



# Mlinarstvo

Milena Hrovat

**Naslov:** MLINARSTVO

**Izobraževalni program:** ŽIVILSKO PREHRANSKI TEHNIK

**Modul:** PREDELAVA ŽIVIL

**Sklop:** MLINARSTVO

**Avtorica:** Milena Hrovat

**Strokovni/-a recenzent/-ka:** Mojca Smerajec, univ. inž. živilske tehnologije

**Lektor/-ica:** Elizabeta Klarič, prof. slov. j.

**Založnik:** Biotehniški izobraževalni center Ljubljana

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

664.71(075.3)

HROVAT, Milena

Mlinarstvo [Elektronski vir] / Milena Hrovat. - El. knjiga. -  
Ljubljana : Biotehniški izobraževalni center, 2010. -  
(Izobraževalni program Živilsko prehranski tehnik. Modul  
Predevala živil. Sklop Mlinarstvo)

Način dostopa (URL): <http://www.konzorcij-bss.bc-naklo.si/> . -  
Projekt Biotehniška področja, šole za življenje in razvoj

ISBN 978-961-92973-2-2

255500544

Ljubljana, 2010

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

Gradivo je sofinancirano iz sredstev projekta Biotehniška področja, šole za življenje in razvoj (2008-2012).

Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo 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, prednostna usmeritev 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.

<b>ŽITA</b> .....	<b>1</b>
VRSTE ŽIT .....	3
<input type="checkbox"/> Krušna žita .....	3
<input type="checkbox"/> Nekrušna žita.....	5
<input type="checkbox"/> Posebna žita .....	8
ŽITNO ZRNO .....	13
<input type="checkbox"/> Zgradba žitnega zrna.....	13
<input type="checkbox"/> Fizikalne lastnosti žitnega zrna.....	14
<input type="checkbox"/> Senzorične lastnosti žitnega zrna.....	14
<input type="checkbox"/> Tehnološka kakovost pšenice .....	15
SKLADIŠČENJE ŽITA .....	20
<input type="checkbox"/> Procesi in pogoji skladiščenja žita .....	20
ŠKODLJIVCI IN BOLEZNI ŽIT .....	25
<input type="checkbox"/> Žitni škodljivci.....	25
<input type="checkbox"/> Bolezni žit.....	25
MLETJE ŽIT .....	29
<input type="checkbox"/> Čiščenje in priprava žita ne mletje.....	29
<input type="checkbox"/> Selektivno drobljenje in sejanje - mletje.....	33
<input type="checkbox"/> Naprave za drobljenje in sejanje .....	35
<input type="checkbox"/> Lastnosti in uporaba moke različne kakovosti.....	36
<input type="checkbox"/> Predelava koruze.....	37
<input type="checkbox"/> Predelava ovsa .....	38
 <b>MOKA</b> .....	 <b>42</b>
LASTNOSTI MOKE .....	42
<input type="checkbox"/> Vrste moke .....	42
<input type="checkbox"/> Tip moke .....	42
<input type="checkbox"/> Fizikalne lastnosti moke .....	44
<input type="checkbox"/> Senzorične lastnosti moke .....	46
<input type="checkbox"/> Kemijske in tehnološke lastnosti moke .....	46
<input type="checkbox"/> Pšenična moka .....	46
<input type="checkbox"/> Ržena moka .....	48
ANALIZE MOKE.....	52
<input type="checkbox"/> Analize pšenične moke.....	52
<input type="checkbox"/> Analize ržene moke .....	60
<input type="checkbox"/> Skladiščenje moke .....	62
 <b>LITERATURA</b> .....	 <b>66</b>

# KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Žita</i> .....	2
<i>Slika 2: Pšenica</i> .....	3
<i>Slika 3: Pšenično zrno</i> .....	3
<i>Slika 4: Pira</i> .....	4
<i>Slika 5: Pirino zrno</i> .....	4
<i>Slika 6: Rž</i> .....	4
<i>Slika 7: Rženo zrno</i> .....	4
<i>Slika 8: Triticala</i> .....	5
<i>Slika 9: Zrna tritikale</i> .....	5
<i>Slika 10: Ječmen</i> .....	5
<i>Slika 11: Ječmen in ječmenovi kosmiči</i> .....	5
<i>Slika 12: Oves</i> .....	6
<i>Slika 13: Oves in ovseni kosmiči</i> .....	6
<i>Slika 14: Koruza</i> .....	6
<i>Slika 15: Koruzno zrno</i> .....	6
<i>Slika 16: Ajda</i> .....	7
<i>Slika 17: Ajdino zrno</i> .....	7
<i>Slika 18: Proso</i> .....	7
<i>Slika 19: Proseno zrno</i> .....	7
<i>Slika 20: Riž</i> .....	8
<i>Slika 21: Oluščeni riž</i> .....	8
<i>Slika 22: Amarant</i> .....	9
<i>Slika 23: Zrna amaranta</i> .....	9
<i>Slika 24: Kvinoja</i> .....	9
<i>Slika 25: Zrna kvinoje</i> .....	9
<i>Slika 26: Kamut</i> .....	10
<i>Slika 27: Zrna kamuta</i> .....	10
<i>Slika 28: Farinograf</i> .....	16
<i>Slika 29: Eekstenzograf</i> .....	17
<i>Slika 30: Alveograf</i> .....	17
<i>Slika 31: Amilograf</i> .....	17
<i>Slika 32: Silosi</i> .....	22
<i>Slika 33: Oprema silosa</i> .....	22
<i>Slika 34: Silosi in oprema mlina</i> .....	23
<i>Slika 35: Elevator</i> .....	23
<i>Slika 36: Verižni transporter</i> .....	24
<i>Slika 37: Tračni prenosniki</i> .....	24
<i>Slika 38: Polžni transporter</i> .....	24
<i>Slika 39: Žitni žužek</i> .....	25
<i>Slika 40: Žitna stenica</i> .....	25
<i>Slika 41: Žitna pepelovka</i> .....	25
<i>Slika 42: Rženi rožiček</i> .....	26
<i>Slika 43: Sita</i> .....	30
<i>Slika 44: Trier</i> .....	30
<i>Slika 45: Mlinski aspirator</i> .....	31
<i>Slika 46: Naprava za ščetkanje</i> .....	32
<i>Slika 47: Luščilnica</i> .....	32
<i>Slika 48: Valjni mlini</i> .....	35
<i>Slika 49: Elevator</i> .....	35
<i>Slika 50: Pšenična moka, zdrob, kosmiči</i> .....	36
<i>Slika 51: Koruza moka, zdrob, kosmiči</i> .....	37
<i>Slika 52: Stroj za izdelavo ovsenih kosmičev</i> .....	38
<i>Slika 53: Ovseni kosmiči</i> .....	38
<i>Slika 54: Pšenične moke različnih tipov</i> .....	43
<i>Slika 55: Ržena moka</i> .....	43
<i>Slika 56: Pšenični zdrob</i> .....	44
<i>Slika 57: Ržena moka</i> .....	49

<i>Slika 58: Ajdova moka</i> .....	50
<i>Slika 59: Koruzna moka</i> .....	50
<i>Slika 60: Farinograf</i> .....	57
<i>Slika 61: Ekstenzograf</i> .....	59
<i>Slika 62: Amilograf</i> .....	60

## KAZALO DIAGRAMOV

<i>Diagram 1: Farinogram</i> .....	16
<i>Diagram 2: Ekstenzogram</i> .....	17
<i>Diagram 3: Alveogram</i> .....	17
<i>Diagram 4: Amilogram</i> .....	17
<i>Diagram 5: Farinogram</i> .....	57
<i>Diagram 6: Ekstenzogram</i> .....	59
<i>Diagram 7: Amilogram ržene moke</i> .....	60
<i>Diagram 8: Amilogram ržene moke</i> .....	60

# UVOD

Pred vami je gradivo, ki obravnava vsebine mlinarstva in je namenjeno predvsem dijakom, ki se izobražujejo za živilsko prehranskega tehnika.

Gradivo je razdeljeno na več poglavij, tematsko pa v dva dela.

Na koncu vsakega poglavja so dodani povzetek in vprašanja za ponavljanje.

V prvem delu so opisana posamezne vrste žita in njihove lastnosti, postopek skladiščenja žita in škodljivci, ki se lahko pojavijo ob nepravilnem skladiščenju. Najbolj obsežno pa je opisana predelava žita, ki zajema postopek priprave in mletja.

Drugi del je namenjen moki, ki je osnovna surovina v pekarstvu, slaščičarstvu in testeninarstvu. Opisane so različne vrste in tipi moke, njene kemijske, fizikalne in senzorične lastnosti. Na koncu pa so razložene in opisane analize, s katerimi lahko ugotavljamo kakovost moke, ki bi bila primerna za posamezne izdelke.

# ŽITA

*Ključni pojmi: žita, krušna žita, žitno zrno, zgradba žitnega zrna, fizikalne lastnosti žita*

Zaradi bogate kemijske sestave, enostavne predelave in možnosti skladiščenja so žita pomembna za prehrano, krmo živine in industrijsko predelavo. Botanično spadajo v družino trav.

V prehrani največ uporabljamo:

- pšenico - *Triticum aestivum*, *Triticum turgidum*,
- riž - *Oryza sativa*,
- rž - *Secale cereale*,
- ječmen - *Hordeum vulgare*,
- koruzo - *Zea mays*,
- oves - *Avena sativa*.

Glede na uporabo delimo žita na :

- **krušna in**
- **kašnata.**

Krušna žita so tista, ki jih največ meljemo v moko, iz katere lahko zamesimo testo za kruh (pšenica, rž). Kašnata so tista, ki jih ne meljemo, ampak le luščimo v kaše. Iz njihove moke težko zamesimo testo, mešati jo moramo s krušno moko.

Glede na čas setve oz. žetve delimo žita na:

- **ozimna in**
- **jara.**

Ozimno žito sejemo jeseni in žanjemo spomladi, jara sejemo spomladi in žanjemo poleti oz. jeseni, fakultativna pa lahko sejemo spomladi ali jeseni. Ozimna žita potrebujejo za svoj razvoj nizke povprečne letne temperature in so razširjena od juga daleč na sever. Jara žita imajo kratko vegetacijsko dobo, dozoriyo prej in uspevajo v območju kontinentalne klime.

Glede na zgradbo socvetja delimo žita na:

- **klasasta in**
- **latasta (proso, riž).**

Z žiti je posejanih 60 % obdelovalnih površin na svetu.

Delež posameznih žit je različen:

<i>pšenica</i>	30 %
<i>riž</i>	25 %
<i>koruza</i>	21 %
<i>ječmen</i>	8 %
<i>oves</i>	5 %
<i>rž</i>	2 %

Pšenica, riž in koruza imajo velik pomen v prehrani ljudi. Delež rži je majhen. Pšenica in rž sta krušni žiti; ječmen, oves, koruza, riž in proso so industrijska žita. Ajda ni žitna trava, ampak dresen. Različna žita so se razvila skozi tisočletja z načrtovanim izborom -- selekcijo

iz divjih trav. Žitne rastline izvirajo iz območij, kjer sta posebno ugodna zemlja in klima za rast. Tem območjem pravimo genetski centri.

Izvor žit:

*pšenica, ječmen: Mala Azija, Etiopija*

*rž: Mala Azija*

*oves: Mala Azija, Sredozemlje*

*proso: osrednja in jugovzhodna Azija*

*riž: zahodna Afrika, severna Indija, jugovzhodna Azija*

*koruza: Srednja Amerika, Mehika*

*ajda: Kitajska.*



riž



pira



divji riž



oves



oves



pšenica

*Slika 1: Žita*

[www.bildwoerterbuch.com/.../food/cereal.php](http://www.bildwoerterbuch.com/.../food/cereal.php)



## VRSTE ŽIT

### □ Krušna žita

Krušna žita so tista, pri katerih lahko iz njihovih mlevskih izdelkov naredimo testo, ki lahko vzhaja.

Mednje spadajo pšenica, rž, pira in triticala.

#### ♦ Pšenica

Pšenica je najbolj razširjena v zmerno toplem pasu. Največ gojijo navadno pšenico (*Triticum aestivum*), mehko pšenico (*Triticum vulgare*) in trdo pšenico (*Triticum durum*). **Mehka pšenica** ima klas vretenaste oblike, zrno je jajčasto ali ovalno, z izrazito brazdo. Jedro zrna ima moknato strukturo, ker vsebuje malo beljakovin in škroba.

**Trda pšenica** ima zbit klas, zrno je stisnjeno in podolgovato. Vsebuje veliko škroba in beljakovin, zato je v prerezu zrno steklasto. Moka iz te pšenice je najprimernejša za proizvodnjo testenin.

Zrno vsebuje veliko škroba (70 %) in beljakovin (10 %), nekaj maščob, mineralov in vitamine. Najpomembnejše so beljakovine lepka, ki vežejo vodo in povzročijo elastičnost in gnetljivost testa.

Glede na količino beljakovin pšenico razvrščamo v:

1. razred (več kot 13 % beljakovin),
2. razred (od 11,5 do 13% beljakovin),
3. razred (pod 11,5 %).

Glede na kakovost beljakovin razvrščamo pšenico v skupine:

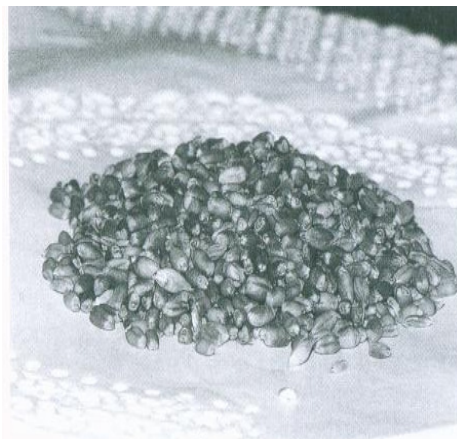
*A, A1 in A2 - pšenica vsebuje zelo močan in elastičen lepek, moka iz skupine A ni primerna za peko kruha, dodaja se slabšim vrstam moke.*

*B, B1 in B2 - moka ima nekoliko slabši lepek, ki je primeren za izdelavo kvašenega testa.*

*C - moka ima zelo slab lepek in se uporablja le v mešanici z boljšimi vrstami moke.*



Slika 2: Pšenica



Slika 3: Pšenično zrno

#### ♦ Pira

V hribovitih območjih Evrope je bila vodilna zvrst pšenice, pozneje so jo opuščali, prevladala je navadna pšenica, ki daje večji pridelek. V zadnjem času postaja pira ali spelta kot alternativno žito ponovno zanimiva.

Kruh in pecivo z dodatkom pirine moke je zelo aromatično in ostane dolgo sveže. Vzrok za težavnejšo peko kruha iz pirine moke je slabša kakovost lepka.



*Slika 4: Pira*



*Slika 5: Pirino zrno*

#### ♦ Rž

Uspeva v območjih z gorsko in hladno klimo (Skandinavija, Kanada).

Rž ima podobno zgradbo kot pšenica, je sivo zelene barve. Steblo je višje, listi širši, klas je členkast in ima tri klaske. Zrno je tanjše in daljše od pšeničnega. Zrna so lahko različno velika, zelene, rjave ali rumene barve. Površina je nagubana in ima brazdo. Zrno ne vsebuje lepka, vsebuje pa pentozane - sluzne snovi, ki vežejo vodo in omogočijo mesitev testa. Vsebuje nekaj več škroba in manj beljakovin ter maščob od pšeničnega zrna, od vitaminov pa predvsem B1, B2, B6, B12 in E. Uporablja se tudi za kavin nadomestek in pri proizvodnji piva kot dodatek ječmenovemu sladu.



*Slika 6: Rž*



*Slika 7: Rženo zrno*

### ♦ Triticala

Je križanec med pšenico in ržjo. Nastala je ob koncu 19. stoletja. Uspeva v skromnih razmerah in je odporna na nizke temperature. Pridelujemo jo kot krušno in krmno žito.



Slika 8: Tritikala



Slika 9: Zrna tritikale  
[www.bf.uni-lj.si/.../2719/semena\\_poljschin.htm](http://www.bf.uni-lj.si/.../2719/semena_poljschin.htm)

### □ **Nekrušna žita**

#### ♦ Ječmen

**Ozimni ječmen** potrebuje za rast skoraj tako dobre pogoje kot pšenica, **jari** pa uspeva tudi v slabši zemlji. Zrno je pokrito in zraslo s plevami in se razlikuje od pšeničnega po velikosti in obliki. Je rumene, rdečkaste ali rjave barve. Vsebuje ogljikove hidrate, maščobe in beljakovine, pa tudi precej železa, kalcija in vitamine skupine B. Ječmen uporabljamo za prehrano, krmo živine in v pivovarstvu za slad. Največ uporabljamo oluščen ječmen ali ješprenj, malo ga meljemo v moko in predelamo v kosmiče. Moka ne vsebuje lepka in jo moramo mešati s pšenično.



Slika 10: Ječmen



Slika 11: Ječmen in ječmenovi kosmiči

♦ Oves

Je nezahtevno žito in uspeva tudi v višjih legah ter v hladnejših predelih. Spada med latasta žita. Zrna so podolgovata in pokrita s plevami, ki niso zrasla. Predelujemo ga v kosmiče, ovseno kašo, le malo ga meljemo v moko. Oves ima visoko prehrabeno vrednost. Vsebuje ogljikove hidrate -- sluzne snovi in v vodi topne beljakovine -- ovein, maščobe z esencielnimi maščobnimi kislinami, v maščobah topne vitamine. V ovsu je veliko kalcija, železa in fosforja. Zaradi visoke biološke vrednosti in dobre prebavljivosti se uporablja v dietetiki.



*Slika12: Oves*



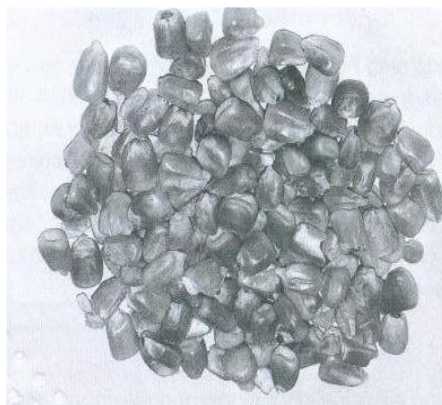
*Slika 13: Oves in ovseni kosmiči*

♦ Koruza

Domovina koruze je Mehika. Zahteva toplo podnebje in precej vlage. Klas ima obliko storža, na katerem so zrna, obdana z ličjem. Po barvi razlikujemo belo, rdečo in rumeno koruzo, po velikosti zrn pa debelo in drobnozrnatno. Glede na uporabo jo delimo na trdinko, zobanko in pokovko. Koruzno zrno vsebuje škrob, beljakovine, maščobe, magnezij, kalij, železo ter vitamina A in E. Uporabljamo jo za moko in zdrob, za proizvodnjo škroba in špirita. Koruzni kalčki vsebujejo veliko maščob, iz njih pridobivamo koruzno olje.



*Slika14: Koruza*



*Slika15: Koruzno zrno*

♦ Ajda

Domovina ajde je vzhodna Azija. Raste na ne preveč rodovitnih tleh, uspeva v severnih krajih, pri nas jo sejemo kot drugi posevek. Je žitna rastlina, ki ne spada v družino trav. Ima trirobo plodove, ki so pokriti z debelo lusko. Luska zavzema 40 % celotnega zrna. Ajda vsebuje za našo presnovo najustreznejše razmerje hranilnih snovi. Vsebuje precej lizina, lecitina, mineralov in vitaminov. Predelujemo jo v kašo in moko. Moka ne vsebuje lepka, zato jo mešamo s pšenično.



*Slika16: Ajda*



*Slika 17: Ajdino zrno*

♦ Proso

Spada med najstarejša žita. Uspeva tudi v sušnih predelih. Ima klas v obliki lata, zrno je okroglo in obdano z lusko. Vsebuje veliko ogljikovih hidratov, balastnih snovi, beljakovin, maščob in veliko vitaminov skupine B. Ugodno učinkuje na kožo, lase in nohte. Boljšo hranilno vrednost ima moka iz neoluščenega zrna.

Uporablja se za kašo, moko pa moramo mešati s pšenično.



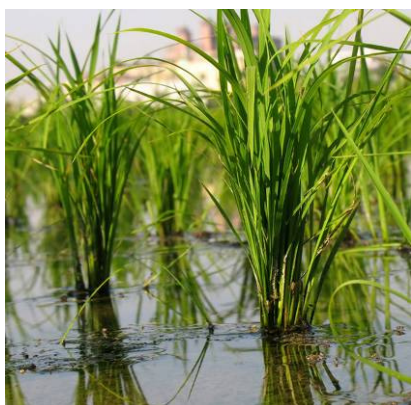
*Slika18: Proso*



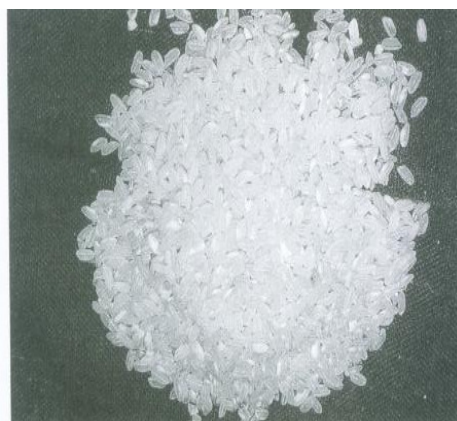
*Slika 19: Proseno zrno*

- ♦ **Riž**

Največ ga pridelajo v jugovzhodni Aziji, na Kitajskem in v Indiji. Za polovico prebivalcev sveta je najpomembnejše živilo. Riž, ki raste v vodi, zahteva toplo podnebje in veliko padavin ali umetnega namakanja. Sadike rastejo na namakalnih poljih in dosežejo tudi 1 m višine. Riž, ki raste v višjih legah, tudi do nadmorske višine 2000 m, potrebuje veliko padavin, zadostuje pa temperatura 18 0C. Ločimo kratkozrnati riž, ki je lepljiv, ter srednje in dolgozrnati riž, ki je kakovostnejši in ni lepljiv. Po žetvi riž mlatijo, luščijo, glazirajo in polirajo. Riž je lahko prebavljivo živilo, vsebuje največ škroba, neoluščen tudi vitamine B-kompleksa. Uporablja se tudi v proizvodnji škroba in špirta.



Slika20: Riž  
<en.f-url.at/PRODUKTE/RICE>



Slika 21: Oluščeni riž

- **Posebna žita**

- ♦ **Amarant**

*Amarant ali ščir je stara kulturna rastlina, ki je bila priljubljena v predkolumbovskih civilizacijah. Arheologi domnevajo, da so ga že pred pet tisoč leti gojili v združbi z bučami in paprikami. Zaradi evropskih kolonialistov, je skoraj izginila z južnoameriških polj. K sreči so andski kmetje vztrajali pri gojenju, tako da se je ohranila vse do danes, ko jo agronomi zaradi visoke hranljive vrednosti in skromnih zahtev pri pridelovanju povzdigujejo v rastlino tretjega tisočletja. Mehiški Indijanci so amarant poznali kot hrano bogov in kraljev in naj bi po njihovem verovanju podaljševal življenje. Je skrajno nezahtevna rastlina, ki uspeva v perujskih Andih na nadmorski višini nad 2000 metrov.*

Seme amaranta je drobno, okrogla zlato rumena zrnca so velika komaj en milimeter in so en sam kalček, obdan s hranili. Semena vsebujejo do 20 % beljakovin, do 6% vlaknin in 6% maščob. Imajo okus po lešnikih.

Amarant ne vsebuje glutena, zato se v zadnjih letih vse pogosteje uporablja tudi za dietetične izdelke, kot so testenine, pecivo, kaše, uporablja se v mešanicah s stročnicami in v drugi hrani. Semena zelo hitro postanejo žarka.



Slika 22: Amarant  
[www.vurv.cz/altercrop/amaranth.html](http://www.vurv.cz/altercrop/amaranth.html)



Slika 23: Zrna amaranta  
[www.purcellmountainfarms.com/Organic%20Amaran...](http://www.purcellmountainfarms.com/Organic%20Amaran...)

♦ **Kvinoja**

*Kvinoja (Chenopodium quinoa) je psevdocerealijska (psevdožito) iz družine Chenopodiaceae, ki uspeva v Andih na visoki nadmorski višini. V južnoameriških Andih Peruja, Bolivije in Ekvadorja so jo gojili že pred 5000 leti in je zagotavljala osnovno hrano prebivalcem predinkovskih in inkovske civilizacije..*

Je enoletna rastlina, dvokaličnica, ki doseže višino do 3 metrov. Seme je pred boleznimi in škodljivci zavarovano z debelim slojem saponinov, ki so rahlo toksični in se pred kuhanjem odstranijo z izpiranjem v večji količini vode.

Je bogat vir beljakovin in vsebuje 8 esencialnih aminokislin. Vsebuje tudi več železa kot druga žita ter velike količine kalija in vitamina B. Je dober vir magnezija, cinka, bakra in mangana. Vsebuje veliko dietnih vlaknin in tudi sorazmerno veliko maščob. Ker ne vsebuje glutena je primerna za brezglutensko dieto. Priporoča se pri boleznih srca in ožilja, kot dober antioksidant in za regulacijo prebave. Užiten so tudi listi, ki imajo okus, podoben špinaci.

Najprimernejša je za kuhanje, vendar se mora prej izpirati z vodo zaradi saponinov. Med kuhanjem se kalček ovije okoli semena in povzroča hrustljivo teksturo. Seme ima puhasto konsistenco in nežno, milo aromo, ki rahlo spominja na lešnike. Melje se tudi v moko in se uporablja za kruh, kekse in kolače. V deželah pridelovalkah se fermentira tudi v pivo.



Slika 24: Kvinoja  
[familyfarming.typepad.com/leisas\\_farm/](http://familyfarming.typepad.com/leisas_farm/)



Slika 25: Zrna kvinoje  
[en.wikipedia.org/wiki/Quinoa](http://en.wikipedia.org/wiki/Quinoa)

- ♦ **Kamut**

Kamut je starodavna vrsta žita. Verjetno izvira iz Egipta, ker je kamut egipčanska beseda za žito. Če ga primerjamo z ostalimi žiti, kamut vsebuje več beljakovin (med 15% - 40%), mineralov kot sta magnezij in cink, vitaminov skupine B in vitamina E in nenasičenih maščobnih kislin, vsebuje pa manj vlaknin. Je lahko prebavljiv in ga v glavnem dobro prenašajo tudi bolniki s celiakijo. Kamutova moka je največkrat polnozrnata in ima dobro hranilno vrednost.



*Slika 26: Kamut*

[www.bio-oz.com.au/ancientgrain\\_pages/kamut.htm](http://www.bio-oz.com.au/ancientgrain_pages/kamut.htm)



*Slika 27: Zrna kamuta*

[whatscookingamerica.net/CharlotteBradley/Kamut..](http://whatscookingamerica.net/CharlotteBradley/Kamut..)



### **POMNI!**

**Žita spadajo botanično med trave, razen ajde, ki je žitu podobna rastlina. Po uporabi jih delimo na krušna in nekrušna. Iz krušnih žit lahko samostojno zamesimo testo, ker vsebujejo v vodi netopne sestavine. Moko iz nekrušnih žit pa moramo mešati s krušno. Poznamo tudi posebna žita, ki se zaradi dobre hranilne vrednosti vedno bolj uveljavljajo v prehrani.**

### **PREIZKUSI SVOJE ZNANJE!**

1. Razloži pomen žita v prehrani!
2. Po katerih kriterijih delimo žita in kako?
3. Zakaj so pšenica, rž in pira krušna žita?
4. Kakšen je pomen ovsa, ječmena in ajde v prehrani?
5. Razloži pomen riža in koruze v svetovni prehrani!

**VAJA:** V  
tabelo vpiši  
lastnosti  
posameznih žit

<b>Vrsta žita</b>	<b>Značilnosti</b>	<b>Hranilna vrednost</b>	<b>Uporaba</b>
pšenica			
rž			
ječmen			
ajda			
oves			
kvinoja			

## ŽITNO ZRNO

*Ključni pojmi: zgradba žitnega zrna, hranilna vrednost žitnega zrna, fizikalne lastnosti žitnega zrna, senzorične lastnosti žitnega zrna, tehnološka kakovost žitnega zrna*

### □ Zgradba žitnega zrna

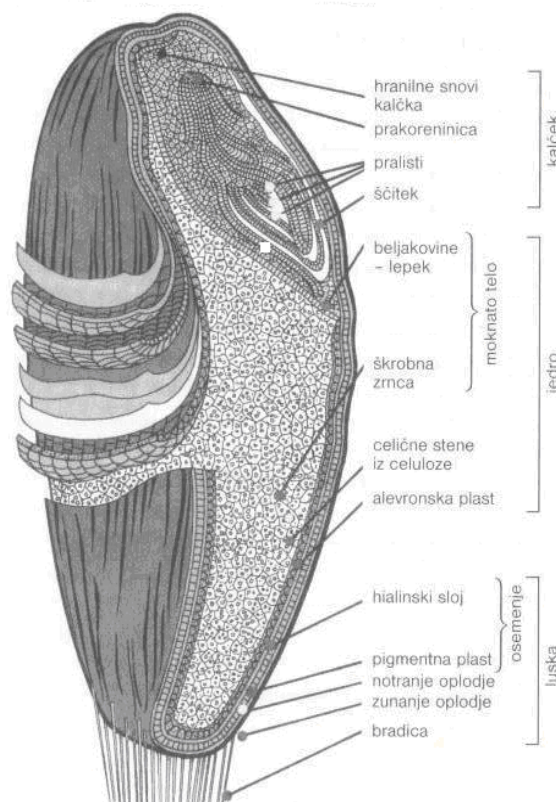
#### ◆ Zgradba zrna pšenice in rži

Žitno zrno je zgrajeno iz jedra (endosperm), luske in kalčka.

**Jedro** se deli na osrednji del, ki ga imenujemo tudi **moknato telo ali meljak**, in zunanji del ali **alevranski sloj**. Osrednji del jedra vsebuje največ škroba in beljakovin. Celice v osrednjem delu so majhne, prizmatične, imajo tanke stene in jedro. Alevranski sloj vsebuje topne beljakovine, celulozo, vitamine, minerale in encime. Celice v tem sloju so velike, z odebeljenimi stenami in nimajo jedra. Alevranski sloj tehnološko spada k luski, ker se med mletjem loči skupaj z njo. Jedro predstavlja od 79 do 84 % celotnega zrna.

**Luska** ščiti zrno pred zunanjimi vplivi. Sestavljena je iz zunanjega sloja ali **oplodja** in notranjega dela ali **osemenja**. Osemenje se deli na pigmentno plast in hialinski sloj, ki je zrasel z alevranskim. Luska predstavlja od 10 do 15 % celotnega zrna, kar je odvisno od strukture klasa, ki je lahko plevasto ali goleno. Luska vsebuje celulozo, vitamine, minerale, nekaj topnih beljakovin in encime.

**Kalček** je sestavljen iz **pralista, ščitka in prakoreninice**. Ščitek je posebna membrana, ki selektivno prepušča hranilne snovi, potrebne za rast kalčka iz jedra. Kalček vsebuje maščobe, topne beljakovine, vitamine in encime.



Shema 1: Žitno zrno

#### ◆ Zgradba zrna ječmena in koruze

**Zrno ječmena** je obdano s plevami, ki so zrasle z lusko in zaradi trdnosti ščitijo ostale dele zrna. Delež pleve je 6 do 14 %, debelina pa 150 do 250 mikrometrov. Pleva je iz treh slojev celic, od katerih se prečne celice z valovitimi membranami dokazujejo za ločevanje ječmenove moke od mok drugih žit. Pod plevo sta oplodje in osemenje zrasla skupaj. Pod njima je alevranski sloj iz treh vrst celic, pod njim pa škrobni endosperm. Kalček je sestavljen enako kot pri pšenici. Delež pleve, luske, alevranskega sloja in kalčka je od 28 do 30 %.

**Koruzno zrno** se deli v štiri dele: kapica, luska, endosperm in kalček. Kapica je ostanek organa, ki povezuje zrno s storžem. Luska je iz oplodja in osemenja. Alevranski sloj je iz ene plasti celic. Endosperm se deli na roževinasti del in moknati del. V roževinastem delu so

škrobna zrnca zbita, poliedrične oblike, vmes je tudi več beljakovin, v moknatem delu so škrobna zrna raztresena in ovalne oblike.

## □ **Fizikalne lastnosti žitnega zrna**

Te lastnosti imajo pomembno vlogo pri predelavi in čiščenju žita

### ♦ Oblika in velikost zrna

Le-ta vpliva na postopke priprave pšenice na mletje. Od razlik v velikost in oblike je odvisno ločevanje primesi od osnovnega žita in površinska obdelava. Oblika je lahko elipsasta, okrogla ali poliedrična.

### ♦ Absolutna in hektolitrška masa

Absolutna masa je masa tisočih zrn in je odvisna od velikosti in strukture zrna. Večja in zbita zrna so težja. Hektolitrška masa je masa enega hektolitra žitnih zrn izražena v kg, pri pšenici znaša 76 do 85, pri rži pa 68 do 78. Volumska masa je masa 1 m<sup>3</sup>, izražena v kg: pri pšenici se giblje od 760 do 820 kg/m<sup>3</sup>. Odvisna je od površine, oblike ter velikosti zrna, vsebnosti vlage in primesi.

### ♦ Gostota zrna

Na osnovi gostote poteka ločevanje žitnih zrn od primesi. Pokaže nam, kakšna je kemijska sestava zrn. Zrno z majhno gostoto vsebuje več maščob. Gostota se izraža v kg/dm<sup>3</sup>. Pšenično zrno ima gostoto od 1,29 do 1,32 kg/dm<sup>3</sup>.

### ♦ Zbitost, moknatost

Je strukturno fizikalna lastnost pšenice. Trda pšenica ima na prerezu roževinast izgled, pri presvetljevanju postane prosojna, žitno zrno je zbito.

Mehka pšenica je na prerezu bela, pri presvetljevanju postane temna, zrna so moknata. Lastnost je odvisna od količine beljakovin in škroba. Škrobna zrna trde pšenice so čvrsto vgrajena v notranjost celic brez medprostorov. Pri moknatih pšenicah pa so slabo povezana in imajo vmes razporejene zračne prostore. Lastnost je odvisna tudi od sorte in agroekoloških pogojev proizvodnje. Zrna trde pšenice imajo veliko mehansko odpornost, ob pritisku se lomijo in drobijo v delce pravilnih oblik, zrno se ne deformira. Zrna moknatih pšenic se lahko deformirajo, nastajajo delci nepravilnih oblik.

## □ **Senzorične lastnosti žitnega zrna**

### ♦ Barva

Barva normalno zrelega žita je značilna za vsako vrsto in sorto žita. Giblje se od voščene do temnorjave. Če barva odstopa od značilne, pomeni, da so nastale spremembe na površini ali v notranjosti žitnega zrna. Sprememba barve je lahko posledica določenih bolezni v času

dozorevanja ali skladiščenja. Barva je lahko tudi posledica nepravilnega dozorevanja, pri čemer barvila ne nastajajo v zadostni meri.

- ♦ Vonj

Vsako žito ima značilen vonj, zdravo dozorelo žito ima vonj, podoben slami, zrno polegla pšenice ima vonj zemlje in prsti zaradi bakterij, ki se prenašajo na kruh in povzročajo nitkavost. Do spremembe vonja pride tudi, če se skladišči prevlažno žito.

- ♦ Okus

Je značilen, nevtralen po škrobu. Spremembe nastanejo iz istih vzrokov kot spremembe vonja. Žarek in kisel okus povzroča razgradnja organskih snovi. Sladek okus pa se pojavi pri zmrznjenem žitu.

- **Tehnološka kakovost pšenice**

Ugotavlja se na osnovi tehnoloških lastnosti za predelavo - **meljivost** in uporabne vrednosti mlevskih izdelkov - **pecilnost**.

- ♦ Meljivost

Pove nam koliko dobimo iz žita moka želene kakovosti, kar je odvisno od povezanosti luske in kalčka z jedrom in od strukturno mehanskih lastnosti anatomskih delov zrna. Če je povezanost slabša, razlika v strukturno mehanskih lastnostih pa večja, je meljivost dobra. Posamezni anatomski deli se med mletjem lahko ločijo. Pri pšenici, ki se težko melje, je potrebno večkratno ponavljanje in pazljivo spuščanje delcev skozi valje, da ne pride do nezaželenega drobljenja luske. Meljivost se ugotavlja z laboratorijskim mletjem. Žito se melje v treh stopnjah. V prvi dobimo 52 % moka, v drugi 60-65 % in v tretji do 79 %. Količina moka ni popolno merilo, ker ta moka vsebuje večji ali manjši delež luske.

Zato se ugotavlja koeficient mletja, ki pokaže stopnjo ločenja luske od jedra.

Izračunamo ga:

$$Q_m = \frac{Q_{pm}}{Q_{pž}} \cdot Q_m \cdot 100\%$$

$Q_{pm}$  - količina pepela v moki

$Q_{pž}$  - količina pepela v žitu

$Q_m$  - količina moka

♦ Pecilnost

Ugotavlja se s poskusno peko v laboratorijih. Poleg kakovosti končnih izdelkov se ugotavljajo tudi lastnosti testa, ki jih ugotavljamo s kemijskimi in reološkimi metodami. Določa se količina vode, mineralov ter količina in kakovost lepka.

Reološke lastnosti merimo s posebnimi napravami:

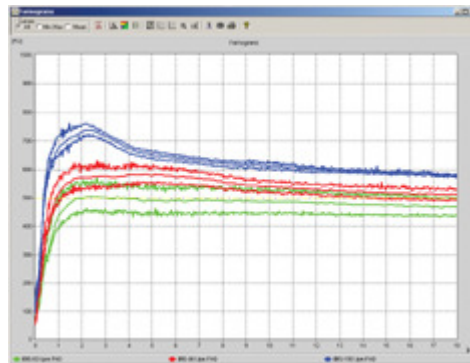
- *farinograf*
- *ekstenzograf*
- *alveograf*
- *amilograf*

Z njimi merimo fizikalne in kemijske količine: mehansko delo in čas za obdelavo testa, kemijsko sestavo in aktivnost encimov.

**Farinograf** meri konsistenco testa v 15 minutah, odpor proti gnetenju, ki ga ustvari testo. Graf nam da krivuljo, ki beleži spremembo konsistencije testa



*Slika28: Farinograf*  
[www.vscht.cz/sch/www321/13S.htm](http://www.vscht.cz/sch/www321/13S.htm)



*Diagram 1: Farinogram*  
[www.cwbrabender.com/FoodMixers.html](http://www.cwbrabender.com/FoodMixers.html)

**Ekstenzograf** je naprava, s katero merimo raztegljivost testa in odpor na raztezanje. Med raztezanjem odpor raste, doseže neko maksimalno vrednost, nato pada.



Slika 29: Ekstenzograf  
[www.vscht.cz/sch/www321/13S.htm](http://www.vscht.cz/sch/www321/13S.htm)



Diagram 2: Ekstenzogram  
[www.cwbrabender.com/ExtensographE.html](http://www.cwbrabender.com/ExtensographE.html)

**Alveograf** pokaže tvorbo zračnega mehurja in pritisk zraka v testu. Velik pritisk in majhna prostornina označujeta moko z neelastičnim lepkom, majhen pritisk in velika prostornina pa moko s slabim elastičnim lepkom.



Slika30: Alveograf

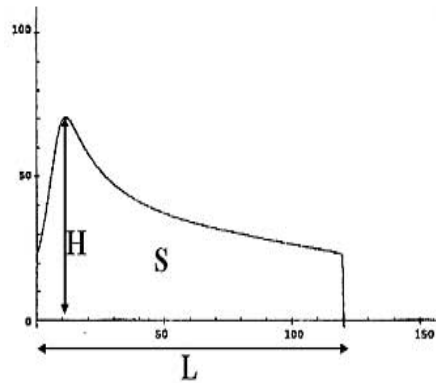


Diagram 3: Alveogram

**Amilograf** meri viskoznost suspenzije moke in pokaže, kakšna je njena amilolitična aktivnost.



Slika 31: Amilograf  
[www.brabender.com/93.98.html](http://www.brabender.com/93.98.html)

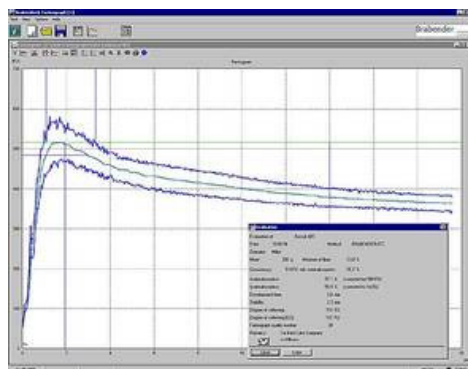


Diagram 4: Amilogram  
[www.vfg.or.at/einrichtungen.htm](http://www.vfg.or.at/einrichtungen.htm)

### **POMNI!**

Žitno zrno se deli na jedro, lusko in kalček, vsak del ima značilno kemijsko sestavo in hranilno vrednost, lastnosti moke so odvisne od deleža posameznih delov žitnega zrna.

Pri žitu določamo tudi njegove fizikalne in senzorične lastnosti, ki nam pokažejo kakovost žita. Tehnološko kakovost žita določamo z meljivostjo in pecilnostjo, ki se najlažje ugotavlja z reološko analizo žita.

### **PREIZKUSI SVOJE ZNANJE!**

1. Razloži kako se delijo posamezni deli žitnega zrna!
2. Razloži hranilno vrednost posameznega dela žitnega zrna!
3. Analiziraj pomen kemijske sestave žita v njegovi predelavi!
4. Opiši pomen fizikalnih lastnosti žita!
5. Kakšne so ustrezne senzorične lastnosti žita?
6. Razloži pojma meljivost in pecilnost žita!



**VAJA!**

V katerem delu žitnega zrna prevladujejo našteje hranilne snovi?

Hranilna snov	Del žitnega zrna
Celuloza	
Škrob	
Mineralne snovi	
Netopne beljakovine	
Maščobe	
Encimi	

## SKLADIŠČENJE ŽITA

**Ključni pojmi:** skladiščenje žita, spremembe med skladiščenjem, žitna skladišča, pogoji skladiščenja, bolezni žit, škodljivci žit

Moderna tehnika skladiščenja omogoča, da ostane žito nespremenjeno tudi več let. Tako lahko uravnamo razlike med dobro in slabo žetvijo. V mlinih skladiščijo po žetvi velike količine in si tako zagotovijo ugodne cene pri nakupu in enakomerno kakovost izdelkov. Pred skladiščenjem v silosu žito očistijo in posušijo na 14 % vlage. Pogoji skladiščenja morajo biti nespremenjeni (temperatura, vlaga, pritisk). Žito se redno zrači in meša.

### □ **Procesi in pogoji skladiščenja žita**

#### ♦ Biokemijski procesi v žitu med skladiščenjem

Zrno je po žetvi živ organizem, v katerem potekajo biokemijske spremembe pod določenimi pogoji. Ti pogoji so vlažnost, temperatura in prisotnost kisika. Preveč intenzivni procesi povzročajo segrevanje in slabšo kakovost žita.

Visokomolekularne organske spojine se razgradijo v nizkomolekularne, sprošča se toplota. Najbolj intenzivno poteka dihanje. Sladkorji se ob prisotnosti kisika razgradijo v ogljikov dioksid, vodo, sprošča se toplota. Če kisika ni dovolj, poteka vrenje, nastajata alkohol in ogljikov dioksid, sprosti se tudi toplota. Intenzivnost procesov je odvisna od vlažnosti in temperature. Če je vlaga nižja od kritične, potekajo biokemijski procesi počasneje in ne vplivajo na kakovost žita.

Kritična količina vlage je tista količina, ki jo žito še lahko vsebuje, da med daljšim skladiščenjem ne pride do kvarjenja (14-15 %).

Suho zrno vsebuje manj vlage od kritične in se ne pokvari med skladiščenjem. Pri srednje suhem (14-15 % vode) se intenzivnost dihanja poveča 2 do 4 krat, zrno je izpostavljeno biokemijski razgradnji, delovanju mikroorganizmov in insektov. Med skladiščenjem je potrebno zračenje in hlajenje.

Pri vlažnem zrnu (15,5 do 17 % vlage) se intenzivnost dihanja poveča 4 do 8 krat, v zrnu poteka intenzivna razgradnja, sprošča se veliko toplote. Potrebno je sušenje pod kritično količino vlage.

#### ♦ Mikrobiološki procesi med skladiščenjem

Na površini zrna se nahajajo različni mikroorganizmi.

Delimo jih v:

- saprofitne - napadajo poškodovana, odmrla, gnila zrna,
- fitopatogene - povzročajo različne bolezni rastline in zrna, z žitom se prenesejo v skladišče in se razmnožujejo,
- patogene - na njihov razvoj vplivajo vlažnost, temperatura, kisik, primesi, čistoča površine.

- ♦ Pogoji skladiščenja

Ugodni pogoji za skladiščenje so ko se zrno med skladiščenjem ne spremeni veliko.

Optimalni pogoji skladiščenja:

- temperatura do 20 °C
- relativna vlaga do 70 %
- kritična količina vlage do 14 %
- dostop zraka

Optimalne pogoje skladiščenja lahko dosežemo tudi s postopkom sušenja, zračenja, hlajenja ali s skladiščenjem v kontrolirani atmosferi.

- ♦ Preprečevanje nezaželenih sprememb med skladiščenjem žita

### Sušenje

Je najstarejši način konzerviranja žita. V mlinih največ uporabljajo vertikalne sušilnice z direktnim ali indirektnim načinom sušenja. Vlažno očiščeno zrno potuje s pomočjo elevatorja do vhoda v sušilnico, na vhodu prehaja skozi sito, da se odstranijo primesi.

Nekatere sušilnice imajo pod sitom grelnik, kjer se zrno segreje preden pride v cono sušenja. V sušilnico se dovaja preko kanalov segreti zrak in zmes plinov, ki se razporedijo po celotni višini sušilnika. Po sušenju se žito hladi in transportira do skladišča.

Režimi sušenja:

Pšenica s slabšo kakovostjo lepka prenese višje temperature sušenja (60 °C), ki celo izboljšajo kakovost. Pšenice s srednje dobrim lepkom se sušijo pri 50 °C, z dobrim lepkom pa pri 45 °C.

Koruza za proizvodnjo kosmičev in drugih prehranskih izdelkov se segreje do 30 °C, koruza za predelavo v škrob pa do 45 °C. Temperature sušenja ostalih žit so enake kot pri pšenici, razen pri rižu (do 35 °C).

### Aktivna ventilacija

Skozi žito potuje tok zraka, ki je lahko navlažen. Razlika med sušenjem in aktivno ventilacijo je v hitrosti kroženja in temperaturi zraka. Pri aktivni ventilaciji je hitrost zraka večja, temperatura pa nižja. Potrebno je zagotoviti določeno količino zraka na enoto žitne mase. Aktivna ventilacija je lahko preventiva ali intervencija s katero se odstrani žarišče segrevanja. Opremo za ventilacijo sestavljata ventilator in sistem kanalov za deljenje zraka.

### Hlajenje

Je način konzerviranja med skladiščenjem. Prednosti:

- ne preide do samosegrevanja,
- biokemijski in mikrobiološki procesi so zmanjšani na minimum,
- zaščita pred škodljivci,
- prihranek energije,
- boljši izkoristek prostora.

Zrno, ki vsebuje do 16 % vlage, se lahko popolnoma zaščiti pred samosegrevanjem. Uporablja se v mlinski predelavi, za proizvodnjo krme in v industriji škroba.

## Skladiščenje v inertni atmosferi

Ta se uporablja skupaj s sušenjem in hlajenjem, redko kot edini način zaščite. Žito, ki vsebuje do 20 % vlage, se lahko obdrži pri 20 °C do 13 mesecev.

- ♦ Vrste skladišč

### Silosi

So najbolj razširjena skladišča. Silos je kompleksen industrijski objekt, opremljen z vso mehanizacijo za žito. Sestavljen je iz celic, strojne hiše in vsipnih jaškov. V sklopu silosa so tudi sušilnice.

Celice so lahko okrogle, kvadratne in šestkotne. Največkrat so okrogle iz cilindričnega dela z zgornjo ploščo in lijaka z izhodno odprtino. Premer celic je 5-8 m, višina 20-40 m. Celica se polni skozi zgornjo odprtino, ki je na sredini. Med polnjenje se zrno samo sortira.

Več celic sestavlja baterijo celic, razporejene so na različne načine najpogostejše v vrstah, kjer se med štirimi celicami tvori zvezda.

Celice so iz armiranega betona ali jekla, material mora imeti dobre termoizolacijske lastnosti.

Podsilosni prostor je namenjen namestitvi horizontalnih transporterjev.

Strojna hiša je večetažni stolp, v katerem je oprema so čiščenje, pretočne celice, cevovodi, komandna miza z razdelilno omaro in ostala tehnološka oprema.



*Slika32: Silosi*

[www.virovitica.net/.../4096/](http://www.virovitica.net/.../4096/)



*Slika 33: Oprema silosa*

[www.virovitica.net/.../4096/](http://www.virovitica.net/.../4096/)



*Slika 34: Silosi in oprema mlina*

[www.mollet-gmbh.de/content/view/105/126/lang,de](http://www.mollet-gmbh.de/content/view/105/126/lang,de)

### **Podna skladišča**

So leseni ali betonski prostori, v katere nasujejo žito do določene višine. Skladišča morajo biti izolirana in suha, stene iz trdnega materiala, da zdržijo pritiske.

Danes izgubljajo svoj pomen. Vzrok je neekonomičnost, veliko ročnega dela in slaba zaščita pred kvarom. Z uvajanjem aktivne ventilacije in delne mehanizacije so te pomanjkljivosti delno odpravljene.

#### ♦ **Oprema v skladiščih**

Sem spadajo razni transporterji, stroji za čiščenje, naprave za aspiracijo, naprave za merjenje temperature, vlage in tehtnice.

**Elevatorji** so za vertikalni transport v silosih in skladiščih. Sestavljeni so iz glave elevatorja, nog elevatorja, brezkončnega traku, na katerem so v določenih razmakih pritrjene posodice (peharji, korci), in ohišja. Vhod in izhod materiala je na enem mestu. Material zaostaja v napravi.



*Slika35: Elevator*

[www.conveyorindia.com/bucket\\_elevators.htm](http://www.conveyorindia.com/bucket_elevators.htm)

**Verižni transporterji** se uporabljajo za vodoravni transport, transport pod kotom in tudi navpični transport. Sestavljeni so iz korita, po katerem potuje transportna veriga, ter pogonskega in napenjalnega verižnika. Vhod materiala je lahko na več mestih, prav tako izhod, material zaostaja v napravi.



*Slika 36: Verižni transporter*  
[www.directindustry.de/.../foerderer-61566.htm](http://www.directindustry.de/.../foerderer-61566.htm)

**Tračni prenosniki** se uporabljajo za vodoravni transport in transport pod kotom. Sestavljeni so iz brezkončnega traku, ki teče preko dveh bobnov: pogonskega in menjalnega. Trak je iz gumirane tkanine in se premika s pomočjo valjčkov. Dotok materiala za transport je na kateremkoli mestu, prav tako izhod.



*Slika37: Tračni prenosniki*  
[www.maharashtradiirectory.com/Catalogue/materi](http://www.maharashtradiirectory.com/Catalogue/materi)

**Polžni transporterji** se uporabljajo za vodoravni transport. Zaradi manjših kapacitet in lomljenja zrn je njihova uporaba manj pogosta. Sestavljeni so iz korita, v katerem se nahaja os z osnimi nastavki, pogona in ležajev. Osni nastavki so različnih oblik, glede na namen uporabe. Vhod materiala je na več mestih, prav tako izhod.



*Slika 38: Polžni transporter*  
[www.tschuda.at/?tg=14001de](http://www.tschuda.at/?tg=14001de)

## ŠKODLJIVCI IN BOLEZNI ŽIT

### ▣ **Žitni škodljivci**

#### ♦ Črni žitni žužek (*Sitophilus granarius*)

Črni žitni žužek je precej razširjen v Sloveniji, zlasti v podnih skladiščih. Spada med primarne škodljivce, ki se neposredno hranijo in razvijajo na uskladiščenem žitu. Črni žitni žužek se hrani z različnimi vrstami žita (pšenica, ječmen, rž, oves, koruza, izjemoma riž, ajda, testenine itn.). Odrasli hroščki objedajo zrnje od zunaj, ličinke, ki se razvijajo v žitnih zrnih, poškodujejo zrnje od znotraj. Napadeno žito je zatoхло, hroščki povečajo vlago in povzročajo segrevanje zrnja. Od črnega žitnega žužka napadena zrna lahko včasih napadejo še drugi (sekundarni) škodljivci. Moka iz napadenega zrnja je slabše kakovosti in manj primerna za peko.



Slika 39: Žitni žužek

#### ♦ Rdeči žitni strgač (*Oulema melanopus*)

Žitni strgač spada med najhujše škodljivce žit v Sloveniji. Škodo povzročajo ličinke, ki delajo značilne poškodbe (izgrizene proge) na listih. Žita od daleč izgledajo, kot da zorijo. Strgač se na poljih pojavi v otokih, iz katerih se širi na vse strani.

#### ♦ Žitna stenica

Žitna stenica povzroči na površini zrna črne pike z belimi obročki. Stenice izsesajo iz zrna hranilne snovi, v notranjost pa spustijo svojo škodljivo slino. Zaradi poškodbe beljakovin in škroba je moka slabe kakovosti, če je okuženega več kot 2 % žita, moka ni več uporabna za peko.



Slika 40: Žitna stenica

### ▣ **Bolezni žit**

#### ♦ Žitna pepelovka (*Blumeria graminis*)

Pepelovke so postale pri intenzivnem pridelovanju žit zelo nevarna bolezen. Najprej se okužijo spodnji listi žita, kar se kaže v obliki belkasto sivih blazinic, pokritih z micelijem. Če se bolezen razširi na spodnje liste, je asimilacijska sposobnost rastline zmanjšana, kar se kasneje pozna tudi na pridelku.



Slika 41: Žitna pepelovka  
[www.kis.si/pls/kis/!kis.web](http://www.kis.si/pls/kis/!kis.web)

- ♦ *Fuzarioze (Fusarium spp.)*

S fuzariozo se lahko okužijo žitni klasi, predvsem ko je med cvetenjem in mlečno zrelostjo vreme toplo in vlažno. Na klasih se pojavi neobičajna rožnata barva. Zrna ostanejo prazna, zaradi česar se zmanjša pridelek.

- ♦ *Žitna progasta rja (Puccinia graminis)*

Rja se pojavi predvsem na listih in steblih vseh žit. Pojav ni odvisen od temperature, ugodno pa nanj vpliva visoka zračna vlaga. Bolezen povzroča rane oziroma luknjice na listih. Zaradi tega je močno povečana transpiracija, kar vodi do prehitrega sušenja in odmiranja listja. To je poleg zmanjšane asimilacije glavni vzrok za nižje pridelke, ki jih povzročajo rje.

- ♦ *Rženi rožiček (Claviceps purpurea)*

Rženi rožički, glavnica, škrlatno rdeča glavnica, stari kruh, vse to so imena za *Claviceps purpurea*. Ime izvira od latinskega clova - glavnica, kij, bat - zaradi oblike poganjkov in »Purpureus« - rdeč.

Spada med zajedavske glive. Zajeda trave, največkrat rž. Na klasu nastane temno vijolična tvorba v obliki rožička, trda kot rog. Dozori istočasno s klasjem rži. Rožiček pade na zemljo in prezimi. Spomladi požene rdeče pecljate glavice, v katerih so trosi. Ti spet okužijo cvetove rži. Namesto zrna se na plodnici razvije micelij glive, ki vedno bolj raste in na koncu otrdi.

Povzroča »žitno božjast«, krčenje mišic, blaznost in celo smrt, tako pri ljudeh kot pri živini. Znaki zastrupitve: bolečine v glavi, silna žeja, bruhanje, bolečine v trebuhu, nemir, tresenje. Po daljšem uživanju postajajo roke, noge, nos črni - odmiranje.



Slika 42: Rženi rožiček

[os-gorje.s5.net/.../os\\_sma\\_tuhinj/rozi\\_zimze.htm](http://os-gorje.s5.net/.../os_sma_tuhinj/rozi_zimze.htm)



### **POMNI!**

Žito med skladiščenjem še vedno diha oz. dozoreva. Ob ustreznih pogojih skladiščenja se lastnosti žita lahko še celo izboljšajo. Ob neustreznih pogojih pa se žito lahko tudi pokvari zaradi gnitja, alkoholnega in mlečno kislinskega vrenja. Žito skladiščimo v podnih skladiščih ali silosih. Žito lahko že med zorenjem ali v skladiščih napadejo različni škodljivci ali bolezni.

### **PREIZKUSI SVOJE ZNANJE!**

1. Navedi in opredeli pomen ustreznih pogojev skladiščenja žita!
2. Kateri procesi potekajo v žitu med skladiščenjem, kako vplivajo na kakovost žita ?
3. Analiziraj postopke za preprečevanje nezaželenih sprememb med skladiščenjem žita!
4. Primerjaj potek skladiščenja žita v podnih skladiščih in silosih!
5. Kateri škodljivci in bolezni se pojavljajo na žitu, kaj povzročajo?

**VAJA:** Navedi spremembe in pogoje skladiščenja žita, vrste skladišč, bolezni in škodljivce žita

Spremembe med skladiščenjem žita	Optimalni pogoji skladiščenja žita	Vrste skladišč	Bolezni žit	Škodljivci žit

## MLETJE ŽIT

*Ključni pojmi: črno čiščenje žita, površinska obdelava žita, kondicioniranje, selektivno drobljenje in sejanje, produkti mletja, diagram mletja*

### □ Čiščenje in priprava žita ne mletje

#### ◆ Grobo ( črno) čiščenje

Primesi v žitu moramo skrbno odstraniti, kljub izpopoljnjeni tehniki odstranjevanja pa jih ostane še 0,25 %. V tej stopnji ločimo primesi, ki pridejo v žito med žetvijo in transportom. Povprečno jih je 5 %. Način čiščenja je odvisen od oblike, velikosti, površinskih lastnosti žita, specifične teže, hitrosti lebdenja v zraku in vodi. Te lastnosti omogočajo uporabo fizikalno-mehanskih postopkov pri čiščenju.

Primesi so lahko:

- *strupene (rženi rožiček, pleveli),*
- *nehigienske (umazanija in odpadki škodljivcev),*
- *neprebavljive (kovinski in železni delci),*
- *nosilci tujih vonjev in okusov (česen, gorčica).*

Po izvoru so primesi:

- *tujega izvora (deli klasa, slame, železo, kamenje...),*
- *zrna drugih žit,*
- *poškodovana zrna.*

### Naprave za čiščenje

Naprave so: sita, mlinski aspirator, trierji, koncentradorji, magneti, aspiracijske komore.

## Sita

Imajo podolgovate ali okrogle odprtine. Na njih se ločijo primesi, ki se od osnovnega žita razlikujejo po debelini (primesi ostanejo na situ). Primesi, ki so enake debeline kot žito, se ločijo na sitih z okroglimi odprtinami.



Slika 43: Sita

<http://www.muehle-heiligenrode.de/msichter.htm>

## Trierji

Odstranijo semena plevelov in drugih žit na osnovi razlik v obliki žitnih zrn in plevelov.

- *cilindrični*

Na njih se ločijo okrogle primesi. Delovno površino tvorijo vdolbine – alveole, v katere padajo vsa zrna. Okroglata se zadržijo najdlje, ko pridejo v določen položaj, padejo iz alveol v korito.

- *spiralni*

Z njimi delimo primesi iz cilindričnih trierjev. Okrogle primesi potujejo proti obodu, zlomljena zrna pa ostanejo ob osi navpične spirale.



Slika 44: Trier

[www.muehle-heiligenrode.de/mtrieur.htm](http://www.muehle-heiligenrode.de/mtrieur.htm)

## Mlinski aspirator

Odstrani prah, kamenje, umazanijo in kovine s sejanjem, aspiracijo in magneti. Je naprava, na kateri se ločijo velike, drobne in lahke primesi. Klasični aspirator je iz dveh sit, na prvem se ločijo velike in grobe primesi, ki so večje od 6 mm, to sito ima okrogle odprtine. Na drugem situ, ki ima podolgovate odprtine se ločijo drobne primesi, ki so manjše od 2 mm. Očiščeno zrno ostane na situ, lahke primesi se ločijo v toku zraka in se usedajo v posebnih komorah (ciklonih). V sodobnih aspiratorjih se posebej ločijo velike in grobe primesi.



Slika 45: Mlinski aspirator

<http://www.muehle-heiligenrode.de/maspi.htm>

## Aspiracijska komora

Za ločevanje primesi se izkorišča razlika v aerodinamičnih lastnostih, lahko je samostojna ali del mlinskega aspiratorja. Sestavljena je iz vsipnega jaška z vibracijsko transportno napravo in zračnega kanala. Separacijska zmes se z vibracijsko napravo razporedi po celotni dolžini kanala, kjer naleti na tok zraka. To odnaša lahke delce. Z napravo odstranjujejo lahke primesi.

### ♦ Površinska obdelava (belo čiščenje)

Z glavnim ali belim čiščenjem odstranimo kalček, bradico in olesenele dele luske. Kontaminacija s strupenimi pesticidi, klorovimi ogljikovodiki in težkimi kovinami je posebno velika na zunanjih delih luske žitnega zrna. Postopki površinske obdelave so:

- drgnjenje
- ščetkanje
- luščenje
- pranje

Pri **drgnjenju** se žito izpostavi trenju ob hrapavo površino. S površine se tako odstranijo nečistoče, bradica in deli kalčka. Odstranjene delce odnaša tok zraka.

Pri drgnjenju ostanejo na zrnju delci epitela in mineralnih nečistoč.

Zato žito obdelamo s **ščetkanjem**. Naprava je sestavljena iz rotorja z nosilci ščetk, transportnih letev in rotirajočega bobna in ohišja. Zrnje pada v rotirajoči boben, kjer se v prehodu s pomočjo ščetk odstranijo nečistoče.



Slika 46: Naprava za ščetkanje  
<http://www.muehle-heiligenrode.de/mbuerst.htm>

Z **luščenjem** se delno ali popolnoma loči luska od jedra. Naprave s pritiskom in zvijanjem ločijo lusko. Valji se z različno hitrostjo obračajo v isto smer. Kadar je luska močno zrasla z jedrom, jo lahko ločijo z udarjanjem ob hrapavo površino.



Slika 47: Luščilnica  
<http://www.muehle-heiligenrode.de/mschael.htm>

S **pranjem** odstranimo primesi, zrnje pa vpija vodo. Težji delci se usedajo, lažji pa ostanejo v pretoku. Naprava za pranje je iz vodoravne kadi, v kateri se zrnje pere, navpične centrifuge, v kateri se s površine odstrani odvečna voda. Količina pepela se s pranjem zmanjša. Med pranjem pride do absorpcije vode, zato je potrebno žito naknadno sušiti.

#### ♦ Kondicioniranje

Kondicioniranje je obdelava žita z vodo in toploto. Žito namakamo, da zvišamo količino vlage in se pri mletju kalček in luska lažje ločita od jedra. Luska in kalček nabrekata, jedro pa postane krhko. Olesenela luska izgubi krhkost, postane trda in žilava. Pri mletju tvori večje otrobnate delce, ki se ne drobijo in se lažje ločijo. Kondicioniranje je lahko:

- hladno ( s hladno vod 2-3 dni),
- toplo (s toplo vod nekaj ur),
- hitro( s paro nekaj sekund).

## □ **Selektivno drobljenje in sejanje - mletje**

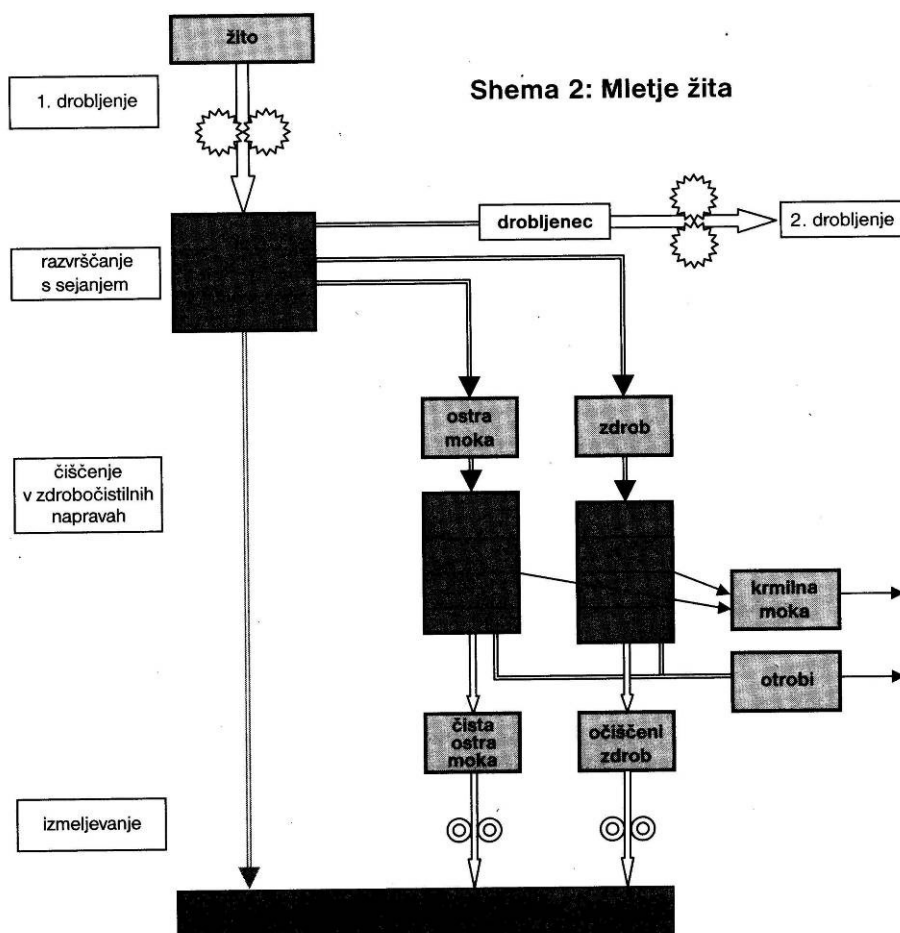
Mletje je postopek izmeničnega drobljenja in sejanja, pri čemer dobimo produkte mletja (moka, zdrob, otrobi). Najprej se drobi jedro, s sejanjem ločimo moko in zdrob. Luska, ki je elastična in žilava se s sejanjem loči kot presevek v obliki luske.

Drobljenec dobimo z direktnim, enostopenjskim mletjem. Pri mletju žita v moko pa moramo delce luske skrbno ločiti od jedra. Zaradi brazde žitnega zrna tega ne dosežemo direktno, ampak v več stopnjah ali pasažah. Postopek mletja je sestavljen iz pazljivega drobljenja notranje vsebine zrna na veliko grobih delcev. Nato pa z vedno bolj finim drobljenjem teh delcev izločimo moko s sejanjem. Na koncu dobimo moko na eni strani in delce lusk (otrobe) na drugi. Pšenično moko dobimo v stopnjah ali pasažah mletja. Organizacijski načrt, po katerem pridobivamo moko, se imenuje **diagram mletja**.

Pri mletju rži se luska težko loči od jedra, zato ržene moke ne dobimo preko zdrobov in ostrih mok, ampak z direktnim mletjem. Tako dobimo moko, ki je bogata z otrobi. Razdalja med valji je že v začetku mletja majhna. Postopek imenujemo **nizko ali mokno mletje**.

*Postopek mletja* delimo na:

- *drobljenje in razvrščanje drobljenca, pri katerem se predela celo zrno,*
- *čiščenje zdroba,*
- *mletje okrajkov,*
- *drobljenje (razvrščanje) zdroba, pri katerem previdno drobimo zdrob in ostro moko in pri tem ločimo delce luske, ki se držijo,*
- *izmeljavo, pri kateri zdrob in ostro moko meljemo v gladko moko.*



#### ♦ Drobljenje in razvrščanje drobljenca

Drobljenje je prva stopnja v postopku mletja. Poteka na petih ali šestih drobilcih (pari nazobčanih valjev). S sejanjem ločimo drobljenec, ki ostane na situ, premera 1 mm, grobi, srednji in drobni zdrob, otrobe in moko.

Na drugi drobilec prehaja drobljenec iz prvega drobilca in se po drobljenju loči na enako število frakcij in po istem sistemu kot na prvem drobilcu. Moka drugega drobilca je svetlejša in boljše kakovosti.

Na tretjem drobilcu se luska in jedro ločita najbolj popolno. Na tretjem drobilcu skoraj ne ostane več drobljenca in pšenice dobre kakovosti ni potrebno več drobiti. Moka tretjega drobilca je najboljše kakovosti.

V večini primerov se s petim drobljenjem postopek konča, kadar pa želimo dobiti visoko stopnjo izmeljave, predvsem kadar meljemo žito s slabimi mlevskimi lastnostmi, moramo vključiti še šesto drobljenje.

V modernih mlinih v fazi drobljenja uporabljajo stresalce otrobov. Z otrobov stresajo zaostale delce jedra, ki po sejanju ostanejo na planskih sitih. Postavljeni so za tretjim, četrtem in petim drobilcem.

Produkti drobljenja so:

#### **1. drobilec**

- *drobljenec ostane na situ velikosti 1mm*
- *grobni zdrob (0,6 – 1 mm)*
- *srednji zdrob (0,4 – 0,6 mm)*
- *drobni zdrob (0,32 – 0,4 mm)*
- *okrajki*
- *moka*

#### **2. drobilec**

- *drobljenec iz prvega drobilca*
- *produkti drugega drobljenja se razdelijo tako kot po prvem drobljenju*

#### **3. drobilec**

- *drobljenec iz 2. drobilca, moka je najboljše kakovosti*

#### ♦ Čiščenje zdroma

Pri mletju rži in moknatih pšenic postopek ni potreben.

Poteka na zdromočistilnih napravah.

Produkti:

- *podsevek* – očiščeni zdrob, vsebuje največji delež jedra, uporablja se za konzumni zdrob ali se melje v moko,
- *presevek* – večji delci luske, ki se meljejo na mlinih za okrajke ( otrobi),
- *prelet* – delci luske ( otrobi),
- *odlet* – lahki delci, ki se usedajo v filtru aspiracijske komore.



#### ♦ Drobljenje- razvrščanje zdroba

Očiščeni zdrob se drobi na drobilcih zdroba (fino žlebljeni valji).

Grobi zdrob na prvem drobilcu, srednji zdrob na drugem, drobni zdrob na tretjem.

Produkti:

- *zdrob, ki se ponovno čisti,*
- *čisti zdrob, ki se melje v moko,*
- *moka.*

#### ♦ Izmeljevanje

Zdrob se melje na gladkih valjih. Postopek vključuje 6 –9 mletij. Produkti se razvrstijo:

- *zgornji prehod* (deli luske, ki se meljejo na zadnjih valjih)
- *delci večji od 0,16 mm*, ki se meljejo na naslednjem paru valjev,
- *moka.*

#### □ Naprave za drobljenje in sejanje

Drobljenje poteka na nazobčanih valjih, mletje pa na gladkih. Moko dobimo z večkratnim drobljenjem, sejanjem, izločevanjem in izmeljavo.

Za drobljenje uporabljamo danes valjčne mline, v katerih se žito reže na nazobčanih valjih, tako da se delci luske in moka lahko ločijo. Zaradi različne hitrosti obračanja ima prvi valj prednost pred drugim in zato delujeta kot rezilo škarij.

V planskih sitih se padajoči delci ločijo zaradi različnih velikosti. Padajoča ostra moka in zdrobi se ločijo v čistilnih napravah v toku zraka. Grobozrnati zdrob in ostre moke se meljejo na gladkih valjih v moko zelene ostrine.



*Slika 48: Valjčni mlini*

<http://www.muehle-heiligenrode.de/mstuhl.htm>



*Slika 49: Elevator*

<http://www.muehle-heiligenrode.de/melevat.htm>

## □ Lastnosti in uporaba moke različne kakovosti

Drobljenec in moko lahko dobimo z direktnim mletjem ali z mešanjem mok iz posameznih pasaž mletja. V mlinih sestavijo posamezne pasažne moke v mešalnikih. Pri tem mora posamezen tip vsebovati predpisano količino pepela. Moka mora imeti dobre pecilne lastnosti. Za izboljšanje lahko dodamo tudi aditive (sladno moko in askorbinsko kislino – vitamin C). Proizvajalci zahtevajo za različne izdelke moko z optimalnimi lastnostmi.

### ♦ Delež in lastnosti pasažnih mok

Pri **drobljenju** dobimo 18 % moke. Moka prvega drobilca je tehnološko slabe kakovosti, moka drugega in tretjega drobilca je boljša, moka zadnjih drobilcev je slabe kakovosti. Pri **mletju zdroba** dobimo 22 % moke iz vseh delov jedra, je dobre kakovosti. Pri dokončnem mletju dobimo 32 % moke, moka zadnjih izmeljav je slabe kakovosti.

### ♦ Produkti mletja

**Pri mletju dobimo vmesne in končne produkte:**

- **moka** ima velikost delcev 50-125 mikrometrov in je vedno v obliki prašnatih delcev,
- **zdrob** je sestavljen iz največjih delcev jedra z velikostjo 200-250 mikrometrov (razlikujemo grobi, srednji in fini zdrob) in daje na otip peskast občutek,
- **ostre moke** imajo velikost delcev 100-200 mikrometrov, ki jih tudi občutimo z otipom,
- **podsevek** predstavljajo delci jedra, ki se ga držijo še delci luske in se čisti v zdrobočistilnih strojih,
- **presevek** vsebuje predvsem lusko in se melje v okrajke, iz katerih dobimo otrobe,
- **prehod** so veliki delci žitnega zrna, ki zahtevajo ponovno drobljenje,
- **drobljenec** je iz neenakomerno velikih delcev očiščenih zrn.



Slika 50: Pšenična moka, zdrob, kosmiči

## □ **Predelava koruze**

Osnovni produkt predelave koruze je zdrob.

Postopek predelave poteka v treh stopnjah:

### ♦ Priprava koruze na predelavo

Priprava obsega odstranjevanje primesi, hidrotermično in površinsko obdelavo. Kоруza se spušča iz silosa na pretočne tehtnice, po tehtanju sledi odstranjevanje železnih delcev, na mlinskih aspiratorjih pa odstranjevanje grobih, drobnih in lahkih primesi. Kоруza se kondicionira z vodo ali paro, količina vode v zrnju je 21-25 %, odleži pa 6 ur pri 20-25 °C.

### ♦ Odstranjevanje kalčka

Je pomemben postopek, odstrani se kalček z lahko pokvarljivo maščobo, uporablja se izklicevalka, v kateri se kоруza gneta in podvrže različnim deformacijam, pri čemer se posamezni deli zrna ločijo.

### ♦ Drobljenje in razvrščanje drobljenca

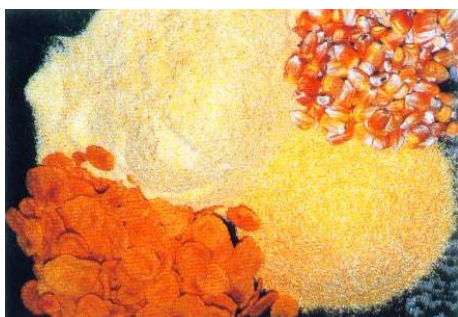
Dobimo grobe delce, večje od 8 mm, ki se vračajo na odstranjevanje kalčka, ker so vmes še cela zrna. Delci od 3-8 mm se razdelijo na sitih v dva dela, večji delci gredo na odstranjevanje luske, manjši pa se drobijo v zdrob.

Koruzna moka je zaradi večje vsebnosti maščob vzporeden produkt pri predelavi koruze. Dobimo jo iz moknatega dela jedra.

Koruzni zdrob je iz roževinastega dela jedra. Razlikujemo:

- *Konzumni,*
- *Pivovarski,*
- *instant in ekstrudirani zdrob.*

Pivovarski zdrob se dodaja ječmenovemu sladu in ne sme vsebovati veliko maščob. Konzumni zdrob se uporablja za polento, pomemben je majhen delež maščob, veliko beljakovin in vitaminov. Zdrob za ekstrudiranje se uporablja za flipse in testenine.



Slika51: Kоруza moka, zdrob, kosmiči

## □ Predelava ovsa

Poteka v treh stopnjah:

### ♦ Priprava ne predelavo

V tej stopnji se odstranijo primesi, žito se loči na dolgo in kratko zrnato frakcijo

### ♦ Luščenje

Zrno se lušči, luska pa odstranjuje z zračnimi separatorji

### ♦ Izdelava kosmičev

Zrno se mehča s paro, zmehčano žito gre skozi valje, kjer nastajajo kosmiči. Kosmiče presejejo, sušijo, hladijo in pakirajo. Ostanek pri sejanju je moka. Kosmiči vsebujejo 16 % beljakovin in 6 % maščob.



*Slika52: Stroj za izdelavo ovsenih kosmičev*  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Haferflocken.jpg>



*Slika53: Ovseni kosmiči*

## **POMNI!**

Moko dobimo z enkratnim ali postopnim mletjem žita. Pred mletjem moramo žito očistiti in navlažiti. Posamezne stopnje mletja so pasaže mletja, v njih dobimo različne produkte mletja: moko, zdrobe, otrobe, drobljenec.

## **PREIZKUSI SVOJE ZNANJE!**

1. Navedi naprave za grobo čiščenje žita!
2. Kakšne primesi odstranimo z belim čiščenjem, kateri so postopki belega čiščenja?
3. Analiziraj pomen posameznih stopenj mletja!
4. Primerjaj predelavo pšenice, koruze in ovsa!

**VAJA : Dopolni tabelo: Iz katerega dela žitnega zrna je mlevski izdelek in**

<i>Mlevski izdelek</i>	<i>Del žitnega zrna</i>	<i>postopek</i>
<i>moka</i>		
<i>otrobi</i>		
<i>kaše</i>		
<i>kosmiči</i>		
<i>drobljenec</i>		
<i>zdrob</i>		

## Križanka

1					m	o	k	a		
2	d	r	o	b	l	j	e	n	e	c
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

1. *Najobsežnejši produkt mletja pšenice*
2. *Neenakomerno zdrobljeno žito*
3. *Orientalno žito*
4. *Perujsko žito*
5. *Del žitnega zrna*
6. *Najstarejše žito*
7. *Zunanji del žitnega zrna*
8. *Pri mletju jih ločimo od jedra*
9. *Iz njega delamo kosmiče*
10. *Grobo mleto jedro žita*

○ Produkti predelave žita po pravilniku o izdelkih iz žit

1. Oluščena žita.

2. Pripravljeni izdelki iz žit:

*kosmiči*

*müsli*

*mlevski izdelki za hitro pripravo (instant mlevski izdelki).*

3. Mlevski izdelki:

*moka;*

*zdrob;*

*drobljenec;*

*kalčki;*

*otrobi*

4. Mešanice za pekavske in druge izdelke.

# MOKA

*Ključni pojmi: vrste moke, krušne moke, nekrušne moke, tipi moke, fizikalne lastnosti moke, kemijska sestava moke, tehnološke lastnosti moke*

## LASTNOSTI MOKE

Osnovni in najobsežnejši produkt, ki ga dobimo z mletjem, je moka. Moka predstavlja fino zmlete izdelke, katerih premer ne presega 0,2 mm. Pri mokah za testenine ter graham in rženi moki so delci lahko tudi večji. Kakovost moke ocenjujemo po tehnološki in hranilni vrednosti. Tehnološka kakovost je odvisna od namena uporabe moke. Vsak izdelek zahteva drugačne lastnosti moke.

### □ Vrste moke

Po uporabi delimo moko na krušno in nekrušno. tako kot krušna žita so krušne moke tiste, ki vsebujejo v vodi netopne sestavine in iz njih lahko samostojno zamesimo testo, nekrušne moke pa moramo mešati s krušnimi ali pa jih poparimo, da škrob pri mesitvi zakleji in veže vodo.

- ♦ krušne moke *pšenična, ržena, pirina*
- ♦ nekrušne moke *(ajdova, koruzna, ovsena, ječmenova...)*.

### □ Tip moke

Pri nas razvrščamo moko po tipih. **Tip moke nam pove, koliko pepela vsebuje (v %).** Če moko sežgemo, ostanejo samo minerali -- pepel, ki ga lahko tehtamo. Tako pepel natančno določimo in to je osnova za označevanje tipa mlevskih izdelkov.

Posamezni tipi moke se ne razlikujejo le po vsebnosti mineralov, temveč tudi vitaminov, celuloze, škroba in tudi po količini ter kakovosti beljakovin. Z odstranjevanjem kalčka in alevronskega sloja ter s proizvodnjo moke nižjega tipa odstranimo pomembne hranilne snovi. Čim nižji je tip moke, manj vsebuje pomembnih hranilnih snovi.

Tip 500 nam pove, da 100 kg moke vsebuje 500 g pepela.

**Standardni tipi pšenične moke so: tip 500, 850 in 1100 ter tip 1800 (polnozrnata) moka.**

Moka **tipa 500 je bela, vsebuje 0,5 % pepela.** Dobimo jo z mletjem osrednjih in srednjih delov jedra. Vsebuje veliko škroba, malo beljakovin in s tem lepka, malo maščob in celuloze. Kakovost lepka je dobra oz. ima dobro pecilnost.

Moka **tipa 850 je polbela, vsebuje 0,85 % pepela.** Je iz osrednjih in obrobni delov jedra. Vsebuje več beljakovin, maščob in celuloze ter ima večjo encimsko aktivnost kot bela moka. Beljakovine so slabše kakovosti kot pri beli moki. V primerjavi z belo moko vsebuje manj škroba. Ima torej slabše tehnološke lastnosti in boljšo hranilno vrednost.



Moka **tipa 1100** je črna, vsebuje 1,1 % pepela. Nastane z mletjem obrobnih delov jedra z delci zdrobljene luske in kalčka, vsebuje veliko beljakovin, ki pa so slabe kvalitete. Vsebuje tudi več vitaminov, mineralov in celuloze kot bela ali polbela moka.

Kot **polnozrnate mlevske izdelke (tipa 1800)** lahko označimo le tiste, ki vsebujejo celo pšenično zrno (jedro, lusko in kalček). Po velikosti delcev razlikujemo grobe, srednje in drobne polnozrnate mlevske izdelke. Drobni drobljenec dobimo na gladkih valjih s stiskanjem.



*Slika 54: Pšenične moke različnih tipov*

**Standardni tipi ržene moka so:**

- 750 - bela ržena moka,
- 950 - polbela ržena moka,
- 1250 - črna ržena moka in
- 1800 - polnozrnata moka.



*Slika 55: Ržena moka*

## □ Fizikalne lastnosti moke

Med fizikalne lastnosti moke prištevamo:

- *tip,*
- *ostrino,*
- *barvo,*
- *vlačnost,*
- *kislinsko stopnjo.*

### ♦ Tip moke

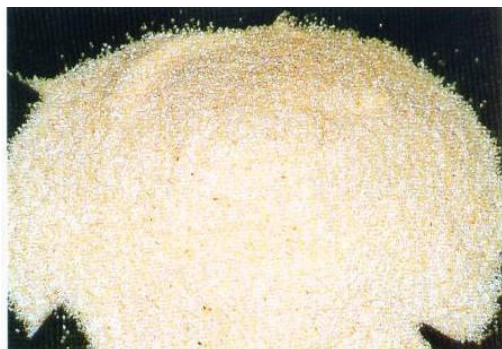
Pove nam, koliko pepela vsebuje moka. Izraža se v odstotkih, preračunano na suho snov moke. Če odstotek pepela pomnožimo s 1000, dobimo tip moke. Primer: moka tipa 500 vsebuje 0,45--0,55 % pepela.

### ♦ Ostrina moke

Določimo jo po velikosti delcev moke. Velikost delcev merimo v mikrometrih in je lahko od 10 do 3000 mikrometrov.

**Moko delimo na:**

- *gladko (mehko): velikost delcev je 100--150 mikrometrov,*
- *polostro: velikost delcev je 150--250 mikrometrov,*
- *ostro: velikost delcev je 250--350 mikrometrov,*
- *zdrobe: delci so večji od 350 mikrometrov.*



*Slika 56: Pšenični zdrob*

Ostrina moke vpliva na sposobnost vezanja vode in razvoj testa. Majhni delci imajo večjo površino, zato hitreje vpijajo vodo. Velikost delcev vpliva tudi na barvo moke. Mehka moka je svetlejša. Tudi encimska aktivnost je zaradi poškodovanih škrobnih zrn večja pri gladki moki. Konsistenca testa je pri mehki moki na začetku trša, potem pa se mehča.

- ♦ Barva moke

Odvisna je od tipa moke. Nanjo pa vplivajo tudi barvila (klorofil, karotin) in vsebnost prostega tirozina. Drugi faktorji so še: velikost delcev, vsebnost vlage, količina in kakovost beljakovin. Zunanji faktorji pa so organske in anorganske primesi, mikroorganizmi in pogoji skladiščenja. Vlažna moka je temnejše barve.

Med dozorevanjem žita se barva spreminja, klorofil se razgradi, nastajajo karotini. Ti lahko med skladiščenjem oksidirajo, tako da se barva spremeni iz rumene v belo.

- ♦ Kislinska stopnja moke

Odvisna je od prostih organskih kislin, aminokislin in maščobnih kislin, ki nastajajo z razgradnjo beljakovin in maščob zaradi delovanja encimov. Med skladiščenjem pri visoki temperaturi in vlagi delujejo encimi in mikroorganizmi ter zvišajo kislinsko stopnjo. Bela moka ima nižjo kislinsko stopnjo kot črna ali polnozrnata. Bela moka ima kislinsko stopnjo od 2 do 3, črna in polnozrnata pa do 6 SH.

Če je kislinska stopnja prenizka, je moka slabo dozorela, če je previsoka, pa pomeni, da je prišlo do mikrobiološkega kvara.

- ♦ Vlažnost moke

Optimalna količina vlage v moki je 13 do 14 %. Če je vlage več, se moka hitro kvari, ker se razmnožujejo bakterije in plesni ter aktivirajo encimi. Moka z višjo vsebnostjo vode ima nižjo sposobnost vpijanja in daje manjši izkoristek.

## □ **Senzorične lastnosti moke**

### ♦ Vonj

Moka mora imeti svež in samosvoj vonj. S segrevanjem majhne količine mešanice moke in vode postane vonj posebno izrazit.

### ♦ Okus

Sveža moka ima neizrazit, rahlo sladkoben okus. Preveč uležana moka pa dobi grenak okus.

### ♦ Barva

Največkrat se ugotavlja s primerjanjem z drugo moko. Na temno desko razporedimo vzorec moke v tanki plasti, ga stisnemo ob straneh, da se moka močno zgrudi. Ugotavljamo barvo suhega vzorca moke, potem pa še namočenega.

### ♦ Velikost delcev

Tudi velikost delcev (granulacija) vpliva na pecilne lastnosti moke. Ostra moka ima dobre pecilne lastnosti. Če se pri mletju močno poškodujejo škrobna zrnca, dobimo moko, ki se težko predeluje in daje izdelke slabše kakovosti.

S senzorično analizo moke dobimo le okvirno oceno kakovosti. Bolj zanesljivo oceno kakovosti dobimo z analizo moke in s preizkusom tehnoloških lastnosti.

## □ **Kemijske in tehnološke lastnosti moke**

Pomembna lastnost je pecilnost, ki nam pove, kakšna je sposobnost testa za mesenje, vzhajanje in zadrževanje nastalih plinov. Pšenična in ržena moka se razlikujeta v pecilnosti.

### □ **Pšenična moka**

Na tvorbo pšeničnega testa vplivajo predvsem sestavine moke; najbolj beljakovine, v manjši meri škrob in pentozani.

### ♦ Beljakovine

Beljakovine so visokomolekularne organske spojine, sestavljene iz velikega števila aminokislin (enostavne - proteini) in prostetične skupine (sestavljene - proteidi).

Aminokisliline se povezujejo med seboj s peptidnimi vezmi (--CO--NH), lahko pa tudi z disulfidnimi mostovi (--S--S).

Pšenična moka vsebuje v vodi topne beljakovine. Te so:

- **albumini**, ki se topijo v vodi,
- **globulini**, ki se topijo v slani vodi.

V vodi netopne beljakovine:

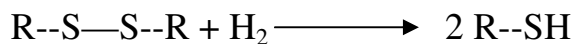
- *prolamini*,
- *glutelini* (gliadin in glutenin).

Topne beljakovine se v tekočini testa topijo in tvorijo koloidno raztopino, netopne pa v vodi nabrekajo in jo vežejo. Molekule vode se pri mesitvi testa vrivajo med peptidne verige netopnih beljakovin, razdalja med peptidnimi verigami se veča, beljakovine nabrekajo. Sposobnost beljakovin za vezanje vode vpliva na popolno zaklejanje škroba med peko.

♦ Lepek

*Je netopna beljakovina v pšenični moki, ki nastane med gnetenjem testa iz gliadina in glutenina.*

Lepek daje pšeničnemu testu strukturo in ima odločilen pomen za pecilne lastnosti. Med gnetenjem in raztegovanjem beljakovinskih molekul se pretrgajo disulfidni mostovi, s katerimi so beljakovine povezane. Ob nadaljnjem gnetenju se gliadin in glutenin spet približata in nastanejo novi disulfidni mostovi, s tem pa tudi nova beljakovina -- lepek (gluten). Molekule lepka se združujejo v vedno večje molekule in tvorijo mrežasto strukturo, ki je razporejena po vsem testu. Lepek vpliva na sposobnost zadrževanja plinov v testu, na vzhajalno toleranco in volumen pečenega izdelka. Ugotavljamo raztegljivost in elastičnost lepka.



♦ Ogljikovi hidrati

**Škrob**

Škrob pri mesitvi testa veže 30 % vode. V hladni vodi nabreka počasi. Pri topli mesitvi testa se cepijo vezi v amilozi in amilopektinu, molekule vode se lahko vrivajo in škrob nabreka. Pri temperaturi 60 do 90 °C se vezi v amilopektinu razcepijo, škrobna zrnca počijo, molekule tvorijo homogeno, viskozno raztopino, to je škrobni klej. Volumen se pri tem lahko poveča tudi do 25-krat.

V moki so poleg škroba tudi *drugi ogljikovi hidrati*: *maltoza, glukoza, dekstrini, saharoza, fruktoza in celuloza*. Glukoza nastaja tudi z razgradnjo drugih sladkorjev. Glukoza zaradi delovanja encimov med vzhajanjem testa prevreva v alkohol in ogljikov dioksid. Celuloza in hemiceluloza predstavljata balastno snov, ker ju encimi ne razgradijo. Nahajata se predvsem v luski žitnega zrna (5 do 10 %), v jedru pa ju je le 0,2 do 0,4 %.

#### ♦ Maščobe

V moki je največ fosfolipidov, predvsem lecitina.

Maščobe, ki jih je v moki 1-1,5 %, vplivajo na lastnosti lepka. Vpliv na pecilno-tehnološke lastnosti imajo predvsem sestavljene maščobe (emulgatorji). Omogočajo enakomerno porazdelitev maščobe v vodi. Tvorijo mejno površino med posameznimi verigami beljakovin in zračnimi mehurčki in tako izboljšajo elastičnost in čvrstost lepka.

#### ♦ Encimi

Encimi so sestavljene beljakovine, ki uravnavajo hitrost biokemijskih procesov.

V moki je veliko encimov. Črna moka jih vsebuje več kot bela, največ pa jih je v kalečem žitu. V pekarstvu se srečujemo tudi z encimi, ki jih vsebujejo kvasovke.

Proteolitični encimi - *proteaze* razgrajujejo beljakovine. Pri večji količini teh encimov se lepek moke močneje razgradi.

*Lipaze* razgrajujejo maščobe na glicerol in maščobne kisline. Več jih je v kalečem žitu in temnih mokah. Povzročajo večjo kislost moke.

*Amilaze* cepijo molekule škroba do nižjih polisaharidov in povečajo fermentativno sposobnost moke. Poznamo **amilazi alfa** in **beta**. V zdravem dozorelem zrnju se nahaja samo amilaza beta, amilaza alfa pa se pojavi med kaljenjem žita.

*Maltaza* cepi sladni sladkor v glukozo. Najpomembnejša je maltaza, ki jo vsebujejo kvasovke. Občutljive so na visoko temperaturo, optimalna temperatura delovanja pa je 35 °C.

*Invertaza* -- *saharaza* je najdlje poznan encim. Razgrajuje saharozo na fruktozo in glukozo. Optimalna temperatura delovanja je 16 do 18 °C, posušena pa deluje še pri 145 do 160 °C.

*Encimski kompleks v kvasu* povzroča alkoholno fermentacijo. Glukoza se razgradi v alkohol in ogljikov dioksid. Optimalna temperatura delovanja je 30 do 32 °C, razgradi se pri 40 do 50 °C.

#### □ Ržena moka

Pecilne lastnosti ržene moke so odvisne od količine sluznih snovi, škroba in aktivnosti encimov. V testu iz grobozrnate moke vpliva na pecilne in tehnološke lastnosti tudi luska. Medtem ko ima pri pšenični moki najpomembnejšo vlogo lepek, imajo to pri rženi moki *sluzne snovi* - **pentozani**. Molekule škroba in beljakovin so pri rženi moki krajše, zato so pri enaki meljavi topni v vodi večji delci. Ržena moka vsebuje več topnih beljakovin, sladkorjev in sluznih snovi. Ker so molekule škroba krajše kot pri pšenični moki, zakleji pri nižji temperaturi.

♦ Beljakovine in sluzne snovi

Ržene beljakovine vsebujejo zelo malo **gliadina** in **glutenina** in zato je rženi lepek pri mesitvi testa nepomemben. Ržena moka vsebuje 6 do 8 % netopnih sluznih snovi - pentozanov, od teh je 15 do 25 % v vodi topnih. Največ pentozanov vsebuje luska žitnega zrna, torej jih več vsebuje moka višjega tipa. Sluzne snovi vplivajo na mesitev testa. Sluzne snovi vežejo več vode kot lepek pri pšenični moki in zato dajejo tudi večji izkoristek.

♦ Rženi škrob

Pri mesitvi testa veže rženi škrob vodo le na površini. Za tvorbo sredice je odločilno zaklejanje med peko. Rženi škrob zakleji pri nižji temperaturi kot pšenični (55-70<sup>0</sup>C). Zakleja v temperaturnem območju, v katerem so najbolj aktivni encimi, ki ga razgrajujejo (amilaze). Pri premočni encimski razgradnji lahko pride do iztekanja amiloze in sesedanja sredice. Delovanje encimov v rženem testu regulirata mlečna kislina in sol. Kislost vpliva tudi na elastičnost, sočnost in veznost sredice ter intenzivnost barve skorje.



*Slika 57: Ržena moka*

## Nekrušne moke

- ♦ Ajdova moka

Moka ne vsebuje lepka in iz nje ne moremo samostojno zamesiti testa. Mešamo jo s pšenično moko v razmerju 70 : 30, za mešani pšenično ajdov kruh pa 50 : 50. Moko lahko tudi poparimo in povzročimo, da škrob zakleja in veže vodo že pri mesitvi testa. Ajdova moka je temne barve, ker vsebuje veliko mineralov in ostalih hranilnih snovi. Ima tudi značilen vonj in okus.



*Slika 58: Ajdova moka*

- ♦ Koruzna moka

Tudi beljakovine koruzne moke ne ustvarijo lepka pri mesitvi testa. Koruzni moki dodamo do 30 % pšenične moke za mešani koruzno pšenični kruh. Vsebuje beljakovino zein in veliko maščob, ki povzročajo hitro kvarjenje moke med skladiščenjem.



*Slika 59: Koruzna moka*

- ♦ Ovsena moka

Se malo uporablja zaradi grenkega okusa. Ima malo lepka, vsebuje pa beljakovino avenin, ki ima dobro hranilno vrednost. Škrobna zrnca ovsene moke so drugačne oblike od pšeničnih ali rženih. Na osnovi tega lahko ugotovljamo mešanje ovsene moke s pšenično. V ovseni moki je 3,5 % pepela.



- ♦ *Ječmenova moka*

Dobimo jo s predelavo očiščenega in zdravega ječmena. Beljakovine ne tvorijo lepka, zato jo mešamo s krušno moko. Kruh iz ječmenove moke je zbit in se hitro stara.

- ♦ *Moke z dobro sposobnostjo vpijanja vode*

Moke, ki imajo dobro sposobnost vpijanja vode, so: *sojina, krompirjeva, glutenska in riževa*. Pripravijo jih tako, da vsebujejo že zaklejen škrob. Te moke vplivajo na večji izkoristek testa in kruha, na boljšo poroznost sredice in daljšo svežino.

Krompirjevo in riževo moko pred uporabo kuhamo, sušimo in zmeljemo, tako se škrob razgradi in izboljša sposobnost vezanja vode.

**Krompirjevo moko** dobijo iz olupljenega kuhanega krompirja ali pireja. Kuhan krompir sušijo v sušilnicah, meljejo in sejejo. V testo za pšenični kruh lahko dodamo do 3 % krompirjeve moke ali do 10 % kuhanega očiščenega krompirja.

**Riževa moka** ne vsebuje lepka, delajo jo iz oluščenega ali neoluščenega riža. Uporabljajo jo za zgoščevanje, pomešano z drugimi mokami pa tudi za kekse in rezance.

**Sojino moko** dobijo s hidrotermično obdelavo in mletjem soje. Pred mletjem soje odstranijo maščobo z ekstrakcijo. Pridobivajo polnomastno (18 % maščob), polmastno (9 % maščob) in razmaščeno moko (2 % maščob). Sojina moka je rumene barve in vsebuje veliko maščob in beljakovin. Ne vsebuje veliko škroba, temveč saharozo in rafinozo.

Od mineralnih snovi je v moki največ kalcija in fosforja, od vitaminov pa E, K in B-kompleks. Za izboljšanje pšenične moke dodajamo do 3 % sojine moke, za sojin mešani kruh najmanj 10 %, za kruh, obogaten z beljakovinami, pa najmanj 22 %. Zaradi maščob se moka lepi. Shranjujemo jo krajši čas v suhem in temnem prostoru pri temperaturi 15 do 18 °C.

- ♦ *Glutenska moka*

Pridobivajo jo iz pšenice ali pšenične moke, ki ji odstranijo škrob, ogljikove hidrate in vodo. Moka veže najmanj 150 % vode.

- ♦ *Maniokina moka*

Pridobivajo jo iz korenov kasave. Uporabljamo jo za osnovo mlečnih pudingov in za zgoščevanje.

- ♦ *Moka s posebnimi tehnološkimi lastnostmi:*

- **instant moka**

V tekočini se lahko hitro razpusti brez nastajanja grudic. Moko navlažijo, da se majhni delci združijo v večje granule z luknjicami. Vanje voda lahko hitro prodira in moka se razpusti.

- **predpripravljena moka**

Moki dodajo mleko v prahu, sladkor, sol in druge dodatke in jih zmešajo v fin prah. Maščobo razpršijo med delce moke, dodajajo tudi maltozo in askorbinsko kislino. Pred mesitvijo moko zmešamo le z vodo in kvasom.

## ANALIZE MOKE

- Analize pšenične moke
- ♦ Ugotavljanje velikosti delcev

Ostrino moke določamo s sejanjem na sitih različne velikosti

*Priprava vzorca:*

*Vzamemo 100 g moke in jo sejemo 3 minute na situ z velikostjo odprtin 70 mikrometrov, potem pa še 3 minute na situ z odprtinami 112 mikrometrov. Preostanek na situ se stehta in določi delež v odstotkih. Zdrobi se ločijo na sejnih tkivih z velikostjo odprtin 250, 750 in 1400 mikrometrov.*

- ♦ Določanje kislinske stopnje moke

Kislinsko stopnjo moke določamo s titracijo z natrijevim hidrosidom.

*Priprava vzorca:*

*10 g moke raztopimo v 100 ml destilirane vode in dodamo 5 kapljic 3-% raztopine alkoholnega fenolftaleina. Vzorec titriramo z 0,1 M NaOH do preskoka barve. Količina porabljenega NaOH nam izraža kislinsko stopnjo. V povprečju ima pšenična moka kislinsko stopnjo od 2,0 °SH (tip 400) do 5,5 °SH (tip 1800).*

- ♦ Določanje vlažnosti moke

Količino vode v moki določamo s sušenjem.

*Količino vlage v moki določamo s sušenjem moke pri temperaturi 105-130 °C. Količino vlage, ki smo jo odstranili med sušenjem, izražamo v odstotkih.*

- ♦ Vsebnost beljakovin

Sposobnost tvorjenja lepka je odvisna od vsebnosti netopnih beljakovin v pšenični moki. V podatkih o vsebnosti beljakovin so zajete tudi topne beljakovine, zato je podatek o celotni količini beljakovin le okvirna slika za lastnosti nastajanja testa.

V pšenični moki tipa 500 je vsebnost beljakovin:

- pod 11,5 %: nizka vrednost,
- 11,5-13 %: normalna vrednost,
- več kot 13 %: visoka vrednost.

♦ Vsebnost vlažnega lepka

Iz količine in kakovosti lepka lahko določimo sposobnost vezanja vode in nastajanje beljakovinske mreže, kar vpliva tudi na pecilnost moke.

*Vsebnost vlažnega lepka*

*Priprava vlažnega lepka:*

*10 g moka zmešamo s 5 ml 2% raztopine soli. Potem lepek izpiramo s 400-500 ml 2% raztopine soli. Vlažni lepek centrifugiramo in tehtamo, vrednost podajamo v odstotkih. Potrebna količina vlažnega lepka je odvisna od namena uporabe moka*

Vsebnost vlažnega lepka:

- moka za kruh in pecivo: 25--28 %,
- moka za toast: 29--32 %,
- moka za kekse: 21--25 %.

*Tabela 1: Vpliv vsebnosti vlažnega lepka na kakovost izdelka*

<b>VSEBNOST VLAŽNEGA LEPKA V (%)</b>	<b>VPLIV NA KAKOVOST</b>
pod 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prenizka vrednost</li> <li>• premalo in slabo vezana voda</li> <li>• testo je vlažno in popušča</li> <li>• pecivo ima majhen volumen</li> <li>• neustrezen izgled</li> </ul>
20-24	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prenizka vrednost</li> <li>• slabo vezana voda</li> <li>• vlažno testo</li> <li>• majhen volumen</li> <li>• neprimerna oblika</li> </ul>
25-28	<ul style="list-style-type: none"> <li>• normalna vrednost</li> <li>• testo ima dobro sposobnost</li> <li>• obdelave</li> <li>• neoporečno pecivo</li> </ul>
29-32	<ul style="list-style-type: none"> <li>• previsoka vrednost</li> <li>• prevelika sposobnost vezanja vode</li> <li>• testo otrdi in postane suho</li> <li>• oblika peciva je neustrezna</li> <li>• drobljiva, svetleča skorja</li> </ul>

Poleg vsebnosti je pomembna tudi sposobnost raztezanja lepka. Elastičen, prožen lepek ima dobro sposobnost zadrževanja plinov. Neelastičen lepek, ki se lahko preoblikuje, je neprimeren za izdelavo belega kruha in peciva. Koaguliran lepek kaže na toplotne poškodbe moke.

♦ Sedimentacijska vrednost

Pove nam, kakšna je sposobnost nabrekanja lepka.

*Sedimentacijska vrednost*

*Priprava vzorca:*  
*Moko raztopimo v raztopini mlečne kisline in izopropanola. Po določenem času se lepek usede ali sedimentira. Merimo volumen sedimenta; večji kot je, boljše so pecilne lastnosti.*

Tabela 2 : Sedimentacijske vrednosti za moko tipa 500

SEDIMENTACIJSKA VREDNOST (%)	VPLIV NA KAKOVOST
pod 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prenizka vrednost</li> <li>• testo popušča, je mokro</li> <li>• majhen volumen, slab izgled</li> </ul>
20-30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prenizka vrednost</li> <li>• majhna stabilnost testa</li> <li>• slaba sposobnost zadrževanja plinov</li> <li>• slaba vzhajalna toleranca</li> <li>• ustrezen volumen</li> </ul>
30-40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• normalna vrednost</li> <li>• polno, elastično testo</li> <li>• dobra sposobnost oblikovanja</li> <li>• velik volumen</li> </ul>
več kot 40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• previsoka vrednost</li> <li>• stabilnost, prevelika odpornost na raztezanje</li> <li>• visoka vzhajalna toleranca</li> </ul>

Vsebnost vlažnega lepka in sedimentacijska vrednost nam povesta, kakšne lastnosti bo imelo testo iz take moke (sposobnost zadrževanja plinov, vzhajalna toleranca).

Za sposobnost nastajanja plinov so pomembne lastnosti škroba in aktivnost encimov. Ugotavljamo jih z maltoznim številom in viskoznostjo.

♦ Maltozno število

Maltozno število nam pove, kakšni sta aktivnost amilaze in vzhajalna moč moke. Vsebnosti maltoze ne smemo spreminjati.

*Maltozno število*

*Priprava vzorca:*

20 g moke raztopimo v 100 ml vode, raztopino damo v termostat na 27 °C za 1 uro, potem pa ugotavljamo količino maltoze, ki se sprosti zaradi delovanja amilaze.

*Tabela 3: Povprečne vrednosti maltoznega števila za pšenične izdelke*

TIP MOKE	MALTOZNO ŠTEVILO
500	1,4
800	1,5
1100	1,7
1600	2,0

Če je maltozno število nižje od 0,5, ima moka slabo sposobnost vzhajanja, kadar je vrednost višja od povprečne, pa testo vzhaja preveč intenzivno.

♦ Viskoznost

Z viskoznostjo ugotavljamo aktivnost encimov, ki razgrajujejo škrob (alfa-amilaza). Encimi vplivajo na lastnosti sredice peciva.

*Viskoznost*

*Priprava vzorca:*

V viskozimeter damo mešanico 25 ml vode in 7 g moke in ga nekaj sekund močno stresamo. Viskozimeter damo skupaj z mešalom v vrelo vodno kopel in ob stalnem mešanju segrevamo 59 sekund. Po 60 sekundah se mešalo avtomatsko spusti iz držala in potopi na dno. Čas, ki preteče od potopitve kroglice v vodno kopel do dotika mešalnika, merimo v sekundah.

*Tabela 4 : Vpliv viskoznosti na kakovost testa*

ČAS PADANJA (s)	KAKOVOST IZDELKA
pod 150	tekoče testo, premočno barvanje testa, nezadostna luknjičavost, slab izgled
160-200	pre nizka vrednost, premočno barvanje
210-250	normalna vrednost
260-400	previsoka vrednost, slaba sposobnost vzhajanja, majhen volumen, drobljiva skorja

♦ Ugotavljanje sposobnosti moke za tvorbo testa in obdelavo

Tvorbo testa, obdelavo in proces peke (reološke lastnosti) ugotavljamo z reološkimi napravami:

- **farinografom**
- **ekstenzografom**
- **amilografom**

*Tabela 5: Lastnosti moke, ki jih pokaže farinograf*

<b>NAPRAVA</b>	<b>FARINOGRAF</b>
krivulja	farinogram (tvorba testa)
izkoristek	vezava vode, čas gnetenja, toleranca gnetenja, razvoj testa
možnosti popravljanja	sprememba mešanice moke, čas mešanja, dodatki

*Tabela 6: Lastnosti moke, ki jih pokaže ekstenzograf*

<b>NAPRAVA</b>	<b>EKSTENZOGRAF</b>
krivulja	ekstenzogram (vzhajanje, strojna obdelava)
izkoristek	poraba energije za razvoj testa, raztegljivost, elastičnost, dozorelost testa, zadrževanje plinov
možnosti popravljanja	sprememba pšenične mešanice, sprememba časa vzhajanja, dodatki

*Tabela 7: Lastnosti moke, ki jih pokaže amilograf*

<b>NAPRAVA</b>	<b>AMILOGRAF</b>
krivulja	amilogram (pecilne lastnosti)
izkoristek	sposobnost zaklejanja škroba, zadrževanje staranja
možnosti popravljanja	sprememba mešanice moke, encimski dodatki

♦ **Farinograf**

Z njim določimo obnašanje moke pri mesitvi testa, sposobnost vezanja vode in izkoristek testa. Merimo količino vezane vode, tvorbo, stabilnost ter mehčanje testa.

**Farinograf**

*Postopek merjenja vzorca:*

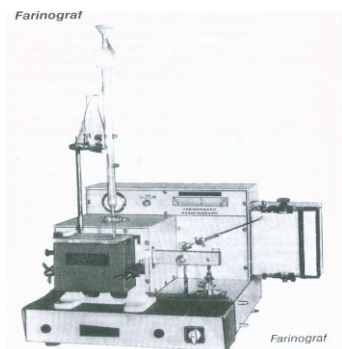
*V mešalniku zmešamo testo iz moke in vode. Testu dodamo toliko vode, da je trdota 500 farinografskih enot(FE). Potem merimo čvrstost testa. Krivulja nam na vodoravni osi pokaže čas (v minutah), na navpični pa konsistenco testa (v FE).*

Iz krivulje lahko razberemo:

- tvorbo testa (v minutah),
- stabilnost testa (v minutah),
- stopnjo mehčanja (v FE).

Iz porabljene količine vode pri izdelavi testa izračunamo izkoristek.

Čas razvoja testa in stabilnost označimo kot rezistenco testa. Stopnja mehčanja pa pokaže, koliko se testo zmehta.



Slika 60: Farinograf

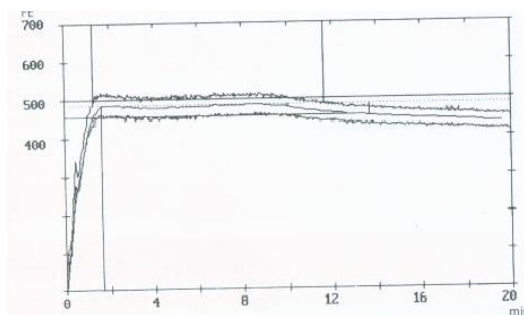


Diagram 5: Farinogram

Tabela 8: Orientacijske vrednosti za krušno moko

MERJENJE		LASTNOSTI TESTA
VEZAVA VODE	več kot 56 %	velik izkoristek, dobra kakovost lepka
	pod 52 %	majhen izkoristek, slaba kakovost lepka
REZISTENCA	več kot 4 minute	dober lepek, potrebno intenzivno gnetenje
	manj kot 1,5 minute	slab lepek, poškodbe pri gnetenju
MEHČANJE TESTA	pod 70 FE	dobra stabilnost testa
	nad 150 FE	testo se mehča, slabe predelovalne lastnosti

♦ Ekstenzograf

S to napravo lahko ugotavljamo mehanske lastnosti testa, to sta raztegljivost in odpor na raztezanje. Pokaže nam spremembe lastnosti testa med počivanjem. Te lastnosti vplivajo na obdelavo testa in peko.

**Ekstenzograf**

*Postopek merjenja vzorca:*

*Iz 300 g moke, 6 g soli in 150 ml vode zamesimo testo. Po 45, 90 in 135 minutah počivanja merimo raztezanje testa. Potrebna moč za raztezanje se odčita na krivulji ekstenzografa. Iz krivulje lahko odčitamo potrebno energijo, odpor na raztezanje in raztegljivost moke, iz teh vrednosti pa še zadrževanje plinov, stabilnost testa in volumen po peki. Na vodoravni osi je čas (v minutah), na navpični pa odpor na raztezanje v ekstenzografskih enotah (EE). Lastnosti raztezanja ugotovimo iz oblike krivulje in površine pod njo.*

Krivuljo ocenjujemo po štirih kriterijih:

- potrebna energija (E) ustreza površini pod krivuljo grafa in pokaže, kakšna moč za razteg testa je bila potrebna (v m<sup>2</sup>),
- odpor na raztezanje (OR) se meri na 50 mm papirju kot višina krivulje (v ekstenzografskih enotah),
- raztegljivost (R) se meri z dolžino krivulje (v mm).

razmerje raztegljivosti = odpor na raztezanje/raztegljivost

Višina krivulje in površina pod njo povesta, kakšna je kakovost moke.

Čim večja je vrednost, boljša je sposobnost zadrževanja plinov, vzhajalna toleranca in večji volumen. Toda taka moka ni primerna za vse izdelke.



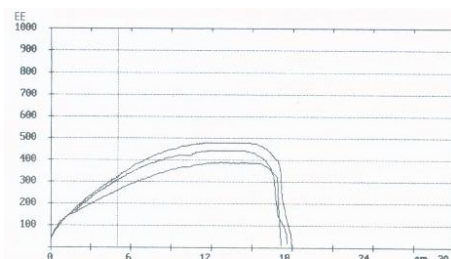
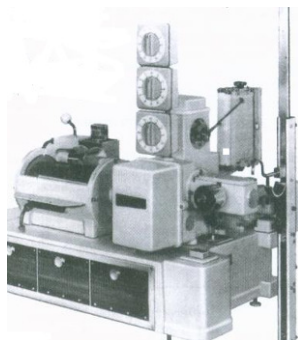


Diagram 6: Ekstenzogram

Slika 61: Ekstenzograf

♦ Amilograf

Temperaturo in sposobnost zaklejanja škroba določimo s pomočjo amilograma. Pokaže nam lastnosti škroba in vsebnost encimov v moki. Amilograf opiše lastnosti škroba glede na zaklejanje.

**Amilograf**

*Postopek merjenja vzorca:*

*80 g moke se gladko zmeša v posodi amilografa s 450 ml vode. Mešanica se v rotirajoči posodi vsako minuto segreje za 1,5 °C, dokler ne doseže 95 °C. Tako dosežemo temperaturo peke. Amilograf pa s senzorjem meri, koliko testo naraste.*

**Ocena amilografa**

Iz krivulje, ki jo amilograf nariše, lahko odčitamo temperaturo zaklejanja škroba, maksimalno viskoznost in največjo čvrstost škroba med zaklejanjem.

Na vodoravni osi grafa je podan čas v minutah, na navpični pa viskoznost v amilografskih enotah (AE). Temperatura zaklejanja in točka največje viskoznosti nam povesta, kakšna je aktivnost amilaze. Nižje vrednosti kažejo na večjo aktivnost amilaze in bolj vlažno moko.

Tabela 9: Maksimalna viskoznost moke in njene lastnosti

OCENA LASTNOSTI MOKE	
pod 250 AE	slabe pecilne lastnosti, vlažna sredica
250-650 AE	normalne vrednosti
nad 650 AE	prenizka aktivnost encimov



Slika 62: Amilograf

[www.labshop.ro/.../Laborator%20Panificatie.html](http://www.labshop.ro/.../Laborator%20Panificatie.html)

- **Analize ržene moke**
- ◆ **Senzorično ocenjevanje moke**

Ugotavljanje vonja, okusa, barve in ostrine nam takoj da grobo oceno kakovosti moke. Granulacijo ugotavljamo s sejanjem.

- ◆ **Pecilnost ržene moke**

Pecilnost ržene moke je najbolj odvisna od lastnosti škroba in aktivnosti encimov, predvsem amilaze. Obe vrednosti lahko ugotovimo z amilogramom.

Ta nam pokaže, kakšne so pecilne lastnosti škroba v moki.

Za ugotavljanje kakovosti so pomembni:

- *potek krivulje amilografa,*
- *temperatura zaklejanja,*
- *maksimalna viskoznost (v amilografskih enotah).*

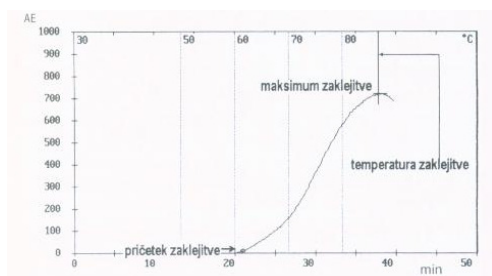


Diagram 7: Amilogram ržene moke

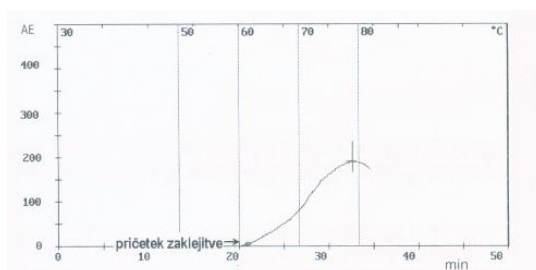


Diagram 8: Amilogram ržene moke

Na vodoravni osi je čas v minutah, na navpični pa viskoznost -- odpor izprane moke. S segrevanjem začetna viskoznost izprane moke najprej pade, potem pa do temperature zaklejanja narašča. Viskoznost je največja pri 480 amilografskih enotah (AE), potem pada. Nizka krivulja in temperatura zaklejanja pomenita, da ima moka visoko encimsko aktivnost.

*Tabela 10: Vpliv temperature zaklejanja škroba v moki na pecilne lastnosti moke, lastnosti testa in kakovost peciva*

<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>AE</b>	<b>PECILNE LASTNOSTI ZAKLEJANJA</b>	<b>LASTNOSTI TESTA</b>	<b>KAKOVOST PECIVA</b>
pod 60	do 125	slabe	mokro, tekoče, ploščato, slabo zadrževanje plinov, gosta sredica, hitro vzhajanje z velikimi porami	trda skorja, močno barvanje
60-62	130--340	slabe	vlažno testo, hitro vzhajanje, slabo zadrževanje plinov	ploščata oblika, neenakomerna luknjičavost, neelastična sredica
63-67	350-550	dobre	dobre	dobra
Nad 67	560-800	zadovoljive do pomanjkljive, malo encimov	počasno vzhajanje, nastajanje skorje, moka ni primerna za kislo testo	previsoko pecivo, gosta sredica, drobljiva skorja, neizrazit okus, hitro staranje

♦ **Viskoznost**

Z ugotavljanjem viskoznosti določamo aktivnost encimov, zlasti alfa-amilaze v moki. Določimo jo lahko iz amilografa. Na viskoznost vpliva količina škroba in sluznih snovi v moki.

Tabela 11: Vpliv maksimalne viskoznosti na pecilnost moke

VISKOZNOST			
TIP 950	TIP 1250	AE	PECILNOST
pod 70	pod 80	pod 125	slaba moka z veliko encimi
70-90	80-100	130-400	pomanjkljiva do zadovoljiva
90-150	105-175	350-550	dobra
nad 150	nad 175	560-800	zadovoljiva do pomanjkljiva, moka z malo encimi

□ **Skladiščenje moke**

Moka med skladiščenjem zori, se stara.

**Če jo ustrezno dolgo skladiščimo, se ji lastnosti izboljšajo:**

- količina vlage se zmanjša za 1-2 %,
- zaradi kisika se spremeni škrob,
- izboljša se lepek.

Procesi staranja potekajo hitreje v moki višjega tipa. Črno moko skladiščimo 2-3 mesece, belo pa do 6 mesecev. Če moko skladiščimo predolgo, se ji kakovost poslabša. Moko lahko skladiščimo v silosih ali vrečah. Vreče zlagamo na palete. Zlaganje je lahko križno, pokončno ali ležeče. Najboljše je križno zlaganje, ker med vrečami kroži zrak. Skladišče mora biti suho, čisto, hladno in zračno. Ne smemo uporabljati kletnih prostorov in prostorov, ki mejijo na peč.

**Prednosti uležane moke :**

- iz iste količine moke dobimo več testa,
- testo je prožno in lepo vzhaja,
- moč zadrževanja plinov je velika,
- v peči se testo pravilno in lepo barva,
- sredica kruha oz. peciva je suha, vendar sočna.

**Zorenje ržene moke**

Sveža ržena moka ima slabše pecilne lastnosti, ker škrob zakleji pri nižji temperaturi. Med skladiščenjem se molekule škroba podaljšajo, zviša se tudi temperatura zaklejanja. Aktivnost amilaze je v sveže mleti moki premočna, z zorenjem pa se zmanjša.

## **POMNI!**

Krušne moke so tiste, iz katerih lahko samostojno zamesimo testo, ker vsebujejo v vodi netopne sestavine. Pšenična moka vsebuje v vodi netopne beljakovine - *lepek*, ržena pa sluzne snovi - *pentozane*. Pecilnost moke je odvisna od prožnosti lepka.

Iz nekrušnih mok lahko zamesimo testo, če jih mešamo s krušnimi.


Tip moke določimo po količini mineralnih snovi - pepela. Standardni tipi pšenične moke so 500, 850, 1100 in 1800, ržene pa 750, 950 in 1250.

Moka vsebuje največ škroba (70 %), tehnološko pomembne pa so predvsem netopne beljakovine in ostale hranilne snovi.

Kakovost moke ugotavljamo s fizikalnimi, kemijskimi, senzoričnimi in reološkimi analizami.

## **PREIZKUSI SVOJE ZNANJE!**

1. Razloži, kako določimo tip moke!
2. Kateri so standardni tipi pšenične in ržene moke?
3. Analiziraj značilnosti bele moke!
4. Zakaj je črna moka bolj zdrava kot bela?
5. Kakšna je kemijska sestava moke?
6. Razloži, kako nastane lepek!
7. Kakšen je pomen škroba v moki?
8. Primerjaja pšenično in rženo moko!
9. Katere kemijske analize lahko opravimo pri pšenični moki?
10. Katere so reološke naprave za ugotavljanje kakovosti moke?
11. Razloži potek farinograma!
12. Kaj ugotavljamo z amilografom?
13. Analiziraj različne krivulje ekstenzografa!



VAJA: Obkroži  
pravilni  
odgovor

1. Krušne moke so:

- a) *ržena*
- b) *koruzna*
- c) *ječmenova*
- d) *pšenična*

2. Tip moke določimo po:

- a) *lepku*
- b) *velikosti delcev*
- c) *pepelu*
- d) *kakovosti moke*

3. Moka tipa 500 je:

- a) *bela*
- b) *črna*
- c) *ima dobro hranilno vrednost*
- d) *ima dobro pecilnost*

4. Polnozrnata moka:

- a) *je iz celega žitnega zrna*
- b) *je iz osrednjega dela jedra žitnega zrna*
- c) *ima dobro pecilnost*
- d) *vsebuje veliko celuloze, vitaminov, mineralov*

5. Ostrina moke nam pove:

- a) *kakšna je kakovost moke*
- b) *količino pepela v moki*
- c) *velikost delcev moke*
- d) *vrsto beljakovin v moki*

6. Krušne moke vsebujejo:

- a) *samo v vodi topne sestavine*
- b) *samo v vodi netopne sestavine*
- c) *tudi v vodi netopne sestavine*
- d) *veliko hranilnih snovi*

7. Lepek je:

- a) *v vodi netopna sluzna snov*
- b) *v vodi topna beljakovina*
- c) *encim v moki*
- d) *v vodi netopna beljakovina*

8. Moka vsebuje največ:

- a) *beljakovin*
- b) *vode*
- c) *maščob*
- d) *škroba*

9. Lepek je iz:

- a) *albumina in globulina*
- b) *prolamina in glutelina*
- c) *albumina in gliadina*
- d) *gliadina in glutenina*

10. Ržena moka se razlikuje od pšenične

- a) *po tipih*
- b) *vsebuje lepek*
- c) *ni krušna*
- d) *vsebuje pentozane*

## LITERATURA

**Amendola J., Lundberg D.:** Understanding baking, Van Nostrand Renhold, New York, 1992

**Benz F., Schepermann B., Lausterer P.:** Back und susswarenverkauf, Schroedel Schulbuch Verlag, Hannover, 1993

**Hrovat M.:** Surovine v pekarstvu in slaščičarstvu, TZS, 2000

**Jacob H. E.:** Sechstausend jahre Brot, Hamburg, 1953

**Kaluderski G., Kaluderski S., Tošić B.:** Sirovine za proizvode pekarstva, testeničarstva i konditorstva, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1984

**Kaluderski G., Žeželj M., Gavrilovič M.:** Tehnologija proizvodnje i prerade žita, Zavod za izdavanje udžbenika, Novi Sad, 1989

**Knez, M.:** Tehnologija pekarstva, Ljubljana, DZS, 1974

**Knez, M.:** Stroji v pekarstvu, Ljubljana, DZS, 1974

**Kocjan-Ačko, D.:** Pozabljene poljščine, strokovna publikacija, BF, 1998

**Salovaara H.:** Lactic acid bacteria in cereal-based products, University of Helsinki, Helsinki, 1993

**Schild E.:** Der junge Konditor, Fachbuch Verlag Dr.Pfannenber, Giessen, 1986

**Skobranek H.:** Backerei Technologie, Handwerk und Technik, Hamburg, 1991

**Winkler K., Muller H.,Konrad I.:** Deutsches Brotmuseum, Suddeutsche Verlagsgesellschaft, Ulm,1991

**Žeželj, M.:** Tehnologija i oprema za preradu brašna, Naučna knjiga, Beograd 1989  
Tehnologija skladištenja zrna, Naučna knjiga, Beograd, 1989

Revija Hrvatski pekar, Robinson, Zagreb, 1994-1995

Internet:

[www.bf.uni-lj.si/.../2719/semearna\\_poljsčin.htm](http://www.bf.uni-lj.si/.../2719/semearna_poljsčin.htm)

[en.wikipedia.org/wiki/Quinoa](http://en.wikipedia.org/wiki/Quinoa)

<http://www.muehle-heiligenrode.de/msichter.htm>

Recenzija: Mojca Smerajec, univ. dipl. inž.

Lektoriranje: Elizabeta Klarič, prof.

Fotografije (1-9): prof. dr. Kocjan-Ačko Darja

Fotografije (9-29, med tekstom) Klarič Matjaž, dipl. inž.

Diagrami: mag. Dragan Nikolić, univ. dipl. inž