



Odaberite budućnost

**SUPERLAB**<sup>®</sup>  
INSPIRISAN KVALITETOM

Vodič

## Provera kvaliteta jestivog ulja

Sa praktičnim savetima, predlozima





---

***SUPERLAB***<sup>®</sup>  
INSPIRISAN KUALITETOM

---

## PREDGOVOR

Kao proizvođač mernih instrumenata za široku primenu u industriji, TESTO se interesuje ne samo za snabdevanje korisnika određenim aparatom, već izlazi u susret specifičnim potrebama i posebnim mernim zadacima.

Vodič koji TESTO objavljuje već nekoliko godina se pokazao kao koristan izvor referenci za mnoge korisnike merne tehnologije.

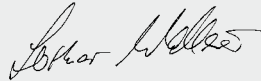
Na seminarima, koji se konstantno unapređuju, izražena je potreba da se materijal za učenje pretoči u pisanu formu i obezbedi u obliku priručnika. Sa ponosom odgovaramo na ovaj zahtev objavljivanjem ovog vodiča.

Vaše ideje su dobrodošle, dopune i sugestije kako da ovaj vodič učinimo još boljim. One će biti razmatrane u sledećem izdanju.

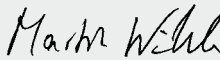
Bord Direktora



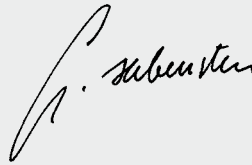
Burkart Knospe



Lothar Walleser



Martin Winkle



Dr. Jörk Hebenstreit

## Sadržaj

### Provera kvaliteta jestivog ulja

1. Bezbednost hrane / HACCP koncept	6
1.1 Istorija HACCP-a	6
1.2 Šta je HACCP?	6
1.3 HACCP i ISO 9000	9
1.4 Primena HACCP koncepta na tester ulja za prženje	9
2. Osnove - masti i ulja	10
2.1 Proizvodnja i prečišćavanje ulja	10
2.2 Hemijski sastav masti i ulja	12
2.2.1 Trigliceridi	12
2.2.2 Masne kiseline	13
2.3 Šta se dešava tokom prženja u ulju?	17
2.3.1 Proces prženja	17
2.3.2 Ciklus razgradnje masti	19
2.3.3 Reakcije masti	21
3. Teorijska osnova	29
3.1 Zašto merimo TPM?	29
3.2 Merne metode	31
3.2.1 Određivanje polarnih materija kolonskom hromatografijom	31
3.2.2 Kapacitivno merenje „totalnih polarnih materija“	33
3.2.3 Određivanje slobodnih masnih kiselina indikatorskim tračicama	34
3.2.4 Provera boje ulja	35
3.2.5 Određivanje tačke dimljenja	35
3.2.6 Kiselinski broj (KB)	37
3.2.7 Jodni broj (JB)	37
3.2.8 Peroksidni broj (PN)	37

3.3	Testo 270 tester jestivog ulja	38
3.3.1	Veličina - „Totalne polarne materije“	38
3.3.2	Veličina – temperatura	38
3.3.3	Testo 270 tester jestivog ulja, opšti pregled	39
4.	Praktična primena – saveti	43
4.1	Saveti i preporuke	43
4.2	Oblasti primene	48
4.2.1	Velike prehrambene ustanove, kantine, catering kompanije	48
4.2.2	Monitoring hrane	48
4.2.3	Proizvođači hrane (na primer prženi proizvodi, grickalice itd...)	49
4.2.4	Veliki restorani, lanci brze hrane	49
4.3	Parametri kalibracije	50
4.4	Šta znače: merni opseg, tačnost i rezolucija?	50
4.5	Kalibracija i podešavanje testo 270	51
4.6	Beleženje	52
5.	Tehnički podaci za testo 270	55
5.1	Merni opseg i tačnost	55
5.2	Ostali podaci	55
6.	Dodatak	56
7.	Literatura	57
8.	Reference za druge publikacije	58
9.	Opšte	59

## Bezbednost hrane / HACCP koncept

### 1 Bezbednost hrane / HACCP koncept

#### 1.1 Istorija HACCP-a

*Nacionalna Astronautska i Svemirska Agencija (NASA)* je razvila sigurnosni sistem koji omogućava da krajnji produkt bude praćen unazad kroz sve faze proizvodnje do rasta ili kultivacije, kako bi osigurala snabdevanje svojih astronauta zalihama. Greške proizvodnje prema tome mogu biti identifikovane u ranim fazama i sprečena trovanja astronauta hranom u svemiru. Ovaj sigurnosni sistem sprečava ranu terminaciju svemirskih misija i gubitke miliona. Sistem rizika je usvojen od strane nekih kompanija u automobilske i farmaceutskoj industriji kako bi se pratilo proces proizvodnje. Februara 1997, Evropska Unija HACCP koncept uključuje u Evropski zakon<sup>1</sup>. Cilj je bio i jeste prevazilaženje trgovinskih granica u smeru stvaranja jedinstvenog tržišta. Namera je stvaranje standardne legalne baze koja će osigurati jednake konkurentne uslove i standardni nivo zaštite potrošača u svim državama članicama<sup>2</sup>.

Takođe je u februaru 1997. HACCP koncept inkorporiran u nemački dekret o higijeni hrane (German Hvgiene Ordinance), koji je postao obavezan u avgustu iste godine za sve ustanove koje rade sa hranom.

Dekret o higijeni hrane je baziran na internoj kontroli ustanove i obavezi o obuci službenika.

#### 1.2 Šta je HACCP?

**HACCP predstavlja „Hazard Analysis and Critical Control Point“ (analiza opasnosti i kontrola kritičnih tačaka)**

HACCP koncept je baziran na nekoliko principa

1. *Analiza rizika i definicija grupa opasnosti (identifikacija i procena rizika)*

Sistematična procena hrane i njenih sirovina i sastojaka kako bi se odredio rizik od biološke, hemijske i fizičke opasnosti.

Ova oblast pokriva sve od rasta i kroz berbu do konzumacije proizvoda.

To je vrsta dijagnoze i kao takva čini osnovu za HACCP koncept.

## Bezbednost hrane / HACCP koncept

2. *Definicija kritičnih kontrolnih tačaka (CCPs) za monitoring opasnosti koje se mogu identifikovati*

Definicija CCPs je neophodna da bi se pratila identifikacija opasnosti.

One moraju biti korišćene gde god može doći do hazarda, gde može biti eliminisan ili minimizovan.

Korišćenje CCPs nije adekvatno u tačkama gde nema izlaganja opasnosti.

Njihovo korišćenje bi stvorilo nepotreban posao i smanjilo transparentnost koncepta sigurnosti.

3. *Definicija kritičnih limitirajućih vrednosti koje omogućavaju efektivnu kontrolu*

Granične vrednosti su definisane kao parametri monitoringa koji moraju biti praćeni (npr. temperatura, totalne polarne materije, pH-vrednost). Ove

limitirajuće vrednosti se baziraju na zakonom propisanim regulativama, opštim higijenskim direktivama ili naučnim studijama. Ako izmerene vrednosti odstupaju od njih, relevantni zaposleni moraju preuzeti odgovarajuće akcije kako bi osigurali sigurnost hrane i sprečili izlaganje konzumenata opasnosti.

4. *Definicija i zasnivanje procesa monitoringa za CCPs*

Ovaj aspekt je od vitalnog značaja za ušpešnost sistema.

Da bi se osigurao efikasan monitoring sistema, treba odgovoriti na sledećih šest pitanja:

**Šta se prati?**

**Koji oblik monitoringa se koristi?**

**Gde se vrši monitoring?**

**Kada se monitoring odvija?**

**Koje limitirajuće vrednosti se moraju pratiti?**

Generalno se kontrolišu fizički parametri, ili se pregledaju uzorci sirovog materijala i proizvoda.

5. *Definicija korektivnih mera u slučaju odstupanja od kritičnih graničnih vrednosti*

Korektivne mere se primenjuju u ovoj tački ukoliko rezultati monitoringa pokazuju da operacija nije pod kontrolom, npr. ako CCPs odstupaju od graničnih vrednosti.

Svaka izvršena kontrolna mera mora biti zabeležena!

6. *Upotpunjavanje i izrada dokumentacije prema HACCP konceptu*

## Bezbednost hrane / HACCP koncept

Zapisom rezultata bilo kog izvršenog merenja, postoji pisani dokaz koji može biti proveren. Time kompanija može da dokaže da je kupcu predat ispravan proizvod. Pomoću detaljne dokumentacije prema konceptu HACCP-a, kompanija tako može biti oslobođena odgovornosti. U te svrhe, svi HACCP koraci moraju biti dokumentovani. Preporučeni vremenski period za čuvanje HACCP dokumenata bi trebalo znatno da premašuje rok trajanja proizvoda.

Detaljna i kompletna dokumentacija mora da sadrži sledeće:

Opis proizvoda;

Opis procesa proizvodnje sa specifikacijom CCP-a;

Za svaki CCP: opis merenja tako da se njima može upravljati;

Monitoring i kontrola merenja za CCP sa specifikacijom graničnih vrednosti za odgovarajuće parametre u slučaju gubitka kontrole.

Kontrolna merenja (za više informacija videti takođe poglavlje 4.6 protokole, stranica 52)

### 7. Provera sistema (verifikacija)

Verifikacija: „Konfirmacija ispravnosti proverom“. Prema terminu HACCP koncepta, ovo znači da je funkcionalnost koncepta proverena i potvrđena i da je obezbeđen dokaz kako HACCP program radi efikasno i pravilno.

Preporučeno je da se verifikacija vrši barem jednom godišnje ili kada god se proces ili sastav menjaju.

Za implementaciju HACCP standarda, HACCP tim ili HACCP konsultant treba da budu zaduženi i odgovorni za implementaciju gore navedenih stavki.

### 1.3 HACCP i ISO 9000

ISO 9000 (EN 29000) je standard sigurnosti kvaliteta nastao u industriji. Kompanija koja radi u skladu sa konceptom ISO 9000, definiše operacije, prati rezultate, pravi korekcije u slučaju odstupanja i dokumentuje rezultate. HACCP i ISO 9000 su u tom pogledu veoma slični. Glavna karakteristika ISO 9000 je kalibracija merne i referentne opreme. Pošto je temperatura jedna od kritičnih kontrolnih tačaka prema HACCP standardu, termometri koji se koriste bi trebalo da budu regularno kalibrisani u određenim vremenskim intervalima. Pošto HACCP i ISO 9000 nisu međusobno isključivi, već se upravo savršeno dopunjuju, u Americi je implementiran kombinovani koncept, pod nazivom HACCP 9000.

### 1.4 Primena HACCP koncepta na tester ulja za prženje

Implementacijom HACCP koncepta proizvođačima hrane se omogućava optimizacija proizvodnje uz adekvatnu dokumentaciju, u cilju uštede i snabdevanja kupca proizvodom najboljeg kvaliteta. Primenjeno na prženje u ulju, to znači da se koristi jestivo ulje čiji je kvalitet dokumentovan relevantnim proverama tokom procesa proizvodnje i skladištenja. Kada govorimo o jestivom ulju za prženje, ono se može koristiti efikasno sa adekvatnim merenjem, npr. ne premalo i ne predugo.

## Osnove - masti i ulja

### 2 Osnove - masti i ulja

#### 2.1 Proizvodnja i prečišćavanje ulja

Tradicija ekstrakcije ulja je izuzetno duga. Još u antičko doba, uljarice su bile korišćene kao osnovni proizvodi u različitim oblastima kao što je ishrana, kozmetika, medicina i kao gorivo. U ranija doba, ulje je bilo ekstrahovano u najprostijoj formi. Tokom vremena, ekstrakcija se stalno poboljšavala kako bi se povećao prinos ekstrahovanog ulja.<sup>3</sup>

Ulje se ekstrahuje iz semena uljarica (npr. suncokretovog ili lanenog semena) ili semena voća (npr. masline).

Generalno se pravi razlika između dva načina proizvodnje ulja: presovanjem i ekstrakcijom. U mnogim slučajevima, koriste se oba procesa zajedno da bi se maksimalno iskoristila osnovna sirovina.



Suncokret



Masline

Ekstrakcija ulja počinje čišćenjem i ukljanjanjem koščica gde je neophodno. Seme i voće se zatim drobi kidanjem i mlevenjem. Ovo omogućava dobijanje maksimalnog prinosa presovanjem. Pre presovanja, sirovina se greje na temperaturu od oko 38°C. Stalno mešanje tokom ovog procesa sprečava zagorevanje. Zagrevanjem, uljana komponenta postaje tečnija, tako da se lakše i efikasnije izdvaja.

Zagrejana smesa se prebacuje u zagrejani ekstruder i rotacionim kretanjem sve više i više se sabija.

Sveže iscedeno ulje se oslobađa pod uticajem povećanja pritiska.

Presovanjem se iz semena ne izdvoji sva količina ulja, pa je sledeći korak nakon presovanja - ekstrakcija. Korišćenjem rastvarača (obično heksana), zidovi ćelija u semenu se na niskim temperaturama razaraju i ostatak ulja se ekstrahuje.

Istovremeno se iz ćelija ekstrahuju i sve korisne liposolubilne komponente, poput vitamina E.

Nakon ekstrakcije, rastvarač se uparavanjem kompletno uklanja iz ulja. Poslednji korak u proizvodnji ulja je rafinacija (prečišćavanje) ulja. U raznim fazama, na temperaturama ne višim od 200°C, uklanjaju se neželjene prateće supstance i supstance koje utiču na ukus ulja. Uklanjanjem štetnih supstanci, vlakana i boja prisutnih u ulju i razblaživanjem ekstremno intenzivnog ukusa, ulje postaje trajnije i poboljšava se njegov izgled. U nekim slučajevima, dok ne prođu proces rafinacije, ulja nisu jestiva. To je na primer slučaj sa sojinim uljem, koje nije za konzumaciju jer sadrži veliki broj gorkih supstanci. Ova faza ne utiče na količinu korisnih sastojaka kao što su nezasićene masne kiseline ili vitamin E, već one neizmenjene ostaju u ulju.

Postoje, ipak, izuzeci kada se zabranjuje rafinacija određenih ulja. Ovo je slučaj sa hladno presovanim maslinovim uljem koje ne može biti rafinirani prema EU direktivi<sup>4</sup>, Ova ulja su u maloprodaji opisana kao hladno presovana ili hladno ceđena; ovo znači da se tokom presovanja nije eksterno delovalo toplotom. Ovaj metod se sastoji iz izuzetno nežnog presovanja, ali prinos ulja nije posebno veliki. Hladno presovana ulja se onda peru, suše, filtriraju i blago popare. Rezidui koji su preneseni iz voća u ulje se ovim procesom ne uklanjaju. Zato je za hladno ceđenje je posebno važno da se voće pažljivo odabere, kako ne bi bilo zdravstvenih rizika. Nerafinirana ulja se često opisuju i kao „virgin oils“.<sup>5</sup>

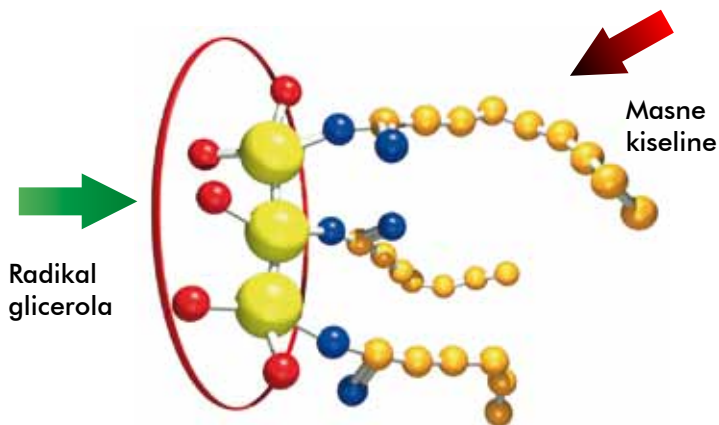
## Osnove - masti i ulja

### 2.2 Hemijski sastav masti i ulja?

Masti i ulja\* (lipidi) su čvrste ili tečne susptance nerastvorne u vodi. Masti koje su na temepraturama ispod 20°C i dalje u tečnom obliku, generalno se nazivaju uljima.

#### 2.2.1 Trigliceridi

Sve masti, bilo animalne, biljne, tečne ili čvrste, imaju istu strukturu. Molekul masti se uvek sastoji iz glicerina (alkohola). On predstavlja osnovu molekula masti. Tri masne kiseline (ugljovodonični lanac) se vezuju za molekul glicerola. Zbog toga je triglicerid hemijski termin za masti. „Tri“ predstavlja tri veze sa masnim kiselinama, a „glicerid“ molekul glicerida za koji su vezane.<sup>6</sup> Sve prirodne masti obično imaju različite masne kiseline vezane za glicerol.



**Slika 1: Triglicerid**  
(glicerol sa tri masne kiseline)



\* Zbog uprošćavanja, termin „mast“ će biti korišćen kao osnovni pojam

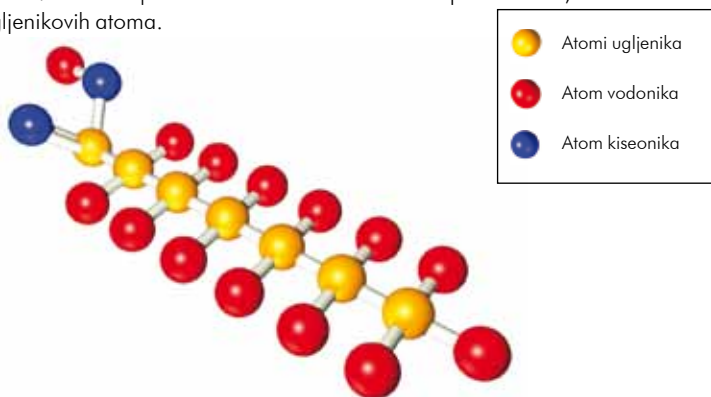
### 2.2.2 Masne kiseline

Masne kiseline se sastoje iz lanca vezanih ugljenikovih atoma (C) za koje se vezuje atom vodonika (H). Prirodne masne kiseline obično imaju paran broj atoma ugljenika (C), pošto se lanac sastoji iz C-C jedinica. Masne kiseline se klasifikuju prema dužini lanca (kratkog, srednjeg i dugog lanca), stepena saturacije (zasićene ili nezasićene) i na osnovu pozicije dvostruke veze (na primer između devetog i desetog atoma ugljenika).

#### Zasićene masne kiseline<sup>7</sup>

Ako je u lancu ugljenikovih atoma maksimalan broj atoma koji mogu formirati lanac, on se opisuje kao zasićen (slika 2). U ovakvim lancima, sve četiri valence su „neutralisane“.

Zasićene masne kiseline su „zasićene i inertne“ i zato stabilne. Što se tiče njihove upotrebe, to znači da mogu podneti visoke temperature i stajati duži vremenski period.<sup>8</sup> Izuzetno poznata zasićena masna kiselina je stearinska, sa 18 ugljenikovih atoma.



Slika 2: zasićena masna kiselina

Jednostruka veza između dva ugljenikova atoma (C-C) može slobodno da rotira. Molekul masne kiseline je zato veoma pokretan i ugljovodonični lanac masne kiseline tako može zauzeti malo prostora pošto se postavi u prostoru u vidu prave linije. Zbog toga su na sobnoj temperaturi masti sa velikim brojem zasićenih masnih kiselina u čvrstom obliku.

Prilikom prženja, zbog svoje inertnosti, poželjne su masti sa visokim udelom zasićenih masnih kiselina.

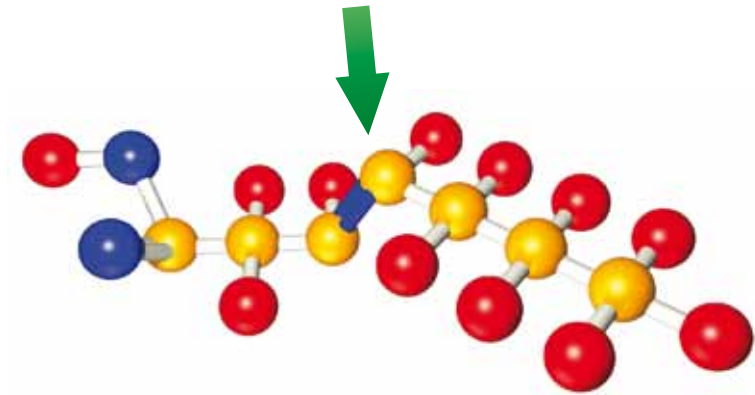
## Osnove - masti i ulja

### Nezasićene masne kiseline<sup>9</sup>

Nezasićene masne kiseline se dele na mononezasićene i polinezasićene masne kiseline.

Mononezasićene masne kiseline nemaju dva vodonikova atoma, što znači da se stvara druga veza, odnosno „dvostruka veza“ između dva ugljenikova atoma.

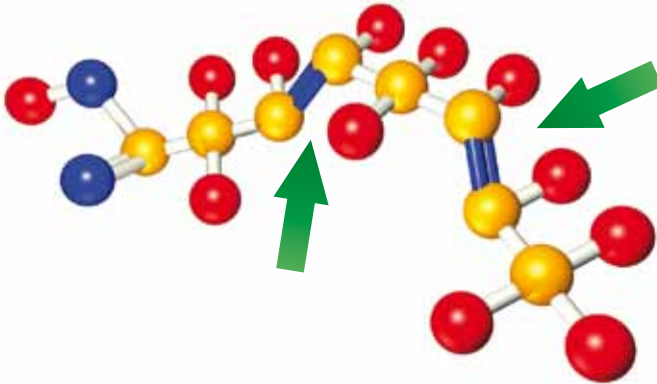
Najpoznatija mononezasićena masna kiselina je oleinska koja je izvedena iz stearinske i takođe ima 18 ugljenikovih atoma.



**Slika 3: Mononezasićene masne kiseline**

Polinezasićenim masnim kiselinama „nedostaje“ više parova vodonikovih atoma. Primer polinezasićene masne kiseline je linolna kiselina sa 18 ugljenikovih atoma i dve dvostruke veze. Što je više dvostrukih veza prisutno, kiselina je manje zasićena i reaktivnija.

Nezasićene masne kiseline imaju posebnu ulogu u ishrani. Polinezasićene masne kiseline (na primer linolna i linoleinska) telo samo ne može da sintetiše, ali su one telu neophodne, na primer za izgradnju ćelija. Iz istog razloga, animalne masti imaju relativno malo ovih „esencijalnih“ masnih kiselina. Sa druge strane, biljna ulja poput suncokretovog ulja sadrže veliki broj nezasićenih masnih kiselina.



**Slika 4: polinezasićene masne kiseline**

Masti koje se većinom sastoje od mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina, imaju nižu temperaturu topljenja od masti sa većim brojem zasićenih masnih kiselina, na primer, tečne su na sobnoj temperaturi.

Generalno pravilo je da što je lanac duži i što više ima dvostrukih veza, to je niža temperatura na kojoj masti prelaze u tečno stanje.<sup>10,11,12</sup>

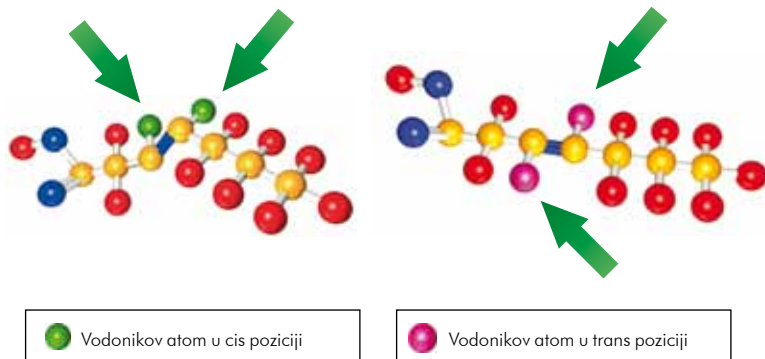
Masti sa većom količinom mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina su podložnije starenju od zasićenih masnih kiselina i stoga nisu pogodne za prženje. Ipak, iz zdravstvenih razloga, preporučljivo je korišćenje jestivog ulja sa maksimalnom mogućom količinom nezasićenih masnih kiselina.

Moderna jestiva ulja su modifikovana kako bi zadržala stabilnost na visokim temperaturama i sadrže veću količinu korisnih masnih kiselina.

## Osnove - masti i ulja

### Trans masne kiseline

Još jedan oblik od nezasićenih masnih kiselina su trans masne kiseline. Njihove dvostruke veze imaju posebnu prostornu strukturu opisanu kao trans-konformacija (slika 6), suprotno od cis-konformacije.



**Slika 5: cis masna kiselina**

**Slika 6: trans masna kiselina**

Kod cis masne kiseline dva atoma vodonika (prikazana na slici zelenom bojom) su sa iste strane dvostruke veze, u ovom slučaju sa gornje strane.

Kod trans masne kiseline, dva atkoma vodonika (prikazana roze bojom) su na suprotnim stranama.

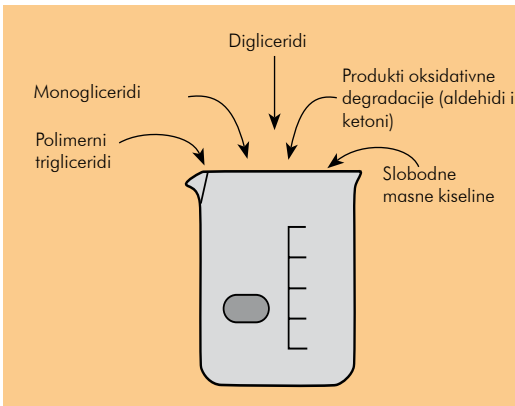
Trans masne kiseline se većinom nalaze u jestivim mastima animalnog porekla. Nastaju, na primer, kao rezultat konverzije prirodnih Cis masnih kiselina radom mikroorganizama u digestivnom traktu preživala, odakle prelaze u njihovo mleko ili meso.

U biljnim mastima, trans masne kiseline se primarno proizvode u međufazi tokom nastajanja čvrstih delova biljke. U ovim takozvanim delimično očvrslim mastima, udeo trans masnih kiselina je značajno veći nego u potpuno tvrdim mastima.

Trans masne kiseline idu u paru sa zasićenim masnim kiselinama. Zajednička osobina za oba tipa masnih kiselina jeste ta da povećavaju nivo holesterola u krvi i predstavljaju mogući rizik za kardiovaskularna obolenja.

Cis masne kiseline, sa druge strane, smanjuju nivo holesterola i stoga imaju pozitivan uticaj na zdravlje.

Kao rezultat različitih reakcija tokom prženja, već pomenute masne kiseline se odvajaju od radikala glicerola, i kao dodatak slobodnim masnim kiselinama stvaraju se monogliceridi, digliceridi, polimerni trigliceridi ili produkti oksidativne degradacije, kao što su aldehidi i ketoni. Oni se grupišu pod terminom totalni polarni materijali, TPM skraćeno, i koriste se kao osnova za merenje stope degradacije masti.



Slika 7: sastojci TPM-a

## 2.3 Šta se dešava tokom prženja u ulju?

### 2.3.1 Proces prženja

Prženje je primarno proces dehidracije, što znači da se voda i supstance rastvorne u vodi izvlače iz proizvoda koji se prži i prenose u jestivo ulje. Istovremeno on apsorbuje iz okoline mast.

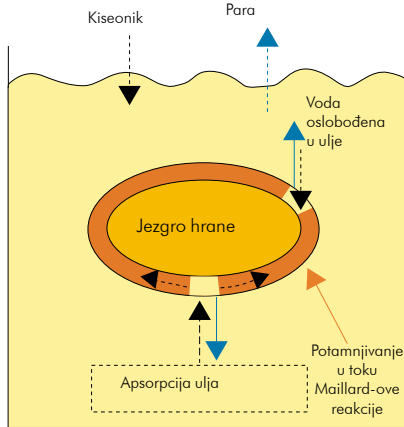
Ako se proizvod ubaci u vruće ulje, voda sa površine isparava i pokreće se iz unutrašnjosti proizvoda u spoljašnje slojeve kako bi se kompenzovao gubitak vode na površini.

Kako se oslobođena voda nepomera lako sa hidrofilne površine u hidrofobno jestivo ulje, stvara se tanak sloj pare između ulja i proizvoda koji se prži.

## Osnove - masti i ulja

Ovo stabilizuje površinu hrane, što znači da se površina štiti od prodora ulja sve dok voda ne ispari.

Istovremeno, para sprečava da se hrana stvrdne i izgori.



**Slika 8: Reakcije između proizvoda koji se prži i ulja tokom procesa prženja<sup>13</sup>**

Zaštićena parom, na površini proizvoda se stvara korica sa velikim brojem pora i šupljina.

Kada najveći deo vode ispari, proizvod uvlači mast kroz prazne pore i šupljine, i tako se kuva unutrašnjost proizvoda.

	Sadržaj masti u %	
	sirov prizvod	pržena hrana
Piletina (bez kože)	3,9	9,9
Čips	0,1	39,8
Prženi krompir	0,1	13,2
Krofne	5,2	21,9

**Tabela 1: Apsorbovana količina masti tokom prženja različitih vrsta namirnica<sup>14</sup>**

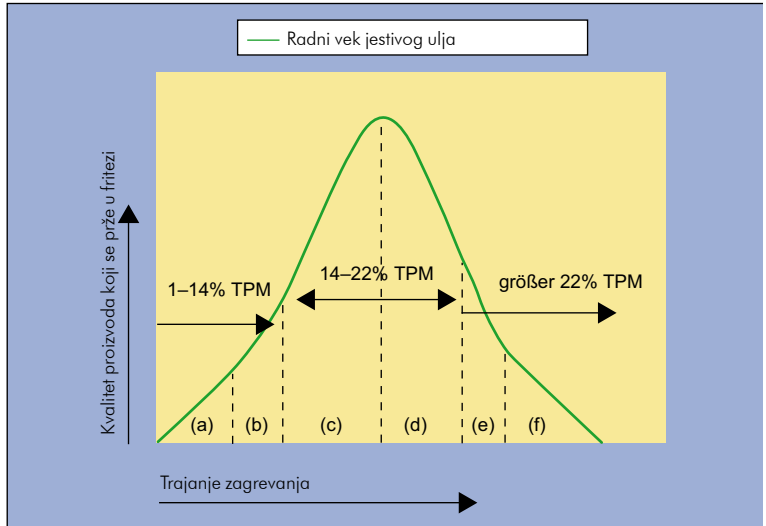
Efekat hlađenja površine hrane postepeno nestaje i povećanje temperature pokreće „Maillard-ovu reakciju“. Proteinski konstituenti (amino kiseline) reaguju sa prisutnim šećerima boje hranu braon bojom. Ovaj proces daje hrani prijatnu aromu.<sup>15</sup>

### 2.3.2 *Ciklus razgradnje masti*

Zbog raspadanja i različitih eksternih uticaja, ulje za kuvanje je tokom ciklusa prženja konstantno izloženo hemijskim reakcijama (od dodavanja sveže do bacanja ostarele masti).

Stanje ulja za prženje se može podeliti u različite faze tokom ciklusa (slika 9). Prve faza (a) počinje sa nekorisćenim, svežim jestivim uljem. Ulje još uvek nije grejano i nije došlo u kontakt sa proizvodom koji se prži. Zato u svežem ulju još uvek nema arome ili polarnih materija. Oni se pojavljuju tokom procesa starenja ulja. Voda polako isparava i dugo se zadržava na površini prženog proizvoda. Proizvod je prekuvan i postaje gnjecav, bez obojenja. U fazi (b) se udeo polarnih materija povećava. Rezultat kontakta zagrejane masti sa kiseonikom iz vazduha su proizvodi koji daju tipičnu aromu prženom proizvodu, a nastaju razgradnjom određenih veza masnih kiselina. Zbog tipične arome i ukusa, jestivo ulje se održava dalje u sledećoj fazi (c), odnosno u optimalnom opsegu. Tu se oslobađa idealna količina vode. Istovremeno, Maillard-ove reakcije se pokreću zahvaljujući poboljšanoj ekstrakciji vode. Ulje je sada dovoljno dugo u kontaktu sa proizvodom kako bi proizvod dobio idealnu boju i tipičan, željeni ukus.

## Osnove - masti i ulja



Slika 9: Ciklus jestivog ulja<sup>16</sup>

Tokom ciklusa jestivog ulja, kriva oštro pada kroz optimalni opseg. Stvaraju se jedinjenja i veze koje pogoršavaju stanje ulja (faza (d)). Istovremeno ovo uslovljava i pogoršavanje kvaliteta prženja proizvoda.

Kako se nastavlja proces razgradnje, boja ulja postaje znatno tamnija i ulje dobija užegli ukus. Prženi proizvod apsorbujе povećanu količinu ulja tokom ove faze, pošto se voda brže izdvaja usled ekstremno visokog udela polarnih materija. Unutrašnjost prženog krompira, na primer postaje šuplja. Što voda brže napušta ulje, to se više produžava kontakt između masti i prženog proizvoda. Time se povećava zapremina masnoće koja prodire u prženi proizvod. U poslednjoj fazi (e), ulje za prženje više nije pogodno za konzamaciju i zato ga treba zameniti ili osvežiti novim uljem.<sup>17</sup>

Kriva ovakvog profila nastaje zbog pokretanja različitih reakcija, uticaja kiseonika iz vazduha, uticaja svetlosti ili toplote.

Nezasićene masne kiseline igraju važnu ulogu u ovim reakcijama, jer dvostruka veza reaguje izuzetno brzo.

U osnovi, postoje 3 glavna tipa reakcija koje su detaljnije opisane u sledećem odeljku.

### 2.3.3 Reakcije masti

#### Oksidacija

Oksidacija kiseonikom iz vazduha je odgovorna za starenje ulja. Ova reakcija počinje i pre zagrevanja ulja za prženje. Na svakih 10°C, brzina oksidacije se udvostručuje.\*\* Na primer, ako se dva radikala formiraju na sobnoj temperaturi (25°C), na 55°C će nastati 16 radikala i 16384 radikala na 155°C. Što je više radikala prisutno, masti se brže raspadaju na individualna jedinjenja, drugim rečima, mast brže stari. Pored temperature, svetlost ima značajan uticaj na razgradnju. Svetlost, pored drugih komponenata, sadrži ultravioletne (UV) zrake koji stvaraju povoljne uslove za pokretanje reakcije oksidacije. Masti su organska jedinjenja koja mogu oksidisati. Što masti sadrže više nezasićenih (dvostrukih) veza, to je lakša oksidacija masti. Hladno presovano maslinovo ulje, ima na sobnoj temperaturi rok trajanja aproksimativno samo šest meseci, zbog velikog broja nezasićenih masnih kiselina. Dodatni proizvodi degradacije sa jakim ukusom, kao što su masne kiseline, dalje se oksiduju do monoglicerida i diglicerida.

Tokom procesa prženja, voda isparava iz proizvoda koji se prži i formira se pokorica koja zaustavlja preveliko prodiranje masti u unutrašnjost proizvoda. Nakon određenog perioda, najveći deo vode je ispario i prestaje efekat hlađenja pokorice. Kada se dostigne visoka temperatura, proizvod počinje da dobija željenu boju.

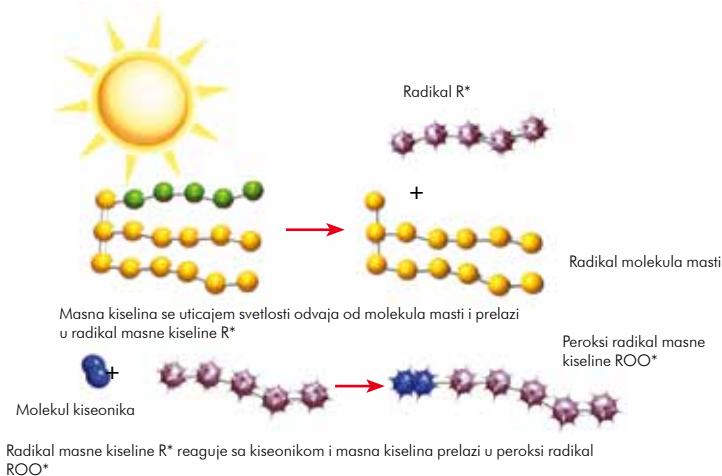
Kako raste udeo polarnih materija u ulju, voda iz ulja lakše i brže isparava. Formiranje pokorice napreduje sporije u odnosu na isparavanje, ali je u isto vreme veća brzina dobijanja boje pošto se proizvod više ne hladi toliko efikasno. U slučaju prženog krompira, njegova unustrajnost postaje šuplja. U mastima sa većim sadržajem polarnih materija, zbog bržeg isparavanja vode, više masnoće prodire u proizvod.

Proces razgradnje oksidacijom je podeljen u nekoliko faza.

Fazom „inicijacije“ usled uticaja toplote, svetla ili teških metala (Cu, Fe) počinje oksidacija. Proizvodi oksidacije uključuju slobodne radikale (R\*, R=radikal masne kiseline) koji reaguju sa kiseonikom (O<sub>2</sub>) iz vazduha gradeći peroksi radikale (R-OO\*).

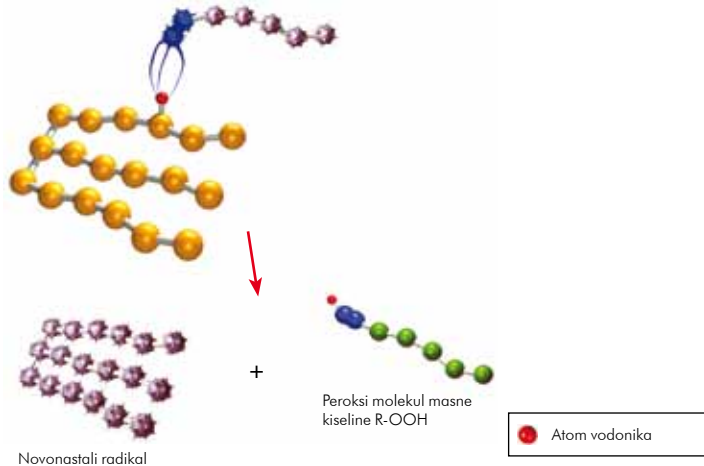
\*\* Ovo je samo pretpostavka. Brzina se u realnim uslovima može razlikovati.

## Osnove - masti i ulja



**Slika 10. Faza inicijacije**

U fazi propagacije, odnosno rasta lanca, peroksi radikal masne kiseline R-OO\* dobija atom vodonika od druge masne kiseline i prelazi u peroksi molekul\*\* (R-OOH). Druga masna kiselina koja je otpustila atom vodonika, postaje novi radikal i reaguje sa prisutnim kiseonikom.

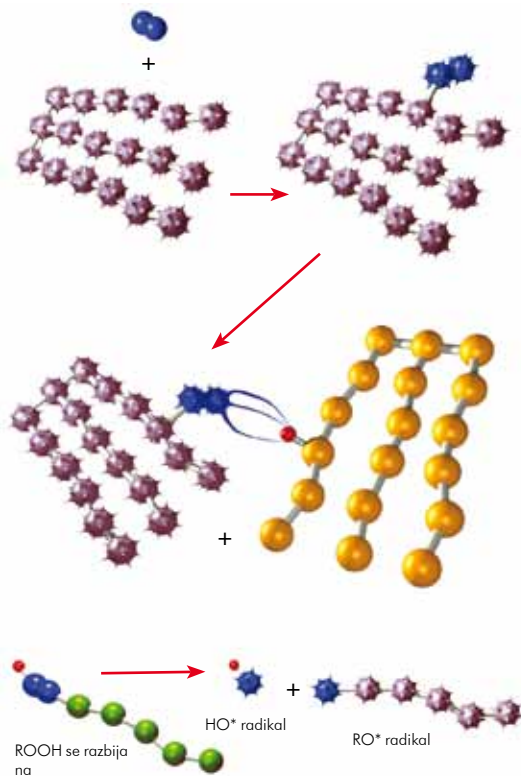


**Slika 11: Faza propagacije**

Napomena: radikali su označeni \*.

\*\* Vodonik peroksid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) je snažan oksidans i koristi se, na primer, za beljenje kose.

Nestabilni peroksi molekul masne kiseline (R-OOH) u najvećoj meri prelazi u druge radikale (RO\* i \*OH) i reaguje sa prisutnim kiseonikom ili sa okolnim masnim kiselinama (reakcija grananja lanca).



Novi radikal reaguje sa atomom vodonika sledeće masne kiseline, i prelazi u peroksi radikal itd. Ovaj proces se ponavlja dok ne počne reakcija terminacije.

Novi radikali RO\* i HO\* reaguju sa kiseonikom ili masnim kiselinama iz okolne sredine. Reakcija može trajati neograničeno, sve do faze terminacije.

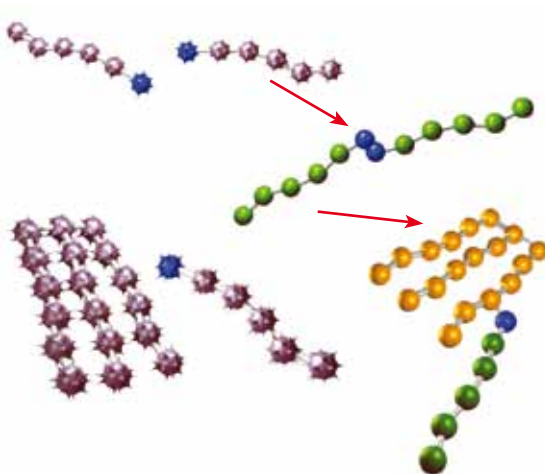
### Slika 12: Reakcija grananja

Što se više radikala formira, veća je verovatnoća da će se oni sudariti. Kada se radikali sudare, dva slobodna radikala formiraju vezu i reakcija se završava. Tako su radikali „zarobljeni“ i više ne mogu da „hvataju“ vodonikove atome.

## Osnove - masti i ulja

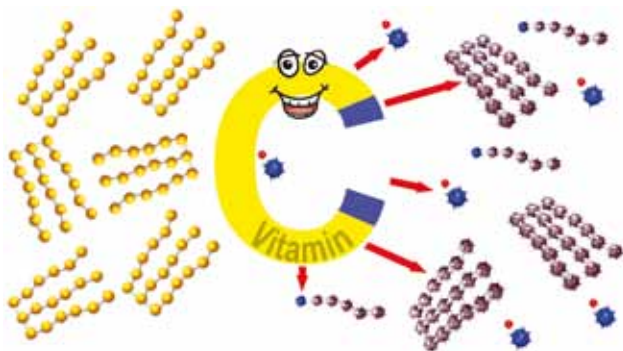


Dva radikala u međusobnoj reakciji formiraju novu vezu (prikazano crnom bojom na crtežu). U takvom stanju, oni više ne mogu da reaguju sa vodikovim atomima.



**Slika 13: Reakcija terminacije**

Jedinjenja koja vezuju slobodne radikale (antioksidansi) poput vitamina E ili C reaguju prema ovom mehanizmu. Poput magneta privlače radikale i sprečavaju ili odlažu lančanu reakciju pošto „hvataju“ radikale.



Slika 14: Reakcija „hvatača“ radikala

### Polimerizacija

Ovo je hemijska reakcija u kojoj nezasićene masne kiseline prisutne u jestivom ulju, pod uticajem toplote, svetlosti ili metala (Cu, Fe) i raskidanjem dvostruke ili trostruke veze, međusobno reaguju formirajući prvo dimere (dva povezana molekula masti), a onda i polimere (veliki broj povezanih molekula).

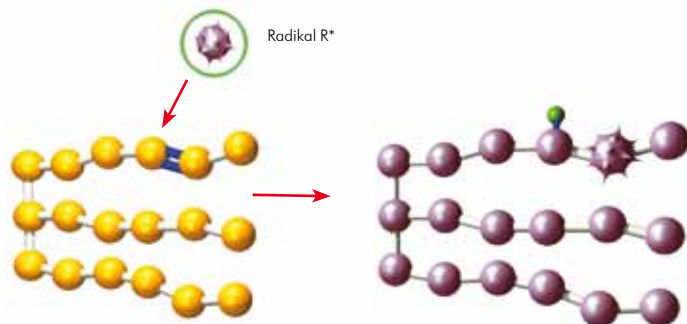
Kao rezultat formiranja lanca molekula, ulje postaje viskoznije. Posledica povećane viskoznosti je smanjenje isparavanja vode iz ulja, što znači da kao i sa svežim uljem, toplota ne može da prodre na odgovarajući način u proizvod, nema reakcije bojenja i hrana postaje isušena i smežurana.

Istovremeno, pri vađenju proizvoda iz friteze ulje ima veću tendenciju prijanjanja uz hranu što dovodi do većih gubitaka ulja iz friteze.

Uz polimerizaciju, smanjuje se količina volatilnih supstanci. Formiranje dima je stoga manje u veoma starim uljima. Pored promene boje, ulja za prženje sa velikom količinom polimera se karakterišu formiranjem veće količine fine pene.

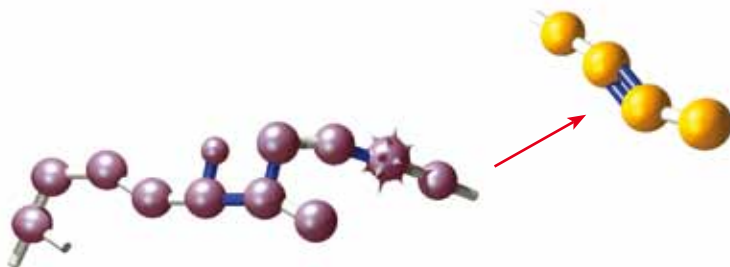
Kao kod oksidacije, prvi korak je inicijacija. Radikal ( $R^*$ ) nastaje kao rezultat uticaja svetlosti, toplote ili teških metala. Sada radikali ne reaguju sa kiseonikom, već napadaju dvostruku vezu masnih kiselina koje su deo molekula masti. Nakon reakcije, ceo molekul masti postaje radikal.

## Osnove - masti i ulja



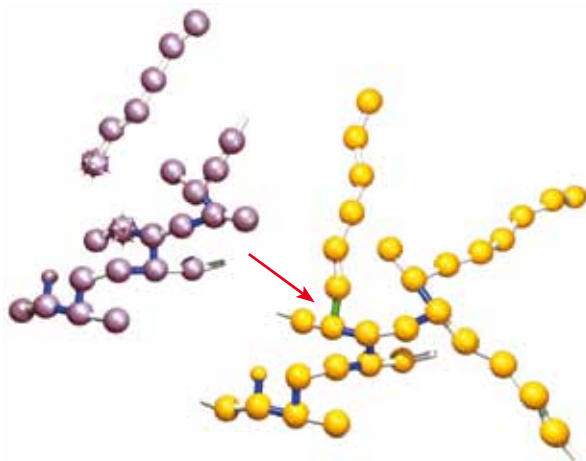
**Slika 15: Inicijacija polimerizacije**

Ukoliko radikal molekula masti napadne drugi molekul masti sa dvostrukom vezom, dvostruka veza se raskida i molekuli se spajaju. U ovoj prvoj fazi, nastaje lanac koji se sastoji od dva molekula masti, koji može dalje da se produžava tokom polimerizacije kako bi se formirao lanac više stotina molekula masti (polimera).



**Slika 16: Rast lanca**

Ukoliko se dva radikala sudare, reakcija se završava. Dva radikala se vezuju (zeleno) i ne reaguju dalje sa molekulima masti.



**Slika 17: Reakcija terminacije**

Nekada se može desiti da radikal molekula masti napadne dvostruku vezu jedne od sopstvenih masnih kiselina. Ovo prouzrokuje zatvaranje lanca unutar molekula. Proizvod ovakve reakcije je ciklično jedinjenje.

### Hidroliza

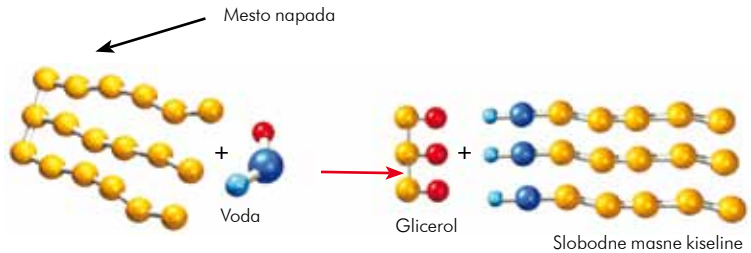
Reakcija hidrolize se pokreće vodom iz proizvoda koji se prži, a mogu da je podstaknu i određene supstance, na primer prašak za pecivo.

Hidroliza je u literaturi predmet kontraverznih rasprava. Mišljenja istraživača o uticaju vode na ulje se značajno razlikuju. Poznato je da voda koja isparava takođe ekstrahuje zajedno sa uljem isparljive proizvode degradacije poput alkohola ili masnih kiselina kratkog ugljovodoničnog lanca čime pomaže i stabilizuje ulje.

Voda isparava i ostavlja iza sebe monogliceride, digliceride i slobodne masne kiseline.

## Osnove - masti i ulja

Tokom hidrolize, voda napada vezu između glicerola i masne kiseline i deli se na dva dela. Prvi deo (H atom, crveno obojen) vezuje se za radikal glicerola i drugi deo (OH radikal, plavo/tirkizno obojen) ostaje vezan za radikal masne kiseline.



### Slika 18: Reakcija hidrolize

Temperatura na kojoj mast počinje da dimi se snižava kao rezultat razgradnje molekula masti i mast dobija drugačiji ukus.

Ukoliko prašak za pecivo dospe u mast preko proizvoda koji se prži, dolazi do stvaranja sapuna. Zbog toga je hidroliza masti poznata i kao saponifikacija. Natrijum je jedan od sastojaka praška za pecivo. Ako prašak za pecivo izreaguje sa masnom kiselinom, nastaju veoma male količine sapuna .

## 3 Teorijska osnova

### 3.1 Zašto merimo TPM?

Kao rezultat već opisanih reakcija, oslobađaju se različiti proizvodi degradacije. Oni se nazivaju zajedničkim imenom „totalne polarne materije“. One obuhvataju slobodne masne kiseline, monogliceride i digliceride kao i brojne proizvode reakcije oksidacije (aldehide i ketone).

Totalne Polarne Materije, skraćeno TPM, utiču ne samo na konzistenciju, ukus i izgled masti, već i na kvalitet kuvanja/prženja. Proizvod koji se prži u ostarelom ulju, veoma brzo formira tamnu koru i istovremeno upija veliku količinu masnoće. U mastima sa većom količinom polarnih materija, voda brže isparava iz masti i proizvod se brže isušuje. Prženi krompir, na primer, postaje šupalj. Kao rezultat brzog gubitka vode, zaštitni sloj pare takođe nestaje, što znači da je mast duže u kontaktu sa površinom hrane. Posledica je veća permeacija masti u unutrašnjost proizvoda koji se prži, kao i izlaganje površine višim temperaturama, što povećava verovatnoću zagorevanja.

Ispitivanja su pokazala da pored ostalog, razgrađene masti izazivaju jake stomachne bolove i digestivne probleme.<sup>18</sup>

Svi zakoni zabranjuju prodaju bilo kakve hrane nepodobne za konzumaciju. Ovo važi za hranu koja je u neprihvatljivom obliku ili za hranu koja može izazvati mučninu. Prema mišljenju radne grupe eksperata za polje hemije hrane (Working Group of Food Chemistry Experts – ALS, German Federal Health Gazette 2/91), jestivo ulje sa više od 24% TPM se smatra istrošenim (u Nemačkoj). Svako kršenje je podložno kažnjavanju.<sup>19</sup>

Još jedna pozitivna strana merenja TPM je mogućnost optimalnog podešavanja ulja u opsegu idealnom za prženje. Kao što je već opisano u poglavlju 2.3.2. ulje se menja tokom ciklusa. Dok je sveže, još uvek ne sadrži aromu i ukus. Kada se zagreje, arome se primetno oslobađaju i ulje se pomera bliže optimumu za prženje gde se dobijaju najbolja hrskavost i ukus. Kako se grejanje nastavlja, masti se raspadaju i postaju sve manje jestive. U optimalnom opsegu za prženje, udeo polarnih materija je između 14% i 20%. Redovnim merenjem, ovaj optimum se može održati mešanjem starog i svežeg ulja, tako da korisnik dobija proizvod ujednačenog kvalitetne hrskavosti i ukusa.

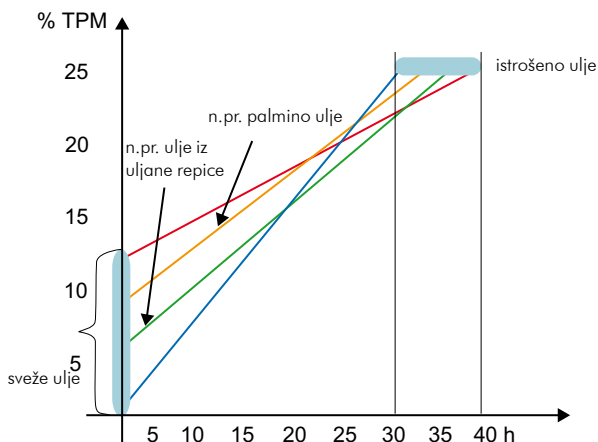
## Teorijska osnova

Procenat polarnih materija	Klasifikacija starenja ulja
Ispod 1–14% TPM	Sveže jestivo ulje
14–18% TPM	Malo korišćeno
18–22% TPM	Korišćeno, još uvek dobro za korišćenje.
22–24% TPM	Iskorišćeno, treba ga zameniti
Iznad 24%*	Istrošeno ulje

\* Ova vrednost je određena regulativama. Varira između 24% i 30% TPM u zavisnosti od zemlje

**Tabela 2: klasifikacija TPM vrednosti tokom starenja ulja**

Treba napomenuti da TPM vrednost svežih masti varira od jedne sorte do druge. Palmino ulje recimo, ima veću TPM vrednost nego ulje dobijeno iz uljane repice. Međutim, to ne znači da je ulje dobijeno iz uljane repice lošije za kuvanje, već baš obratno. Ulje dobijeno iz uljane repice ima duži rok trajanja od ulja sa nižim početnim vrednostima (slika 19).



**Slika 19: Početne/krajnje vrednosti tokom vremena korišćenja**

Početne vrednosti i operativna vremena su na slici data samo kao primer zbog ilustracije.

## 3.2 Merne metode

Pored kolonske hromatografije i kapacitivnih metoda za određivanje TPM vrednosti, biće opisane i metode za određivanje slobodnih masnih kiselina (Free Fatty Acids – FFA). U mnogim zemljama je ovo zvanična metoda za određivanje starosti ulja, iako je to moguće samo sa određenim stepenom sigurnosti.

### 3.2.1 *Određivanje polarnih materija kolonskom hromatografijom*

Kolonska hromatografija meri polarne materije (slobodne masne kiseline, monogliceride i digliceride) u mastima. Ova jedinjenja su mera termo-oksidativne razgradnje masti i koriste se kao zvanična jedinica mere u hemijskim testovima u laboratorijama. U mnogim zemljama, kolonska hromatografija je zvanična metoda za merenje polarnih materija. Sadržaj totalnih polarnih materija se označava kao % TPM, ili u nekim slučajevima TPK (totalne polarne komponente). U Nemačkoj je granična vrednost 24% TPM. Ova vrednost može da varira u zavisnosti od zemlje (videti tabelu 3).

ZEMLJA	TPM VREDNOST U %
Nemačka	24
Švajcarska	27
Austrija	27
Belgija	25
Španija	25
Francuska	24
Italija	25
Turska	25
Kina	27

Tabela 3: Preporučeni TPM standardi za različite zemlje

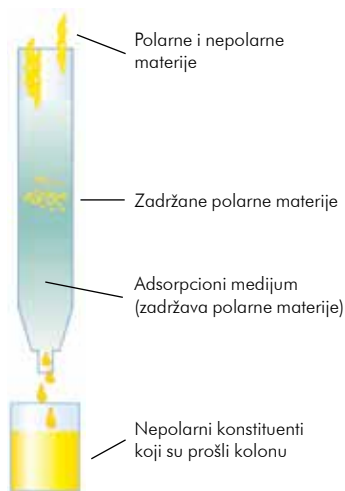
## Teorijska osnova

### Kako radi:

Uzorak definisane mase se postavlja na nosač kolone. Uzorak se polako pomera kroz kolonu i sakuplja na dnu.

Kako se uzorak kreće kroz kolonu, prisutne polarne materije se zadržavaju na nosaču kolone, tako da se na dnu sakupljaju samo nepolarne supstance.

Kada ceo uzorak prođe kroz kolonu, nepolarne materije se odrede tako što se izmere rezidualne masti. Ukoliko je ova suma manja od prvobitne težine, dobijaju se polarne materije uzorka.



**Slika 20: Kolonska hromatografija**

U mnogim zemljama, kolonska hromatografija je metoda zakonom propisana za merenje TPM. Stoga se koristi kao referentni metod za sve instrumente koji mere sadržaj TPM-a.

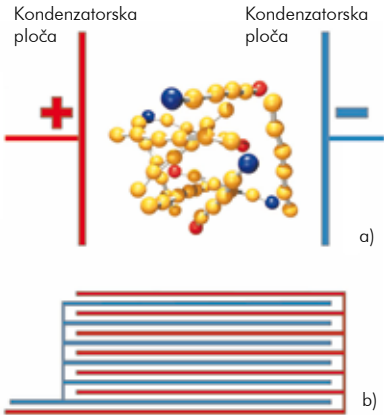
Glavna mana kolonske hromatografije leži u njenom izvođenju, rukovanju opasnim hemikalijama i u kompleksnosti merne procedure. Znanje stručnjaka je esencijalno, tako da ovu metodu ne mogu da koriste laici.

Druga mana kolonske hromatografije je slaba reproduktivnost rezultata u slučajevima u kojima se koriste različiti nosači.

Hromatografija se zasniva na razdvajanju na osnovu polariteta. Kao što je već napomenuto, nepolarne kapi se kreću kroz kolonu, dok se polarne čestice zadržavaju. Jestivo ulje sadrži mešavinu polarnih supstanci, od relativno nepolarnih do jako polarnih. Zbog ekstremno različite proporcije polarnih i nepolarnih komponenti, analizom iste masti u različitim laboratorijama se mogu dobiti različiti rezultati.

### 3.2.2 Kapacitivno merenje „totalnih polarnih materija“

Kao dodatak kolonskoj hromatografiji, kapacitivno merenje je drugi način merenja totalnih polarnih materija. Bazirano je na merenju dielektrične konstante.



Slika 21: a) Šematski prikaz kondenzatora,  
b) Tehnički prikaz senzora

Oba kraja ovih ploča se stavaljaju pod napon (crvena i plava ilustracija). Ploče kondenzatora se pune dok se ne postigne određena količina električnog napona. Kako se napon povećava, polarne materije masti se pokreću i poravnavaju. Crveno obojeni, pozitivni krajevi se okreću ka plavoj, negativno naelektrisanjoj ploči, a plavi, negativni krajevi prema crvenoj, pozitivno naelektrisanjoj ploči.

## Teorijska osnova

Kada je kondenzator napunjen, poseduje određeni kapacitet koji zavisi od dielektrika, u ovom slučaju od jestivog ulja. Što je prisutno više polarnih materija u jestivom ulju, veći je kapacitet kondenzatora. Ova promena kapaciteta se konvertuje i zatim pojavljuje na displeju testo 270 testera ulja, kao procenat TPM-a.

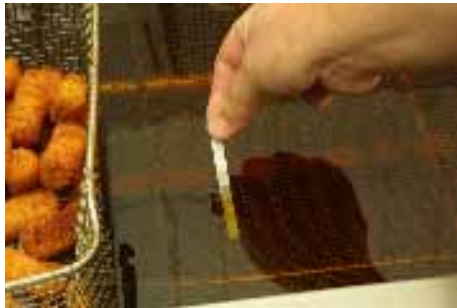
### 3.2.3 *Određivanje slobodnih masnih kiselina indikatorskim tračicama (free fatty acids, FFA)*

Slobodne masne kiseline su mera promene u mastima na sobnoj temperaturi usled uticaja kiseonika iz vazduha (užeglost) ili usled hidrolize. Tako se preko sadržaja slobodnih masnih kiselina određuje starost nekorišćenih, n.pr. negrejanih masti. Međutim, postoje zemlje u kojima se sadržaj masnih kiselina koristi kao zvanična metoda za određivanje starosti ulja. Ovo je ispravno samo u određenim uslovima, jer se sadržaj masnih kiselina može menjati tokom procesa kuvanja-prženja, što onemogućava reproduktivnost rezultata.

#### **Kako radi:**

Slobodne masne kiseline u nezagrejanom ulju mogu biti izmerene korišćenjem na primer indikatorske tračice.

Na tračicu se nanosi boja koja se menja u skladu sa sadržajem masnih kiselina.



**Slika 22: Merenje masnih kiselina korišćenjem indikatorske tračice**

Zatim se upoređuje sa test-tračicom u odnosu na skalu prema boji i određuje se sadržaj masnih kiselina.

**Pažnja!**

Merenje slobodnih masnih kiselina je ispravno samo kada mast nije bila grejana. Ukoliko je mast vruća, voda koja isparava uklanja i isparljive produkte degradacije. Slobodne masne kiseline su deo ove grupe isparljivih jedinjenja i stoga njihov sadržaj varira. Stoga nije preporučljivo merenje slobodnih kiselina u cilju određivanja stepena dekompozicije već zagrejanih masti.

**3.2.4 Provera boje ulja**

Na terenu, boja ulja govori o karakteristikama ulja, odnosno o njegovom kvalitetu i svežini. Ukoliko je boja svežeg ulja tamnija od očekivane, neophodni su dalji testovi, kao što je merenje sadržaja masnih kiselina.

**Pažnja!**

U slučaju jestivog ulja, boja se najpre menja zbog različitih proizvoda degradacije ulja, a zatim zbog sastojaka koji mogu iz proizvoda koji se prži, preći u ulje. Ukoliko se pohuje meso, na primer, ulje tamni mnogo brže nego kada se prži samo krompir. Ovaj efekat se pripisuje takozvanoj „Maillard-ovoj reakciji“ (naziv prema naučniku koji je otkrio, Luis Maillard). Snažnim zagrevanjem, proteini mesa (aminokiseline) reaguju sa šećerima (ugljenim hidratima). Ovom reakcijom se dobija aroma i obojene supstance (melanoidini) koji daju boju proizvoda i ulju u kome se prži.

Maillard-ova reakcija se odigrava i prilikom prženja čipsa, ali ne u tolikoj meri jer krompir ne sadrži mnogo proteina.

Zbog toga, promena boje ulja ne znači da se ulje više ne može koristiti. Provera boje zato ne treba da se koristi kao mera razgradnje ulja.

**3.2.5 Određivanje tačke dimljenja**

Tačka dimljenja (smoke point) je najniža temperatura zagrejanog ulja ili masti na kojoj se vidljivo na površini razvija dim.

Prema mišljenju Radne grupe regionalnih eksperata za hemijsku analizu hrane i nemačkog Saveznog sektora za javno zdravlje iz 1991, tačka dimljenja jestivog ulja mora biti minimalno na 170°C i ne sme se razlikovati više od 50°C od tačke dimljenja svežeg ulja, tako da se mast još uvek može koristiti.

Na tačku dimljenja utiču različite reakcije razgradnje koje se odigravaju u ulju per i tokom prženja, pa ulje počinje da se dimi na nižim temperaturama.



## Teorijska osnova

Tačku timljenja treba uvek proveravati eksternim termometrom da bi se dobile najtačnije informacije oko temeprature na kojoj ulje počinje da se dimi.

### **Pažnja!**

**Što je niža tačka dimljenja, veći je rizik od požara.**

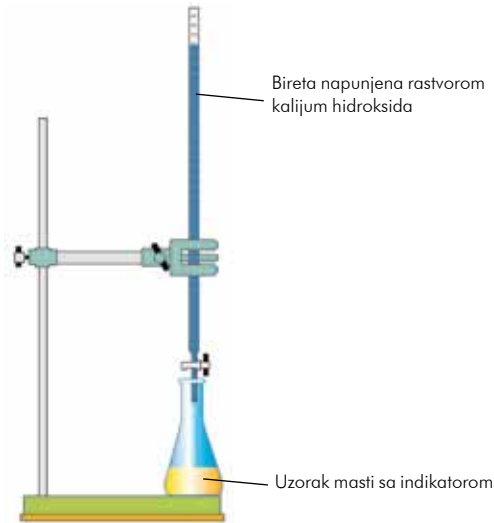
Pored navedenih metoda, postoje i drugi načini određivanja kvaliteta ulja, iako se mogu izvoditi samo u laboratorijama. Zbog čestog korišćenja ovih procesa u literaturi, izvršena je selekcija najpoznatijih koje su opisane u nastavku.

### 3.2.6 Kiseliniski broj (KB)

Kiseliniski broj prikazuje koliko je miligrama kalijum hidroksida (KOH) potrebno za neutralizaciju slobodnih masnih kiselina iz jednog grama masti.

#### Kako radi:

Da bi se odredio kiseliniski broj, rastvor kalijum hidroksida se dodaje u uzorak masti do promene boje indikatora dodatog u uzorak. Kiseliniski broj kao jedina metoda, nije dovoljan indikator za određivanje kvaliteta i procenu ulja.



Slika 23: Aparatura za titraciju

### 3.2.7 Jodni broj (JB)

Jodni broj prikazuje koliko grama joda izreaguje sa mastima. Što je veća količina utrošenog joda, veći je broj dvostrukih veza, a testirana mast svežija.

Jodni broj se određuje titracijom, analogno kiseliniskom broju.

### 3.2.8 Peroksidni broj (PN)

Kalkulacija peroksidnog broja je klasični test za merenje stepena oksidacije svežeg ulja. Ipak, ne daje direktnu informaciju o stepenu razgradnje masti, jer ovaj broj može dosta da varira.

Kao i prethodne dve metode, PN se određuje titracijom. Ulje koje se ispituje mora biti hladno, jer je test izuzetno osetljiv na toplotu.

## Teorijska osnova

### 3.3 Testo 270 tester jestivog ulja

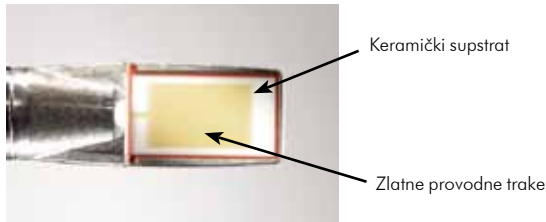
Testo 270 omogućava korisnicima da svojim kupcima obezbede savršeno isprženu hranu, kvalitetnog ukusa. Obezbeđuje i sigurnost što se tiče počinovanja zakonskim preporukama.

#### 3.3.1 Veličina - „Totalne polarne materije“

Kao što je već naznačeno, TPM se može odrediti bilo kolonskom hromatografijom ili kapacitivnim merenjem. Tester jestivog ulja radi na principu merenja kapaciteta.

Koristi se pločasti kondenzator, koji ima prednost zbog velike površine, jer istovremeno može da meri više polarnih materija.

Kao nosač za pločasti kondenzator, koristi se keramički materijal, za koji su posebnim procesima priključeni trakasti, zlatni provodnici.



**Slika 24: Senzor za kontrolu ulja**

#### 3.3.2 Veličina – temperatura

Dielektrična konstanta varira u odnosu na temepraturu, tako da je temepraturni senzor lociran na poledini keramičke pločice. Temepraturni senzor je izrađen od metala, i kao i zlatne provodne trake, priključen je posebnim procesima na kremičku pločicu.

### 3.3.3 A Testo 270 tester jestivog ulja, opšti pregled

Testo 270 tester jestivog ulja je zgodan merni instrument za brzo testiranje stepena razgradnje ulja za prženje.

Pošto je senzor ugrađen u aparat koji se napaja preko baterija, ne postoje kablovi koji mogu smetati tokom merenja, a aparat je lagan i prenosiv. Starenje ulja se tako može brzo i lako odrediti, bez pauza ili čekanja.

Senzor aparata ne mora da se hladi, čak i ako postoji više friteza u kojima je ulje čiji TPM treba proveriti. Da bi se uklonili ostaci ulja, savetujemo da se senzor samo obriše kuhinjskom krpom (pažnja: rizik od vatre).

Merena temperatura i % TPM-a su prikazane na digitalnom displeju. Ovako se pored starenja ulja, proverava i temperatura. Zahvaljujući preglednom displeju i opcionom pozadinskom osvetljenju, čak i u mračnom okruženju vrednosti se brzo i lako očitavaju.



**Slika 25: Vizuelni i zvučni alarm ukoliko se prekorače zadate granične vrednosti**

Instrument se može podesiti na zahtevane granične vrednosti sadržaja polarnih materija, korišćenjem dva tastera koja se nalaze na prednjoj strani testo 270 aparata. Donja i gornja granična vrednost se mogu podesiti nezavisno jedna od druge, ali se njihove vrednosti moraju razlikovati minimalno za 1%. Meni je dizajniran tako da je slučajno podešavanje graničnih vrednosti sprečeno. Ukoliko vrednost TPM-a prekorači gornju setovanu graničnu vrednost, na displeju se pojavljuje reč „ALARM“.

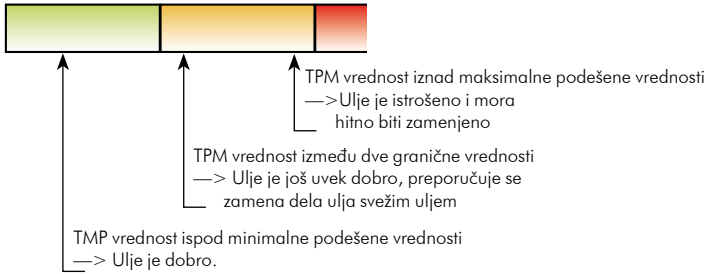
## Teorijska osnova



**Slika 26: testo 270 tester jestivog ulja**

Trobojna alarmna tablica dodatno podržava alarmnu funkciju.

Tablica menja boju prema sadržaju polarnih materija. Ispod donje granične vrednosti, tablica iznad dispeja je zelena i ulje je još uvek dobro. Ukoliko je vednost između dve zadate vrednosti, tablica je narandžasta. Starenje ulja napreduje i mast treba da se osveži zamenom jednog dela ulja novim uljem. Kada se pređe gornja granična vrednost, tablica je crvena. Ulje je sada toliko istrošeno da više ne može ni da se osvežava novim uljem. Ulje sada hitno mora biti kompletno zamenjeno.



**Slika 27: LED displej**

Tokom merenja, temperatura jestivog ulja mora biti makar +40 °C. Ukoliko je vrednost niža, displej trepti ↓ 40 °C. Merenje nije moguće obaviti ispod ove temperature zbog loše reproduktivnosti. Isto važi i kada je prekoračena temperatura od +210 °C. U ovom slučaju ↑ 210 °C trepti i pre nego što nastavite merenje, morate sačekati dok temperatura ne padne ispod ove temperature.



**Slika 28: Aluminijumski kofer za transport i čuvanje testo 270**

Tester jestivog ulja je kompaktnog dizajna, što omogućava da se testom 270 meri u malim količinama ulja.

Zahvaljujući zaštiti, senzor je relativno neosetljiv na mehanički uticaj napon. Ugrađen je u metal, što ga dodatno očvršćava i ojačava.

## Teorijska osnova

Sam aparat je zaštićen futrolom, takozvanim TopSafe-om. On štiti aparat od prosipanja ulja, ali takođe i od prašine i drugih nečistoća. TopSafe može biti skinut i opran u mašini za pranje posuđa.

Brinuti o aparatu je jednako jednostavno kao i brinuti o futrolu TopSafe. Senzor ne zahteva čišćenje posebnim sredstvima. Blaga kuhinjska krpa ili standardni kućni agens za ispiranje su sasvim adekvatni za čišćenje. Senzor ne sme biti čišćen oštrim predmetima, abrazivnim sredstvima ili grubim suđerima. Dovoljno je isprati ga nakon korišćenja vrućom vodom i obrisati ga kuhinjskom krpom. Na senzoru ne smeju ostati rezidui masti, da se senzor ne bi ulepilo što bi vodilo netačnom merenju.

Kupovinom testera ulja, kupac ima jedan trošak. Osim godišnje kalibracije i promene baterija, nema drugih troškova. Druga prednost aparata testo 270 je ušteda jestivog ulja zbog efikasnog trošenja.



**Slika 29:** Zaštitna futrola (TopSafe) i kajš za ruku za testo 270, pruža aparatu optimalnu zaštitu.

## 4 Praktična primena – saveti

### 4.1 Saveti i preporuke

Upotreba aparata je izuzetno jednostavna.

Instrument sigurno leži u ruci zahvaljujući opcionom kajšu za ruku. Ipak, postoji nekoliko stvari na koje treba obratiti pažnju prilikom testiranja ulja.

#### **Koja ulja/masti mogu biti testirane testo-m 270?**

U principu, sva ulja i masti za kuvanje/jelo se mogu ispitivati. Ovo uključuje ulja koja se dobijaju iz uljane repice, soje, susama, palme, masline, lana, kikirikija... Masti animalnog porekla se takođe mogu testirati. Početne vrednosti mogu biti više za kokosovo ulje (iz srži kokosa) i za ulje iz palminih semenki (ne mešati sa palminim uljem), videti sliku 19, str. 30.

Ispravno merenje je svakako moguće. Kokosovo ulje i ulje iz palminih semenki se obično koriste u proizvodnji margarina, retko za prženje.

#### **Pod kakvim uslovima dolazi do netačnog merenja?**

Rezultati merenja testo-m 270 mogu biti netačna ukoliko:

- ... je senzor ogreban (postoje i ogrebotine nevidljive golim okom!);
- ... još uvek ima vode u ulju;
- ... se koriste aditivi;
- ... indukciona friteza nije isključena tokom merenja.

Preciznija provera aparata može biti izvršena korišćenjem referentnog ulja.

#### **Kako se greške mogu sprečiti ili zaobići?**

##### **Čišćenje senzora**

Kako bi se zaštitio, senzor treba čistiti samo kućnim tečnim sredstvima, rastvorom detrdženta ili sapuna, i treba ga osušiti kuhinjskim ubrusom.

Nakon čišćenja proveriti čistoću senzora, jer ne sme biti zaprljan ostacima masti pošto će se senzor ulepiti i tačnost instrumenta više nije zagarantovana.

Ukoliko se merenje vrši u vrućem ulju (preko 150 °C), ostaci ulja iz prethodnog merenja se ne moraju uklanjati, pošto se iznad ove temperature automatski rastvaraju.

## Praktična primena – saveti

U ovom slučaju, ipak, neophodno je drugo (kontrolno) merenje, jer se prvim merenjem samo čisti senzor.

### **Uticaj vode na rezultate merenja**

Zaostala voda u ulju će značajno povećati vrednosti koje prikazuje displej. Ukoliko ulje još uvek klujuča (izlaze mehurovi), to znači da je voda i dalje prisutna. Preporučujemo ponovno merenje nakon jednog minuta, ako nije sigurno da li je voda prisutna u ulju. Vode još uvek ima u ulju, ako drugo merenje daje niže rezultate od prvog, tako da su neophodna dalja merenja na pet minuta, sve dok očitavanje ne bude konstantno.

### **Kakav uticaj na rezultate merenja imaju aditivi?**

Testo 270 je dizajniran za kontrolu masti/ulja. Kada se koriste aditivi i sredstva za filtriranje, posebno vodeni rastvori, neslaganja se mogu povećati zbog supstanci iz kojih se ovi agensi sastoje.

### **Korišćenje indukcione friteze**

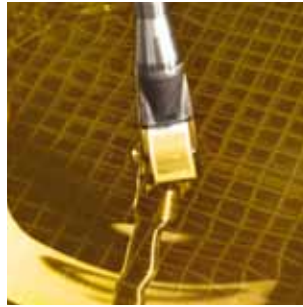
Indukciona friteza koristi elektromagnetno polje za generisanje toplote. Senzor se ponaša kao antena kada se unese u elektromagnetno polje. Dobijeni rezultati merenja su netačni, jer elektromagnetni zraci poremete elektroniku aparata. Stoga je imperativ da se indukciona friteza isključi tokom merenja ili da se uzme uzorak, kako bi se dobili tačni rezultati.

### **Temperaturni gradijent u fritezama sa kaloriferima/ventilatorima**

Korišćenjem kalorifera kao izvora toplote, dolazi do pojave temperaturnog gradijenta. Razlika temperature različitih slojeva ulja uslovljava različite rezultate merenja. Da bi se ovo izbeglo, preporučujemo pomeranje instrumenta u fritezi dok se temperatura ne izjednači, a zatim pozicioniranje instrumenta dok se ne obavi merenje.

### **Uticaj proizvoda koji se prži**

Merenje ne bi trebalo da se izvodi dok je proizvod koji se prži u ulju, jer će voda značajno uticati na rezultate merenja.



**Slika 30: Ispravno merenje je moguće samo ako se testira ulje u kome nema namirnica koje se prže!**

#### **Koji je minimalni nivo ulja neophodan za merenje?**

Za najbolje rezultate merenja tester jestivog ulja mora biti uronjen u ulje do oznake „min“, ali ne preko oznake „max“. Friteza treba da bude napunjena uljem prema specifikaciji proizvođača. Korpu/rešetku za prženje treba izvaditi iz friteze pre bilo kakvog merenja kako bi se izbegao kontakt. Kontakt sa ivicom friteze takođe treba izbegavati tako što se tester uranja u centralni deo friteze.

#### **Kada je merenje završeno?**

Senzoru je neophodno vreme kako bi se temperatura izjednačila. U praksi, odziv je specifikovan kao vreme  $T_{xy}$ , na primer  $T_{90}$ . Ovo je vreme za koje se prikaže 90% promene. Testo 270 ima odziv manji od 20s, kada se pažljivo nakon imerzije pomera u ulju.

Tester jestivog ulja testo 270 ima Autohold funkciju: kada je postignuto stabilno očitavanje, korisnik se obaveštava zvučnim signalom. Izmerena vrednost je prikazana na displeju.

#### **Da li mogu merenja da se vrše uzastopno, jedno nakon drugog?**

Testo-m 270 se nekoliko merenja može izvesti momentalno jedno nakon drugog. Između individualnih merenja, preporučujemo brisanje senzora kuhinjskom krpom pre ispiranja, kako ne bi zaostalo ulje na senzoru. Tokom brisanja, ne dodirivati nezaštićenim rukama metalnu šipku, zaštitni poklopac ili senzor. Opasnost od opekotina!

## Praktična primena – saveti

### **Da li se vrednost TPM-a ulja koje je jednom grejano menja prilikom ponovnog zagrevanja?**

Da, TPM se menja kako ulje stari, za nekoliko procenata. Razlog je što su peroksidi masnih kiselina već formirane. One nisu termički stabilne i razgrađuju se zagrevanjem. Proizvod su nove polarne materije koje uslovljavaju dalji porast TPM-a za par procenata.

### **Da li TPM filtriranog i nefiltriranog ulja varira? Šta uzrokuje porast TPM vrednosti i zašto vrednost opada nakon produženog grejanja?**

Što je ulje starije, ima veću sposobnost vezivanja i transporta vode. Molekul vode je, kao i proizvodi razlaganja masti, polaran molekul, i uključen u vrednost TPM-a.

Povećavanjem starosti, vodi je neophodno duže vreme da ispari iz masti, čak i na temepaturama većim od 175 °C. Zato se TPM može značajno povećati tokom grejanja ulja i ponovo pasti tokom ponovnog grejanja.

Filtriranjem jestivog ulja, neki od proizvoda razgradnje i rezidui iz same namirnice koja se prži se mogu ukloniti iz ulja. Sadržaj vode koja je vezana za ove konstituentne je zato manji u sveže filtriranoj masti nego u nefiltriranoj.

Da bi se odredilo da li je voda još uvek prisutna u masti, preporučujemo nekoliko merenja u intervalima od po pet minuta. Ako vrednosti nakon nekoliko uzastopnih merenja opadaju, voda je još uvek prisutna. Merenje se ponavlja sve dok dva uzastopna merenja ne prikažu istu vrednost ili razliku od 2% ili manje.

### **Da li se mogu uporediti slobodne masne kiseline (SMK) sa % TPM?**

SMK i TPM se ne mogu matematički uporediti. To su dve potpuno različite metode određivanja kvaliteta masti. U već grejanim mastima, SMK vrednost nije mera starenja jer su slobodne masne kiseline uklonjene iz masti zajedno sa vodenom parom i njihov sadržaj jako fluktuiraju. TPM stoga treba da bude meren kako bi se dobio reprezentativan uvid u razgradnju. Brzina starenja svežih masti se može odrediti preko vrednosti SMK.

### **Koja temperatura je najbolja za kontrolu, 45-50 °C ili 175-185 °C?**

Preporučujemo merenje u vrućem ulju, jer je merenje brže zbog viskoznosti ulja, a senzor se lakše čisti nakon merenja.

Ako merite nakon prženja, ne zaboravite test na vodu.

**Šta se dešava ako se tester drži previše uronjen u fritezi i prekorači se „max“ oznaka? Da li će to oštetiti senzor?**

Ne. Ipak senzor ne treba da bude uronjen više od pet santimetara ispod „max“ oznake. Kućište ne sme nipošto doći u kontakt sa uljem jer nije otporno na toplotu.

**Da li je moguće instalirati tester ulja tako da konstantno vrši merenja u vrućem ulju? Da li postoji maksimalno dozvoljen period držanja testera u ulju?**

Tester jestivog ulja nije dizajniran za permanentno držanje u ulju. Dizajniran je za kratka merenja između 30 sekundi i pet minuta.

**Šta sve treba uzeti u obzir kako bi se dobili najbolji rezultati testiranja ulja za prženje?**

Evo nekoliko praktičnih saveta za postizanje optimalnih rezultata i postizanje najdužeg mogućeg vremena korišćenja testera:

- Temperatura prženja ne treba da prelazi 175 °C, jer se iznad ove temperature formiranje akroleina značajno povećava. Testo 270 pomaže korisniku: zvučnim alarmom upozorava na previsoke temperature (od 180 °C)
- Podesite „optimalnu tačku prženja“ testo-m 270 kako biste dobili vrhunski kvalitet pržene hrane
- Količinu namirnica koje se prže treba izmeriti i uzeti u obzir kako temperatura ne bi naglo opala tokom prženja, čime bi se postigao negativan efekat.
- Isključite fritezu kada se neće upotrebljavati, kako se ulje ne bi nepotrebno izlagalo toploti i prevremenom starenju.
- Ulje za prženje bi trebalo na kraju kuvanja filtrirati kako bi se uklonili ostaci samog proizvoda koji je pržen, deo proizvoda razgradnje masti i vode koja se vezuje za njih.

## Praktična primena – saveti

### 4.2 Oblasti primene

#### 4.2.1 Velike prehrambene ustanove, kantine, catering kompanije

Jestivo ulje se najefikasnije koristi kada se prati TPM vrednost. Mast se koristi dok se ne prekorači preporučena vrednost prema nacionalnoj direktivi, ili se može održavati na optimalnom nivou zamenom dela masnoće svežom mašču. Regularnim merenjima se ipak sprečavaju rizici obolenja i rizici od kazni zbog prelaska graničnih vrednosti.



**Slika 31: Redovna merenja osiguravaju jednaki kvalitet prehrambenih proizvoda**

#### 4.2.2 Monitoring hrane

Monitoring hrane je brži i efikasniji zahvaljujući efikasnom merenju na licu mesta. Kada niste sigurni da li ulje nije u propisanim granicama, odgovor se dobija pomoću testo 270 aparata. Troškovi se smanjuju jer ne morate slati uzorke svih ulja u laboratoriju, već samo uzorke ulja čiji je TPM iznad vrednosti propisanih zakonskom direktivom, zbog čega su neophodne detaljnije analize.

#### 4.2.3 *Proizvođači hrane (na primer prženi proizvodi, grickalice, itd...)*

Podršavanjem optimalne TPM vrednosti masti, proizvođač će snabdeti svoje kupce hranom perfektnog ukusa i kvaliteta.

Istovremeno, smanjuju se troškovi vezani za potrošnju ulja.

Kompanije koje iz predostrožnosti zamenjuju svoje ulje redovno kako bi sprečile prekoračenje propisanih vrednosti, sada smanjuju svoje troškove pomoću testo 270 aparata, jer mogu tačno odrediti pravi momenat kada je mast razgrađena i kada više ne može da se koristi.

#### 4.2.4 *Veliki restorani, lanci brze hrane*

Zahtev maksimalnog kvaliteta je posebno važan za katering. Obrok u restoranu utiče na to da li će gost ponovo doći ili preporučiti restoran drugim osobama.

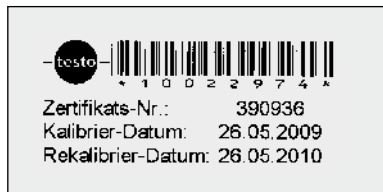
Ako se gost požali na zdravstveno stanje, neće se više vratiti, a restoran može podleći zakonskoj kazni.

Ako se redovno proverava vrednost TPM-a i u pravo vreme zamenjuje ulje, sprečeni su svaki rizici po zdravlje ili kazne. Osim toga, TPM vrednost se može takođe podesiti na optimalne vrednosti čime se poboljšava ukus, što ide u prilog kupcu.

## Praktična primena – saveti

### 4.3 Parametri kalibracije

Kalibracija podrazumeva merenje u ulju poznate TPM vrednosti i upoređivanje sa vrednošću koju prikazuje testo 270. Razlike se beleže na kalibracionom sertifikatu. Kalibrisani instrument je neophodan za sva merenja u skladu sa HCCP standardom / propisom higijene hrane.



Slika 32: Kalibraciona nalepnica

### 4.4 Šta znače: merni opseg, tačnost i rezolucija?

#### Merni opseg:

Tester jestivog ulja, na primer, ima temperaturni merni opseg od +40 do +210 °C sa odstupanjem  $\pm 1.5$  °C od stvarne temperature. Rezultati mogu biti netačni ispod specificiranog opsega, jer su na sobnoj temperaturi masti u čvrstom stanju i počinju da se tope na 40 °C, a i tada su ekstremno viskozne. Gornja granica je na 210 °C, ali iz sigurnosnih i zdravstvenih razloga, tokom prženja ne treba prelaziti temperaturu od 175 °C. Čim temperatura padne ispod donje ili pređe gornju graničnu vrednost, pali se strelica na displeju testera ulja i treperi gornja ili donja granična vrednost.

**Tačnost:**

Tačnost prikazuje najveće moguće odstupanje prikazane merene vrednosti od realne. Na primer, ako je realna temperatura ulja u fritezi 190 °C i senzor meri temperaturu od 191,5 °C, njegovo odstupanje je +1,5 °C.

Postoji nekoliko načina prikazivanja tačnosti:

- Relativna devijacija očitavanja
- Relativna devijacija koja se odnosi na finalnu vrednost mernog opsega
- Apsolutna specifikacija prikazana u vol.% ili ppm (delovi na milion), na primer

**Rezolucija:**

Rezolucija se odnosi na najmanji podeok jedinice mere. Tačnost je uvek slabija od rezolucije.

**Primer:**

Displej:	150,5 °C	150,53 °C	150,531 °C
Rezolucija:	0,5 °C	0,01 °C	0,001 °C

Postoje specifične greške digitalnih mernih instrumenata, takozvane digitalne jedinice (digital unit), skraćeno digit. Digit označava poslednju cifru na digitalnom displeju. Može se menjati za  $\pm 1$  jedinicu. Što je slabija rezolucija mernog instrumenta, veći je uticaj skoka digit-a na tačnost rezultata merenja.

**Primer:**

Displej:	150 °C	150,5 °C
Displej + 1 digit:	151 °C	150,6 °C
Displej - 1 digit:	149 °C	150,4 °C

## 4.5 Kalibracija i podešavanje testo 270

Da bi se testirala tačnost aparata, testo 270 se kalibriše u Testo referentnom ulju. Podešavanja mogu biti izvršena manuelno preko referentne vrednosti na 25–60 °C.

## Praktična primena – saveti

### 4.6 Beleženje

Svako merenje uključuje dokumentaciju rezultata, a gde je moguće i evaluaciju rezultata merenja. Dokumentovanje nije obavezujući propis, ali je uobičajeno za stručno osoblje da pregleda dokumentaciju kao deo zvanične kontrole. U ovim slučajevima, kompletna i jasna dokumentacija se koristi u svrhe verifikacije.

Dokumentovanje se urgentno preporučuje, na bazi sledećeg:

**“Šta nije zapisano, ne postoji!”**

U zavisnosti od obima i svrhe merenja, svaki ili makar prvih šest od sledećih podataka treba beležiti. Primer zapisa možete naći u ovom poglavlju, kao dodatak.

#### **Datum i vreme**

Apsolutno potreban zapis koji omogućava sledljivost dokumenta i proizvoda.

#### **Kontakt osoba**

Ukoliko ima žalbi, imenovana kontakt osoba se mora identifikovati. Inicijali su dovoljni u malim firmama.

#### **Lokacija**

Mora postojati mogućnost retrospektivnog povezivanja očitavanja i mesta na kome je merenje izvršeno. U nekim slučajevima može biti priložena i skica ili tačan opis prostora povezanog sa uređajima, na primer gde se nalaze ulazna vrata.

#### **Merna oprema**

Merni instrument koji se koristi mora biti specificiran. Ovo je jedini način da se osigura da se tačnost instrumenta može pripisati retrospektivno i da može biti upoređena sa narednim merenjima.

#### **Komentari**

Ovde se unosi svako neuobičajeno dejstvo koje može promeniti zabeležena očitavanja. Ovo na primer može da obuhvati pregrevanje jestivog ulja.

### **Stvarna vrednost**

Očitavanje

### **Nominalna vrednost**

Zahtevana temperatura ili na primer gornja granična vrednost TPM-a (24% TPM).

### **Odstupanje između nominalne i stvarne vrednosti**

Ako su razlike između stvarne i nominalne vrednosti zabeležene, preduzimaju se adekvatne korektivne mere. Iz ovog razloga, osoba koja beleži vrednosti mora biti autorizovana da izvede nezavisne korekcije na opremi (radnici moraju biti upoznati sa instrumentom i moraju znati njime da rukuju) ili mora znati kome da se obrati ukoliko ne može sama da izvede merenje.

### **Pažnja!**

Odstupanje uvek zahteva korektivnu akciju, korektivna akcija potvrđuje da li je korektivna akcija bila uspešna. Proveru može izvršiti samo zaposleni adekvatne stručnosti i autoriteta. Jednostavno korišćenje i deklaracija je kriterijum o kome odlučuje korisnik pri korišćenju zapisa.



## 5 Tehnički podaci za testo 270

### 5.1 Merni opseg i tačnost

Tip merenja	Merni opseg	Tačnost	Rezolucija
temperatura	+40 do +200 °C	± 1.5 °C	± 0,5 °C
TPM (totalne polarne materije):	0.5 do 40 %TPM:	±2,0 %TPM (na +40 do +190 °C)	±0.5 %TPM

### 5.2 Ostali podaci

Napajanje / tip baterije	Baterije: 2 x AAA
Vek baterije na 20 °C	Približno 30 h kontinualnog rada Ekvivalent 600 merenja

Senzor	
temperatura	PTC
TPM	Kapacitivni senzor (Testo)

Temperatura čuvanja / transporta	-20 do +70 °C
Operativna temperatura	0 do +50 °C
Operativna temperatura ulja za prženje	+40 do +200 °C
Displej	LCD, dvolinijski, pozadinsko osvetljenje
Težina instrumenta sa TopSafe futrolom, baterijama i kaišem za ruku	približno 157 g
Dimenzije instrumenta sa TopSafe	približno 350 x 50 x 30 mm (L x W x H)
Materijal kućišta	ABS (beli)
Dimenzije kućišta	približno 150 x 40 mm
Odziv	< 30s
Klasa zaštite	IP 65 sa TopSafe-om
Garancija	12 meseci
EC Directive	VO (EG) 1935/2004



## 7 Literatura

- 1 <http://www.lebensmittel.org/lmhv.htm>. Last updated: 02 Sept. 2005.
- 2 [http://www.vis-ernaehrung.bayern.de/\\_de/left/ueberwachung/aufgaben/lmhv\\_haccp.htm](http://www.vis-ernaehrung.bayern.de/_de/left/ueberwachung/aufgaben/lmhv_haccp.htm). 09. Aug. 2005.
- 3 Structure of fats, p. 18 f; from: Natürlich mit Pflanzenöl, 2. Aufl., Margarine-Institut; Hamburg.
- 4 <http://de.wikipedia.org/wiki/Raffination>. Last updated: 26 Aug. 2005.
- 5 Gift from the sun: plant oil, p. 18 f, from: Natürlich mit Pflanzenöl, 2. Aufl., Margarine-Institut; Hamburg.
- 6 Structure of fats, p. 10; from: Natürlich mit Pflanzenöl, 2. Aufl., Margarine-Institut; Hamburg.
- 7 Structure of fats, p. 10; from: Natürlich mit Pflanzenöl, 2. Aufl., Margarine-Institut; Hamburg.
- 8 Structure of fats, p. 11; from: Natürlich mit Pflanzenöl, 2. Aufl., Margarine-Institut; Hamburg.
- 9 Structure of fats, p. 11; from: Natürlich mit Pflanzenöl, 2. Aufl., Margarine-Institut; Hamburg.
- 10 <http://www.biorama.ch/biblio/b20gfach/b35bchem/b12lipid/lip010.htm>. Status: 10. Aug. 2005.
- 11 <http://de.wikipedia.org/wiki/Fett>. Status: 10. Aug. 2005.
- 12 <http://www.margarine-institut.de/presse2/index.php3?rubrik=1&id=88>. Last updated: 10 Aug. 2005.
- 13 Template for redrawing from: Vorgänge zwischen Frittiergut und Frittierfett während des Frittierens; aid Verbraucherdienst, 42. Jg., März 1997, S. 56, Abb. 1.
- 14 Bertrand Matthäus, Welches Fett und Öl zu welchem Zweck? Merkmale und Spezifikation von Ölen und Fetten (Powerpoint presentation), Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung, Münster.
- 15 aid Verbraucherdienst, 42. Jg., März 1997, S. 56 f.
- 16 Template for redrawing from: Qualität des Frittiergutes in Abhängigkeit von Erhitzungsdauer nach Blumenthal (1991); aid Verbraucherdienst, 42. Jg., März 1997, S. 57, Abb. 2.
- 17 aid Verbraucherdienst, 42. Jahrg., März 1997, S. 57–59.
- 18 Werner Baltes, Food chemistry (3Berlin/Heidelberg 1992) p. 71.
- 19 <http://www.dgfett.de/material/lebensmittelrecht.pdf>. Last status: 15 Sep. 2005.

## Reference to other publications

### 8 Reference to other publications

“Measuring technology in the food industry”



## 9 General

### Simply fill in and fax to: 011/ 22-222-22

Send me the selected information free of charge:

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Please call me.<br>I have some questions.  | <input type="checkbox"/> Field guide "Manual for<br>Infrared Measuring Technology"<br>(Order no. 0981 1883)    |
| <input type="checkbox"/> Field guide "Temperature<br>Measurement in the Food Sector"<br>(Order no. 0981 4353) | <input type="checkbox"/> Field guide "Ambient Air<br>Measurement for Practical Users"<br>(Order no. 0981 4353) |

#### Sender

\_\_\_\_\_  
First and last name

\_\_\_\_\_  
Company

\_\_\_\_\_  
Street, building no.

\_\_\_\_\_  
Postcode

\_\_\_\_\_  
Town/city

\_\_\_\_\_  
Industry sector of company

\_\_\_\_\_  
Department/position

\_\_\_\_\_  
Telephone with area code

Fax

\_\_\_\_\_  
E-mail

Space for stamp

#### Info hotline:

Tel. 011/ 22-222-22

#### E-Mail reply to:

superlab@eunet.rs

**Internet:** [www.super-lab.com](http://www.super-lab.com)



***SUPERLAB***<sup>®</sup>  
INSPIRISAN KVALITETOM

M. Milankovića 25 11070 Novi Beograd

Tel./Fax 011 22 22 222

E-mail: [superlab@EUnet.rs](mailto:superlab@EUnet.rs)

[www.super-lab.com](http://www.super-lab.com)

**testo AG**

Postfach 1140, D-79849 Lenzkirch

Testo-Strasse 1, D-79853 Lenzkirch

Tel.: +49 7653 681-700

Fax: +49 7653 681-701

E-Mail: [info@testo.de](mailto:info@testo.de)

Internet: [www.testo.com](http://www.testo.com)

The current addresses of our subsidiaries and agents worldwide can be found at [www.testo.com](http://www.testo.com).