj rumenega telesa, ki izloča hormon **progesteron**. Maternica se pripravlja na sprejem oplojenega jajčeca.

Diestrus je obdobje delovanja rumenega telesa brez izražanja zunanjih znakov. Rumeno telo se popolnoma razvije in izloča največje količine progesterona, da pripravi maternico na ugnezditev oplojenega jajčeca in da se vzdržuje brejost. Če žival ne postane breja, maternica izloči hormone **prostaglandine**. Ti razgradijo rumeno telo in izločanje progesterona se preneha. Poliestrične živali preidejo v ponovni proestrus.

Monoestrične živali po diestrusu preidejo v **anestrus**. To je obdobje mirovanja spolnih organov.



Slika 61: Spremembe na jajčniku med spolnim ciklusom pri kravi
Vir: Zdovc, 2007, 50

Živali uspešno obredimo, če jih pripuščamo v najprimernejšem obdobju gonjenja. Zato moramo dobro poznati spremembe ob spolnem ciklusu in jih skrbno opazovati.

Krave so poliestrične živali, estrus, ki ga pri kravah imenujemo **pojatev**, se pojavlja na 21 dni, čez celo leto. Obnovi se 3-4 tedne po telitvi.

Znaki pojatve so: vlažna, otekla in močno prekrvavljena sluznica sramnice in nožnice, izcejanje bistre, prozorne in raztegljive sluzi, zmanjšan apetit in proizvodnja mleka, zadrževanje mleka, živali so bolj pozorne na okolico in bolj aktivne, dvigujejo koren repa in upogibajo hrbet, mukajo, zasledujejo, ovohavajo in zaskakujejo druge krave in privolitveni refleks – čvrsto stoji, kadar jo zaskoči druge krave, dovoli zaskok.

Za odkrivanje pojatve je zelo pomembno opazovanje živali, in sicer vsaj trikrat na dan: zgodaj zjutraj, opoldne in pozno zvečer. Vsako opazovanje črede naj bi trajalo vsaj 20 minut. Posebno pozornost posvetimo kravam, ki bi se po evidenci morale goniti. Pojatev lahko ugotovljamo tudi s pomočjo fizioloških sprememb (koncentracija progesterona v krvi in mleku, pH nožnice, dvig telesne temperature) in uporabo pedometrov – elektronsko merjenje aktivnosti živali. Do ovulacije pride 10-12 ur po pojatvi. En dan po ovulaciji se lahko pojavi poestrusna krvavitev. Pri nekaterih živalih opazimo en dan po gonjenju krvavo sluz, ki se izceja iz nožnice.

Kobile so sezonsko poliestrične. Parimo jih v plemenilni sezoni, ki traja od februarja do avgusta. Prvo gonjenje po žrebitvi nastopi v povprečju 9. dan in traja v povprečju 7 dni.

Znaki gonjena so: nemir, nezanesljivost pri delu, pogosto uriniranje, dvigovanje repa, tipična stoja z razširjenimi zadnjimi nogami in napetim hrbtom, bliskanje s sramnico, izločanje pojatvene sluzi, žrebe dobi drisko. Da ugotovimo, če se kobila goni, jo preizkušamo z žrebcom. Goneča kobila sprejme žrebca. Po estrusu kobile zavračajo žrebca, udarjajo, zravnavajo ušesa in znižajo rep.

Do ovulacije pride v drugi polovici gonjenja, običajno 24-48 ur pred koncem estrus in to najpogosteje ponoči.

Svinje so poliestročne živali. Njihov spolni ciklus traja 18-23 dni, povprečno 21 dni. Gonjenje pri svinjah imenujemo **bukanje** in traja 2-3 dni.

Znaki bukanja: sramnica je močno zatečena, rdeče barve in vlažna, gost, lepljiv izcedek iz nožnice, zmanjšan apetit, nemir, značilno oglašanje, aktivno iskanje merjasca, skačejo po sovrstnicah, privolitveni refleks, svinja se pusti zaskočiti. Vrh bukanja je 24-30 ur od njegovega začetka. Privolitveni refleks sproži že to, da svinja zasliši merjašev glas, stimulira ga tudi merjašev vonj. V njegovi prisotnosti dvigne ušesa in se postavi v značilen položaj. Tedaj je ne moremo premakniti z mesta. Ponovno bukanje se pri svinji pojavi 5-6 dni po odstavitvi pujskov. Ovulacija se sproži približno 30 ur po pojavu privolitvenega refleksa in traja 3-5 ur.

Ovce so sezonsko poliestrične, nekatere pasme so poliestrične. Ciklus traja v povprečju 17 dni. Estrus pri ovcah imenujemo **mrkanje**. Le-to ni jasno izraženo (ne spremenijo obnašanja) in traja 1-2 dni. Pojavlja se v času kratkega dne od septembra do januarja. Odvisno je od podnebja, temperature in dnevne osvetlitve. Mrkanje pri ovcah odkriva oven.

Koze so sezonsko poliestrične, razen nekaterih izjem (burska). Ciklus traja 21 dni. Estrus imenujemo **prsk**. Traja 36-48 ur. Znaki gonjenja so podobi kot pri kravah.

4.1.5 Spolna in plemenska zrelost

Spolna zrelost je razvojna faza mladih živali, ko postanejo **sposobne** za razmnoževanje. Nastopi pri določeni **starosti** in **teži**. Pri samcih se kaže v volji za zaskok, sposobnosti zaskočitve, izločitvi semena in sposobnosti oploditve. Pri samicah pa v prvem gonjenju, pripravljenosti za paritev in možnosti obrejitve. Pri spolni zrelosti samice še niso telesno dovolj zrele za obrejitev. Za obrejitev morajo biti dovolj velike in razvite, da lahko normalno rodijo. Če jih obrejimo v času spolne zrelosti, so porodi težki in samica ostane majhna.

Tabela 16: Spolna zrelost pri domačih živalih

Vrsta živali	Starost (v mesecih)	Teža (kg)
Krava – telica	8-12	250-280
Svinja – svinjka	5-6	70-80
Kobila – žrebica	15-18	Odvisno od pasme
Drobnica – jagnica	5-15	20-30

Vir: Lasten

Plemenska zrelost je stopnja **odraslosti** samic, ki so **primerne** za razmnoževanje – obrejitev. Samice jo dosežejo, ko dosežejo 2/3 končne teže. Plemensko zrelost določi rejec sam. Napačno je, če samice prvič pripuščamo pri visoki teži ali prestare, ker se težje obrejijo.

Tabela 17: Plemenska zrelost pri domačih živalih

Vrsta živali	Starost (v mesecih)	Teža (kg)
Krava – telica	18-24	400
Svinja – svinjka	7-8	90-110
Kobila – žrebica	Hladnokrvne pasme 2-3 leta Toplokrvne pasme 3-4 leta Polnokrvne pasme 4-5 let	400-500
Drobnica - jagnica	6-15	30-35

Vir: Lasten

4.1.6 Brejost

Da živali obrejšimo, jih moramo pariti, osemeniti ali vsaditi zarodek. Po uspešni oploditvi, to je združitvi jajčeca in semenčice nastane **zigota**, ki se najprej enostavno deli, potem pa se celice novega organizma diferencirajo in nastane **zarodek** ali **embrio**. Po izoblikovanju vseh organov imenujemo novo nastalo bitje **plod** ali **fetus**. Na začetku raste počasi, v zadnji četrtini pa izredno hitro.

Pri živalih uporabljamo več načinov razmnoževanja: naravni pripust, osemenjevanje in presajanje zarodkov – *embriotransfer*.

Naravni pripust je naravno parjenje živali, ki je lahko nadzorovano ali nenadzorovano. Nadzorovano pripuščenje imenujemo **pripust z roke**. Pri nadzorovanem pripustu pripeljemo samico k samcu. To je najbolj uveljavljen način pri paritvi konjev. Žrebci so na plemenilnih postajah, kobile pa v času gonitve vodimo k žrebcu. Nenadzorovano pripuščenje pa imenujemo **haremski pripust**. Pri haremskem pripustu spustimo samca v čredo samic za daljše obdobje. Haremski pripust se najpogosteje uporablja pri paritvi ovc, koz, mesnih pasem goveda oz. reje krav dojilj. Pomanjkljivost je v tem, da nimamo zabeleženih pripustov in nimamo nadzora nad razmnoževanjem. Pri naravnem pripustu potrebujemo po enega bika na 50-80 krav, enega ovna na 30-50 ovac, enega merjasca na 20 svinj in enega žrebca na 30 kobil.

Osemenjevanje živali je postopek oplojevanja živali s semenom, ki smo ga predhodno odvzeli samcem in ga pripravili po posebnem postopku. Uporabljamo razredčeno sveže, konzervirano ali zamrznjeno seme. Osemenjujemo lahko krave, svinje in kobile. Seme bikov in nekaterih žrebcev je primerno za zamrzovanje, metem ko merjaščevo ni.

Uspešnost oploditve je odvisna od časa pripusta oz. osemenitve. Pri izbiri časa za osemenitev oz. pripust moramo upoštevati dolžino gonjenja, čas ovulacije, življenjsko dobo in sposobnost jajčne celice in semenčic za oploditev. Najprimernejši čas pripuščanja posameznih domačih živali je naveden v Tabeli 18.

Tabela 18: Optimalen čas pripuščanja pri domačih živalih

Vrsta živali	V času gonjenja	Po porodu
Krava	Druga polovica gonjenja 8-18 ur po začetku gonjenja	6 tednov
Svinja	2. in 3. dan	7 dni po odstavitvi pujskov
Kobila	3., 5., 7., 9. dan (dokler ne odbije žrebca)	7 dni
Drobnica	2. dan	Po odstavitvi mladičev

Vir: Lasten

Presajanje zarodka – embriotransfer je sodobna biotehnična metoda, s katero povečamo število genetsko večvrednih živali. Presajanje zarodkov najpogosteje opravljamo pri govedu. 7 dni po osemenitvi iz maternice izperemo oplojeno jajčece in ga presadimo v drugo kravo, ki je tudi 7 dni po estrusu in je maternica pripravljena sprejeti oplojeno jajčece. Presajanje oplojenih jajčec lahko opravimo takoj, lahko pa jih zamrznemo v tekočem dušiku in jih vsadimo kasneje.

Pri razmnoževanju domačih živali je zelo pomembno, da po pripustu čim prej potrdimo **brejost**. Za ugotavljanje brejosti imamo veliko metod. Najpogostejši načini ugotavljanja brejosti so: 3 tedne po pripustu se žival ne goni, ultrazvok, nivo progesterona v mleku in estrogenov v seču 21.-24. dan po pripustu, rektalni pregled na brejost in zunanji znaki.

Trajanje brejosti je določeno z genskim zapisom vsake živali. Na trajanje brejosti najbolj vplivajo: dedni dejavniki, prehrana, higienske razmere, starost živali, letni čas, število in spol plodov.

Tabela 19: Dolžina brejosti pri domačih živali

Vrsta živali	Dolžina brejosti
Krava	280–288 dni 9 mesecev in 10 dni
Svinja	115 dni 3 mesece, 3 tedne, 3 dni
Kobila	335 dni 11 mesecev
Drobnica	150 dni 5 mesecev

Vir: Lasten

Vaja:

Izdelajte koledar pripustov in porodov za kravo, kobilu in svinjo.

Glede na število mladičev, ki jih živali običajno redijo jih delimo na: uniparne in multiparne živali. **Uniparne** živali ponavadi rodijo enega mladiča (govedo, konji, nekatere pasme ovac). **Multiparne** živali pa rodijo običajno več mladičev (svinja, koza, nekatere pasme ovac, pes, mačka).

4.1.7 Porod

Porod je fiziološki konec brejost, ko zrel, odrasel plod skozi porodni kanal zapusti materin organizem in začne samostojno živeti. Porod pri domačih živalih poimenujemo skladno z živalsko vrsto: telitev, žrebitev, prasitev, jagnitev, jaritev, kotitev. Pri domačih živalih porod običajno spremljamo in pomagamo, če je potrebno. Da pa lahko porod spremljamo, moramo poznati znake bližajočega se poroda.

Najprej moramo žival ustrezno pripraviti na porod in jo udobno namestiti. Nekaj časa pred porodom jo damo v porodni prostor (boks), ki pa mora biti čist, suh, svetel, zračen, nastlan s suho, čisto slamo, brez prahu.

Za porod moramo pripraviti toplo vodo in milo za umivanje rok, vodo z razkužilom za umivanje sramnice, jod za razkuževanje popka, porodne vrvi in količke (pri kravi).

Znaki bližajočega poroda so: zmehčanje križnih vezi, križne vezi se vidno upognejo, sramnica močno zateče, vime se napolni z mlezivom, lahko tudi zateče, pri kobilah se na kocu seskov pojavi smola, mehčanje in raztapljanje sluzastega čepa, iz nožnice se začne izločati sluz, trebuh se spusti in razširi.

Porod poteka v 3 fazah:

- odpiranje porodne poti,
- izrivanje plodu,
- izločanje plodovih ovojnic.

Odpiranje porodne poti – mehča in razširja se maternični vrat, plod zavzame porodni položaj, začne se krčenje matrice, alantois (vodni mehur) prodre do nožnice in počí.

Izrivanje plodu – nadaljujejo se kontrakcije maternice, plod dospe do porodnega kanala, začnejo se kontrakcije trebušne stene, amnij (sluzasti mehur) prodre do nožnice in počí, izlije se amnijska tekočina (sluz), plod vstopi v porodni kanal in se iztisne.

Izločanje plodovih ovojnic – prekine se krvotok posteljice, posteljica se oddvoji od maternične stene, krči maternične in trebušne stene se nadaljujejo, posteljica se izloči.

Oskrba po porodu – če se popkovina ni sam pretrgala, jo prerežemo in razkužimo, mladiču sčistimo dihalne poti, zberemo ga s slamo za boljšo prekrvavitev, damo ga na suh nastlan prostor, čim prej mu damo mleztivo in ga krmimo večkrat po malem.

Več o razmnoževanju domačih živali lahko preberete v literaturi: Zdovc, B. *Reprodukcija domačih živali*. Ljubljana: Državna založba slovenje, 2007.

VPRAŠANJA ZA RAZMISLEK

1. Razložite zgradbo in delovanje moških spolnih organov.
2. Razložite zgradbo in delovanje ženskih spolnih organov.
3. Za razmnoževanje perutnine je značilen zunanji razvoj zarodka v jajcu. Razložite nastanek jajca in utemeljite zakaj kokoši znesejo samo eno jajce na dan.
4. Celoten spolni ciklus je uravnavan s hormoni. Utemeljite pomen delovanja spolnih hormonov in razložite spolni ciklus pri sesalcih.
5. Razložite razliko med spolno in plemensko zrelostjo. Utemeljite pomen pravilne določitve plemenske zrelosti.
6. Analizirajte načine razmnoževanja pri domačih živali. Presodite uporabnost embriotransfera v slovenski govedoreji.
7. Utemeljite pomen pravilne oskrbe živali pri porodu in po njem. Razložite potek poroda in oskrbo mladiča po porodu.

POVZETEK

Spolni organi samca in samice se med seboj močno razlikujejo in se pri razmnoževanju dopolnjujejo. Domače živali imajo podobno zgradbo spolnih organov. Izjema je perutnina, za katero je značilen zunanji razvoj plodu v jajcu. Za uspešno razmnoževanje moramo poznati potek spolnega ciklusa in znake gonjenja ter uspešno odkrivati gonjenje. Uspešnost obrejitve je v veliki meri odvisna od časa pripustitve, zato je pomembno, da vemo, kdaj je optimalen čas za pripust. Po pripustu moramo čim prej ugotoviti, ali je žival breja. V času brejosti spremljamo žival in jo pravočasno pripravimo na porod. Pri porodu poskrbimo, da poteka v primernem okolju, ga nadzorujemo, po porodu pa poskrbimo za mater in mladiča. Le zdrav, vitalen mladič je rezultat uspešnega razmnoževanja.

4.2 ZGRADBA IN DELOVANJE MLEČNE ŽLEZE – VIME

UVOD

Vime je organ, ki proizvaja in izloča mleko. To je edini organ, ki ni potreben lastnem organizmu, temveč proizvaja hrano za mladiča v prvem obdobju njegovega življenja. Vime je razvito le pri sesalcih. Pri govedu in drobnici je človek izločanje mleka razvil do te mere, da proizvajajo veliko več mleka, kot ga potrebujejo mladiči. Mleko teh živali je zaradi svoje kemične sestave nepogrešljivo tudi za prehrano človeka.

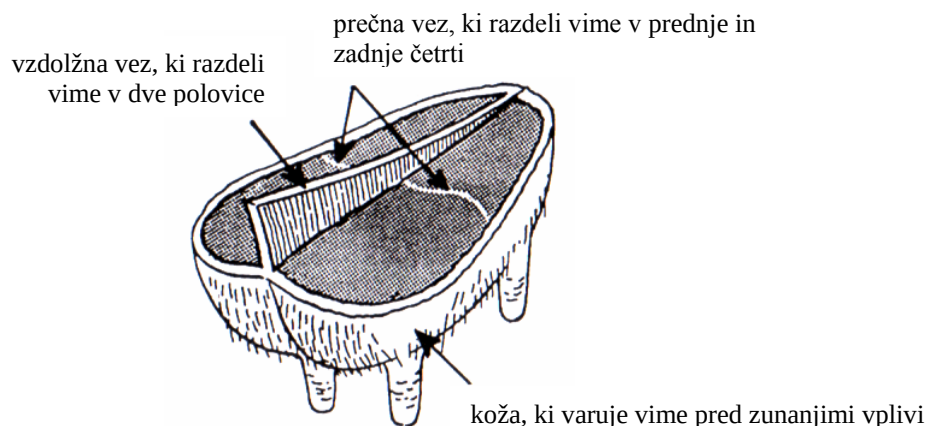
MOTIVACIJSKI PRAKTIČNI UVOD

Na govedorejski kmetiji, usmerjeni v mlečno proizvodnjo, se je pojavil problem povečanega števila somatskih celic v mleku. Število somatskih celic je povečano že več mesecev zapored, tako da jim grozijo z odpovedjo oddaje mleka. Po vsej verjetnost gre za pojav večjega števila subkliničnih in kroničnih mastitisov. Problem je potrebno sanirati. Najprej je potrebno ugotoviti vzrok, zakaj je prišlo do povečanja. Nato začnemo z ugotavljanjem, pri katerih kravah je povečano število somatskih celic. Ko ugotovimo problematične krave, začnemo z načrtnim zdravljenjem.

4.2.1 Razvoj in zgradba vimena

Vime se začne razvijati že pri zarodku. Ob rojstvu je zasnova vimena že lepo vidna. Do prve brejosti se v vimenu razvija vezivno tkivo, v njem se nabira maščoba. Med prvo brejostjo se začne razvijati žlezno tkivo in mreža kanalčkov, maščoba pa izginja. Tik pred telitvijo se začne izločati tudi mleko. Razvoj žleznega dela se nadaljuje tudi prve mesece laktacije, nato pa začnejo celice, ki tvorijo mleko, propadati. Proizvodnja mleka začne upadati in približno po desetih mesecih laktacije se ustavi – krava presuši. Ta čas sovpada s koncem sedmega meseca brejosti in v dveh mesecih do telitve se žlezno tkivo vimena obnovi in pripravi na naslednjo laktacijo. Včasih je treba kravo prisilno presušiti.

Kravje vime je sestavljeno iz štirih četrti, ki so med seboj ločene z **vezivno tkivnimi ovojniciami**. Najbolj izrazita je vzdolžna ovojnica, ki deli vime na dve polovici in ga hkrati pripenja na trup. Prečna ovojnica je nekoliko tanjša in vime razdeli na prednje in zadnje četrti. Vime je obdano z **kožo**, ki ima vlogo varovalnega ovoja in ga ne nosi. Vime je torej razdeljeno na štiri četrti, ki se končajo s seskom. Četrti med seboj niso enake niti po velikosti, niti po količini izločenega mleka. Količina mleka je v zadnjih četrtih nekoliko večja, saj v njih nastane približno 60 % mleka.



Slika 62: Skica kravjega vimena

Vir: Maver in Oštir 2002, 16

Prazno vime tehta 15-30 kg in lahko vsebuje enako težo mleka. Velikost vimena ni merilo za količino namolzenega mleka, ampak razmerje med vezivnim in žleznim tkivom v vimenu. Vezno tkivo povezuje in pritrjuje sestavne dela vimena, medtem ko v žlezem tkivu nastaja mleko.

Vaja

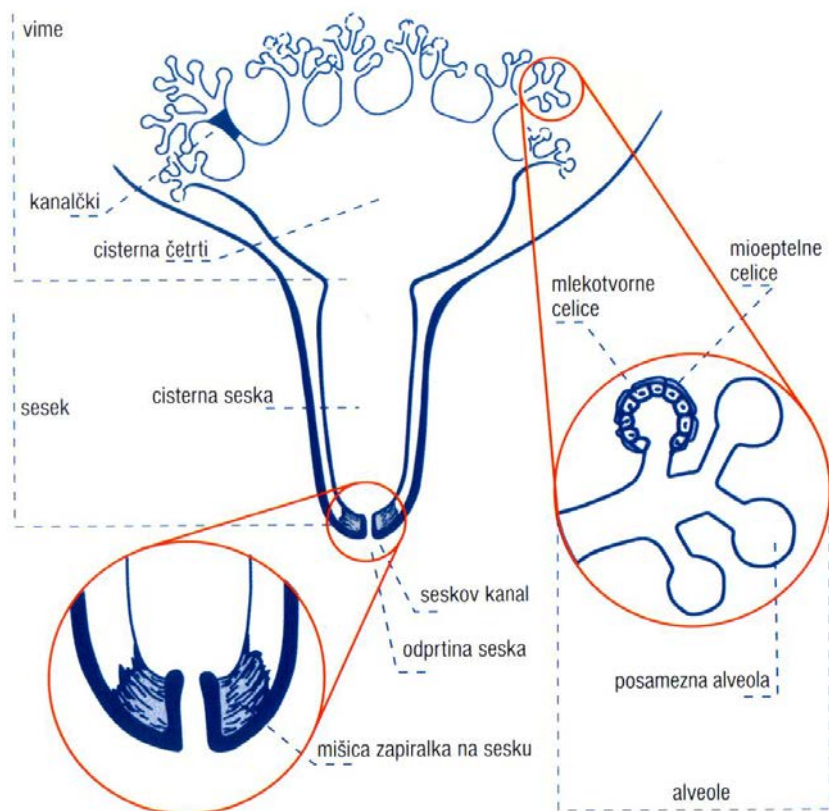
S pomočjo gradiva: Klopčič, M. in Hamoen, A. *Linearno ocenjevanje krav črno bele pasme*. Domžale: Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, 2010 ocenite pravilnost zunanje zgradbe in oblike vimena pri kravi.

Mlečna žleza

Vsaka vimenska četrt je sestavljena iz: žleznega tkiva, vimenske cisterne in seska. Žlezno tkivo je gobasto in sestavljeno iz **mlečnih mehurčkov** ali **alveol** ter **mlekovodnih kanalčkov**. Mlečni mehurčki se združujejo v grozdaste strukture in so med seboj povezani s kanalčki, po katerih se med molžo spušča mleko v **vimensko cisterno**. Prostornina vimenske cisterne je različna, od 0,5 do 2,0 litra. Obdana je s sluznico. Cisterna in mlekovodni kanalčki pri nastajanju mleka niso dejavni, ampak so namenjeni transportu in shranjevanju mleka.

Vsaka vimenska četrt se na dnu podaljša v **sesek**. V njegovi notranjosti je **seskova cisterna**, ki se zaključí s **seskovim kanalom**. Stena seskove cisterne sestavlja zelo občutljiva sluznica, ki se pri nepravilni molži zelo hitro poškoduje. Na prehodu iz vimenske v seskovo cisterno se sluznica odebeli v **gubo – rozeto**, ki zadržuje del mleka v vimenski cisterni in tako preprečuje, da bi mleko stalno pritiskalo na seskov kanal. Seskov kanal je dolg 8–12 mm in ga zapira **mišica zapiralka** ali **sfinkter**.

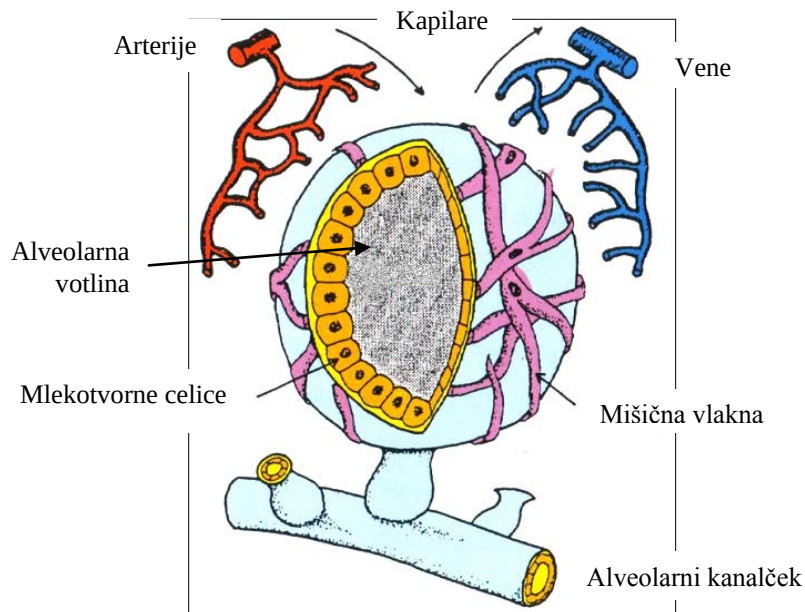
Zaradi nepravilne molže ali poškodb sfinkter lahko oslabi, posledica pa je odtekanje mleka, v sesek pa vdira umazanija in z njo mikroorganizmi. Moč te mišice vpliva tudi na hitrost izteka mleka – “mehka ali trda za molžo”. Dobro zaprt seskov kanal varuje vime pred vdorom bakterij – nevarnost mastitisa se zmanjša.



Slika 63: Prerez vimena
Vir: Tumpej, 2002, 5

Mlečni mehurček

V mlečnem mehurčku ali **alveoli** nastaja mleko. Sestavljajo ga: mlekotvorne celice – epitelne celice, alveolarna votlina – lumen in alveolarni kanalček. Alveolo obdajajo mišična vlakna, živčna vlakna in krvne kapilare.



Slika 64: Mlečni mehurček
Vir: Prirejeno po Aksen et al., 2008, 27

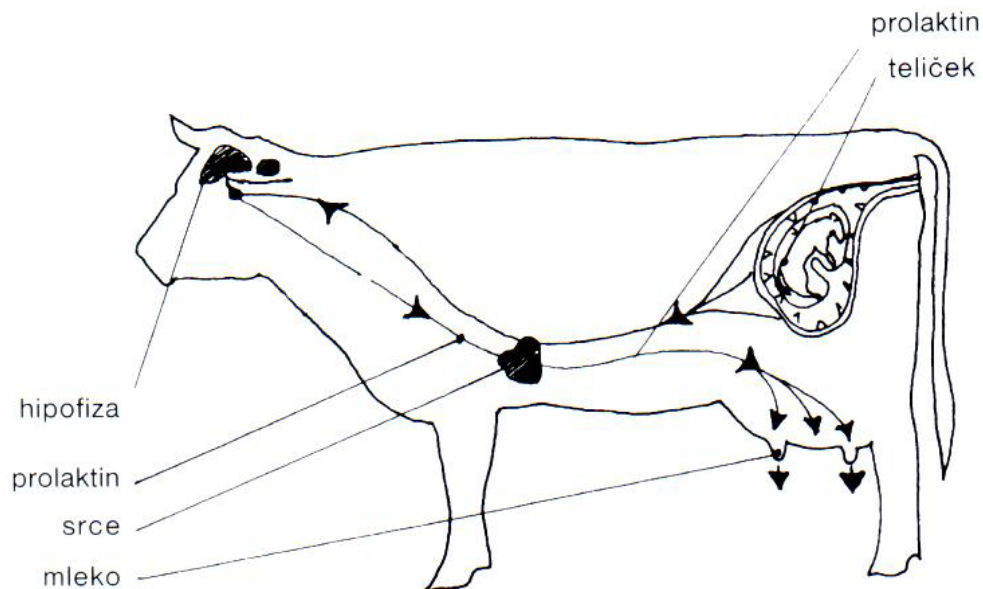
Mlekotvorne celice oblikujejo steno mlečnega mehurčka ali alveole. V njih nastaja mleko, ki se zbira v alveolarni votlini in shranjuje do molže. Med molžo odteka skozi alveolarne kanalčke in po mlekovodnih kanalčkih do vimenske cisterne.

Vime je izredno dobro prekrvavljeno, saj gre za en liter nastalega mleka skozi vime 300–500 litrov krvi. Zaradi razvejanega sistema krvnih kapilar v vimenu se pretok krvi v njem upočasni. To je zelo pomembno, mleko namreč nastaja iz sestavin, ki jih prinaša kri.

Stene alveol in mlekovodnih kanalčkov so prepletene z mišičnimi vlakni, ki se med molžo krčijo in iztiskajo mleko iz alveolarnih votlin proti vimenski cisterni. Živčna vlakna prenašajo živčne dražljaje v vime in iz njega zato imajo zelo pomembno vlogo pri spuščanju mleka pri molži.

4.2.2 Fiziologija nastajanja mleka

Osnovna naloga mlečne žleze je preskrbeti novorojenega mladiča s hrano. Mlečna žleza začne zato delovati nekaj dni pred porodom. Izločanje mleka sproži hormon **prolaktin**, ki se ob telitvi izloči iz hipofize. Začne se doba izločanja mleka – laktacija, ki traja od zadnje telitve do približno 2 meseca pred naslednjo telitvijo. To je v povprečju 305 dni. Pomembno vlogo ima tudi hormon **progesteron**, ki med brejostjo vpliva na izgradnjo žleznega tkiva mlečne žleze.



Slika 65: Izločanje prolaktina
Vir: Maver in Oštir 2002, 18

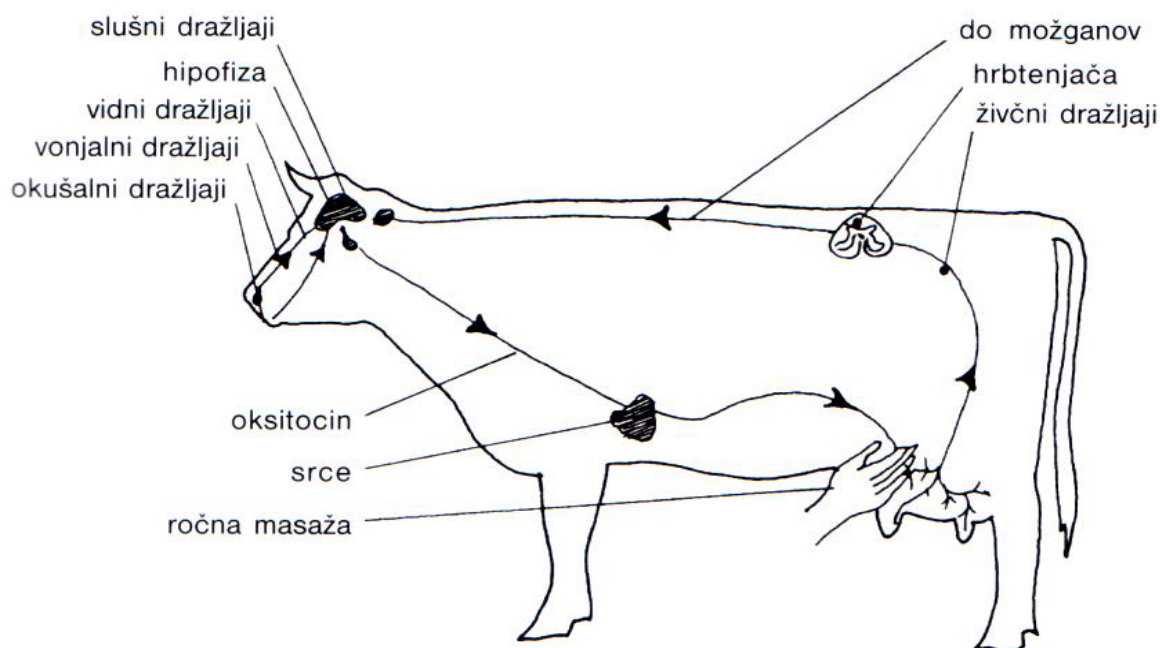
Nastajanje mleka v laktaciji je nepretrgan proces, če žival redno molzemo in ustrezno krmimo. Izločanje mleka se lahko prekine kot posledica hudega obolenja vimena ali presušitev. Presušitev je zavestna prekinitev molže, običajno 2 meseca pred naslednjo telitvijo.

Sestavine mleka nastajajo v mlekovornih celicah, ki jih prinaša kri v žlezno tkivo vimena. Nekatere sestavine se v mlekovornih celicah sintetizirajo v značilne snovi mleka. To so: mlečne beljakovine iz aminokislin, mlečne maščobe iz glicerola in maščobnih kislin ter laktoza ali mlečni sladkor iz glukoze.

Druge sestavine mleka, kot so voda, minerali, vitamini, barvila, organske kisline ..., nespremenjene prehajajo iz krvnih kapilar v mlekovorne celice in naprej v alveolarno votlino.

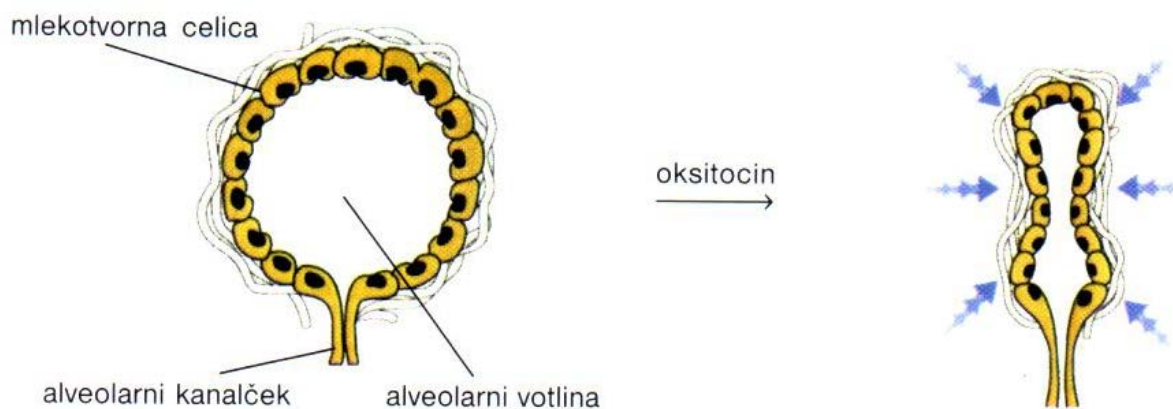
V alveolarno votlino se izločajo tudi sestavine mleka, ki nastanejo v mlekovornih celicah in že predstavljajo mleko z značilno kemijsko sestavo. Alveolarne votline so vedno bolj polne, ker se v njih shranjuje mleko. Mleko vse močnejše pritiska na stene mlekovornih celic. Ta pritisk vedno bolj otežuje prehajanje mleka iz mlekovornih celic, dokler ga popolnoma ne prekine. To prekinitev lahko preprečimo z molžo. Molzemo dvakrat na dan v razmaku 12 ur.

Popolno molžo lahko opravimo samo s primerno pripravo krave. Pred molžo moramo z živaljo primerno ravnati. Nanjo moramo vplivati z ugodnimi dražljaji, in sicer z mirnim prigovarjanjem, odvzemom prvih curkov mleka, pranjem, brisanjem in masažo vimena. S temi dražljaji povzročimo izločanje hormona **oksitocina**, ki ga izloči žleza hipofiza.



Slika 66: Ugodni dražljaji na vime pred molžo – izločanje oksitocina
Vir: Maver in Oštir 2002, 23

Med masažo vimena se začne v hipofizi izločati hormon **oksitocin**, ki pride po krvi v vime, kjer povzroči krčenje mišičnih vlaken okoli alveol in vzdolž mlekovodnih kanalčkov. Alveole se stisnejo, alveolarni kanalčki odprejo, mlekovodni pa razširijo in mleko odteče proti vimenski cisterni. Proces imenujemo **spuščanje mleka**. Oksitocin se začne izločati minuto po začetku stimulacije (priprave na molžo). Delovanje oksitocina traja 4-8 minut. V tem času moramo kravo pomolsti, kajti ko se oksitocin razgradi, krava preneha aktivno sodelovati.



Slika 67: Krčenje mlečnega mehurčka zaradi delovanja oksitocina
Vir: Maver in Oštir 2002, 22

Če se krava pred molžo, med pripravo na molžo ali med samo molžo počuti nelagodno (pretepanje, kričanje, prihod drugih živali ...) ali celo čuti bolečino, se iz nadledvične žleze sprosti v kri hormon **adrenalin**. Pod njegovim vplivom se stisnejo mišice, ki zaprejo izhod iz alveol, in mleko ne more iztekati. Krava **zadrži mleko**.

Po molži vedno ostane nekaj mleka v žleznatem delu vimena – **rezidualno mleko**. Rezidualno mleko zavira tvorbo novega mleka. Količina rezidualnega mleka je od 10-30 %, zmanjšamo jo lahko le s pravilno pripravo na molžo, ki povzroči popolno spuščanje mleka.

4.2.3 Bolezni vimena – mastitis

Mastitis je vnetje mlečne žleze, ki nastane kot obramba tkiva pred delovanjem mikroorganizmov. Mastitis poleg vnetnih sprememb in pojavov, kot so bolečina, otekline in rdečina vimena, spremljajo še povečano število somatskih celic ter kemične in fizikalne spremembe v mleku.

Oblike mastitisa:

1. Klinični – vidni mastitis

- **Akutni mastitis** je hitro razvijajoči se mastitis. Vneta četrta je zatečena, boleča in rdeča. Splošno stanje živali je spremenjeno (povišana telesna temperatura), spremembe so opazne tudi na mleku (kosmiči v mleku, gnojno, krvavo, vodeno mleko, manj mleka, maščob, beljakovin in laktoze).
- **Kronični mastitis** je počasi potekajoč mastitis. Traja več tednov ali mesecev. Znaki niso očitni. V vimenu so neboleče zatrdline. V mleku se pojavijo kosmiči in povečano število somatskih celic. Mleka je manj, obolela četrta pa lahko popolnoma ogluši.

2. Subklinični – prekriti mastitis poteka brez vidnih vnetnih sprememb, okužena četrta in mleko sta nespremenjena. Edini znak je povečano število somatskih celic, prisoten povzročitelj in zmanjšana proizvodnja mleka. Subklinični mastitis lahko preide v klinično oblike in je vir okužbe za druge živali.

Povzročitelji mastitisa: mastitis povzročajo bakterije, redkeje glivice, še redkeje pa mikoplazme in virusi. Med bakterijskimi povzročitelji so najpogostejši streptokoki in stafilokoki, manj pogosto pa povzročajo vnetje vimena kolibacili.

Mikroorganizmi, ki povzročajo mastitis, se nahajajo povsod v hlevu in na molzni opremi. Povzročitelj pride v vime skozi seskov kanal, po krvi in preko poškodb na seskih ali drugje na vimenu.

Mastitis zmanjšuje proizvodnjo mleka. Subklinični mastitis zmanjša proizvodnjo mleka za 10-12 %, klinični pa za 15-20 %, lahko pa tudi več. Za uspešno zdravljenje je pomembno pravočasno odkrivanje.

Ugotavljanje mastitisa

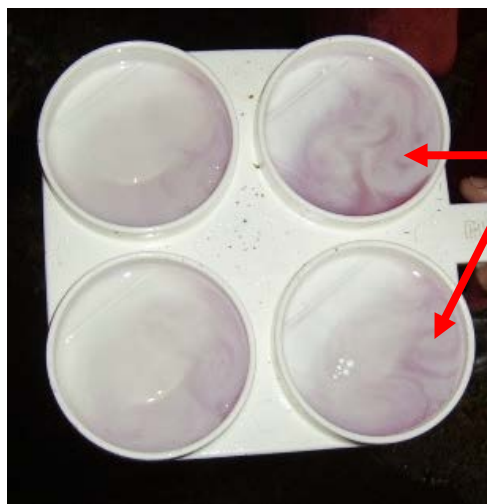
Klinični pregled vimena – z ogledom in otipavanjem ugotovimo spremembe v velikosti in konsistenci vimena. Najbolje je, da vime preiščemo pred molžo, ko je polno in po molži, ko je prazno.

Odvzem prvih curkov – ob vsaki molži prve curke izmolzemo v posodo s črnim dnom. Tako ugotovimo spremembe v mleku: kosmiči, vodeno mleko, krvavo mleko, gnojno mleko ...



Slika 68: Odvzem prvih curkov
Vir: Lasten

Kalifornijski test ali preizkus z mastitis reagensom – nam da okvirne rezultate o številu somatskih celic v mleku. V posebne posodice namolžemo mleko iz posamezne vimenske četrti, dodamo enako količino mastitis reagensa in premešamo. Ob povečanjem številu somatskih celic zmes spremeni barvo, postane bolj gosta in sluzava.



Povečano
število
somatskih
celic

Slika 69: Kalifornijski test
Vir: Lasten

Vaja

Pri molži s pomočjo kliničnega pregleda vimena, odvzema prvih curkov in kalifornijskega testa ugotovite zdravstveno stanje vimena.

Štetje somatskih celic z elektronsko napravo tipa Fossomatic. Če je v 1 ml vzorca mleka manj kot 250.000 somatskih celic, navadno ne gre za vnetja. Vzorec, ki vsebuje več kot 400.000 somatskih celic v 1 ml mleka, pa navadno izvira od okužene krave.



Slika 70: Fossomatic
Vir: Lasten

Bakteriološki pregled – vzorce vzamemo v sterilne epruvete. Na osnovi laboratorijske preiskave se ugotovi povzročitelja. Bakteriološki pregled se dopolni z **antibiogramom**, ki nam pove, kateri antibiotik najučinkoviteje deluje na prisotne bakterije.

Merjenje prevodnosti mleka pri robotski molži – pri povečani prevodnosti mleka lahko posumimo na mastitis.

Zdravljenje mastitisa

Pri mastitisu je najučinkovitejše čim hitrejše zdravljenje z antibiotikom. Antibiotik apliciramo v vime preko seseka, če pa je zaradi mastitisa prizadet celoten organizem, antibiotik apliciramo v mišico. Bolne krave molzemo vedno zadnje. Če gre za zelo trdovratne oblike mastitisa – presušimo četr.

Mleko zdravljenih krav je neuporabno za prehrano in ga moramo uničiti. Po zdravljenju moramo upoštevati karenco antibiotika. Ta je običajno 3–5 dni, če na antibiotiku ni drugače označeno. To pomeni, da po končanem zdravljenju mleko ni uporabno še 3–5 dni.

Preprečevanje mastitisa

Glede na gospodarsko škodo, ki nastane zaradi obolenja vimena, je preventiva izredno pomembna, ki temelji na:

- pravilni molži s tehnično in higiensko neoporečnimi molznimi stroji,
- ustrezni higieni in mikroklimi v hlevu,
- ustreznih stojiščih,
- pravilni prehrani molznic,
- odkrivanju subkliničnih mastitisov,
- zdravljenju subkliničnih in kliničnih mastitisov,
- izločanju krav s kroničnimi oblikami mastitisa,
- vzgoji odpornega podmladka.

VPRAŠANJA ZA RAZMISLEK

1. Razložite zgradbo mlečne žleze. Utemeljite pomen žleznega tkiva v vimenu.
2. Pojasnite tvorbo mleka in utemeljite pravilno pripravo na molžo.
3. Analizirajte dejavnike, ki vplivajo na nastanek mastitisa in ocenite zdravstveno stanje vimena.

POVZETEK

Pri proizvodnji mleka je pravilna molža eden pomembnejših dejavnikov, ki vpliva na proizvodnjo mleka in s tem na finančni uspeh pri reji krav molznic. Za pravilno molžo je nujno, da molznik pozna osnovno zgradbo vimena ter osnove tvorbe in izločanja mleka. S pravilno pripravo krave na molžo lahko skrajšamo čas molže in povečamo količino mleka. Redna kontrola mleka in vimena pa je pomembna pri odkrivanju in zdravljenju mastitisa.

4.3 ZGRADBA IN DELOVANJE PREBAVIL

UVOD

Posamezne vrste domačih živali imajo različno sposobnost izkoriščanja hranilnih snovi iz krmil. Ta sposobnost je pogojena z zgradbo, delovanjem in velikostjo prebavil živali. Zato je primernost posameznih vrst krmil za različne vrste domačih živali različna. Glede na vrsto krme, ki jo živali izkoriščajo, jih delimo na: *herbivori* – rastlinojede živali, *karnivori* – mesojede živali in *omnivori* – vsejede živali.

MOTIVACIJSKI PRAKTIČNI UVOD

V Sloveniji je v zaraščanju preko 300.000 ha kmetijskih zemljišč. Predvsem gre to za gorski, hribovski in kraški svet. To je prostor, ki je privlačen za vrsto uporabnikov. Ta, težje obdelovalna kmetijska zemljišča lahko ohranjamo obdelana le z živalmi, ki so sposobne popasti in izkoriščati krmo, ki zraste na teh površinah. To so tiste vrste živali, ki imajo prilagojena prebavila za dobro izkoriščanje voluminozne krme in nam iz te hrane dajo kvalitetno meso in mleko.

4.3.1 Zgradba in velikost prebavil pri domačih živalih

Proces prebave poteka v prebavilih živali. Prebavni kanal je cev od ustne votline do zadnjične odprtine. Funkcije prebavil so sprejemanje, zauživanje in drobljenje hrane, prebava in absorpcija hranilnih snovi ter izločanje neprebavljivih snovi zaužite krme.

Prebavni kanal je sestavljen iz ust, žrela, požiralnika, želodca, tankega, slepega in debelega črevesa ter zadnjične odprtine. Med živalskimi vrstami so razlike v zgradbi posameznega dela prebavnega kanala. Največje razlike so v ustni votlini, zgradbi želodca in posameznih delih črevesja.

Glede na zgradbo prebavil delimo živali na:

- **neprežvekovalce** – prašiči, konji, kunci, pes ...
- **prežvekovalce** – govedo, ovce, koze ...
- **perutnino** – kokoši, race, gosi ...

Tabela 20: Primerjava zgradbe prebavil pri domačih živalih

PREŽVEKOVALCI	NEPREŽVEKOVALCI	PERUTNINA
Ustna votlina – usta	Ustna votlina – usta	Ustna votlina – kljun
Žrelo	Žrelo	Žrelo
Požiralnik	Požiralnik	Požiralnik
Želodec: 4-delni: • kapica • vamp • prebiralni • sirišček ali pravi želodec	Želodec: 1-delni: • pravi enodelni želodec	Želodec: 2-delni: • žlezni želodec • mišični želodec – mlinček
Tanko črevo: • dvanajstnik • tešče črevo • vito črevo	Tanko črevo: • dvanajstnik • tešče črevo • vito črevo	Tanko črevo: • dvanajstnik • tešče črevo • vito črevo
Slepo črevo	Slepo črevo	Dve slepi črevesi
Debelo črevo	Debelo črevo	Debelo črevo
Zadnjična odprtina – danka	Zadnjična odprtina – danka	Zadnjična odprtina – kloaka

Vir: Zupanc, 1999, 36

Pomembne so tudi razlike v prostornini – volumnu posameznih delov prebavil in dolžini prebavnega kanala. Velikost posameznega sestavnega dela prebavil pogojuje pomembnost prebavnih procesov v njem za vso prebavo.

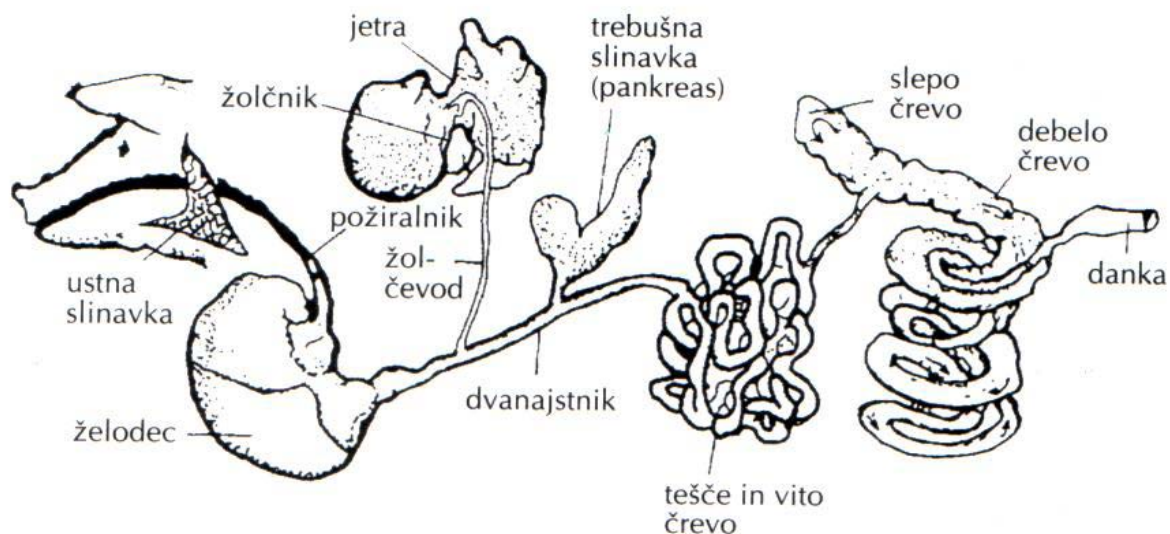
Tabela 21: Povprečna velikost prebavil in razmerja v velikosti prebavil pri nekaterih odraslih domačih živali

Prostornina in razmerja	Govedo	Ovca	Konj	Prašič	Pes	Perutnina
Celotna prebavila (litrov)	330-350	40-50	210	25-30	5-8	
Dolžina (metrov)	57	33	30	25	5	
Relativno (%)	100	100	100	100	100	
Predželodci (litrov)	150-230	20-30				
Relativno (%)	65	60				
Želodec (litrov)	10-20	2-4	10-20	5-10	4,5	
Relativno (%)	5	6	9	36	63	
Tanko črevo (litrov)	65	18	65	9	1,5	
Dolžina (m)	46	26	22	15-20	4,2	
Relativno (%)	18	21	30	30	23	
Slepo črevo (litrov)	10	1	40	2	0,1	
Dolžina (m)	0,9	0,3	1	0,4	0,1	
Relativno (%)	3	2	19	7	2	
Debelo črevo (litrov)	30	5	90	8	0,8	
Dolžina (m)	10	6	7	5	0,6	
Relativno (%)	9	11	42	27	12	
Prostornina prebavil v l/100 kg t. m.	65	75	3,5	25	15	
Površina prebavil : površina telesa	3 : 1		2,2 : 1	1,3 : 1	0,6 : 1	
Dolžina prebavil : dolžina telesa	20 : 1	27 : 1	12 : 1	14 : 1	6 : 1	5 : 1

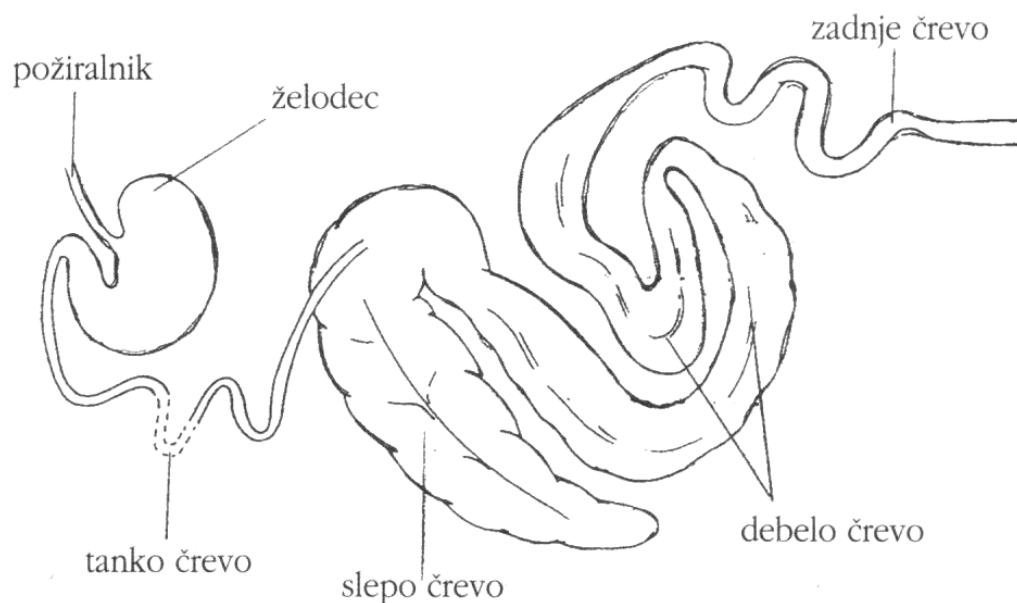
Vir: Prirejeno po Orešnik in Kermauner, 2009, 66

Mesojedi imajo v primerjavi z dolžino in površino telesa manjša in krajša prebavila, zato jedo koncentrirano in lahko prebavljivo krmo. Rastlinojedi imajo prostorna in dolga prebavila, ker se hranijo z voluminozno, težko prebavljivo in z balastom obremenjeno krmo. Prašiči imajo relativno dolga prebavila, njihov relativni volumen pa je manjši kot npr. pri konju. Perutnina ima zelo kratka prebavila z majhnim volumenom, zato zahteva zelo koncentrirano in lahko prebavljivo krmo.

4.3.1.1 Prebavila pri neprežvekovalcih



Slika 71: Zgradba prebavil pri prašiču
Vir: Šalehar et al., 1995, 140



Slika 72: Zgradba prebavil pri konju
Vir: Zupanc, 1999, 43

V ustih so zobje, jezik in žleze slinavke. Ustnice služijo za otipavanje in jemanje hrane, ustna votlina pa je dolga in ozka.

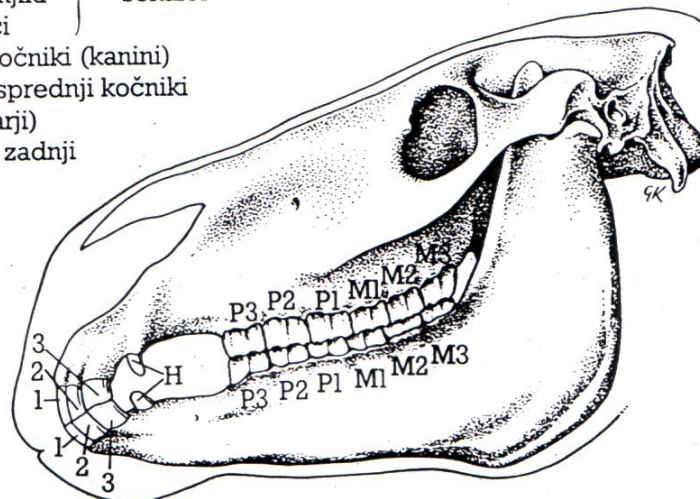
Jezik je zelo dolg in gibčen. Uporabljajo ga za tipanje, okušanje, prebiranje in jemanje hrane, žvečenje ter goltanje hrane in je pokrit s kutano sluznico.

Žleze slinavke izločajo slino, ki služi za prepojitev hrane, da jo živali lahko pogoltnejo. Slina vsebuje tudi ferment ptyalin, ki začne prebavo škroba v ustih

Zobje so mlečni in stalni. Mlečno zobovje se pri določeni starosti postopoma zamenja s stalnimi. Razdeljeni so v štiri skupine: sekalci (i), podočniki (c), pred meljaki (P) in meljaki – kočniki (M).

Zobovje

- 1 = kleščniki
- 2 = srednjiki
- 3 = krajci
- C = podočniki (kanini)
- P 1–3 = sprednji kočniki (premolarji)
- M 1–3 = zadnji kočniki (molarji)



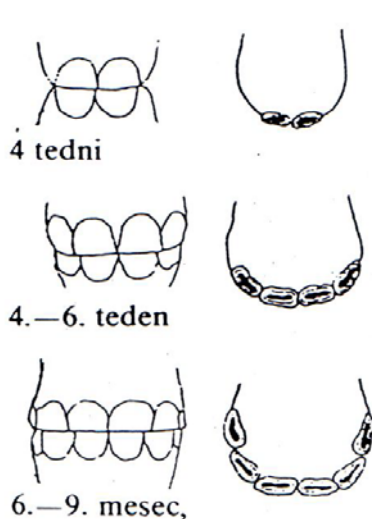
Slika 73: Položaj zobovja v ustih
Vir: Werner, 1993, 89

Prašč ima 44 stalnih zob. Podočniki – **čekani** so zelo močni, spodnji so močnejši od zgornjih in rastejo neprekinjeno. Zrastejo do 25 cm v dolžino.

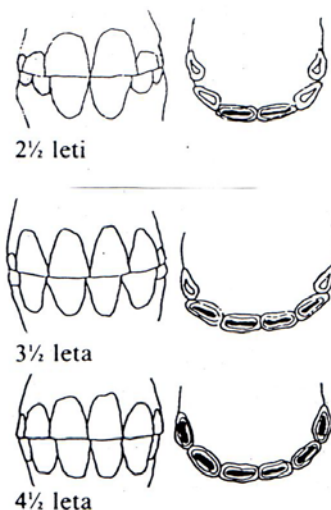
Konj ima 40 stalnih zob, kobilica pa 36. Kobili le izjemoma zrastejo podočniki. Pri konju so zobje zelo veliki in zrastejo do 10 cm. Spodnji sekalci imajo podobo klina. Grizna ploskev se obrablja.

Starost konja je mogoče določiti glede na rast mlečnega zobovja, menjavanje mlečnega zobovja s stalnim, obrabo grizne ploskve, obliko zobovja in položaj zob (kot med sekalci spodnje in zgornje čeljusti).

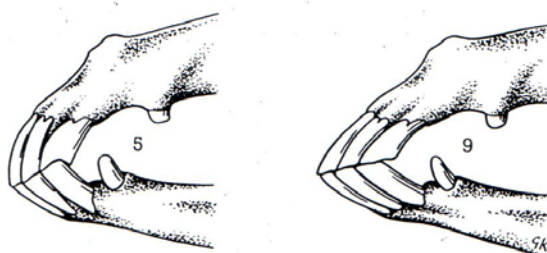
Starost konja je mogoče določiti glede na rast mlečnega zobovja, menjavanje mlečnega zobovja s stalnim, obrabo grizne ploskve, obliko zobovja in položaj zob (kot med sekalci spodnje in zgornje čeljusti).



Rast mlečnih zob pri žrebetu



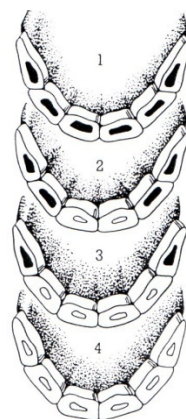
Menjavanje mlečnih zob pri konju



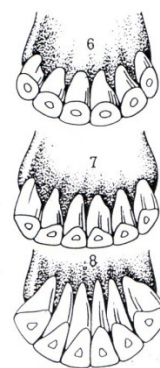
Ugriz 8 letnega konja

Ugriz 20 letnega konja

Spreminjanje ugriza v življenju konja



Obraba grizne ploskve od 5 – 8 leta



Razvoj zobovja od 12 – 18 leta

Spreminjanje grizne ploskve in oblike spodnjih sekalcev

Slika 74: Določanje starosti pri konju po zobovju

Vir: Werner, 1993, 89

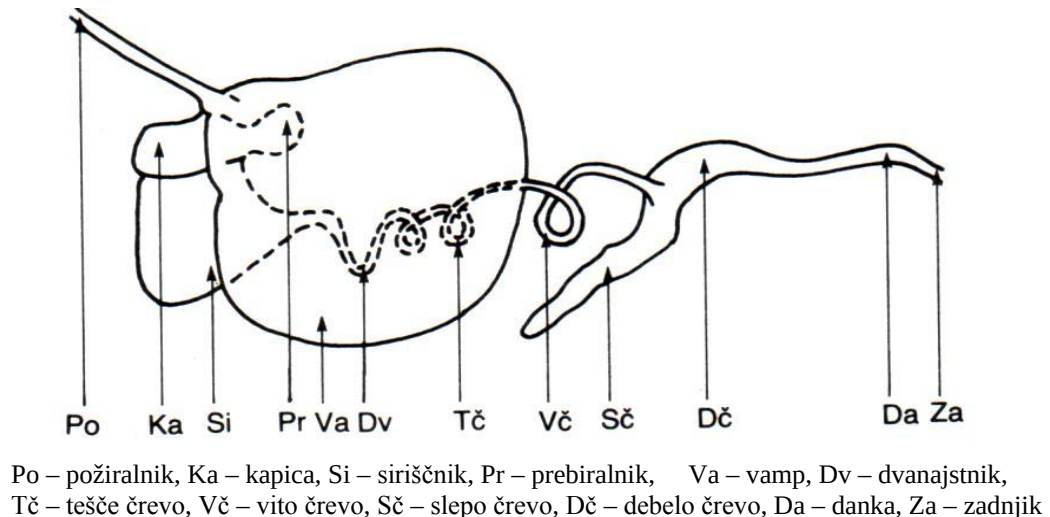
Želodec leži v levi polovici trebušne votline neposredno za trebušno prepono. Je enodelen, pokrit z žlezno sluznico, ki izloča encime za razgradnjo beljakovin in solno kislino. Pri konju je ob vstopu požiralnika v želodec posebej naguban rob, kar konju preprečuje podrigavanje in bruhanje.

Črevesje je organ, ki izloča in vsrkava. V črevesje se izločajo izločki žlez črevesne stene, jeter in trebušne slinavke. Sluznica črevesne stene ima številne gube in resice, s katerimi se poveča površina za vsrkavanje in izločanje. Črevesje razdelimo na tanko, slepo in debelo črevo. Tanko črevo delimo na dvanajstnik, tešče in vito črevo. Slepo črevo je slepa vreča med tankim in debelim črevesom. Leži v desni polovici trebušne votline.

Jetra so na desni strani trebušne votline neposredno za trebušno prepono. V njih se zbira glikogen, kopičijo se maščobe, vitamini topni v maščobah in beljakovine. Izločajo sečnino in sečno kislino. Razkrajajo rdeče krvničke, odstranjujejo škodljive snovi iz krvi. Proizvajajo žolč, ki se neprekinjeno izloča in se zbira v žolčniku, po potrebi pa se izloča v dvanajstnik. Žolč je pomemben za prebavo maščob v tankem črevesju. Konji nimajo žolčnika, ampak se žolč ves čas enakomerno izloča v manjših količinah v tanko črevo.

Trebušna slinavka – pankreas leži poleg jeter. Kanali trebušne slinavke se skupaj z žolčnimi kanali izlivajo v dvanajstnik, ki izloča sok trebušne slinavke in hormon **inzulin**. Sok trebušne slinavke vsebuje encime za razgradnjo beljakovin, maščob in ogljikovih hidratov.

4.3.1.2 Prebavila pri prežvekovalcih



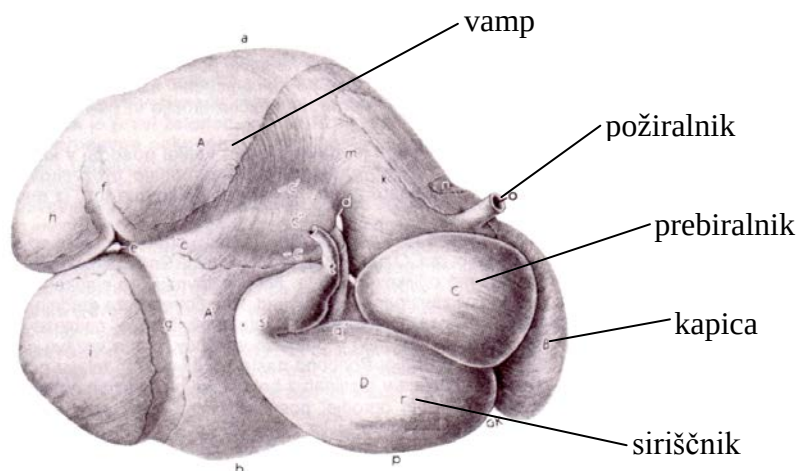
Slika 75: Shematski prikaz prebavil pri govedu

Vir: Žgajnar, 1989, 23

Ustna votlina.

Pri zauživanju krme imajo pri govedu pomembno vlogo ustnice, ki so zelo mišičaste in močne. Govedo krmo muli, kar pomeni, da jo z ustnicami, jezikom in zobmi prime in odtrga. Jezik je grob, poroženel, poraščen z jezičnimi bradavicami. Jezik in zobje so prilagojeni hitremu zauživanju rastlinske hrane, ki jo pozneje vračajo v usta in naprej drobijo. Žleze slinavke izločajo veliko sline (120 l/dan), ki vlaži krmo. Slina je alkalna – nevtralizira vsebino vampa – prepreči zakisanje vampa. Prežvekovalci imajo 32 stalnih zob. So brez zgornjih prednjih zob. Namesto njih imajo dentalno ploščo, ki je poroženela.

Štiridelni želodec sestavljajo: vamp – *rumen*, kapica – *reticulum*, prebiralnik – *omasum*, siriščnik ali pravi želodec – *abomasum*. Vamp in kapica sta anatomsko različna, funkcionalno pa sestavljata dokaj enoten prostor, ki ga označujemo kot *retikulo-rumen*. Siriščnik je po zgradbi in funkciji podoben kot želodec pri neprežvekovalcih.

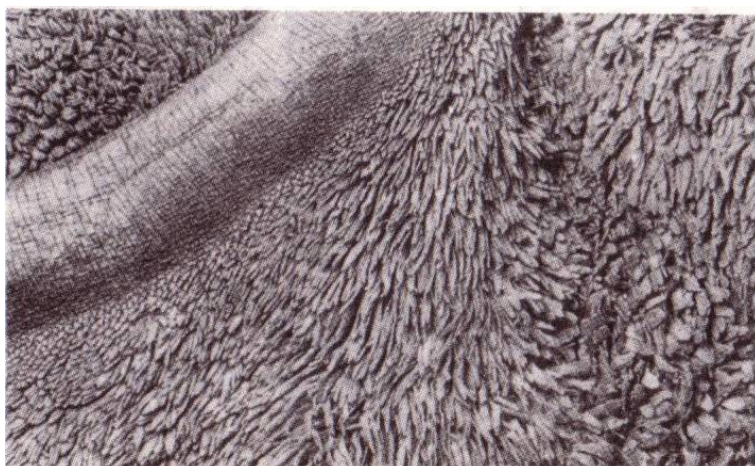


Slika 76: Štiridelni želodec pri odraslem govedu

Vir: Prilagojeno po

http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/herbivores/rumen_anat.html, (10. 5. 2011)

Vamp je sestavljen iz posameznih vreč, ki so med seboj povezane in ležijo v levi polovici trebušne votline. Vampova sluznica je kutana, porasla z resicami velikosti od 1-3 cm. Resice povečujejo notranjo površino in s tem sposobnost absorpcije ter sodelujejo pri mešanju hrane. Velikost in učinkovitost resic je odvisna od prehrane.



Slika 77: Notranjost vampove stene

Vir: Žgajnar, 1989, 24

Kapica je najmanjši predželodec. Leži na spodnji trebušni steni med vampom in trebušno prepono. Od srca je oddaljen le 2–4 cm. Sluznica je kutana, porasla z izrastki, podobnimi satju. Kapica je povezana s požiralnikom, vampom in prebiralnikom.

Prebiralnik leži na desni strani kapice med kapico in sirišnikom. V njem so številni prebiralnikovi listi – gube. Vseh listov je 90–130. V prebiralniku se absorbira večina vode.



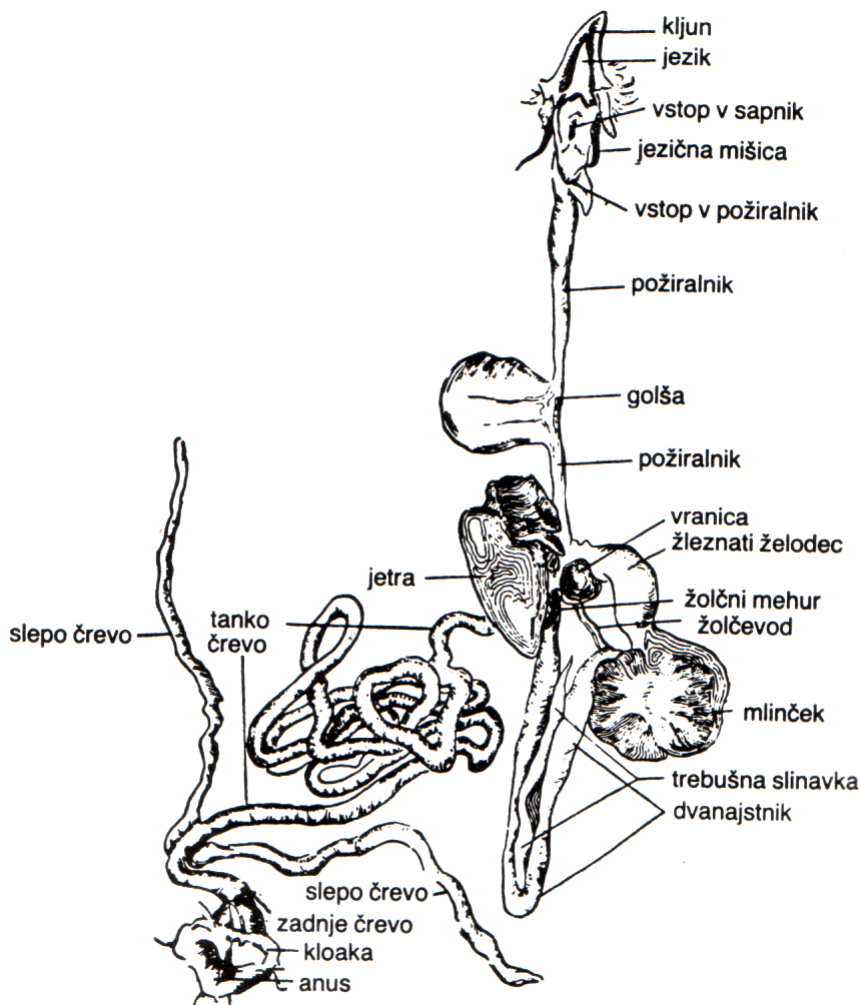
Slika 78: Prerez govejega prebiralnika
Vir: Žgajnar, 1990, 100

Siriščnik ali pravi želodec je cevast organ, ki povezuje prebiralnik in tanko črevo. Sluznica je žlezna, nagubana v podolgovate brazde in izloča prebavne sokove enako kot želodci pri monogastričnih živalih.



Slika 79: Notranjost govejega siriščnika
Vir: Žgajnar, 1990, 100

4.3.1.3 Prebavila pri perutnini



Slika 80: Zgradba prebavil pri kokoši

Vir: Ločniškar et al., 1991, 122

Prebavila kokoši so v osnovi zgrajena in delujejo podobno kot pri drugih vrstah živali, imajo pa nekatere posebnosti. Anatomsko se prebavila kokoši razlikujejo od prebavil sesalcev predvsem zaradi naslednjih značilnosti:

- Ustnice so spremenjene v kljun.
- Požiralnik je na sredini razširjen v golšo.
- Želodec je dvodelen, sestavljen iz žleznega in mišičnega želodca.
- Kokoši imajo dve sorazmerno dolgi slepi črevesi in kratek kolon.
- Močno spremenjen zadnji del črevesa se končuje v kloaki, ki ima vlogo skupnega izvodila za prebavni trakt, sečevod in jajcevod ali semenovod.

Prebavila kokoši so zelo kratka – 5-kratna telesna dolžina. Čas zadrževanja hrane v prebavilih je zelo kratek. Večina neprebavljivega dela zaužite krme se izloči že v 10 urah po zaužitju.

Podobno zgradbo prebavil, kot jo imajo kokoši, imajo še pure, prepelice in fazani. Prebavila gosi in rac pa se razlikujejo v tem, da nimajo golše.

Kljun in kljunska votlina: kokoši krmo pobirajo s kljunom. Krma se v kljunski votlini navlaži s slino in takoj pomakne v požiralnik.

Požiralnik je pri kokoših razdeljen na zgornji in spodnji požiralnik, vmes pa je **golša**, ki je prehranski mešiček z enako zgradbo kot drugi deli požiralnika, tako ne izloča prebavnih izločkov. Ima mišične sfinktre, ki uravnavajo dotok in iztok krme. Golša omogoča, da krma daljši čas enakomerno doteka v prebavila, kar je zelo pomembno za potek prebave. Je skladišče za krmo, ki pomaga pri uravnavanju zauživanja in prebave krme. Gosi in race nimajo golše imajo pa po vsej dolžini razširjen požiralnik, kar omogoča prisilno pitanje gosi.

Naloga **žleznega ali kemičnega želodca** je izločanje kislin in prebavnih encimov za razgradnjo beljakovin. Zakisanje krme je potrebno zaradi tega, ker želodčni encimi prebavljajo le v kislem okolju in ker kislina uniči mikroorganizme v krmi, da le-ti ne morejo preiti v nižje dele prebavil. Želodčna kislina raztaplja tudi mineralne snovi, ki se absorbirajo v tankem črevesju. Skozi žlezni želodec krma samo potuje in se ne zadržuje v njem. V tem času se krma le obogati s prebavnimi sokovi, ki svoje delovanje opravijo v mlinčku.

Mlinček ali mišični želodec je dobro razvit pri pticah, ki se hranijo s semeni in plodovi. Sestavljen je iz dveh parov nasproti ležečih mišic. V njem delujejo prebavni sokovi žleznega želodca, ki je učinkovitejši zaradi intenzivne mehanske prebave – mešanje, drobljenje, brušenje delcev krme. Krčenje mlinčka omogoča ločevanje velikih delcev od finih – velike delce mlinček zadržuje, v tanko črevo pa spušča le drobno zmleto vsebino. Pri mehanski prebavi nezmlate krme pomagajo tudi kamenčki ali pesek. Kamenčki močno izboljšajo učinkovitost delovanja mlinčka pri krmljenju celih semen in zelene krme.

Tanko črevo je osrednji prostor kemične prebave in vsrkavanja, absorpcije prebavljenih snovi.

Debelo črevo je bistveno krajše kot tanko. Sestavljeno je iz dveh slepih čreves in kolona. Kokoši majo veliko slepo črevo (20 cm) in majhen kolon (7 cm). V slepih črevesih poteka mikrobna prebava. Mikrobna aktivnost v slepih črevesih je precejšnja, vendar je zaradi zmogljivosti prebavil in hitrosti prebave zelo omejena. Debelo črevo je osrednji prostor absorpcije vode in tvorbe blata.

Kloaka ali stok je zadnji del črevesa. Je skupno izvodilo za prebavni trakt, ledvica in razmnoževalni aparat (jajcevod, semenovod). V zadnjem delu črevesa poteka zelo učinkovita reabsorpcija vode iz seča. Seč iz kloake potuje v kolon, kjer je reabsorpcija vode. Sečna kislina se v kolonu obarja v soli sečne kisline, ki jo opazimo kot bele delce na ptičjih izločkih.

Tabela 22: Zadrževalni čas krme v posameznih delih prebavil pri kokoših

Golša	Žlezni želodec	Mlinček	Tanko črevo	Slepi črevesi	Kolon
0,5 min–2 uri	0,5–2 min	1–10 min	1–4 ure	2–6 ur	/

Vir: Holcman et al., 2004, 136

4.3.2 Prebava

Prebava je proces razgradnje hrane v prebavilih. V procesu prebave se zaužite hranljive snovi iz krme razgradijo in preoblikujejo v take spojine, da lahko prehajajo skozi steno prebavnega trakta – se absorbirajo in uporabijo kot gorivo: za delo, rast, razmnoževanje, tvorbo mleka, jajc, rezervno energijo ... Za prebavo je značilnih več med seboj funkcionalno povezanih procesov.

Vrste prebave:

- a) **Mehanska prebava** poteka z žvečenjem, drobljenjem, mešanjem, vlaženjem, raztapljanjem ... v ustih, vampu in mlinčku. Hrana se razkroji po obliki in strukturi, saj se tvori tekoča kašasta zmes.
- b) **Kemična prebava** poteka s pomočjo encimov in prebavnih sokov, ki jih v prebavila izloča žival. Med prehodom krme skozi prebavila učinkujejo na krmo naslednji prebavni sokovi: slina, želodčni sok, črevesni sok, sok trebušne slinavke in žolč. Glavna kemična prebava poteka v želodcu in tankem črevesju.

Tabela 23: Prebavni sokovi, ki se izločajo v prebavila

Organ	Izloček	Encim v izločku
Ustna votlina	slina	amilaza (prašič, človek)
Želodec	solna kislina (HCl)	
	želodčni sok	pepsin
Tanko črevo	sok trebušne slinavke (pankreasni sok)	tripsin amilaza lipaza
	črevesni sok	peptidaza amilaza lipaza eterokinaza
	žolč	solni žolčnih kislin

Vir: Lasten

- c) **Mikrobna prebava** poteka v slepem in debelem črevesu, vampu ter golši s pomočjo mikroorganizmov, ki izločajo v prebavila encime, da razgrajujejo hranilne snovi. Zlasti je pomemben encim **celulaza**, ki razgrajuje težje prebavljivi del hranil – surova vlakna.

4.3.2.1 Prebava v ustih

V ustih poteka mehanska prebava. Žival z žvečenjem drobi večje dele krme in jih premeša s slino. Zaužito hrano navlaži in naredi spolzko za požiranje. Slina je sestavljena iz vode, elektrolitov, sečnine in sluzi. Ima nevtralen pH, razen pri prežvekovalcih, kjer je slina alkalna. Količina sline, ki se izloči na dan, je različna pri različnih vrstah živali.

Tabela 24: Količina izločene sline na dan pri različnih živalskih vrstah

Vrsta živali	Govedo	Ovca	Konj	Prašič	Pes
Količina izločene sline na dan v litrih	100 – 300	16 – 25	do 40	15	3 – 5

Vir: Prirejeno po Orešnik in Kermauner, 2009, 69

Na izločanje sline vplivajo različne lastnosti krme, kot so suhost, grobost, vonj, okusnost ... Za izločanje sline so odgovorni mehanski dražljaji v ustih. Npr. suho in grobo krmo živali dalj časa žvečijo in s tem se izločajo večje količine sline.

Slina rastlinojedov in mesojedov ne vsebuje encimov. Pri vsejedih živalih slina vsebuje encim amilazo, ki razgrajuje škrob, s tem pa se začne tudi že kemična prebava.

Pri prežvekovalcih ima slina izreden pomen za vzdrževanje optimalne pH-vrednosti v vampu. Sečnina iz sline pa služi kot vir dušika v ampovim mikroorganizmom za tvorbo beljakovin.

4.3.2.2 Prebava v želodcu

V želodcu se začne kemična prebava. Sluznica želodca izloča želodčni sok in solno kislino (HCl). Želodčni sok je sestavljen iz vode, soli, sluzi, HCl in pepsina. Izloča se pod vplivom žvečenja in požiranja krme. Na njegovo izločanje vplivajo tudi različni dražljaji, kot so pogled na hrano in njen vonj, stik hrane z želodčno sluznico, vplivajo pa tudi lastnosti krme in produkti prebave. Na količino in sestavo želodčnega soka vpliva vrsta krme. Pri spremembi krmnega obroka se želodčni sok spreminja počasi, zato moramo postopno spreminjati obrok.

Vsebina želodca je kislja. Njena kislost oz. pH vrednost je odvisna od obroka in koncentracije HCl v želodčnem soku. Najnižji pH v želodcu imajo mesojedi, in sicer pod 1, prašiči 2 in konji 6,8. HCl aktivira encim – pepsin, ki deluje pri nizkem pH, sodeluje pri koagulaciji beljakovin v želodcu in preprečuje preživetje patogenih mikroorganizmov. Pepsin razgrajuje beljakovine. Prebava beljakovin poteka v želodcu le do krajših polipeptidov, le malo nastane prostih aminokislin.

Za konje je značilen majhen želodec s slabim mešanjem in visokim pH. Konj mora manjše količine krme dobro prežvečiti, da se le-ta v želodcu nalaga v rahlih plasteh, kar omogoča boljšo prebavo. Primernost krme za konje ocenjujemo po tem, ali krma v želodcu tvori rahle ali zbite plasti. Najprimernejše žito je oves, ker vsebuje veliko surovih vlaken in malo lepka, zato tvori rahle plasti. Paša za konje naj bo starejša, ker tvori bolj rahle plasti v želodcu.

4.3.2.3 Prebava v tankem črevesu

Iz želodca prispe krma v tanko črevo, kjer poteka največji del kemične prebave in absorpcije prebavljenih hranljivih snovi. Nadaljuje in zaključi se prebava beljakovin do stopnje prostih aminokislin, začnejo se prebavljati in se prebavijo maščobe do glicerola in maščobnih kislin, ter topni ogljikovi hidrati do enostavnih sladkorjev – monosaharidov.

V dvanajstnik se izločajo trije prebavni sokovi: žolč, sok trebušne slinavke ter črevesni sok in se vsebina premeša s prebavnimi sokovi.

Žolč vsebuje barvila, holesterol, sluzi, natrijeve in kalijeve soli žolčnih kislin, ki so pomembne za prebavo. Natrijeve in kalijeve soli žolčnih kislin aktivirajo lipazo iz trebušne slinavke in emulgirajo maščobe.

Trebušna slinavka izloča inzulin, vodo, elektrolite in prebavne encime – tripsin, lipaza, amilaza. Encimi iz soka trebušne slinavke imajo optimalno delovanje pri pH med 7 in 9.

Črevesni sok je nevtralen in varuje stene dvanajstnika pred HCl, ki prihaja iz želodca. Vsebuje encime za razgradnjo beljakovin, ogljikovih hidratov in maščob. Encimi črevesnega soka so manj aktivni kot encimi trebušne slinavke. Enterokinaza je aktivator tripsina in ostalih proteolitičnih encimov. Vsi trije izločki delujejo istočasno in so nujno potrebni za normalno prebavo in s tem za življenje.

Organizem s svojimi prebavnimi sokovi ne izloči nobenih encimov, ki bi lahko razgradili vezi med molekulami neškrobnih polisaharidov – celuloza, hemiceluloza. Snovi iz skupine surovih vlaken za živali, ki imajo prebavo samo z lastnimi encimi, niso prebavljiva.

Tabela 25: Prebavni encimi in razgradnji produkti posameznega encima

Encim	Hranljiva snov	Razgrajena HS
Amilaza	Škrob	Enostavni sladkorji - monosaharidi
Tripsin, pepsin	Beljakovine	Aminokisline
Lipaza	Maščobe	Glicerol, maščobne kisline

Vir: Lasten

4.3.2.4 Prebava v slepem in debelem črevesu

Sluznica slepega in debelega črevesa je kutana in ne izloča prebavnega soka, ki bi vseboval prebavne encime. V njem so celulitični, amilolitični in proteolitični mikroorganizmi, ki s svojimi encimi razgrajujejo hranljive snovi. Celulitični mikroorganizmi razgrajujejo surova vlakna, amilolitični razgrajujejo škrob in ostale topne ogljikove hidrate, proteolitični mikroorganizmi pa razgrajujejo beljakovine, ki so prispele nerazgrajene v slepo in debelo črevo. V slepo in debelo črevo pridejo tiste hranljive snovi, ki se niso prebavile in absorbirale v tankem črevesju. To so v glavnem neškrobni polisaharidi – surova vlakna (celuloza, hemiceluloza, pektini, lignin ...), neprebavljeni topni ogljikovi hidrati, beljakovine in maščobe.

Mikroorganizmi izločajo encime (celulaza, pektinaza, ksilanaza), ki razgrajuje celulozo, pektine in hemicelulozo do hlapnih maščobnih kislin (ocetna, propionska, maslena kislina), ki jih živalski organizem izkoristi kot vir energije iz surovih vlaken. Tudi pri razgradnji topnih ogljikovih hidratov s pomočjo amilolitičnih mikroorganizmov nastanejo hlapne maščobne kisline. Mikroorganizmi tvorijo tudi vitamine B-kompleksa in K-vitamin. Sposobni so uporabe prostega amonijaka za tvorbo lastnih beljakovin.

Skozi sluznico debelega in slepega črevesa se popolnoma absorbirajo hlapne maščobne kisline, delno vitamini in mikrobne beljakovine ter velike količine vode. V vsebino debelega črevesa se iz krvi skozi sluznico izločajo odvečni ali v presnovi neuporabljeni minerali: kalcij, fosfor, magnezij in težke kovine.

Najučinkovitejšo mikrobno prebavo imajo kunci, konji, sledijo jim prašiči. Perutnina ima sicer dve slepi črevesi, vendar se v njiju krma zadržuje le kratek čas.

Debelo črevo ima ekskretorno funkcijo. Izloček iz prebavil se imenuje **feces** ali blato, ki se oblikuje v zadnjem delu debelega črevesa. Blato vsebuje vodo, neprebavljive ostanke hrane, prebavne encime, mikroorganizme, minerale in anorganske soli ter neabsorbirane prebavljene snovi. Količina in kakovost blata je odvisna od vrste in količine hrane, ki jo živali zaužijejo.

Tabela 26: Značilnosti blata pri nekaterih živalskih vrstah

	Telesna teža kg	Količina blata kg/dan	Vsebnost vode %	pH blata
Konj	550-600	6-14	73-78	6,4-7,0
Govedo	500	20-25	82-86	6,8
Ovca	45-50	0,8-1,2	55-65	6,8
Koza	30	0,5-1,0	56-75	6,8
Prašič	100	2-3	65-75	7,0
Kokoš	2-3	30-40 g	70-75	7,5

Vir: Orešnik in Kermauner, 2009, 85

Tabela 27: Čas prehoda hrane skozi prebavila

	Začetek izločanja - po krmljenju (h)	Maksimalno izločanje - po začetku izločanja	Konec izločanja - po začetku izločanja (dni)
Govedo	nad 24	2. ali 3. dan	12-15
Ovca	14-19	2. dan	12-13
Konj	20-24	po 1. dnevu	4-5
Prašič: zjutraj	11-13	12-24 ur	4-5
zvečer	13-15	24-36 ur	4-5
Kokoš: mehka krma			2-3
zrna			2,5-3,5

Vir: Orešnik in Kermauner, 2009, 67

4.3.2.5 Posebnosti prebave pri prežvekovalcih

Prežvekovalci imajo močno razvite predželodce, ki so poseben del prebavil z velikim volumnom, v katerem poteka mikrobna prebava. Prežvekovalci lahko zaužijejo velike količine voluminozne krme, ki vsebuje veliko surove vlaknine.

Pri prežvekovalcih krma pride najprej v vamp, ki je v bistvu posoda za delovanje mikroorganizmov. Encimi, ki jih mikroorganizmi izločajo, razgradijo hranljive snovi tako, da jih prežvekovalci lahko izkoristijo neposredno iz predželodcev ali kasneje s kemično prebavo v siriščniku in tankem črevesu. V predželodcih se prebavi dobra polovica krme, v tankem črevesju pa le 15–30 %.

Tabela 28: Delež prebavljivih hranljivih snovi in intenzivnost prebave v prebavilih prežvekovalcev (v % oz. intenzivnosti)

	Kraj prebave			
	Predželodci	Tanko črevo	Slepo črevo	Debelo črevo
Dušikove spojine (be)	40-65	++	-	-
Maščobe	0-40	+++	++	+
Topni ogljikovi hidrati	95	+	+	
Škrob	50-65	+	++	++
Celuloza	30-50	-	5-15	10-15
Suha snov	50-65	15-30	+	5-30

-; +; ++; +++ intenzivnost prebave

Vir: Orešnik in Kermauner, 2009, 75

Prežvekovalci zelo hitro zauživajo krmo. V ustih se hrana grobo prežveči, malo prepoji s slino in pogoltne. V vampu se krma pomeša z ostalo vsebino. To povzročijo moče kontrakcije vampa in kapice – **ruminacije**. Ob tem se na novo zaužiti krmi primešajo mikroorganizmi, produkti mikrobne prebave (hlapne maščobne kisline in amonijak) pa pridejo v stik s sluznico in se lahko absorbirajo. Ruminacije sprožijo mehanični dražljaji grobih delcev krme – strukturirana surova vlakna. Ob ruminacijah se vsebini vampa enakomerno primeša tudi slina. Ruminacije omogočajo tudi izločanje plinov. V vampu nastane v 1 uri 30 litrov plinov, v glavnem metan in CO₂, ki morata izhajati. Ob mešanju se mehurčki plinov dvigujejo v zgornje plasti vampa, od koder jih živali izrigavajo. Plini se morajo nujno izločati, če ne, pride do napenjanja. Vzroki za napenjanje so neprimerna struktura obroka in prisotnost saponinov. Napenjanje je pogosto, če živalim krmimo velike količine močne krme naenkrat in če jih krmimo z mlado svežo deteljo.

Vamp lahko zapusti in preide skozi prebiralnik le dovolj zdrobljena krma. Večji delci se še dodatno obdelajo in prežvečijo. Po končanem hranjenju se v kapici oblikujejo zalogaji –

bolusi, ki se vračajo v usta, kjer se temeljito prežvečijo 40-50-krat in prepojijo s slino ter ponovno pogoltnejo. Čas prežvekovanja je odvisen od vrste krme in traja na paši 8 ur.

Pri prežvekovanju se izločajo velike količine sline. Slina ima zelo pomembno funkcijo pri prebavi v predželodcih, saj vlaži hrano, vpliva na aktivnost mikroorganizmov in oskrbo živali s hranljivimi snovmi, deluje kot pufer, nevtralizira vsebino vampa, vsebuje sečnino in karbonate – puferne snovi.

V vampu se ob pravilni prehrani živali razvijejo ugodni pogoji za razvoj mikroflore in mikrofavne – hranljivih snovi je veliko in iztok iz vampa je relativno počasen. V vampu se naseljujejo bakterije, praživali in glive. Bakterij je največ, od 10 do 100 milijard/1ml vsebine vampa. Danes je znanih več kot 60 različnih vrst. Praživali je precej manj, okrog 1 milijon/1ml vsebine vampa, vendar so precej večje, zato so po masi skoraj izenačene z bakterijami. Glive predstavljajo okrog 10 % mikrobne mase. Celotna masa mikroorganizmov v vampu znaša 3-7 kg, kar je 5-10 % vsebine vampa.

Vrsta krme močno vpliva na število in vrsto mikroorganizmov v vsebini vampa (tabeli 29 in 30).

Tabela 29: Vpliv vrste krme na število mikroorganizmov v vampovem soku

Krma	Št. mikroorganizmov 10 ⁹ /ml soka vampa
Slama	4-15
Seno	9-15
Krma, bogata s škrobom	50-60
Pesno listje	10-20
Peša	9-15

Vir: Orešnik in Kermauner, 2009, 77

Tabela 30: Vpliv krme na vrsto mikroorganizmov

Vrsta krme	Vrsta mikroorganizmov
Krma, bogata s celulozo	Celulitične bakterije
Krma, bogata s škrobom	Amiolitične bakterije
Krma, bogata z beljakovinami	Proteolitične bakterije

Vir: Lasten

Od vrste in števila mikroorganizmov v vampu je odvisna mikrobna prebava v predželodcih in v celotnem prebavnem traktu, s tem pa tudi oskrbljenost živali z energijo in hranljivimi snovmi.

Mikrobna populacija v predželodcih se prilagaja krmi, ki jo živali zaužijejo. Vsaka sprememba krmnega obroka zahteva spremembe v mikrofiori in mikrofavni, v številu in vrstah mikrobov. Za prilagajanje potrebujejo mikroorganizmi čas. Zato spremembe obroka ne smejo biti nenadne, saj povzročijo zmanjšano mikrobno aktivnost, zmanjšanje zauživanja krme in s tem posledično manjšo prirejo. Spremembe obroka moramo uvajati postopno, saj potrebujejo mikroorganizmi dva do tri tedne, da se prilagodijo novi vrsti krme.

Večji del s krmo zaužitih ogljikovih hidratov se razgradi v predželodcih. Mikrobi razgradijo ogljikove hidrate na enostavne sladkorje, ki pa se ne absorbirajo, ampak jih uporabijo mikrobi za lastno presnovo. V teh presnovnih procesih nastajajo hlapne maščobne kisline: očetna, propionska in maslena kislina ter plina metan in CO₂. Hlapne maščobne kisline se absorbirajo skozi vampovo sluznico in jih organizem uporabi v svoji presnovi kot energijo. Količine in razmerja posameznih hlapnih maščobnih kislin, ki nastanejo pri mikrobni fermentaciji

ogljikovih hidratov, so odvisna od krme. Pri krmljenju starejše voluminozne krme, ki vsebuje veliko surove vlaknine, nastane več očetne kisline, če je voluminozna krma mlada, nastaja več propionske kisline. Pri krmljenju večjih količin močne krme, ki vsebuje veliko škroba ali enostavnih sladkorjev, nastaja več propionske kisline na račun očetne. Nastajanje maslene kisline tako ni neposredno odvisno od lastnosti krme.

Tabela 31: Vsebnost hlapnih maščobnih kislin v vsebini vampa pri govedu pri različno sestavljenih obrokih

Obrok	Skupne HMK (mmol/l)	Posamezne HMK (molarni delež v %)			
		Očetna kislina	Propionska kislina	Maslena kislina	Druge kisline
Trpežna ljujka	137	64	22	11	3
Travna silaža	108	74	17	7	3
Dolgo seno (40 %) + koncentrat (60 %)	96	61	18	13	8
Peletirano seno (40 %) + koncentrat (60 %)	104	50	30	11	9

Vir: Orešnik in Kermauner, 2009, 79

Odnos med obrokom in nastajanjem maščobnih kislin v vampu je pomemben za izkoriščanje energije krme in za sintezo posameznih sestavin mleka (mlečna maščoba).

Izkoriščanje energije obroka za prirast v beljakovinah je boljše, če nastaja v vampu več propionske kisline, zato pri pitanju goveda s sestavo obroka povečujemo nastajanje le te (mlada voluminozna krma, koruzna silaža, močna krmila). Pri kravah molznicah pa s sestavo obroka povečujemo nastajanje očetne kisline, saj je od količine očetne kisline odvisna količina mlečne maščobe. Pri kravah molznicah je najugodnejše razmerje med očetno in propionsko kislino v vampu 2,6-3,5 : 1.

Večina beljakovin iz zaužite krme se že v vampu razgradi do amonijaka. Nastali amonijak uporabijo mikroorganizmi za tvorbo sebi lastnih beljakovin v svoji celici. Na ta način mikroorganizmi rastejo in se razmnožujejo. Kot vir dušika lahko mikroorganizmi porabijo tudi nebeljakovinske dušikove spojine iz krme (amonijak, nitrati, sečnina).

Mikroorganizmi skupaj z vsebino vampa potujejo navzdol po prebavnem traktu. V siriščniku in tankem črevesu se s pomočjo prebavnih sokov in encimov razgradijo mikrobne celične beljakovine do aminokislin, ki se lahko absorbirajo. Na ta način se prežvekovalci oskrbujejo z beljakovinami in aminokislinami.

Del beljakovin v vampu mikrobi ne razgradijo. Te nerazgrajene beljakovine gredo v siriščnik in tanko črevo in se tam razgradijo. To so dodatni vir aminokislin za prežvekovalce, kar je pomembno za visoko proizvodne krave.

Pri prežvekovalcih je pomembna sinteza vitamina B-kompleksa in K-vitamina v vampu.

VPRAŠANJA ZA RAZMISLEK

1. Utemeljite delitev živali glede na zgradbo prebavil.
2. Razložite zgradbo in delovanje prebavil pri različnih vrstah domačih živali.
3. Utemeljite in analizirajte pomen pravilne prehrane posameznih vrst domačih živali.

POVZETEK

Glede na zgradbo prebavil delimo domače živali na prežvekovalce, neprežvekovalce in perutnina. Živali se razlikujejo v zgradbi posameznega dela prebavnega kanala. Največje razlike so v ustni votlini, zgradbi želodca in posameznih delih črevesja. Pomembne so tudi razlike v volumnu posameznih delov prebavil in dolžini prebavnega kanala. Velikost posameznega sestavnega dela prebavil pogojuje pomembnost prebavnih procesov v njem za vso prebavo.

Prežvekovalci imajo prostorna in dolga prebavila, ker se hranijo z voluminozno, težko prebavljivo krmo. Neprežvekovalci - prašiči imajo relativno dolga prebavila, njihov relativni volumen pa je manjši kot npr. pri konju. Perutnina ima zelo kratka prebavila z majhnim volumnom, zato zahteva zelo koncentrirano in lahko prebavljivo krmo. Prebava je proces razgradnje hrane v prebavilih. V procesu prebave se zaužite hranljive snovi iz krme razgradijo na mehanski, kemični in mikrobn način. Kako intenziven je posamezen način prebave, je odvisno od vrste živali in njene prehrane.

5 OSNOVE PREHRANE DOMAČIH ŽIVALI

UVOD

Prehrana domačih živali je zelo pomembna, saj je od nje odvisna korist, ki jo imamo od živali. Prehrana med stroški živinorejske proizvodnje zavzema od 40 do 70 % vseh stroškov in je zato odločilen kazalec gospodarnosti reje. S prehrano lahko neposredno vplivamo na prirejo, plodnost in zdravje živali. V osnovi so zakonitosti pri vseh živalskih vrstah enake. Do razlik med živalskimi vrstami prihaja zaradi anatomske in fiziološke razlike v prebavilih, razlik v presnovi, v velikosti živali, v sestavi telesa in zaradi različnih proizvodov, ki jih pričakujemo od njih. Potrebe po hranljivih snoveh so pri različnih vrstah in kategorijah znotraj vrste različne. Tudi človek potrebuje vsak dan hrano in če poznamo osnove prehrane živali, razumemo tudi osnove prehrane človeka.

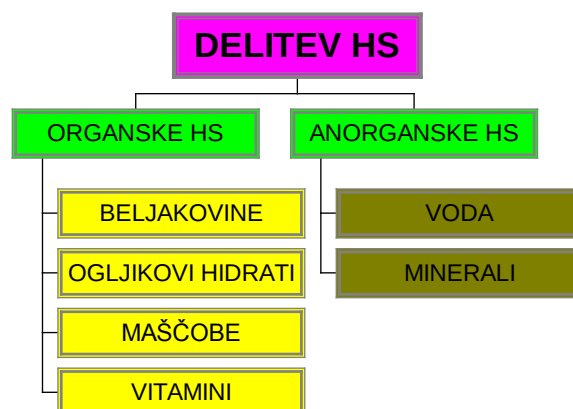
MOTIVACIJSKI PRAKTIČNI UVOD

Na višinsko gorski kmetiji je osnovna krma za krave molznice mrva in travna silaža, poleti pa paša. Za izravnavo krmnega obroka dokupujejo koruzo v zrnju. S pomočjo izračuna krmnega obroka in letne krmne bilance ugotovimo, koliko koruze potrebujemo za celoletno krmljenje. Tako lahko vso potrebno koruzo dokupijo v jesenskem času, ker je najcenejša in s tem nekoliko znižajo stroške pridelave mleka.

5.1 HRANLJIVE SNOVI – HS

Krma predstavlja vir hranljivih snovi, ki jih žival potrebuje za življenje in proizvodnjo. V krmi se nahajajo:

- strukturne ali gradbene snovi (beljakovine, maščobe),
- energetske ali pogonske snovi (ogljikovi hidrati, beljakovine, maščobe),
- učinkovine ali spodbujevalne snovi (vitamini, minerali) in
- nepotrebne ali odvečne snovi (lignin, kutin, voski, eterična olja, barvila, toksini ...).



Slika 81: Delitev hranljivih snovi
Vir: Lasten

5.1.1 Voda

Voda je vir življenja, saj življenje brez nje ni možno. Sesalci lahko bistveni dlje preživijo brez hrane kot brez vode. Če organizem izgubi vso rezervno maščobo ali polovico beljakovin, še preživi. Če pa izgubi 10 % vode, pa to pomeni za organizem smrt. V organizmu mladih živali je veliko vode (75-80 %). S staranjem pa se delež vode v organizmu zmanjšuje. Pri odraslih živalih je v organizmu okrog 50 % vode.

Funkcije vode v organizmu so:

- strukturna snov,
- topilo,
- transportno sredstvo,
- regulacija tlaka v celicah in v krvožilnem sistemu,
- regulacija telesne toplote,
- izločanje prebavljenih in odvečnih metabolitov.

Potrebe po vodi so odvisne od vrste in kategorije živali, od vrste in intenzivnosti proizvodnje, ter od lastnosti obroka, ki ga živali zaužijejo, okoliške temperature in vlažnosti zraka.

Na 1 kg zaužite suhe snovi obroka potrebuje kokoš 2 litra, prašič 2-3 litre in govedo 4-5 litrov vode.

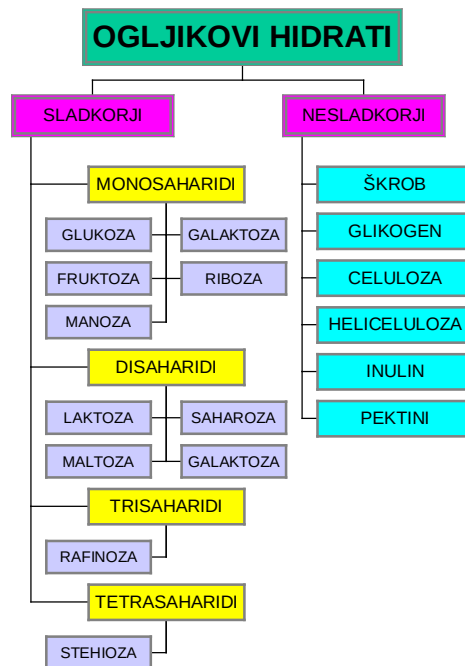
Tabela 32: Dnevne potrebe po vodi

Vrsta živali	Dnevne potrebe po vodi (l/dan)
Krave	50-100
Goveji pitanci	20-60
Svinje	12-25
Prašiči pitanci	6-10
Kokoši nesnice	240-270 ml

Vir: Lasten

5.1.2 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati so sestavljeni iz ogljika, vodika in kisika. Predstavljajo največji del organske snovi na Zemlji. Samo za celulozo se ocenjuje, da predstavlja polovico vse organske snovi na Zemlji. So glavna sestavina rastlin in tvorijo približno $\frac{3}{4}$ njihove sušine. Ogljikovi hidrati nastajajo v rastlinah v procesu fotosinteze in so glavni vir energije za živali (17 KJ/g). Energijska vrednost je odvisna od prebavljivosti.



Slika 82: Delitev ogljikovih hidratov
Vir: Lasten

Sladkorji so enostavno grajeni, sladkega okusa, topni v vodi in kristalizirajo. **Nesladkorji** so sestavljeni iz večjega števila molekul enostavnih sladkorjev, niso sladkega okusa, niso topni v vodi in ne kristalizirajo.

Škrob je v rastlinah rezervna snov. Posebno veliko ga je v zrnih žit in gomoljih krompirja in tapioke. **Glikogen** je topen v vodi. Imenujemo ga tudi živalski škrob. Je rezerven ogljikov hidrat v živalskem telesu. Najdemo ga v mišičnem tkivu in jetrih. Večjih rezerv ogljikovih hidratov živali v svojem organizmu ne morejo ustvariti. Vse zbrane količine glikogena v telesu zadostujejo za oskrbo živali z energijo le za en dan. **Celuloza** je sestavni del stene rastlinskih celic. V čisti obliki je celuloza v naravi prisotna samo v vlaknih bombaža, drugače pa je prepletena z drugimi polisaharidi in z ligninom. Živali lahko celulozo prebavljajo le s pomočjo mikroorganizmov v prebavilih. **Inulin** se nahaja kot rezervni ogljikovi hidrat v koreninah topinamburja (sladkega krompirja), v artičokah in cikoriji. **Hemiceluloza**, ki ima podobno vrednost kot celuloza, se nahaja v celični steni rastlinske celice. **Pektini** so sestavine celične stene in medceličnih prostorov pri višjih rastlinah. Veliko jih je v pesnih rezancih. **Lignin**, ki povzroča olesenelost rastlinskih celičnih sten, ni ogljikov hidrat, vendar je tesno povezan s to skupino hranljivih snovi. Rastlinam daje trdnost in kemično ter biološko odpornost. Prisotnost lignina v rastlinskih celičnih stenah povzroči slabšo prebavljivost krme. Njegova vsebnost v rastlinah narašča z razvojem le-teh. Starejša ko je rastlina (trava), več lignina vsebuje in slabše je prebavljiva.

Ogljikove hidrate lahko delimo tudi na:

- lahkoprebavljivi brezdušični izvleček – BNI in
- težkoprebavljiva surova vlakna – SV.

Brezdušični izvleček – BNI so lahkotopni ogljikovi hidrati. To so škrob, sladkorji, glikogen, inulin, dekstrini ... Energija, ki se sprošča ob razgradnji, je lahko dostopna organizmu.

Surova vlaknina (imenovana tudi surova vlakna) – **SV** so težko prebavljivi del ogljikovih hidratov. Sestavljena so iz celuloze, hemiceluloze, lignina ...

5.1.3 Surova vlakna

Surova vlakna so sestavljena iz celuloze, hemiceluloze, lignina, kutin, pentozani ... Največ jih je v steblih rastlin. Predstavljajo pomemben vir energije za prežvekovalce. Surova vlakna so težko prebavljiva. V mladih rastlinah jih je malo, s staranjem rastlin pa se količina surovih vlaken v rastlini povečuje in zmanjšuje prebavljivost. S staranjem rastlin se povečuje delež lignina v rastlini, ki pa je neprebavljiv. Največ surovih vlaken vsebuje voluminozna krma (trava, seno, silaža, slama ...). Surova vlakna so prebavljiva le za prežvekovalce, ki jih prebavljajo v vampu s pomočjo mikroorganizmov, ki izločajo encime celulaza ..., ki razgradijo celulozo do stopnje, da jo organizem lahko izkoristi. Neprebavljivi del surovih vlaken predstavljajo balastne snovi. Nekaj surovih vlaken mora biti vedno v obroku. Koliko, je odvisno od vrste in kategorije živali.

Tabela 33: Zahteve po deležu surovih vlaken v suhi snovi obroka pri različnih vrstah živali

Vrsta živali	Surova vlakna (% v suhi snovi obroka)
Govedo	18-26
Ovce, koze	16-25
Konji	20-30
Prašiči	6-20
Kokosi	do 8

Vir: Lasten

Surova vlaknina so zelo pomembna v prehrani živali in sicer za delovanje prebavil in normalen potek prebave, polnijo prebavila in dajejo občutek sitosti, vzdržujejo ustrezno strukturo hrane v prebavilih, spodbujajo prežvekovanje in s tem povečanje izločanja slin, ki je pomembna pri uravnavanju (nevtralizaciji) pH vampa, vpliva pa tudi na izkoriščanje krme, zlasti močnih krmil.

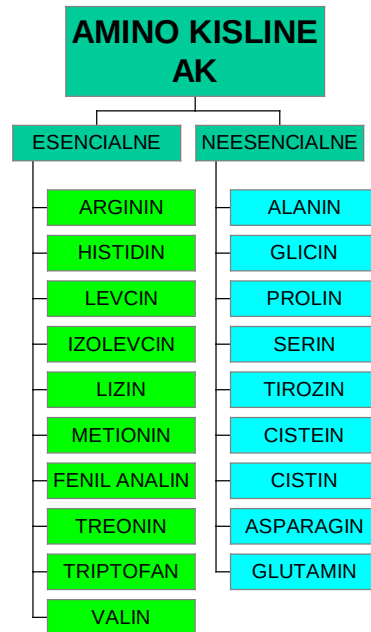
Premalo surovih vlaken v obroku povzroči prebavne motnje, zakisanje vampa, plodnostne motnje, padec mlečnosti in kakovosti mleka, slabše izkoriščanje močnih krmil in krajšo življenjsko dobo. Prevelike količine surovih vlaken v obroku zmanjšajo prebavljivost obroka, saj se prebavila prehitro napolnijo in se živali ne nahranijo.

5.1.4 Beljakovine

Gradbeni elementi za sestavo beljakovin so aminokisline, ki so sestavljene iz ogljika, vodika, kisika in dušika. Nekatere vsebujejo tudi žveplo, fosfor, železo, cink in baker. Beljakovine so pomembne za rast in razvoj. So sestavni del vsake žive celice.

Do danes je odkritih že več kot 200 različnih aminokislin. V beljakovinah pa najdemo le 20 različnih aminokislin. Živali v svoji prehrani potrebujejo aminokisline, ne beljakovin.

Aminokisline nastajajo v rastlinah, v mikroorganizmih in živalskem telesu. V živalskem telesu lahko na novo nastajajo le nekatere aminokisline, druge pa mora žival dobiti s hrano. Tako delimo aminokisline na esencialne in neesencialne. **Esencialne aminokisline** so tiste, ki jih živali ne morejo sintetizirati in jih morajo dobiti s hrano. **Neesencialne aminokisline** pa so tiste, ki nastanejo v živalskem telesu.



Slika 83: Esencialne in neesencialne aminokisline
Vir: Lasten

Ob pomanjkanju beljakovin ali posameznih esencialnih aminokislin v obroku se pojavijo pri živalih motnje v rasti in prireji. Zmanjša se količina in spremeni se kakovost proizvodov (mesa, mleka, jajc). Pojavijo se motnje v plodnosti in zdravstvene motnje. Tudi prebitek beljakovin v obroku je škodljiv, saj škodljivo deluje na ledvice, jetra, rodila, kožo ter druga tkiva in organe.

5.1.5 Nebeljakovinske dušične spojine – NPN

V rastlinah in v živalskem telesu ni ves dušik vezan v beljakovine, ampak je tudi v nebeljakovinski obliki, v obliki prostih aminokislin, nukleinske kisline, amida, amina, nitrata, amonijaka ... Največ nebeljakovinskih dušičnih spojin je v mladih rastlinah, ki so močno gnojene z dušikom. Mikroorganizmi, ki živijo v prebavilih prežvekovalcev, iz teh spojin lahko sintetizirajo prave beljakovine, če so prisotne še ogrodne substance, energija, vitamini in minerali.

To lastnost prežvekovalcev lahko izkoriščamo pri govedjih pitancih. Obroku, ki je bogat z energijo in skromen z beljakovinami, dodamo ureo, s katero lahko zamenjamo $\frac{1}{3}$ beljakovin v obroku. Krmiti jo začnemo pri teži 250 kg. Damo 0,2–0,3 g N/kg žive teže.

5.1.6 Maščobe

Maščobe in maščobam podobne snovi imenujemo lipidi. Skupna značilnost lipidov je, da so netopni v vodi, topni pa so v organskih topilih.

Maščobe so bogat vir energije (39 kJ/g). Lahko so tudi dragocena telesna rezervna energija, hkrati pa ščitijo telo pred izgubo toplote in ščitijo notranje organe.

Maščobe so kemično sestavljene iz glicerola in maščobnih kislin, ki so lahko nasičene in nenasičene. Nenasičene maščobne kisline imajo eno ali več dvojnih vezi. Maščobne kisline z

več kot eno dvojno vezjo so esencialne maščobne kisline. To so **oleinska, linolna, linolenska in arhidonska**. Te mora žival dobiti s hrano, saj jih ne more sintetizirati sama.

Maščobe z večjim deležem nasičenih maščobnih kislin so trde. To so predvsem živalske maščobe (mast, loj, salo, mlečna maščoba). Maščobe z večjim deležem nenasičenih maščobnih kislin pa so mehke. To so večinoma rastlinske maščobe (olja, margarina). Sestava živalskih maščob je odvisna od sestave maščob v obroku.

Maščobe so hitro pokvarljive. Proces oksidacije pospešuje svetloba in toplota. Nekatere snovi pa ta proces zavirajo, imenujemo jih antioksidanti. Naraven antioksidant je vitamin E, obstajajo pa tudi sintetični, ki se jih dodaja v olja, da se ne kvarijo.

Pomembnost maščobe v prehrani je odvisna od vrste živali. Za prežvekovalce je nepomembna. V obroku jo je lahko le do 5 %. Večje količine negativno delujejo na mikroorganizme v vampu. Tudi konji slabo prenašajo večje količine maščob v obroku. Prašiči imajo lahko 5 do 10 % maščob v obroku. Sodobne pasme perutnine (kokoši, purani) potrebujejo veliko energije v obroku, ki jo lahko dobijo le, če jo v obroku dovolj maščob.

5.1.7 Vitamini

Vitamini so organske snovi, ki so nujno potrebne za življenje in normalno rast, razvoj ter proizvodnjo. Živali jih potrebujejo v zelo majhnih količinah in jih morajo dobiti v hrani. V prehrani sodijo v skupino esencialnih hranljivih snovi. So učinkovine, ki skrbijo za normalno delovanje organizma, spodbujajo presnovo in izkoriščanje hranljivih snovi. Pomanjkanje vitaminov povzroči slabše izkoriščanje hrane, zmanjšanje proizvodnje, povečanje občutljivosti in obolevnosti živali.

Vitamine delimo glede na njihovo topnost v vitamine:

- topne v maščobah (A, D, E, K) in
- topne v vodi (C, B-kompleks).

Organizmi si lahko oblikujejo rezerve vitaminov, topnih v maščobah, ker si jih vgrajujejo v telesna tkiva. Medtem ko se v vodi topni vitamini nahajajo v organizmu le v aktivni obliki. Vodotopnih vitaminov organizem ne more naložiti na zalogo, prebitki se tako hitro izločijo.

Pri prehrani živali moramo upoštevati, da količina vitaminov v krmi ni konstantna, torej se spreminja, in da vitamini v krmi niso obstojni ter da pri skladiščenju počasi razpadajo. Zaradi tega zelo proizvodne živali ne dobijo dovolj vitaminov s prehrano, zato jih moramo dodajati v obliki vitaminsko-mineralnih mešanicah.

Pomen, nahajanje in znaki pomanjkanja posameznega vitamina so podani v Tabeli 34.

Tabela 34: Nahajanje, vloga in posledice pomanjkanja posameznih vitaminov

Vit.	Vir	Pomen	Pomanjkanje
A	Živalska krmila, zelene rastline, koren, koruza	Vid, sluznice, okostje, rast, plodnost, celična presnova	Nočna slepota, obolenje oči, neplodnost, luskava koža
D	Živalska krmila, seno sušeno na soncu, koža živali obsevana z UV-žarki	Okostje, presnova Ca, P	Rahitis, kostolomnica
E	Zelene rastline, žitno zrnje	Plodnost, mišice, celična presnova	Plodnostne motnje, degeneracija mišic
K	Zelene rastline, živalska krmila, sinteza v prebavljivih	Kri, celična presnova	Počasno strjevanje krvi, hemoragičnost
B	Pivski kvas, stročnice, žitna zrna, zelene rastline, živalska krmila	Rast, razvoj, kri, koža, sluznice, živčevje, prebavila, celična presnova	Motnje živčevja, izguba apetita, hujšanje, oslabelost mišic, slabokrvnost, zaostala rast
C	Sinteza v živalskem telesu, zelena krma, krompir, korenje	Odpornost, celična presnova	Obolenja

Vir: Lasten

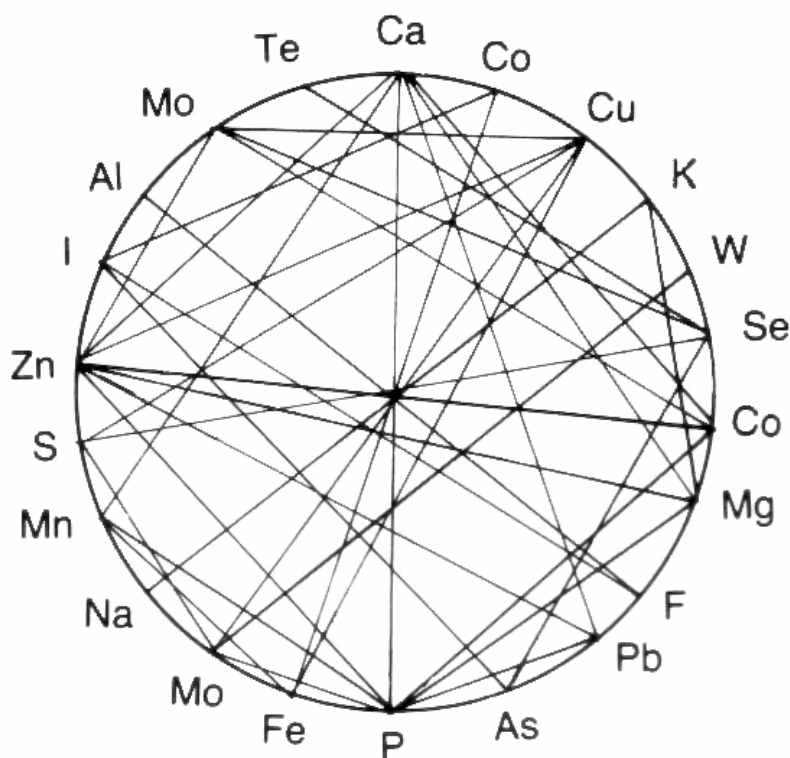
5.1.8 Minerali

Minerali so anorganske snovi, ki so organizmu nujno potrebni za normalno rast, razvoj, proizvodnjo. V prehrani sodijo v skupino esencialnih hranljivih snovi. Vsi minerali so za življenje nujno potrebni, ker imajo zelo pomembne funkcije v presnovi. Motnje v oskrbi z mineralnimi snovmi vodijo do motenj v rasti živali, k manjši mlečnosti, do plodnostnih motenj, slabše nesnosti, slabše splošne odpornosti organizma in bolezenskih stanj, ki sodijo med presnovne in deficitarne bolezni.

Minerale delimo v makro- in mikromineralne. **Makrominerali** so minerali, ki jih je v živalskem telesu več kot 50 mg/kg telesne mase. To so kalcij (Ca), fosfor (P), kalij (K), natrij (Na), klor (Cl), žveplo (S) in magnezij (Mg). **Mikrominerali** so minerali, ki jih je v živalskem telesu manj kot 50 mg/kg telesne mase. To so železo (Fe), cink (Zn), baker (Cu), molibden (Mo), selen (Se), jod (J), mangan (Mn), kobalt (Co) in fluor (F).

Potrebe po mineralih v obroku so odvisne od vrste in starosti živali ter vrste in količine proizvoda, ki ga od njih pričakujemo. Pri mineralih pogosto prihaja do interakcij med posameznimi elementi v prebavi in presnovi. Zato je v obroku potrebno upoštevati razmerja med posameznimi minerali. Poskrbimo, da jih živali dobijo dovolj, a ne preveč in v pravilnem razmerju. Če so minerali v pravilnem razmerju, se med seboj dopolnjujejo, če pa niso v pravem razmerju, pa postanejo antagonisti.

Na Sliki 84 so prikazane interakcije med posameznimi minerali.



Slika 84: Interakcije med posameznimi elementi

Vir: Žgajnar, 1990, 58

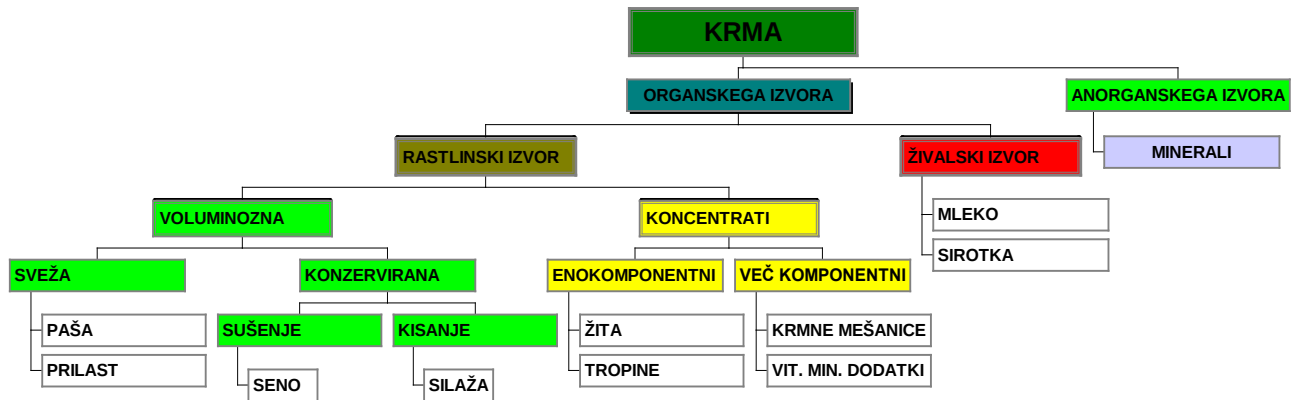
Tabela 35: Nahajanje, vloga in posledice pomanjkanja posameznih mineralov

Min.	Vir	Pomen	Pomanjkanje
Ca	Zelene rastline, stročnice, živalska krmila, Ca - spojine	Okostje, zobovje, živci, mišice, celična presnova, aktivira encime	Rahitis, kostolomnica, poporodna mrzlica, slabši izkoristek krme
P	Žitno zrnje, živalska krmila, P – spojine	Okostje, zobovje, presnova energije	Rahitis, kostolomnica, nenavaden apetit, slaba rast, slaba plodnost
K	Zelene rastline, okopavine	Živci, mišice, presnova ogljikovih hidratov	Običajno ga je preveč in povzroča pašno tetanijo
Na	Živalska krmila, Na, sol	Kri, živci, mišice, celična presnova	Dehidracija, slaba proizvodnja, slabo izkoriščanje beljakovin in ogljikovih hidratov
Cl, S	Živalska krmila	Celična presnova	Dehidracija, slaba proizvodnja, slabo izkoriščanje beljakovin in ogljikovih hidratov
Mg	Rastlinska krmila, živalska krmila, Mg – spojine	Okostje, zobovje, celična presnova	Rahitis, kostolomnica, pašna tetanija

Vir: Lasten

5.2 Vrste krme

Krma je vsa hrana, ki jo živali lahko zaužijejo in prebavljajo. Krma je rastlinskega, živalskega in mineralnega izvora. Naprej jo delimo glede na koncentracijo in prebavljivost hranilnih snovi v njej. Po tej razdelitvi ločimo voluminozno in koncentrirano krmo. Na koncentracijo in prebavljivost hranilnih snovi vpliva predvsem vsebnost surove vlaknine v krmi.



Slika 85: Delitev krme
Vir: Lasten

5.2.1 Voluminozna krma

Voluminozna krma je krma, ki ima velik volumen in majhno koncentracijo hranilnih snovi. Sem uvrščamo krmo, ki vsebuje nad 15 % surovih vlaken. Lahko je sveža ali konzervirana. Kot voluminozna krma se najpogosteje uporablja paša, trava, detelja, zelena žita, krmni ohrovt, mrva, travna in koruzna silaža, korenovke in gomoljnice, slama ...

Zelena krma je vsa krma iz travnikov, pašnikov in njiv, ki se jo krmi svežo. Lahko jo izkoriščamo s pašo ali košnjo in svežo vozimo v hlev – prilast ali zero grazing. Za zeleno krmo je značilno da vsebuje veliko vode (75-85 %), kalcija in malo fosforja. Mlada zelena krma vsebuje veliko beljakovin in malo surovih vlaken. Zato je potrebno živali dokrmeljati z mrvo, koruzno silažo ali žiti.

Na kvaliteto zelene krme vplivajo **genotip rastlin** (olistanost in okusnost trav), lastnosti tal, gnojenje, podnebne razmere, **botanična sestava** (do 70 % trav do 30 % detelj in do 10 % zeli), starost rastlin ob rabi in letni čas. Največji vpliv na hranilno vrednost trav predstavlja **starost rastline ob izkoriščanju**. S staranjem in zorenjem trav se zmanjšuje vsebnost beljakovin, povečujejo pa se surova vlakna in s tem se zmanjša prebavljivost. **Lastnosti tal** vplivajo na rast in razvoj rastlin ter na njihovo kvaliteto. **Podnebne značilnosti** (toplota, svetloba, padavine, veter) in **gnojenje** vplivajo na intenzivnost rasti, s tem na hektarski donos in na kemično sestavo rastlin. Z **letnim časom** se spreminja tudi kvaliteta krme (najboljša je pomladi in se preko leta zmanjšuje).

Konzervirana krma je krma, ki ji podaljšamo obstojnost in uporabnost s sušenjem in kisanjem. To je mrva, slama in silaža.

5.2.1.1 Paša

Paša je zadnje čase vedno bolj pomembna in edini način, da preprečimo zaraščanje težje obdelovalnih površin. Paša je najcenejši in hkrati najzahtevnejši način rabe travne ruše, če hočemo racionalno in učinkovito izkoristiti pašnik. Pomembno je, da imajo živali čez celo leto mlado in kakovostno pašo. Idealna paša je, ko je trava visoka 15-20 cm, takrat se najbolje izkoristi in po hranljivi vrednosti je zelo bogata. Zato moramo spomladi s pašo začeti zgodaj, ko je trava velika 7-10 cm, da ustvarimo stopničasto rušo.

Na zauživanje paše vpliva starost trave, botanična sestava, količina paše in čas zadrževanja živali na pašniku. Za pašo morajo imeti živali dovolj časa in na razpolago dovolj krme. Da je konzumacija na pašniku zadovoljiva morajo živali imeti na razpolago 30 % več paše, kot jo pojedo. S staranjem travne ruše se zmanjšuje konzumacija in veliko trave se pogazi.

Poznamo več načinov paše:

- čredinska paša,
- sodobna paša povprek,
- planinska paša,
- drugi načini paše.

Čredinska paša: pašnik je razdeljen na 14-18 enako velikih čredink. Živali se v eni čredinki zadržujejo 2-3 dni. Po vsaki rabi čredinko pognojimo. Vsaj 1-krat na leto opravimo čistilno košnjo pred začetkom zorenja plevelov. V čredinkah je potrebno vzdrževati stopničasto rušo. Zato so pašni obhodi pomladi na 16 dni, poleti na 28 dni in jeseni na 35 dni. V tem času trava zraste na 12-20 cm. Pomladi en del čredink pasemo, drugi del kosimo – pašno-košna raba.



Slika 86: Čredinska paša
Vir: Lasten

Sodobna paša povprek pride v poštev le v ravnini. Pašnik je razdeljen v 2 čredinki. Živali se v eni čredinki zadržujejo več tednov. Za ta način je značilna visoka obtežba (živali pojedo toliko paše, kot je dnevni prirast pašnika) ter intenzivno gnojenje. Čistilna košnja se opravi, ko so živali še v čredinki.

Planinska paša je paša nad 1000 m nadmorske višine. Pomembna je zaradi poseljenosti in kultiviranja pokrajine ter razvoja turizma. Živali se pasejo od junija do septembra.



Slika 87: Planinska paša
Vir: Lasten

Drugi načini paše: če hočemo dobro izkoristiti pašnik in ohraniti visoko prirejo pri kravah, **pasemo krave pred telicami**. Telice popasejo ostanke, ki so jih pustile krave. Pri paši se dobro dopolnjujejo tudi različne vrste živali. Priporočljiva je tudi **skupna paša goveda in ovac ter goveda in konj**.

Več o paši si lahko preberete v gradivu Vidrih, T. *Pašnik: Najboljše za živali, zemljo in ljudi*. Slovenj Gradec: Kmetijska založba, 2005. Gradivo je dostopno na spletni strani: http://web.bf.uni-lj.si/katedre/clanki/pasnik_lowres.pdf

5.2.1.2 Prilast ali zero grazing

Prilast je krmljenje zelene krme v hlevu. Skozi celo leto krmimo čim več najrazličnejše sveže krme. Krma mora biti sveža in čista. **Travo** krmimo čez celo leto. Kosimo jo v fazi bilčenja oz. v starosti 3-6 tednov. **Detelje** vsebujejo največ beljakovin. Krmimo jih pred cvetenjem, vedno skupaj s travo, silažo ali mrvo, ker sama povzroča napenjanje. **Zelena žita** krmimo v času bilčenja. Imajo nižjo hranilno vrednost kot ostala zelena krma. Ponavadi jih krmimo med prvo in drugo košnjo. Žita lahko sejemo skupaj s stročnicami in dobimo bolj kvalitetno in okusno krmo. **Zelena koruza** sejemo zelo gosto. Krmimo jo pred metličenjem. Živali jo rade jedo. Vsebuje veliko vode, zato jo vedno krmimo skupaj z ostalo svežo krmo in mrvo. **Križnice** vsebujejo veliko dušikovih spojin. Najpogosteje se krmi krmni ohrovt, ki ga odraslemu govedu ne smemo dati več kot 20 kg/dan.

5.2.1.3 Mrva

Z izrazom mrva opisujemo vse vrste zelene krme, ki jih kot cele rastline konzerviramo s sušenjem. Sušenje je najenostavnejši način konzerviranja zelene voluminozne krme.

Najpogosteje sušimo trave, travno-deteljne mešanice in detelje. S sušenjem zmanjšamo količino vode v rastlinah. Mrva je obstojna, če vsebuje manj kot 15 % vode. Pri večji vlagi se mrva segreva, plesni ali celo gnije, izgublja na hranilni vrednosti in postane celo nevarna za zdravje živali. Posušeno mrvo skladiščimo v suhem in zračnem prostoru.

V procesu sušenja prihaja do določenih izgub v hranljivi vrednosti krme. Po odkosu se v rastlini ne prekinajo življenjski procesi (dihanje), dokler vlaga v rastlini ne pade pod 40 %. **Izgube zaradi dihanja rastlin** so od 10-12 %. Večje izgube hranilnih snovi nastanejo **zaradi drobljenja listov**. Listi v primerjavi s stebli vsebujejo več bolj prebavljivih hranljivih snovi. Te izgube so toliko večje, kolikor so pogoji sušenja slabši in so lahko tudi do 20 %. Če se v času sušenja mrva zmoči, pride do **izpiranja hranljivih snovi**. Bolj ko suho mrvo zmoči dež, večje so izgube. Dodatne izgube nastanejo v času **fermentacije v začetnem obdobju skladiščenja**. Če mrva vsebuje več kot 15 % vlage, so te izgube še večje. Mrva se segreva, postane rjava, prhka, manj okusna in hranljiva vrednost je močno zmanjšana.

Izgube hranljivih snovi so pri sušenju normalen pojav, lahko pa jih zmanjšamo s pravilnim postopkom sušenja. Čim prej moramo prekiniti dihanje rastlinskih celic, zmanjšati drobljenje listov, preprečiti preveliko fermentacijo v skladišču. Izgube so odvisne od načina sušenja mrve. Največje izgube nastanejo pri **sušenju na tleh**. Bolj učinkovito je sušenje mrve na različnih **kozolcih**. Sodobnejši načini sušenja mrve pa so **dosuševanje** mrve v skladiščih s **hladnim ali toplim zrakom**. Zrak ogrevamo s pomočjo sončne energije ali toplotne črpalke in dodatnega vira energije. Posebna oblika sušenja zelene mase je **dehidracija**. Pri tem v nekaj sekundah rastlino osušimo pri temperaturi 650 °C. Po sušenju material drobimo in zmeljemo v moko (travna, lucerna moka).

Na kakovost mrve ne vpliva le način sušenja in skladiščenja, ampak tudi kakovost trave in čas košnje. Travo kosimo za sušenje v fazi latenja oz. v starosti 4-6 tednov.

Kakovost mrve lahko ocenimo že organoleptično. Kakovostna mrva je sivozelene barve, prijetnega vonja, mehka na otip, vsebuje veliko listne mase in malo bili, nima primesi in živali jo rade jedo. Kvalitetne mrve lahko krava poje 15-20 kg/dan, mrve slabe kakovosti pa pojedjo le 5-8 kg/dan. Hranljivo vrednost mrve ugotovimo s kemijsko analizo. Kvalitetna, pravočasno košena in na sušilni napravi posušena mrva vsebuje preko 6 MJ NEL v suhi snovi, medtem ko prepozno pokošena in posušena na tleh samo 4 MJ NEL.

5.2.1.4 Silaža

Siliranje je način konzerviranja s kisanjem in odsotnostjo zraka. Siliramo lahko vso svežo krmo. Nekatera krma se lažje silira druga težje. Silira se lahko krma, ki vsebuje dovolj lahkotopnih ogljikovih hidratov (koruza, žita, pesni rezanci, krompir, uvela trava), dovolj suhe snovi (30-40 %) in malo beljakovin. Težje se silira krma, ki vsebuje veliko beljakovin (sveža trava, pивske tropine, detelja, križnice ...), malo suhe snovi in lahkotopnih ogljikovih hidratov.

Pri siliranju poteka **mlečnokislinsko vrenje**. Mlečnokislinske bakterije razgrajujejo ogljikove hidrate in tvorijo **mlečno kislino**, ki zakisa silirno maso in deluje kot konzervans ter prepreči razvoj ostalih mikroorganizmov. Prihaja pa tudi do **ocetnokislinskega vrenja**, kar pomeni nadaljevanje procesa in predstavlja večje izgube hranljivih snovi. Ob neugodnih pogojih siliranja prihaja do **maslenokislinskega vrenja**, kjer iz beljakovin in aminokislin nastaja **maslena kislina**. Poleg večjih izgub pri samem vrenju ima maslenokislina silaža neprijeten vonj in živali je ne jedo rade. Pri zelo slabem siliranju prihaja v silaži tudi do gnitja

beljakovin, kar še poslabša kvaliteto silaže. Silaža bo kakovostna in obstojna, če bo pH pod 4,5.

Da nemoteno poteče mlečnokislinsko vrenje, morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

- dovolj mlečnokislinskih bakterij v silažni masi,
- odsotnost zraka,
- dovolj suhe snovi v silaži (30-40 %),
- dovolj lahkotopnih ogljikovih hidratov,
- brez primesi (zemlje).

Potek siliranja

1. Pred siliranjem moramo očistiti in razkužiti silos.
2. Pravočasno moramo silirati. Travo kosimo v začetku latenja, koruzo v voščeni zrelosti.
3. Silažna masa mora vsebovati 30-40 % suhe snovi. Travo ovenimo.
4. Silažno maso moramo razrezati. Travo razrežemo na dolžino 10 cm ali več. Razrezana trava se bolje ter lažje tlači in hkrati ohranja strukturo vlaknine. Koruzo zrežemo tako, da je vsako zrnje načeto. Tako zrezano silažo živali bolje prebavljajo in izkoriščajo.
5. V silažni masi ne sme biti primesi zlasti zemlje in blata. Zaradi prisotnosti blata se silaža slabo silira, v blatu je lahko veliko škodljivih bakterij (spore klostridijev) in celo patogenih bakterij (listerija).
6. Sprotno tlačimo in razgluhujemo silažno maso. Samo s sprotnim tlačenjem iztisnemo zrak iz silažne mase in preprečimo kvarjenje silaže.
7. Hitro napolnimo in pokrijemo silos. Najbolje je, če se silos napolni v enem dnevu in takoj nepredušno zapre.



Slika 88: Silirana koruza
Vir: Lasten

Najpogostejši **vzroki za kvarjenje silaže** so nečist silos, prisotnost zraka – dolgo polnjenje silosa, slabo tlačenje in slabo pokrit silos. Vse to omogoča aerobno vrenje, močan dvig temperature in nato počasen nastop mlečnokislinskega vrenja z vsemi posledicami. Vzroki kvarjenja so tudi: onesnažena silaža, prevlažna silažna masa z veliko beljakovinami in malo ogljikovih hidratov ter premajhen odvzem.

Izgube v hranljivi vrednosti izhodiščne mase nastanejo v času venenja s fermentacijo, silažnim sokom in oksidativne izgube – segrevanje ob prisotnosti zraka. Te izgube lahko znašajo od 10-50 %, odvisno od postopka siliranja.

Kakovost silaže ocenjujemo organoleptično in s kemičnimi analizami to so Weendska analiza, analize na vsebnost organskih kislin, amonijaka in rudninskih snovi. Ker je učinkovitost siliranja v največji meri odvisna od vrste fermentacije, ocenjujemo silaže zlasti po vsebnosti organskih kislin. Mlečna kislina ima pri tej oceni najvišjo vrednost, očetna nižjo in najnižjo maslena kislina. Prisotnost amonijaka v travni silaži je znak razgradnje beljakovin. 8 % amonijaka v skupnem dušiku je meja med dobro in slabo silažo. Dobra silaža je prijetnega kiselkastega vonja, ima dobro ohranjeno strukturo, po barvi pa je podobna vhodnemu materialu.

Vaja

S pomočjo DLG ključa (ki ga prejmete na vajah) za ocenjevanje silaže, organoleptično ocenite kakovost doma pridelane travne silaže.

Dobra travna silaža je primerna krma za prežvekovalce. Vsebuje dovolj energije, veliko beljakovin, primerno količino strukturne surove vlaknine in mineralov. Koruzna silaža je zelo enostranska krma, ki vsebuje veliko energije, malo beljakovin, mineralov in vitaminov.

5.2.1.5 Korenovke in gomoljnice

Korenovke so repa, krmna pesa, koleraba, korenje. Vsebujejo veliko vode in malo hranljivih snovi, ki so dobro prebavljive. Krmimo jih v omejenih količinah, ker v velikih količinah delujejo odvajalno. Živalim spodbujajo apetit, pospešujejo prebavo in jih radi jedo. Krmimo čiste, sveže in narezane.

Gomoljnice so krompir, topinambur in tapioka. Krompir vsebuje veliko škroba, malo surovih vlaken in beljakovin. Zelen, nezrel krompir in krompirjevi kalčki vsebujejo solanin, ki je strupen. Pri kuhanju gre v vodo, zato moramo vodo zavreči. Krmimo lahko svežega, kuhanega ali siliranega. Pred krmljenjem ga operemo, odstranimo kalčke in narežemo. Topinambur je pri nas redko krmilo. V prehrani živali se uporabljajo zeleni deli rastline in gomolji. Gomolji vsebujejo inulin namesto škroba. Gomolji imajo podobno hranljivo vrednost in uporabnost kot krompir.

5.2.2 Koncentrirana krma

Koncentrirana krma je krma, ki ima majhen volumen in veliko koncentracijo hranljivih snovi. Je dobro prebavljiva za vse vrste žvali. Kot koncentrirana krma se uporabljajo zrnata krmila, stranski produkti živilskopredelovalne industrije, krmila živalskega izvora, krmne mešanice in vitaminsko-mineralne mešanice.

5.2.2.1 Žita

V prehrani živali najpogosteje uporabljamo koruzo, ječmen, oves, tritikala ... Žita in njihovi stranski proizvodi predstavljajo največji delež pri pripravi vseh krmnih mešanic za vse vrste domačih živali. Pogosto jih uporabljamo tudi kot samostojna krmila. Zrna žit vsebujejo veliko

škroba in fosforja, malo beljakovin (7-12 %) in kalcija. Prebavljivost žit je zelo dobra. Zrna žit so okusna, zato jih živali radi jedo. Krmimo grobo mleta ali stisnjena.

5.2.2.2 Stročnice

V prehrani živali uporabljamo zrnje krmnega boba, graha, grašice, soje, lupine ... Zrnja stročnic vsebujejo veliko beljakovin, fosforja in kalija ter malo kalcija. Količina zrnja stročnic moramo v prehrani živali v dnevnem obroku omejevati. Nekatere vrste vsebujejo antihranilne spojine – inhibitor tripsina, glukozide, alkaloide, zato jih moramo pred uporabo toplotno obdelati.

5.2.2.3 Stranski produkti živilske industrije

Mlevska industrija

Stranski produkt v mlinu so otrobi in krmilna moka. Kakovost je odvisna od žit in načina mletja. Zelo cenjeni so pšenični otrobi, ker imajo zelo ugodno beljakovinsko razmerje in dobro fizikalno strukturo. Otrobe sestavlja semenska kožica in podkožni beljakovinski sloj. Vsebujejo veliko fosforja in surovih vlaken. Kot krmila so nekoliko slabše prebavljiva kot cela žitna zrnja. Zelo pogosto se jih uporablja za izdelavo krmnih mešanic in kot nosilec pri vitaminsko-mineralnih mešanicah.

Industrija sladkorja

Stranska produkta sta pesni rezanci in melasa. **Pesni rezanci** so ostanek sladkorne pese po ekstrakciji sladkorja. Sveži pesni rezanci se dobro silirajo. Vsebujejo veliko sladkorja, surovih vlaken ter malo beljakovin. Uporabljamo jih v prehrani prežvekovalcev. Tudi za prehrano prašičev so primerni, ker vsebujejo precej saharoze (prašiči jo dobro izkoristijo).

Melasa je viskozni ostanek temno rjave barve pri kristalizaciji sladkorja. Vsebuje preko 50 % sladkorja. Uporabljamo jo kot vezalec peletov in izboljševalec okusnosti krme. Pogosto se jo dodaja v vitaminsko-mineralne mešanice za izboljševanje okusnosti.

Oljarne

Semena oljnih rastlin uporabljamo v prehrani živali šele, ko iz njih iztisnemo ali ekstrahiramo olje. Po mehanskem stiskanju olja iz semen dobimo **pogače**. V njih je še 10-12 % olja, zato so hitro pokvarljiva. Za prehrano prežvekovalcev so manj primerna, ker velike količine maščob negativno delujejo na prebavo v vampu. Krmimo jih v manjših količinah v obliki krmnih mešanic. Živali jih zelo radi jedo.

Tropine so ostanek ekstrakcije olja iz semen in vsebujejo do 2 % olja. Tropine in pogače vsebujejo veliko beljakovin (30-45 %), fosforja in sorazmerno veliko energije. Sončnične tropine lahko vsebujejo tudi veliko surovih vlaken, odvisno od oluščenosti semena. Neoluščena semena imajo do 30 % SV in 28 % SB, oluščena pa 12 % SV in 45 % SB. Pri nas se najpogosteje uporabljajo sončnične in sojine tropine, tropine in pogače oljne ogrščice, bučne tropine in pogače.

Pivovarne

Pivske tropine uporabljamo v prehrani prežvekovalcev in prašičev. Krmimo sveže ali suhe. Sveže se hitro kvarijo. Pogosto jih tudi siliramo (silirajo se težko). Vsebujejo veliko beljakovin in so dobro prebavljive. Krmimo jih v omejenih količinah, ker vsebujejo veliko rastlinskih estrogenov. Slabo vplivajo na plodnost in mlečno maščobo.

Pivski kvas vsebuje veliko beljakovin z visoko biološko vrednostjo in vitamine B-kompleksa.

5.2.2.4 Krmila živalskega izvora

Krmila iz predelanih živalskih teles so ribja, perna, krvna in mesna moka. Za ta krmila je značilno, da vsebujejo veliko beljakovin z visoko biološko vrednostjo in ugodno aminokislinsko sestavo. Vsebujejo veliko kalcija in fosforja. Pomembna so v prehrani rib in perutnine. Krmimo jih vedno v krmnih mešanicah, nikoli samih. So dobro prebavljive. V krmnih mešanicah jih dajemo v omejenih količinah. Za skladiščenje so zahtevna.

V prehrani mladih živali se pogosto uporablja mleko in ostanki predelave mleka. **Mleko** je namenjeno prehrani mladičev. Dobiti ga morajo od svoje matere oz. svoje vrste, saj ima vsaka vrsta specifično mleko. **Kolostrum** je mleko matere prvi dni po porodu. Vsebuje več beljakovin in zaščitnih snovi za novorojenca. **Posneto mleko** je mleko brez maščob in vitaminov, topnih v maščobah, vsebuje pa veliko beljakovin, kar moramo upoštevati pri krmljenju. **Sirotka** je brez večje hranljive vrednosti, lahko se krmi prašičem namesto vode. Pri krmljenju sirotke moramo paziti na higieno. **Pinjavec** je ostanek pri predelavi putra – masla.

5.2.2.5 Krmne mešanice

So mešanice večjega števila različnih komponent (žita, ostanki predelovalne industrije, mineralov, vitaminov ...). Tako se krmila med seboj dopolnjujejo in dosežejo boljši učinek. So v obliki moke ali piletov, ki so toplotno obdelani, zato je njihova prebavljivost boljša.

Krmne mešanice delimo na:

- Popolne krmne mešanice, ki vsebujejo vse sestavine v takem razmerju, kot jih potrebujejo živali za normalno življenje in optimalno proizvodnjo. Perutnina in prašiči ne potrebujejo druge hrane. Za govedo so popolne krmne mešanice krmila za stimulacijo mlečnosti.
- Dopolnilne krmne mešanice dopolnjujejo osnovni obrok. Vsebujejo tiste hranljive snovi, ki manjkajo v osnovnem obroku.
- Super koncentrat vsebujejo visoko koncentracijo beljakovin, vitaminov in mineralov. Uporabljamo jih za izdelavo popolnih in dopolnilnih krmnih mešanic.
- Premiksi vsebujejo visoko koncentracijo mineralov, vitaminov, probiotikov, antioksidantov, esencialne aminokisline ... Uporablja se jih za izdelavo popolnih in dopolnilnih krmnih mešanic, v katere se jih da zelo malo, in sicer do 1 %.

Krmne mešanice morajo biti sestavljene iz močnih krmil, sestava pa mora ustrezati posamezni vrsti in kategoriji živali.

5.2.2.6 Vitaminsko-mineralne mešanice

Vitaminsko mineralne mešanice so mešanice vitaminov in mineralov v različnih razmerjih. Krmimo jih v majhnih količinah vsem živalim. Vitaminsko-mineralne mešanice so prilagojene posamezni vrsti živali, vrsti in kakovosti osnovne krme in proizvodnosti.

Vitaminsko-mineralne mešanice so na trgu pod različnimi imeni različnih proizvajalcev (dobrodej, kravimin, grovit, rumisal ...).

Vaja

Predstavljene vzorce krme razdelite glede na koncentracijo hranljivih snovi v voluminozno in koncentrirano krmi, ter glade vsebnosti posameznih hranljivih snovi na beljakovinsko, energetsko in mineralno krmo.

5.3 OCENJEVANJE KAKOVOSTI KRME

Krma za prehrano živali mora biti ustrezne kakovosti, kar pomeni, da je krma higiensko neoporečna in bogata s hranljivimi snovmi. Kakovost krme glede higienske oporečnosti oz. neoporečnosti lahko ugotovljamo organoleptično ali s kemijsko, toksikološko in mikrobiološko analizo. Hranilno vrednost krme pa ocenimo organoleptično in s kemijsko analizo.

Če hočemo ugotoviti kakovost krme s pomočjo različnih analiz, moramo vzeti vzorec krme in ga poslati v analizo. Vzorec mora predstavljati povprečno sestavo celotne količine krme, od katere je bil vzet. Odvzem vzorca se razlikuje glede na vrsto krme in prostor, kjer je krma skladiščena.

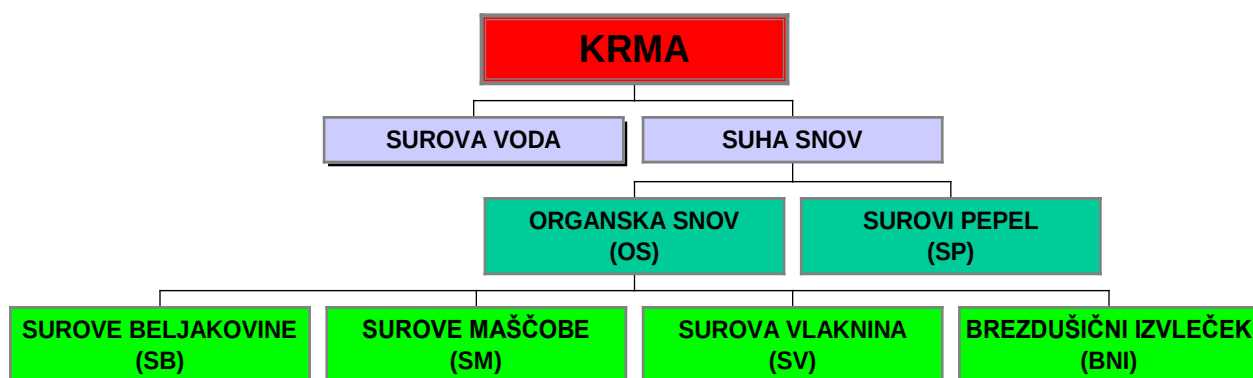
5.3.1 Vzorčenje krme

Na **pašniku** naključno odvzamemo manjše šope na vsaj 10 do 15 mestih. Če imamo **seno v balah**, odvzamemo vzorec iz sredine vsake 4. ali 5. naključno izbrane bale, odvzamemo iz najmanj 10 do 15 bal. Če imamo **seno v seniku**, odvzamemo na vsaj 10 mestih v seniku, na vrhu, v sredini in na dnu senika. Pri **silazi** odstranimo vrhnjo pokvarjeno plast in 2 do 5 cm plasti izpostavljene zraku. Odvzamemo najmanj 12 do 15 ročnih zgrabkov na različnih mestih in globinah silosa. Vzorec vsake krme damo v vrečko, rahlo iztisnemo zrak, nepredušno zapremo in ustrezno označimo ter pošljemo v analizo.

5.3.2 Kemijske analize

Vsebnost hranljivih snovi v krmi ugotovimo s kemijskimi analizami krme. Hranljiva vrednost krme pa je pomembna za pripravo po hranljivih snoveh usklajenega obroka in za pripravo najcenejših in po hranljivih snoveh še vedno primernih krmnih mešanic.

Weendska analiza je najbolj razširjena kemična analiza krme. Ime je dobila po kraju Weende. Uporablja se je že od leta 1860. Analiza je zelo enostavna, natančna, zato se jo še vedno uporablja.



Slika 89: Kemijska sestava krme po weendski analizi
Vir: Lasten

Z weendsko analizo določimo naslednje skupine hranljivih snovi:

Suha snov – SS vzorec se suši 4 ure pri 105 °C. Kar ostane, je SS. Pri sušenju iz vzorca izhlapi voda in druge lahko hlapne snovi.

Surove beljakovine – SB se določi z metodo po Kjeldahlo. S to metodo se določi vsebnost dušika v vzorcu. Dobljena količina dušika se pomnoži s faktorjem 6,25. V skupini SB so prave beljakovine in nebeljakovinske dušične spojine. Nebeljakovinske dušične spojine so amonijak, proste aminokisline, sečnina, nitrati, nitriti in druge kompleksne snovi, ki vsebujejo N.

Surove maščobe – SM so vse snovi, ki so topne v organskih topilih. Določi se jih tako, da se jih iz vzorca ekstrahira z etrom. To so prave maščobe, fosfolipidi, steroidi, proste maščobne kisline, v maščobi topni vitamini, barvila, voski ...

Surova vlaknina – SV so preostanek vzorca krme, ki se je kuhala v žveplovi (VI) kislini, v kalijevem lugu in nato še izprana z vodo, alkoholom in etrom. To je zmes težko topnih snovi, ki večina spadajo v skupino ogljikovih hidratov. V tej skupini so celuloza, hemiceluloza, lignin, pentozani, kutin, silicij in druge podobne snovi.

Surov pepel – SP se določi s sežigom pri 550 °C. To je čisti pepel – makro- in mikroelementi v obliki oksidov in soli; primesi, kot so pesek, glina, zemlja ...

S pomočjo rezultatov weendske analize se izračuna:

- **surova vodo** = teža vzorec - SS
- **organska snov – OS** = SS - SP
- **brezdušični izvleček – BNI** = OS – (SB + SM + SV) To so topni ogljikovi hidrati.

Klasično weendsko analizo so zamenjale sodobnejše instrumentalne metode, kot so: spektrofotometrija v vidnem in UV spektru, **infrardeča spektrofotometrija – NIR**, fluorometrija, plinska kromatografija, atomska absorpcijska spektrofotometrija, tekočinska kromatografija ...

V praksi se najpogosteje uporablja infrardeči spektrofotometrija – NIR, ki ima številne prednosti in nekaj pomanjklivosti.

Prednosti uporabe NIR-a so:

- hitra analiza z minimalnimi stroški,
- enostavna priprava vzorcev za analizo,
- številne analize na enem vzorcu,
- vzorce z analizo ne uničimo,
- zdravju nenevarno.

Slabosti NIR-a pa so:

- visoka cena aparata,
- popolna odvisnost od umiritve aparata,
- zapletena izbira načina obdelave podatkov,
- ne moremo analizirati nekaterih sestavin (rudninske snovi,...).

5.3.3 Prebavljivost

Prebavljivost je lastnost hranljivih snovi v krmi. Prebavljivost nam pove, kakšen delež zaužitih hranljivih snovi in energije obroka se v prebavilih živali lahko prebavi in absorbira. Je eden osnovnih kazalcev izkoriščanja energije in hranljivih snovi krme. Prebavljivost izražamo s koeficientom prebavljivosti, to je število, ki nam pove, kakšen delež (%) nekega krmila se lahko prebavi. Izračunamo ga tako, da od zaužite količine hranljivih snovi odštejemo količino z blatom izločene hranljive snovi.

$$\text{koeficient prebavljivosti} = \frac{\text{s krmo zaužite hranljive snovi} - \text{hranljive snovi izločene z blatom}}{\text{s krmo zaužite hranljive snovi}}$$

V blatu so poleg neprebavljenih hranilnih snovi še endogene snovi blata (produkcijske, odmrle črevesne celice, ostanki prebavnih sokov ...). Če hočemo izračunati pravo prebavljivost, moramo odšteti še endogene snovi blata.

$$\text{prava prebavljivost} = \frac{\text{s krmo zaužite hranljive snovi} - \text{hranljive snovi izločene z blatom} - \text{endogene snovi v blatu}}{\text{s krmo zaužite hranljive snovi}}$$

Prebavljivost ugotavljamo:

- s pomočjo laboratorijskih metod – *in vitro* in
- z biološkimi poskusi na živalih – *in vivo* določanje prebavljivosti.

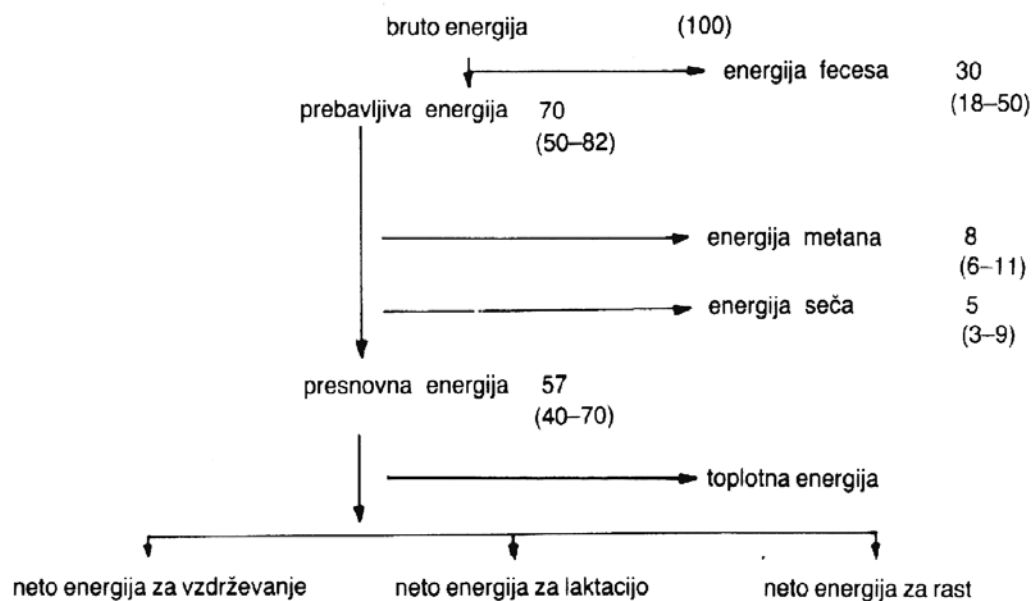
In vivo določanje prebavljivosti je ugotavljanje prebavljivosti na živi živali. To je delovno intenzivna in zamudna metoda. Zahteva velike količine testne krme. Živali so nameščene v posebnih kletkah, kjer je mogoče natančno meriti količino zaužite krme in zbiranje izločenega blata. Pred začetkom poskusa naredimo predpreizkus, ki traja 5 do 15 dni, odvisno od vrste živali. V tem času krma, ki jo testiramo, zamenja v prebavilih krmo iz predhodnega obroka. Da dobimo zanesljive rezultate, mora biti poskus opravljen vsaj na 4-5 živalih. Poskus, v katerem merimo količino zaužite krme in zbiramo izločeno blato, traja 5 do 10 dni. Krmo in zbrano blato analiziramo na vsebnost hranljivih snovi.

In vitro določanje prebavljivosti so laboratorijske metode. Prednosti teh metod so v tem, da potrebujemo majhen vzorec krme, imamo možnost analize večjega števila vzorcev naenkrat, zato so stroški analize manjši.

Prebavljivost posamezne krme oz. posameznih hranljivih snovi v krmi ni konstantna lastnost. Odvisna je od kemične sestave krme (hranljive snovi), živalske vrste, starosti živali, količina zaužite krme in priprave (predhodne obdelave) krme.

5.3.4 Energetsko vrednotenje krme

Vse hranljive snovi v krmi vsebujejo energijo, ki se sprošča ob njihovi razgradnji v kemičnih reakcijah v organizmu. Razpoložljiva energija v krmi ni v celoti izkoristljiva. V prehrani živali ocenjujemo energetsko vrednost krme tako, da ocenimo delež razpoložljive energije nekega krmila, ki ga živali lahko izkoristijo za določen namen. Večjega deleža razpoložljive energije krme organizem za svoje potrebe ne more izkoristiti. Razdelitev dogajanj v izkoriščanju energije v organizmu je prikazana na Sliki 90.



Slika 90: Razporeditev in poraba energije v organizmu

Vir: Žgajnar, 1990, 186

Bruto energija je vsa energija, ki jo vsebuje neko krmilo. Po odbitku energetske vrednosti blata dobimo **prebavljivo energijo**. **Presnovna ali metabolna energija** je energija, ki jo dobimo, če od prebavljive energije odštejemo energijo seča in plinov, ki nastanejo pri fermentaciji v vampu. **Neto energija** je razlika med metabolno energijo in energijo toplote. Neto energija najbolj natančno izraža tisto energijo, ki jo živali lahko porabijo za vzdrževanje in proizvodnjo.

5.3.4.1 Metode za ocenjevanje energetske vrednosti krme

Sistem vrednotenja energijske vrednosti krme je uvedel Oskar Kellner. V njegovem sistemu je škrob zavzemal osrednje mesto v razmerju do drugih snovi, zato je novo enoto imenoval **škrobne enote – ŠE**, ki izražajo neto energijsko vrednost 1g prebavljivega škroba oz. koliko g prebavljivega škroba ima enako energetsko vrednost kot 1kg nekega krmila. Škrobne enote so se uporabljale za ocenjevanje energetske vrednosti krme za prežvekovalce in so bile manj primerne za prirejo mleka, ker podcenijo energijo krme za prirejo mleka.

Do leta 1998 smo v Sloveniji za energetsko vrednost krme za **prežvekovalce (govedo, ovce, koze)** uporabljali škrobne enote, od leta 1999 naprej pa uporabljamo nov sistem izračunov in normativov po **neto energiji za laktacijo (NEL)** in **presnovljivi energiji (ME)**. Z neto energijo za laktacijo (NEL) v MJ ocenjujemo energetsko vrednost krme in navajamo potrebe **krav molznic, mlečnih ovac in koz** po energiji. Ko ocenjujemo energetsko vrednost krme in

navajamo potrebe po energiji **za teleta, plemenske telice, plemenske bike** in **goveje pitance** pa tudi v prehrani **ovac** in **koz**, uporabljamo presnovljivo energijo (**ME**) v MJ.

Ocenjevanje energetske vrednosti krme za **prašiče in perutnino** ni tako zahtevno kot pri prežvekovalcih. Prašičev in kokoši v praksi ne krmimo po normativih za kg prirasta ali nesnost. V intenzivni reji krmimo prašiče in perutnino s sestavljenimi krmnimi mešanicami. Sestava in energijska vrednost teh krmnih mešanic mora biti prilagojena potrebam različnih kategorij živali znotraj vrste. Prašiči in perutnina svoje potrebe po energiji pokrivajo tudi s spremembami v količini zaužite krme. Krmne mešanice, ki vsebujejo manjšo koncentracijo energije, pojedjo več in krmne mešanice, ki vsebujejo večjo koncentracijo energije, pojedjo manj, vedno pa toliko, kolikor energije potrebujejo.

Za ocenjevanje energetske vrednosti krme pri **prašičih** in navajanje potreb po energiji se uporablja **presnovljiva (metabolna) energija (ME)** v MJ.

Za ocenjevanje energetske vrednosti krme pri **perutnini** se uporablja sistem **navidezne prepresnovne (metabolne) energije (AME)** v kJ, korigirano na ničelno retencijo dušika.

Za ocenjevanje energetske vrednosti krme pri **konjih** in navajanje potreb po energiji se uporablja ocena **prebavljive energije (PE)** v MJ.

5.3.5 Ocenjevanje beljakovin v krmi

Pri ocenjevanju beljakovin v krmi nas zanima, kakšen je njihov delež ali količina ter, kakšna je hranilna vrednost beljakovin oz. njihova kakovost ali izkoristljivost. Količino beljakovin v krmi izražamo v g surovih beljakovin (g SB) v 1 kg krme ali kg suhe snovi krme.

Za ocenjevanje hranilne vrednosti beljakovin imamo na voljo veliko različnih metod.

Za **prežvekovalce** se uporabljajo **prebavljive surove beljakovine – PSB** in **presnovljive beljakovine – PB**, izražene v g/kg krme ali kg suhe snovi krme. PSB je le približna ocena beljakovinske vrednosti krme, saj upošteva le izkoristek krme pri prebavi. Bolj natančna ocena hranilne vrednosti beljakovin so PB, saj upoštevajo tudi izkoristljivost prebavljivih beljakovin v presnovi.

Za **neprežvekovalce** se uporablja **biološka vrednost beljakovin – BV**, ki nam pove, kolikšen delež absorbiranih beljakovin neke krme uporabi žival za prirast v beljakovinah. **Neto izkoristljivost beljakovin – NIB** nam pove, kolikšen delež zaužitih beljakovin se v organizmu dejansko izkoristi za prirast. **Učinkovitost beljakovin za rast – PER** nam pove, kolikšen je pri živalih prirast iz enega grama zaužite beljakovine.

5.4 KRMLJENJE IN KRMNI OBROK

Krmljenje je postopek uporabe krme z namenom zadovoljevanja prehranskih potreb živali. Če hočemo v reji živali doseči gospodarski učinek, morajo živali krmo, ki jo dobijo, čim bolj izkoriščati. Dobro jo lahko izkoristijo takrat, kadar pri krmljenju upoštevamo vse njihove potrebe po energiji, beljakovinah, maščobah, mineralih in vitaminih.

Živali porabijo snovi, ki jih s krmo pojedjo za vzdrževanje in prirejo.

Vzdrževalna krma je tisti del krme, ki jo žival potrebuje za preživetje, ne da bi karkoli dajala. Potrebujejo jo za obnovo porabljenih telesnih substanc (krvi, sokov, encimov, hormonov), delovanje vseh notranjih organov (srca, pljuč, ledvic, žlez, centralnega živčnega

sistema, prebavil), delo mišic in vzdrževanje telesne temperature. Potrebe za vzdrževane so odvisne od velikosti in kondicije živali, okoliške temperature, aktivnosti (paša), temperamenta in starosti živali ter razmer reje (hlev, stelja ...).

Produksijska krma ali krma za prirejo je tisti del krme, ki jo žival potrebuje za prirejo mleka, mesa, rast, razmnoževanje, jajca, delo, volno ... Potrebe po produkcijski krmi so odvisne od vrste proizvodov, količine proizvodov in sestave proizvodov.

Delitev krme na vzdrževalno in produkcijsko je le teoretično. Organizem najprej porabi hranljive snovi za vzdrževanje in kar ostane, uporabi za proizvodnjo in to samo pod pogojem, da ima na razpolago vse hranljive snovi v potrebnih medsebojnih razmerjih. Med obema deloma krmnega obroka, med vzdrževalno in produkcijsko krmo, v resnici ni meje.

Dnevni krmni obrok predstavlja vso krmo, ki jo žival dobi in zaužije na dan za določen namen. Sestavljen je iz osnovnega in dopolnilnega obroka. **Osnovni obrok** je sestavljen iz doma pridelane krme. Pri prežvekovalcih in konjih je to trava, mrva, silaža; pri prašičih trava, okopavine, krompir, žita; pri perutnini žita. **Dopolnilni obrok**, ki je sestavljen iz koncentratov, dopolnjuje osnovni obrok s hranljivimi snovmi. Lahko spreminja razmerje med posameznimi hranljivimi snovmi v skupnem obroku – v skladu z normativi.

Kaj vse je potrebno živalim nuditi za vzdrževanje in za določeno prirejo, je določeno s **krmnimi normativi**, ki nam povedo, koliko posameznih hranljivih snovi in energije potrebuje ena žival na dan za vzdrževanje in proizvodnjo.

Krmni obrok mora žival nahraniti, nasititi in ji omogočiti normalno prebavo.

Pravila sestavljanja krmnih obrokov

1. Poznavanje potreb živali po hranljivih snoveh

Tabela 36: Potrebe krav po hranljivih snoveh za vzdrževanje

Telesna masa (kg)	NEL (MJ)	PSB (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	K (g)	Na (g)
500	31,1	300	30	20	12	60	10
550	33,3	320	30	20	12	60	10
600	35,6	340	30	20	12	60	10
650	37,8	360	30	20	12	60	10
700	39,9	380	30	20	12	60	10

Vir: Prirejeno po Orešnik, 1996, 11

Tabela 37: Potrebe po hranljivih snoveh za 1 liter mleka

Vsebnost maščob	NEL (MJ)	PSB (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	K (g)	Na (g)
3,0	2,77	50	3,2	1,7	0,6	4	0,6
3,5	2,97	55	3,2	1,7	0,6	4	0,6
4,0	3,17	60	3,2	1,7	0,6	4	0,6
4,5	3,37	65	3,2	1,7	0,6	4	0,6
5,0	3,57	70	3,2	1,7	0,6	4	0,6

Vir: Prirejeno po Orešnik, 1996, 12

2. Poznavanje hranilne vrednosti krme
Poznati moramo hranljivo vrednost krme, ki jo imamo na razpolago. Natančne podatke imamo, če smo dali krmo v kemijsko analizo. Če tega podatka nimamo, si pomagamo s tabelami hranljive vrednosti krme.
3. Sposobnost zauživanja krme
Zauživanje suhe snovi obroka je odvisna od mlečnosti in telesne teže. Za izračun možnega zauživanja krme uporabimo formulo:

$$K\text{-SS (kg)} = 0,022 \times \text{ŽT (kg)} + 0,22 \times M \text{ (kg)}$$

K – konzumacija ŽT – živa teža M – mlečnost
Dejansko zauživanje krme ugotovimo s tehtanjem krme.

Izračunan krmni obrok za krave molznice naj se ujema s standardnimi vrednostmi, ki so prikazane v spodnji tabeli.

Tabela 38: Standardne vrednosti hranljivih snovi v SS obroka

	koncentracija v SS obroka
Vsebnost suhe snovi iz osnovnega obroka	12-14 kg SS
Skupna količina surove vlaknine iz osnovnega obroka	3000-3600 g SV
Koncentracija surove vlaknine	180-260 g/kg SS
Koncentracija Ca v obroku	5,4-6,0 g/kg SS (max. 7,0 g/kg SS)
Koncentracija P v obroku	3,3-3,7 g/kg SS
Koncentracija Mg v obroku	2,0-2,5 g/kg SS
Koncentracija K v obroku	9,0 g/kg SS
Koncentracija Na v obroku	1,8-2,5 g/kg SS
Razmerje Ca : P	1,5-2 : 1
Razmerje K : Na	5,5-10 : 1

Vir: Lasten

Vaja

Izračunajte potrebe po hranilnih snoveh za vzdrževanje in proizvodnjo za kravo težko 600 kg, ki daje 25 litrov mleka s 4 % mlečne maščobe.

VPRAŠANJA ZA RAZMISLEK

1. Pojasnite pomen posameznih hranljivih snovi v prehrani domačih živali.
2. Surova vlakna so v prehrani prežvekovalcev in drugih vrst živali zelo pomembna. Analizirajte posledice pomanjkanja surovih vlaken v obroku.
3. Naštejete vrste krme, ki jih uporabljamo v prehrani domačih živali in razložite uporabnost le-te.
4. Utemeljite razliko med voluminozno in koncentrirano krmo.
5. Kakovost krme lahko ugotovimo na osnovi organoleptične ocene in kemične analize. S pomočjo DLG ključa organoleptično ocenite doma pridelano voluminozno krmo in jo razvrstite v kakovostne razrede.
6. Na osnovi kemične analize krme ugotovite kakovost krme.
7. Izračunajte krmni obrok za živali na domači kmetiji. Pomagajte si s tabelami hranilne vrednosti krme.

POVZETEK

Ker prehrana predstavlja največji strošek v živinorejski proizvodnji, je nujno, da poznamo osnovne zakonitosti prehrane živali. Pri razumevanju prehrane moramo najprej poznati hranljive snovi, njihovo prisotnost v naravi in funkcijo v organizmu. Hranljive snovi so vezane na krmo, ki jo moramo dobro poznati in pravilno uporabiti. Doma pridelano krmo moramo pravočasno pospraviti in primerno konzervirati ter skladiščiti. V veliki meri je od tega odvisna kvaliteta krme, ki jo lahko ugotovimo organoleptično in s kemičnimi analizami. Od kakovosti doma pridelane krme je odvisno tudi, koliko in katero krmo moramo dokupiti. Le tako bomo lahko pripravili kakovosten obrok in si izboljšali gospodarnost reje.

6 LITERATURA

- Aksen, T., et al. *Milch & Melken*. Kempen: AVA-Agrar Verlag, 2008.
- Arsov, A., et al. *Higiensko pridobivanje mleka*. Ljubljana: Kmečki glas, 1986.
- Bergant, K. *Podnebje v prihodnosti - koliko vemo o njem? Okolje se spreminja*, Ljubljana: Agencija RS za okolje [CD ROM], 2010.
- Bowen, R. *Digestive Anatomy in Ruminants* (online). 2003. (citirano 10. 05. 2011). Dostopno na naslovu:
http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/herbivores/rumen_anat.html.
- Colarič, O., et al. *Priročnik za umetno osemenjevanje govedi*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Nacionalni veterinarski inštitut, 2009.
- Dolinar, M. *Nastanek prsti* (online). 2010. (citirano 29. 11. 2010). Dostopno na naslovu:
http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/nastanek_prsti/index.html.
- Ersahin, S., in Karaman, R. Estimating potential nitrate leaching in nitrogen fertilized and irrigated tomato using the computer model NLEAP. *Agricultural Water Management*, 2001, 51/1. str. 1-12.
- Gale, Š. Balance proizvodnje in hrane kmetijskih pridelkov, ki jih spremlja Statistični urad RS. V: *Mednarodna konferenca Logistika v Kmetijstvu*, Novo mesto, 2010.
- Gašpir D. *Vpliv vključitve v evropsko unijo na prirejo mleka v Sloveniji*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2002.
- Grace, J., in Ford, E.D. *Plants and their atmospheric environment*. The 21th Symposium of the British Ecological Society. Oxford: Blackwell Scientific, 1981.
- Gros, L. *Bolezni in zajedavci domačih živali*. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 2005.
- Holcman, A., et al. *Reja kokoši v manjših jatah*. Ljubljana: Kmečki glas, 2004.
- Kajfež – Bogataj, L., in Hočevnar, A. *Izbrana poglavja iz biometeorologije*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 1999.
- Klopčič, M., in Hamoen, A. *Linearno ocenjevanje krav črno bele pasme*. Domžale: Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, 2010.
- Kompan, D., et al. *Reja drobnice*, Ljubljana: Kmečki glas, 1996.
- Korošec, J. *Pridelovanje krme na travinju in njivah*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 1998.
- Ločniškar, F., et al. *Reja perutnine*. Ljubljana: Kmečki glas, 1991.
- Marschner, H. *Mineral nutrition of higher plants*, 2nd ed. London: Academic press, 1995.

Mavrin, D., in Oštir, Š. *Tehnologija mleka in mlečnih izdelkov*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2002.

Mengel, K., in Kirkby, E. A. *Principles of Plant Nutrition*. Bern: International Potash Institute, Švica, 1987.

Orešnik, A. *Vodenje prehrane krav molznic*. Ljubljana: Kmečki glas, 1996.

Orešnik, A., in Kermauner, A. *Prehrana domačih živali. Skripta*. Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, 2000.

Orešnik, A., in Kermauner, A. *Osnove prehrane*. Slovenj Gradec: Kmetijska založba, 2009.

Podgoršek, J. *Vpliv koncentracije hranilne raztopine na vsebnost sladkorjev in kislin v plodu paprike*: magistrsko delo. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, 2003.

Rebesko, B., in Rigler, L. *Slikovni priročnik za anatomijo domačih živali*. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 1983.

Statistični urad Republike Slovenije. *Statistični letopis RS 2009, Ozemlje in podnebje* (online). 2010. (citirano 29. 11. 2010). Dostopno na naslovu: <http://www.stat.si/letopis/2009/01-09.pdf>.

Stekar, J. *Kmetijski priročnik*. Ljubljana: Kmečki glas, 1978.

Šalehar, A. *Praščereja*. Ljubljana: Kmečki glas, 1995.

Taiz, L., in Zeiger, E. *Plant Physiology*, 2nd edition. Sunderland, Massachusetts, USA: Sinauer Associates, 1998.

Tajnšek, A. *Strnine in koruza v Sloveniji*. Ljubljana: Kmečki glas, 1980.

Trapečar, B. *Konjenikov priročnik*. Ljubljana: Kmečki glas, 1999.

Tumpej, M. *Higiensko pridobivanje mleka*. Ljubljana: Združenje govedorejcev Slovenije, 2002.

Vidrih, T. *Pašnik: Najboljše za živali, zemljo in ljudi* (online). 2005. (citirano 10. 05. 2011). Dostopno na naslovu: http://web.bf.uni-lj.si/katedre/clanki/pasnik_lowres.pdf

Virant, B. *Merilnik relativne vlažnosti*. Seminarska naloga pri predmetu merilni pretvorniki, Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2010.

Vomer, I. *Razmnoževanje domačih živali*. Ljubljana: Kmečki glas, 1980.

Zdovc, B. *Reprodukcija domačih živali*. Ljubljana, Državna založba Slovenije, 2007.

Zupanc, A. *Osnove prehrane domačih živali*. Ljubljana: Kmečki glas, 1999.

Zupanc, A. *Konjereja*. Ljubljana: Kmečki glas, 2000.

Žaucer I., Belec A., Krznar J.J., Plešivčnik S., Kutin Slatnar B. Predstavitev osnovnih podatkov o kmetijski proizvodnji v Sloveniji s podatki Statističnega urada Republike Slovenije. V: *Mednarodna konferenca Logistika v kmetijstvu*, Novo mesto, 2010.

Žgajnar, J. *Prehrana in krmljenje goved*. Ljubljana: Kmečki glas, 1990.

Žgajnar, J. *Prehrana govedi*. Ljubljana: Kmečki glas, 1989.

Žust, A. *Spomladanska pozeba* (online). 2011. (citirano 18. 2. 2011). Dostopno na naslovu: http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/pozeba_letak.pdf.

Werner, H. *Konji*. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 1993.

Projekt **Impletum**

Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008–11

Konzorcijski partnerji:



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, razvojne prioritete Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja in prednostne usmeritve Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja.