

# HIDROLITSKA ŽARKOST

- Hidrolitska žarkost: je posledica hidrolize triacilglicerolov v prisotnosti vode pri čemer se sproščajo proste maščobne kisline.

je najbolj izrazita pri oljih, bogatih z lavrinsko kislino, kot sta npr. olje palminih koščic in kokosovo olje

pri hidrolizi se sproščajo kaprinska, lavrinska in miristinska kislina, ki dajejo močno aromo po žarkem.

-

# OKSIDATIVNA ŽARKOST

- • Oksidativna žarkost: je posledica oksidacije maščobnih kislin pri čemer nastajajo kot sekundarni produkti med drugim tudi aldehidi in ketoni, ki so, posebno aldehidi, nosilci arom po žarkem
-

# KETONSKA ŽARKOST

• • Ketonska žarkost: manj znana žarkost, ki se pojavi ob prisotnosti določenih plesni v živilu.

Pojavlja se predvsem v živilih z veliko vsebnostjo kratkoverižnih nasičenih maščobnih kislin, kot je npr. kokosova moka, maslo.

Ob zadostni količini vode in kisika povzroči plesen *Eurotium amstelodami* sproščanje kratkoverižnih nasičenih maščobnih kislin iz maščobe bogate z lavrinsko kislino. Iz prostih maščobnih kislin se nadalje z oksidacijo tvorijo metilketoni in alifatski alkoholi.

# MEHANIZMI OKSIDACIJE

- **PRISOTNI SO TRIGLICERIDI Z RAZLIČNO STOPNJO NASIČENJA**
- **MOŽNIH JE VEČ SIMULTANIH REAKCIJ ZARADI DELOVANJA KISIKA, SVETLOBE, KATALIZATORJEV IN ENCIMOV**
- **ENCIMI IZVIRAJO BODISI IZ BAKTERIJ, PLESNI ALI RASTLINSKIH CELIC**
- **OKSIDACIJA POTEKA PROGRESIVNO PREKO VEČ STOPENJ DO NASTANKA HIDROPEROKSIDOV, ALKOHOLOV, ALDEHIDOV, KETONOV IN PROSTIH MAŠČOBNIH KISLIN**

Slika 7: Potrebna energija za odcepitev H atoma (Belitz in sod., 2004)

	$D_{\text{R-H}}$ (kJ/mol)
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_2\text{C}- \end{array}$	422
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}- \end{array}$	410
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}- \end{array}$	322
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}- \end{array}$	272

# OKSIDACIJA NASIČENIH MAŠČOBNIH KISLIN

- **TE SO NAJMANJ PODVRŽENE ATMOSFERSKI OKSIDACIJI , ZATO TUDI OLJA HIDROGENIRAMO**
- **PREDVSEM MORAMO HIDROGENIRATI NAJBOLJ NENASIČENE MAŠČOBNE KISLINE, KI SO NAJBOLJ OBČUTLJIVE NA OKSIDACIJO,**
- **NJIHOVI RAZGRADNI PRODUKTI PA NADALJE POSPEŠUJEJO OKSIDACIJO**
- **NASIČENE MAŠČOBNE KISLINE SO PREDVSEM OBČUTLJIVE NA DELOVANJE BAKTERIJ, KVASOVK IN PLESNI, KI TVORIJO RAZNE RAZGRADNE PRODUKTE, KI PA SE OKSIDIRAJO**

# OKSIDACIJA MONONENASIČENIH MAŠČOBNIH KISLIN

- **UVAJANJE KISIKA V METIL LINOLEAT**
- **NAJPREJ NASTANE PEROKSILNI RADIKAL (ROO<sup>•</sup>) NATO PA BOLJ STABILNI HIDROPEROKSID**
- **HIDROPEROKSID NASTANE VEDNO NA C ATOMU, KI JE SOSEDEN GLEDE NA DVOJNO VEZ**
- **OKSIDACIJO VODITA DVA MEHANIZMA IN SICER:**
- **AUTOOKSIDACIJA – VERIŽNA REAKCIJA, KI JE ODVISNA OD PROSTIH RADIKALOV**
- **FOTOOKSIGENACIJA/OKSIDACIJA, KI JE ODVISNA OD KISIKA, KI GA SVETLOBA SPRAVI V VZBUJENO STANJE**

# AUTOOKSIDACIJA

- **CH<sub>2</sub> SKUPINA OB DVOJNI VEZI SREDIŠČE KEMIJSKE AKTIVNOSTI**
- **ODCEPITEV ENEGA PROTONA ZAHTEVA DOLOČENO ENERGIJO**
- **INICIACIJA**
- **ENERGIJA V OBLIKI TOPLOTE, SVETLOBE ALI DRUGEGA SEVANJA S POMOČJO KATALIZATORJA KOVINE ODCEPI PROTON OD MAŠČOBNE KISLINE KAR VODI V NASTANEK PROSTEGA RADIKALA R<sup>•</sup> IN RADIKALA H<sup>•</sup>**
- **ATMOSFERSKI O<sub>2</sub> TVORI Z RADIKALOM PEROKSI PROSTI RADIKAL ROO<sup>•</sup>, KI DAJE Z DRUGIM LIPIDOM STABILNI HIDROPEROKSID (ROOH) IN ŠE EN PROSTI RADIKAL**



# AUTOOKSIDACIJA

- **REAKCIJA JE AUTOKATALITIČNA IN POTEKA VSE DOKLER NASTAJAJO PROSTI RADIKALI**
- **KO SE ENKRAT PRIČNE SE LAHKO NADALJUJE V TEMI**
- **KONČA SE LAHKO KO SE PROSTI RADIKALI UNIČIJO, KO SE IZ NJIH TVORIJO NEREAKTIVNE MOLEKULE**

# FOTO OKSIDACIJA

- **ZA RAZLIKO OD AUTOOKSIDACIJE, KI JE ODVISNA OD PROSTIH RADIKALOV, JE FOTOOKSIDACIJA DIREKTNO ODVISNA OD VZBUJENEGA KISIKA – SINGLETNEGA KISIKA**
- **SINGLETNI KISIK NASTANE IZ TRIPLETNE OBLIKE S POMOČJO ENERGIJE SVETLOBE IN RAZLIČNIH AGENSOV – VZPODBUJEVALCEV**
- **VZPODBUJEVALCI SO NARAVNE SPOJINE KOT HEMOGLOBIN, MIOGLOBIN, KLOROFIL, RIBOFLAVIN**
- **ALI SINTETIČNE KOT ERITROZIN, METILEN MODRO IN BENGAL IZ VRTNIC**

# FOTO OKSIDACIJA

- **SENSITIZER + RADIACIJA = <sup>1</sup>SENSITIZER\* = <sup>3</sup>SENSITIZER\***
- **<sup>3</sup>SENSITIZER\* + 3 O<sub>2</sub> = 1O<sub>2</sub> + <sup>1</sup>SENSITIZER**
- **1 O\*<sub>2</sub> + RH = ROOH**
- **<sup>1</sup>SENSITIZER MOLEKULA SINGLET SENSITIZERJA**
- **<sup>1</sup>SENSITIZER\* VZBUJENA MOLEKULA SINGLET SENSITIZERJA**
- **<sup>3</sup>SENSITIZER\* VZBUJENA MOLEKULA TRIPLET SENSITIZERJA**
- **<sup>3</sup>O<sub>2</sub> OSNOVNO STANJE TRIPLET KISIKA**
- **<sup>1</sup>O\*<sub>2</sub> VZBUJENO SINGLETNO STANJE**

# FOTO OKSIDACIJA

- **ANTIOKSIDANTI, KI ZAVIRAJO RAZVOJ PROSTIH RADIKALOV NE ZAUSTAVIJO FOTO OKSIDACIJE**
- **ZAVIRALCI PROSTEGA KISIKA KOT SO KAROTEN IN NIKLJEVI KELATI PA ZAVIRAJO FOTOOKSIDACIJO**
- **TAKO PREKINITEV SVETLOBE POPOLNOMA ZAUSTAVI FOTOOKSIDACIJO**
- **OBSTOJATA DVA TIPA FOTOOKSIDACIJE GLEDE NA IZOMERE HIDROPEROKSIDOV KI NASTANEJO**
- **RIBOFLAVIN FOTO INDUCIRANA OKSIDACIJA POTEKA PREKO DIENOV VENDAR DAJE ISTE IZOMERE HIDROPEROKSIDOV KOT AUTOOKSIDACIJA**

# FOTO OKSIDACIJA

- ERITROZIN FOTO INDUCIRANA OKSIDACIJA VKLJUČUJE SINGLETNI KISIK IN DAJE PRODUKTE, KI SO RAZLIČNI OD PRODUKTOV AUTOOKSIDACIJE
- DELEŽ FOTO OKSIDACIJA METIL OLEATA, LINOLEATA IN LINOLENATA JE 1 : 1,7 : 2,3 POVEČUJE SE ZARADI ŠTEVILA DVOJNIH VEZI
- DELEŽ PRI AUTOOKSIDACIJI ISTIH SPOJIN PRI ISTIH POGOJIH PA JE 1 : 12 : 25
- CIS IZOMERE SE OKSIDIRAJO HITREJE KOT TRANS IZOMERE, ZATO SO HIDROGENIRANI PROIZVODI, KI VSEBUJEJO TRANS IZOMERE MANJ OBČUTLJIVI NA OKSIDACIJO
- FOTO OKSIDACIJA NI TAKO ODVISNA OD TEMPERATURE IN DAJE LE DVE IZOMERI
- AUTOOKSIDACIJA DAJE ŠTIRI IZOMERE

# OKSIDACIJA POLINENASIČENIH MAŠČOBNIH KISLIN

- **KER VSEBUJEJO DVE ALI VEČ DVOJNIH VEZI SO BOLJ OBČUTLJIVE NA OKSIDACIJO KOT ENKRAT NENASIČENE MAŠČOBNE KISLINE**
- **POLINENASIČENE MAŠČOBNE KISLINE DAJEJO VEČ RAZGRADNIH PRODUKTOV, KI POVZROČAJO ŽARKOST**
- **AUTOOKSIDACIJA METIL LINOLEATA DAJE DVA HIDROPEROKSIDA V RAZMERJU 1 : 1 IN SICER NA ZUNANJIH POZICIJAH DVOJNA VEZ PA SE POMAKNE ZA ENO MESTO SKUPAJ**
- **FOTOOKSIDACIJA METIL LINOLEATA PA DAJE ŠTIRI PRODUKTE, DVOJNA VEZ PA SE POMAKNE V DVEH PRIMERIH ZA ENO MESTO SKUPAJ, V DVEH PRIMERIH PA ZA ENO MESTO NARAZEN**

# OKSIDACIJA LINOLENATA

- **V PRIMERU LINOLENATA DOBIMO PRI FOTOOKSIDACIJI 6 RAZLIČNIH PRODUKTOV, PRI AUTOOKSIDACIJI PA 4**
- **METIL ARAHIDONAT DAJE PRI AUTOOKSIDACIJI 6 HIDROPEROKSIDOV, PRI FOTOOKSIDACIJI PA 8**
- **KO NASTANE HIDROPEROKSID IN DVOJNA VEZ MIGRIRA NASTANE MEŠANICA CIS/TRANS IN SAMO TRANS IZOMER**
- **PRI VIŠJI TEMPERATURI NASTANE VEČ TRANS IZOMER**
- **STOPNJA OKSIDACIJE NI STRIKTNO POVEZANA S POJAVOM ŽARKOSTI, PEROKSIDNO ŠTEVILO JE SAMO KEMIJSKA OCENA PRVE STOPNJE OKSIDACIJE , ŠELE RAZGRADNI PRODUKTI POVZROČAJO ŽARKOST**

- **IZ LINOLEATOV DOBIMO KONJUGIRANE DIENE, KI IMAJO MAKSIMUM ADSORBCIJE PRI 230 – 232 nm**
- **IZ LINOLENATOV PA DOBIMO KONJUGIRANE TRIENE, KI IMAJO TROJNI MAKSIMUM ADSORBCIJE PRI 268 – 270 IN 278 nm**
- **SPEKTROFOTOMETRIČNA ANALIZA V UV OBMOČJU NAM OMOGOČA OCENO STOPNJE OKSIDACIJE IN TUDI ZGODOVINO OLJA, KAJ SE JE Z NJIM DOGAJALO**
- **PEROKSIDNO ŠTEVILO SE LAHKO ZNIŽA PRI SKLADIŠČENJU, SEGREVANJU, NEUTRALIZACIJI, BELJENJU, ZATO NIZKO PEROKSIDNO ŠTEVILO ŠE NE POMENI DOBRE KVALITETE OLJA**
- **OSNOVNA RAZGRADNJA HIDROPEROKSIDOV VODI DO NASTANKA ODGOVARJajoČIH HIDROKSILOV, IZ KATERIH PA DOBIMO Z BELILNO ZEMLJO IZ DIENOV TRIENE**
- **TO POVZROČI PADEC ADSORBCIJE PRI 230 nm IN PORAST ADSORBCIJE PRI 270 nm**



# KVANTITATIVNA OKSIDACIJA

- **KAKO MAJHEN DELEŽ MOLEKUL SE OKSIDIRA, DA DOBIMO NEKO OBIČAJNO VREDNOST ZA PEROKSIDNO ŠTEVILO ALI ANISIDINSKO ŠTEVILO**
- **ZA POJAV ZAZNAVNE ŽARKOSTI SE OKSIDIRA ZELO MAJHEN DELEŽ MAŠČOBNIH KISLIN**
- **PEROKSIDNO ŠTEVILO 2 POMENI, DA SE JE OKSIDIRALO 0,1 % MOLEKUL**
- **ANISIDINSKO ŠTEVILO 4 POMENI, DA SE JE OKSIDIRALO 0,4 % MOLEKUL**

- **OBE TRDITVI VELJATA PRI POGOJU, DA JE PRIŠLO DO MAKSIMALNE MOŽNE REAKCIJE, NE SAMO DO DELNE OKSIDACIJE**
- **SUROVO OLJE LAHKO VSEBUJE VEČ ALI MANJ ANTIOKSIDANTOV, KI PREPREČUJEJO OKSIDACIJO**
- **PRI SEGREVANJU OLJA SE PEROKSIDNO ŠTEVILO ZNIŽUJE: 3100 PRI 35 °c, 2400 PRI 55 °C, 1700 PRI 55 °C, 740 PRI 100 °C**
- **PRI TEM SE PEROKSIDI RAZGRAJUJEJO IN NASTAJAJO ALDEHIDI IN KETONI, KI PA ŽE V RANGU PPM POVZROAČJO ŽARJKOST**

# INDUKCIJSKI ČAS IN HITROST OKSIDACIJE

- **VEDNO PRIHAJA DO DOLOČENEGA ZAMIKA – INDUKCIJSKEGA ČASA PRI POJAVU OKSIDACIJE**
- **DALJŠI KOT JE INDUKCIJSKI ČAS KASNEJE PRIDE DO OKSIDACIJE**
- **V PRIMERU SLABE ODPORNOSTI NA OKSIDACIJO POSKUŠAMO PODALJŠATI INDUKCIJSKI ČAS**
- **POMEMBNO JE ALI GRE ZA AUTOOKSIDACIJO, FOTOOKSIDACIJO ALI KOMBINACIJO OBEH**
- **TER POGOJI KOT SO TEMPERATURA, SVETLOBA, DOSTOP ZRAKA TER ALI JE OLJE SUROVO ALI ŽE RAFINIRANO**
- **STOPNJA NENASIČENJA BISTVENO VPLIVA NA INDUKCIJSKI ČAS**

# INDUKCIJSKI ČAS IN HITROST OKSIDACIJE

<b>METIL ESTER</b>	<b>Indukcijski čas (h) 40 ° C</b>
• C 22:6	0,67
• C 20:5	0,83
• C 20:4	1,00
• C 18:3	1,34
• C 18:2	19,0
• C 18:1	82,0

# INDUKCIJSKI ČAS IN HITROST OKSIDACIJE

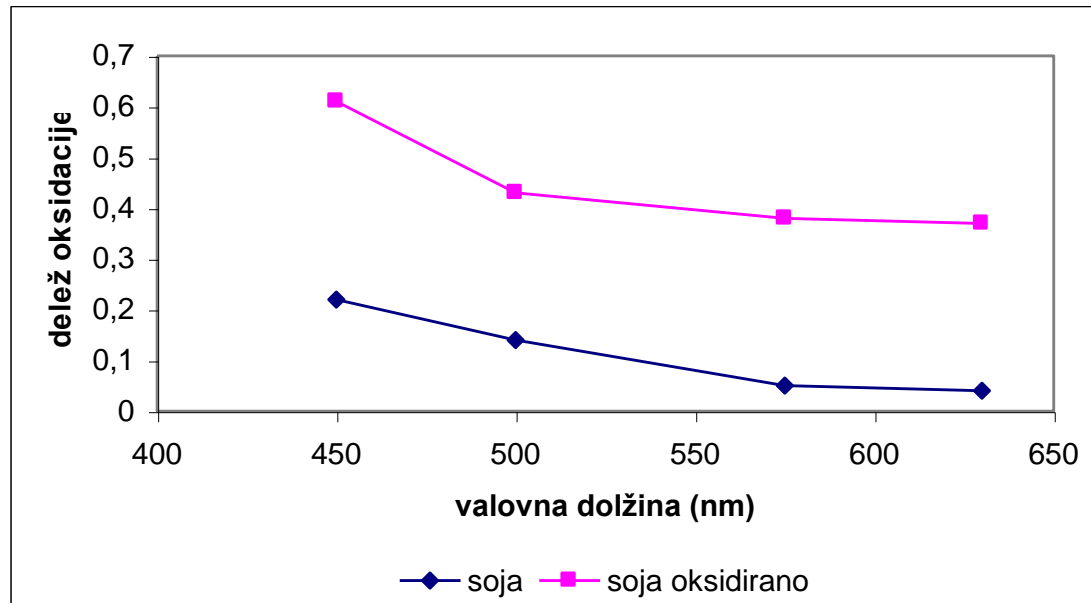
- **PO INDUKCIJSKEM ČASU OKSIDACIJA HITRO NAPREDUJE PO AUTOKATALITIČNEM SISTEMU**
- **OKSIDACIJA SE NADALJUJE NATO SE IZRAVNA IN KONČNO USTAVI**
- **NARAVNA OLJA KOT JE OLIVNO IN BOMBAŽEVO KAŽEJO ZNAKE ŽARKOSTI ŽE NA ZAČETKU INDUKCIJSKE DOBE**
- **INDUKCIJSKO DOBO PODALJŠAMO S KEMIJSKIMI FAKTORJI KOT SO ANTIOKSIDANTI IN SINERGISTI**

# INDUKCIJSKI ČAS IN HITROST OKSIDACIJE

- **POMEMBNI PA SO TUDI FIZIKALNI FAKTORJI KOT SO TEMPERATURA, SVETLOBA IN PRISOTNOST KISIKA, KI VPLIVAJO NA INDUKCIJO**
- **KO JE INDUKCIJA ZAKLJUČENA PA TUDI PRISOTNI ANTIOKSIDANTI NE POMAGAJO VEČ**
- **ČE POVEČUJEMO DOZO ANTIOKSIDANTOV LAHKO PRIDE TUDI DO PROOKSIDACIJSKEGA UČINKA – TO SE ZGODI ČE DODAMO MEŠANE TOKOFEROLE ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ) VEČ KOT 0,03 – 0,1% DELUJEJO KOT PROOKSIDANTI**
- **HIDROGENIRANE IN BOLJ NASIČENE MAŠČOBE KAŽEJO MANJ ZNAKOV KVARJENJA MED INDUKCIJSKIM OBDOBJEM, VENDAR SE PO TEM OBDOBJU HITRO POJAVI VONJ IN OKUS PO ŽARKEM**

# SVETLOBA

- JE VIR ENERGIJE, KI POSPEŠUJE OKSIDACIJO
- VALOVNA DOLŽINA IN INTENZIVNOST RADIACIJE IGRATA BISTVENO VLOGO



# TEMPERATURA

- **ZA PADEC TEMPERATURE ZA 10 °C SE INDUKCIJSKI ČAS PODVOJI**
- **NAD 60 °C SE PRI DVIGU TEMPERATURE ZA 11 °C SE HITROST OKSIDACIJE PODVOJI**



# VLAGA

- **VLAGA POVZROČA V PRVI VRSTI HIDROLIZO TRIGLICERIDOV IN NASTANEK VIŠJIH MAŠČOBNIH KISLIN**
- **VODA JE PRISOTNA V DVEH OBLIKAH IN SICER RAZTOPLJENA V OLJU IN KOT FINA DISPERZIJA DROBNIH KAPLJIC**
- **VSEBNOST 0,1 – 0,2 % JE NAJMANJ UGODNA ZA OKSIDACIJO PALMINEGA OLJA**
- **VSEBNOST 0,1 % PA JE PRIPOROČLJIVA ZA KAR NAJMANJŠO HIDROLIZO, VENDAR JE ZNIŽEVANJE VODE POD 0,1 % DRAŽJI POSTOPEK**

# KATALIZATORJI

- **Cu, Mn, Fe, Cr, Ni, Zn, Al**
- **SOJINA ZRNA VSEBUJEJO 1 – 3 ppm Fe IN 0,03 – 0,05 ppm Cu**
- **PRIPOROČA SE 3 ppm Fe IN 0,01 ppm Cu V OLJU**
- **S POSTOPKI RAFINACIJE ODSTRANIMO 90 % Fe, KI JE PROOKSIDANT, KI POVZROČA NAJVEČ TEŽAV PRI STABILNOSTI AROME**
- **SEKVESTRANTI KOT JE CITRONSKA KISLINA ODLOČILNO PRIPOMOREJO K STABILNOSTI AROME OLJ**

# ENCIMI

- **ENCIMI POVZROČAJO DIREKTNO OKSIDACIJO Z MOLEKULARNIM KISIKOM, V SVOJIH MOLEKULAH IMAJO VGRAJENE KOVINE KOT SO Cu ALI Fe**
- **LIPOXYGENAZE DELUJEJO NA NENASIČENE MAŠČOBNE KISLINE V TRIGLICERIDIH, NJHOVA AFINITETA PA JE ŠE VEČJA DO PROSTIH MAŠČOBNIH KISLIN**
- **PRODUKTI OKSIDACIJE SO HIDROPEROKSIDI, KI PA NISO HLAJNI IN SO BREZ OKUASA**

# ANTIOKSIDANTI

- **ANTIOKSIDANTI PREPREČUJEJO NASTANEK PROSTIH RADIKALOV. FENOLNA STRUKTURA DELUJE KOT AKCEPTOR PROSTIH RADIKALOV PRI TEM NASTANE PROSTI RADIKAL ANTIOKSIDANTA, KI PA JE STABILEN IN NE RAZPADE V MANJŠE MOLEKULE.**
- **PROPIL GALAT: JE N-PROPIL ESTER 3,4,5 TRIHIDROIKSI BENZOJEVE KISLINE IN JE UČINKOVIT ANTIOKSIDANT ZA PODALJŠANJE ŽIVLJENSKE DOBE RASTLINSKIH OLJ V KONCENTRACIJI 100 – 200 PPM. JE SLABO TOPEN V OLJU, Z ŽELEZOM TVORI DISKOLORACIJE JE TOPLOTNO NESTABILEN.**

# ANTIOKSIDANTI

- **BHA BUTILIRANI HIDROKSIANIZOL JE MED ANTIOKSIDANTI NEKAJ POSEBNEGA SAJ VZDRŽI VSE TEMPERATURE PREDELAVE, CELO PEČENJE IN CVRENJE. ZARADI FENOLNE STRUKTURE NI AKTIVEN V OLJIH.**
- **BHT BUTILIRANI HIDROKSITOLUEN JE ŠE EN FENOL S PODOBNO STRUKTURO KOT BHA. NI TAKO UČINKOVIT V OLJIH, VZDRŽI PA VISOKE TEMPERATURE PRI CVRENJU IN PEČENJU. OBA BHA IN BHT STA DOBRO TOPNA V MAŠČOBAM IN PRAKTIČNO NETOPNA V VODI**

# ANTIOKSIDANTI

- **TBHQ TERCIARNI BUTIL HIDROKINON JE BIL ODOBREN MED ZADNJIMI. JE VERJETNO NAJBOLJ UČINKOVIT ANTIOKSIDANT PREDVSEM ZA NENASIČENA RASTLINSKA OLJA.**
- **NOBENE DISKOLORACIJE OB PRISOTNOSTI ŽELEZA, NIMA MOTEČEGA VONJA IN OKUSA, JE DOBRO TOPEN V MAŠČOBAM, JE OBSTOJEN PRI VISOKIH TEMPERATURAH, DELUJE STABILNO TUDI NA TOKOFEROLE. VSE NAŠTETE ANTIOKSIDANTE DODAJAMO PO DEODORIZACIJI, KER SO HLAPNI IN BI PRIŠLO DO IZGUB, VENDAR JE TBHQ ŠE NAJMANJ HLAPEN.**

# SINERGISTIČNE MEŠANICE

- **SINERGISTIČNE MEŠANICE ANTIOKSIDANTOV: RAZLIČNE KOMBINACIJE ANTIOKSIDANTOV SKUPAJ S KELIRAJOČIMI AGENSI UPORABLJAMO ZA BOLJŠO ZAŠČITO PROTI OKSIDACIJI. TU IZKORIŠČAMO SINERGISTIČNI UČINEK, RAZLIČNIH MEŠANIC ANTIOKSIDANTOV. BHA IN BHT V KOMBINACIJI NAPRIMER IMATA BOLJŠI UČINEK KOT VSAK ZASE. ZA VEČ MEŠANIC ANTIOKSIDANTOV JE ZNAČILNO SINERGISTIČNO DELOVANJE. DO SINERGISTIČNEGA UČINKA PRIDE, KO JE ANTIOKSIDACIJSKI UČINEK MEŠANICE VEČJI OD VSOTE UČINKOV POSAMEZNIH SPOJIN.**

# SINERGISTI

- **SINERGIST, KOT JE NAPRIMER CITRONSKA KISLINA IMA DVE POMEMBNI LASTNOSTI V MEŠANICAH: POVEČA ANTIOKSIDACIJSKI POTENCIAL V MEŠANICAH IN TVORI KELATE Z MINERALI. MED OSTALE SPOJINE, KI DELUJEJO KOT SINERGISTI IN KELIRAJOČI AGENSI SPADAJO ŠE: IZOPROPIL CITRAT, STEARIL CITRAT, ORTOFOSFORNA KISLINA, NATRIJEV MONOHIDROGEN FOSFAT, PIROFOSFORNA KISLINA, METAFOSFORNA KISLINA, EDTA IN DINATRIJEV EDTA.**



# NARAVNI ANTIOKSIDANTI

- **TOKOFEROLI SO NARAVNI ANTIOKSIDANTI TOPNI V MAŠČOBAM IN JIH NAJDEMO V ŠTIRIH OBLIKAH: ALFA TOKOFEROL, BETA TOKOFEROL, GAMA TOKOFEROL IN DELTA TOKOFEROL. ALFA TOKOFEROL (VITAMIN E) SE UPORABLJA KOT DODATEK V PREHRANI. BETA TOKOFEROL SE NAHAJA V TAKO MAJHNIH KONCENTRACIJAH, DA NIMA NOBENEGA PRAKTIČNEGA POMENA. GAMA IN DELTA TOKOFEROL STA NARAVNA ANTIOKSIDANTA IN SE UPORABLJATA TAM, KJER POTROŠNIKI ZAHTEVAJO NARAVNI ANTIOKSIDANT.**

# TOKOFEROLI

- **DODATEK TOKOFEROLA V KONCENTRACIJI 0,02 – 0,06% JE DOVOLJ ZA ZAGOTOVITEV OKSIDATIVNE STABILNOSTI. TOKOFEROL SE UPORABLJA PREDVSEM KOT DODATEK ŽIVALSKIM MAŠČOBAM, KI NE VSEBUJEJO NARAVNIH ANTIOKSIDANTOV. RASTLIONSKA OLJA VSEBUJEJO TOKOFEROLE, KI OBIČAJNO V DOVOLJ VELIKI KONCENTRACIJI PREŽIVIJO VSE TEHNOLOŠKE POSTOPKE, DA KONČNA KONCENTRACIJA ZAGOTAVLJA PRAVŠNJO OKSIDATIVNO STABILNOST.**

# VSEBNOST TOKOFEROLOV V OLJIH

- | • OLJE      | $\alpha$ tokoferol (ppm) | B/ $\gamma$ (ppm) |
|-------------|--------------------------|-------------------|
| • Sončnično | 110-450                  | /                 |
| • Arašidovo | 60-100                   | 100-200           |
| • Oljčno    | 60-80                    | 1-10              |
| • Koruzno   | 80-100                   | 200-700           |
| • Sojino    | 10-60                    | 800-1050          |
| •           |                          |                   |

# KAROTENI

- **SO OGLJIKOVODIKI KONJUGIRANO NENASIČENI**
- **SO RUMENE IN RDEČE BARVE, PALMINO OLJE VSEBUJE DO 2000 ppm KAROTENOV**
- **V NASPROTJU Z OSTALIMI SINTETILNIMI IN NARAVNIMI ANTIOKSIDANTI SO KAROTENI LOVILCI SINGLETNEGA KISIKA**

# ASKORBINSKA KISLINA

- **V PIJAČAH JE APLIKACIJA C VITAMINA ENOSTAVNA, V OLJIH PA GA RAJE UPORABLJAMO V OBLIKI PALMITATA, KI PA NI NARAVNA SPOJINA, VENDAR JE LAŽJE TOPEN**
- **PALMITAT DELUJE TUDI KOT SEKVESTRANT ZA KOVINE, PODOBNO KOT ALFA TOKOFEROL, S KATERIM SE SKUPAJ DODAJA, DA POVEČAMO ANTIOKSIDACIJSKI UČINEK**

# SEZAMOL

- **SEZAMOVO OLJE IMA GLEDE NA VSEBNOST TOKOFEROLOV MNOGO VEČJI ANTIOKSIDACIJSKI POTENCIAL**
- **SEZAMOL, KI JE ANTIOKSIDANT FENOLNEGA TIPA SE POVEŽE V DIMERO, KI IMA STRUKTURO KINONA**
- **NASTANEK SEZAMOLA IZ SEZAMOLINA JE ODVIŠEN OD TEHNOLOŠKIH POGOJEV PREDELAVE OLJA, ZATO LAHKO S TEHNOLOGIJO VPLIVAMO NA SINTEZO**
- **OBSTAJA TUDI SINTETIČNI SEZAMOL, SORODNA SPOJINA SEZAMIN PA SE UPORABLJA KOT INSEKTICID**

# EKSTRAKT ROŽMARINA

- **ROŽMARIN JE VIR ANTIOKSIDANTOV FENOLNEGA TIPA**
- **ROZEMARIDIFENOL JE DIFENOLNI TERPEN IZ ROŽMARINA IN JE BOLJŠI ANTIOKSIDANT OD BHA V PRIMERU ZAŠČITE LOJA**

# FITINSKA KISLINA

- **FITINSKA KISLINA SE NAHAJA V OBLIKI Ca – Mg – K SOLI (FITIN) V V VSEH RASTLINSKIH SEMENIH DO 3%**
- **PREDSTAVLJA KAR 60 – 90 % VSEGA FOSOFORJA V SEMENU**
- **FITIN PREPREČUJE PEROKSIDACIJO IN HIDROLIZO OLJA V SEMENU, PRAV TAKO PREPREČUJE OKSIDACIJO VITAMINA C**
- **V PREHRANI FITINSKA KISLINA INHIBIRA ENCIM TRIPSIN, KAR ZMANJŠUJE IZKORIŠČENOST PROTEINOV**



# FERULNA KISLINA

- **NAHAJA SE V OBLIKI ESTROV V RASTLINSKIH OLJIH**

# GOSIPOL

- **JE FENOLNA SPOJINA Z MOČNIM ANTIOKSIDATIVNIM DELOVANJEM**
- **NAHAJA SE V SUROVEM BOMBAŽEVEM OLJU, OD KODER JO ODSTRANIMO Z ALKALNO NEUTRALIZACIJO IN IZPIRANJEM**

# FLAVONOIDI

- **SO RDEČA BARVILA NA OSNOVI FENOLNIH SNOVI IN IMAJO ANTIOKSIDATIVNO DELOVANJE**

# PRIPRAVA SEMEN ZA SKLADIŠČENJE

- **NOTRANJOST CELICE V SEMENU JE PREPLETENA Z MICELIJEM KANALOV V KATERIH SE ZADRŽUJE OLJE IN VODA**
- **RAZMERJE OLJA : VODA SE SPREMINJA Z ZRELOSTJO SEMENA**
- **V STANJU ZRELOSTI PREIDETA LIPOFILNA IN HIDROFILNA FAZA V RAVNOTEŽJE – TO JE TEHNOLOŠKA ZRELOST IN % OLJA JE TAKRAT NAJVEČJI**
- **V CELICAH POTEKAJO BIOKEMIJSKI PROCESI, AKTIVNI SO ŠTEVILNI ENCIMI, TUDI LIPAZA, KI CEPI TRIGLICERIDE**

# PRIPRAVA SEMEN ZA SKLADIŠČENJE

- **SEME DIHA IZLOČA CO<sub>2</sub>, IN ODDAJA TOPLOTO ZATO LAHKO PRIDE DO PORASTA TEMPERATURE**
- **DO 25 °C NI SPREMEMB V SEMENU**
- **25 – 40 °C PRIDE DO RAZVOJA MIKROORGANIZMOV**
- **40 – 55 °C RAZVOJ TERMOFILNIH MIKROORGANIZMOV, VIDNEJŠE POŠKODBE SEMENA, POTEMNI**

# PRIPRAVA SEMEN ZA SKLADIŠČENJE

- **PRI ŠE VIŠJI TEMPERATURI PRIDE DO POLIMERIZACIJE SEMENA SE LEPIJO**
- **V POSAMEZNIH ŽARIŠČIH SE TEMPERATURA TAKO POVEČA, DA PRIDE DO SAMOVŽIGA**
- **POSLEDICE KVARJENJA SEMEN SO:**
- **OLJE TEMNEJŠE BARVE**
- **POVEČANA KISLOST**
- **SPREMEMBE ORGANOLEPTIČNIH LASTNOSTI**

# TRANSPORT SEMENA

- **PRETOČNE CEVI, ELEVATORJI, TRANSPORTNI POLŽI, TRAKOVI, PNEVMATSKI TRANSPORT S POMOČJO ZRAČNEGA TOKA**

# ČIŠČENJE SEMENA

- **ANORGANSKIH NEČISTOČ (KOVINSKI, KAMENJE)**
- **ORGANSKIH NEČISTOČ (OSTANKI RASTLIN, ZDROBLJENA SEMENA)**
- **UPORABLJAMO SITA, PREMETAVANJE, SORTIRANJE, ČIŠČENJE Z MAGNETI, ŠČETKANJE**



# SUŠENJE

- **JE ZMANJŠANJE VLAGE POD KRITIČNO MEJO**
- **VODA JE V SEMENU KOT: PROSTA, HIGROSKOPSKA VODA V KANALIH IN KOT KRISTALNA VODA VEZANA NA BELJAKOVINE**
- **VRSTE SUŠENJA:**
- **Z DIREKTNIM KONTAKTOM NA OGREVANI POVRŠINI**
- **V ZRAČNEM TOKU Z VROČIM ZRAKOM**
- **VAKUMSKE SUŠILNICE**

# SKLADIŠČA

- **PODNA**
- **SILOSI - IZRABA VIŠINE**
- **BETONSKI SILOSI - DOBRO IZOLIRANI**
- **KOVINSKI SILOSI – MOŽNOST KONDENZA**
- **MOŽNOST PREGREVANJA ZATO SEMENA HLADIMO S  
PREMETAVANJEM IZ ENEGA SILOSA V DRUGEGA**

# PREDELAVA SEMEN

- **MLETJE – DA RAZTRGAMO ČIM VEČ CELIC TER OMOGOČIMO IZCEJANJE OLJA**
- **UPORABLJAMO VALJČNE MLINE, KI SO PRILAGOJENI VRSTI SEMENA**
- **SEMENA Z VEČ LUSKAMI SE PRED MLETJEM DELOMA OLUŠČIJO**

# KONDICIONIRANJE

- **SEME KONDICIONIRAMO ZARADI BOLJŠEGA IZKORISTKA**
- **S SEGREVANJEM IN DODAJANJEM PARE PORUŠIMO RAVNOTEŽJE MED LIPOFILNO IN HIDROFILNO FAZO**
- **BELJAKOVINE V OLEOPLAZMI NABREKNEJO, PORUŠI SE RAVNOTEŽJE, OLJNE KAPLJICE SE ZAČNO ZDRUŽEVATI V VEČJE KAPLJE**
- **NABREKLE BELJAKOVINE POVZROČIJO TUDI POKANJE CELIC IN IZCEJANJE OLJA**
- **NAPRAVA ZA KONDICIONIRANJE IMA VEČ PREKATOV, KJER SE MASA MEŠA IN SEGREVA**

# PREŠANJE

- **MEHANSKI POSTOPEK ODVAJANJA OLJA IZ MASE – DEVIŠKO OLJE**
- **DELCI SE STISKAJO, OLJE PREHAJA V MEDPROSTORE, S PRITISKOM ZMANJŠUJEMO VOLUMEN**
- **PRIDE DO MOČNE DEFORMACIJE DELCEV, ZLEPLJANJE DELCEV – NAJVEČJE IZCEJANJE OLJA**
- **KONČNA FAZA PREŠANJA – NASTAJAJO ŽEPI KJER OLJE ZASTAJA**
- **FAZA KO PREŠA POPUSTI**

# VRSTE PREŠ

- **PREŠE - ANDERSONOVA PREŠA - PRINCIP NESKONČNEGA VIJAKA**
- **HIDRAVLICNE PREŠE - ZA BUČNO OLJE KJER SO MAJHNE KAPACITETE**
- **KOŠARASTE PREŠE ZA OLJKE**

# EKSTRAKCIJA

- **Z EKSTRAKCIJO EKSTRAHIRAMO OLJE IZ MASE**
- **IZBIRA TOPILA JE ODVISNA OD:**
  - **DIELEKTRIČNE KONSTANTE (TOPILO NIŽJO OD OLJA)**
  - **CENA TOPILA**
  - **VNETIŠČE**
  - **KEMIJSKE KARAKTERISTIKE**
  - **REGENERACIJA**
  - **NI TOKSIČNO**
  - **SPECIFIČNA TOPLOTA**
  - **IZPARILNA TOPLOTA**

# EKSTRAKCIJA

- **OPTIMALNO TOPILO JE HEKSAN, NI PA IDEALNO**
- **HEKSAN JE INERTEN, DOBRO TOPILO ZA MAŠČOBE, JE SELEKTIVEN (TOPI MAŠČOBE, MANJ PA OSTALE SESTAVINE)**
- **JE VNETLJIV IN EKSPLOZIVEN, ZATO MORA BITI VSAJ ENA STENA IZ LAHKEGA MATERIALA**
- **PODOBNI VARNOSTNI UKREPI MORAJO BITI ZAGOTOVLJENI PRI HIDROGENACIJI**



# EKSTRAKCIJA

- **KO PRIDE TOPILO V KONTAKT Z MASO POTEKA EKSTRAKCIJA V DVEH FAZAH**
- **1 V TOPILU SE RAZTOPI OLJE, KI JE ŽE PROSTO – KAPLJICE OLJA KI SE PROSTE NAHAJAJO NA POVRŠINI MASE**
- **2 OSTANEK ZNOTRAJ CELIC LAHKO PREIDE V TOPILO LE Z DIFUZIJO**

# EKSTRAKCIJA

- **POGOJI ZA EKSTRAKCIJO**
- **1 ČIM VEČJE ŠTEVILO POŠKODOVANIH CELIC**
- **2 DOVOLJ POROZNA MASA DA TOPILO PREHAJA V MATERIAL**
- **3 OBLIKA DELČKOV MASE – MASO MORAMO IZKOSMIČITI**

# POSTOPKI EKSTRAKCIJE

- **PERKOLACIJSKA EKSTRAKCIJA: MASA MIRUJE, TOPILO SE GIBLJE SKOZI MASO**
- **IMERZIJSKA EKSTRAKCIJA: TOPILO IN MASA SE GIBLJETA**
- **PROTITOČNA EKSTRAKCIJA: GLEJ DIAGRAM**
- **ISTOSMERNNA EKSTRAKCIJA: GLEJ DIAGRAM**
  
- **DISKONTINUIRANI EKSTRAKTORJI**
- **KONTINUIRANI EKSTRAKTORJI**

# DISKONTINUIRANI EKSTRAKTORJI

- **PERKOLACIJSKI TIP - MASA MIRUJE TOPILO SE GIBLJE SKOZI MASO, KI SE MEŠA,**
- **NA VRHU VSTOPA TOPILO**
- **NA POROZNEM DNU IZHAJA MEŠANICA OLJA IN TOPILA**

# KONTINUIRANI EKSTRAKTORJI

- **EKSTRAKTOR S KOŠARAMI - MASA VSTOPA V KOŠARE, OKROG PA KROŽI MIŠELA**
- **STALNO DOVAJAMO TOPILO IN ODVAJAMO MIŠELO**
- **V MIŠELI JE STALNA KONCENTRACIJA OLJA**
  
- **ROTOČEL EKSTRAKTOR - JE PROTITOČNI EKSTRAKTOR**
- **POSEBNE KOŠARE Z MASO KROŽIJO V ENO SMER TOPILO OZIROMA MIŠELA V DRUGO SMER**
- **JE IDEALNI EKSTRAKTOR KER JE PROTITOČNI IN IMERZIJSKI**

# KONTINUIRANI EKSTRAKTORJI

- **DESMETOV EKSTRAKTOR - JE PROTITOČNI IMERZIJSKI EKSTRAKTOR**

# TEHNOLOŠKE FAZE

- **PREDRAFINACIJA**
- **NEVTRALIZACIJA**
- **RERAFINACIJA**
- **VINTERIZACIJA**
- **PRANJE**
- **PRANJE**
- **SUŠENJE**
- **BELJENJE**
- **DEODORIZACIJA**

# NAMEN RAFINACIJE

- **SUROVO OLJE - NEČISTOČE, PIGMENTI, CELULOZA, FOSFATIDI (SLUZI), VLAGA, PROSTE MAŠČOBNE KISLINE, PEROKSIDI**
- **ODSTRANIMO SNOVI, KI NISO ZAŽELJENE V PREHRANI, ALI SNOVI, KI KVARNO VPLIVAJO NA KVALITETO OLJA**
- **OHRANIMO SNOVI, KI UGODNO VPLIVAJO NA OBSTOJNOST OLJA (A, E, POLIFENOLI) IN SO POMEMBNE V PREHRANI**



# PREDRAFINACIJA

- **ODSTRANIMO SLUZNE SNOVI - FOSFATIDE, KI POVZROČAJO MOTNOST, USEDLINE, POSPEŠUJEJO OKSIDACIJO, PRI TERMIČNI OBDELAVI DAJO VONJ PO RIBAH**
- **FOSFATIDI SO: HIDRATABILNI - ODSTRANIMO JIH Z VODO**
- **- NEHIDRATABILNI - ODSTRANIMO JIH S KISLINO (FOSFORNO. ŽVEPLENO, CITRONSKO)**
- **FOSFTIDI SE PRETVORIJO V HIDRIRANE SPOJINE (SLUZ) NETOPNE V OLJU, ZATO JIH LOČIMO S FILTRACIJO IN CENTRIFUGIRANJEM**

# ALKALNA RAFINACIJA

- **DODATEK ALKALNE RAZTOPINE K OLJU POVZROČI REAKCIJO Z MAŠČOBNIMI KISLINAMI - NASTANE MILO**
- **FOSFATIDI KOAGULIRAJO ZARADI HIDRATACIJE**
- **PIGMENTI SE RAZGRADIJO, VEŽEJO NA FOSFATIDE IN SE POSEDEJO**
- **POMEMBNA JE PRAVA IZBIRA KOLIČINE IN KONCENTRACIJE NaOH - PREBITEK POVZROČI REAKCIJO S TRIGLICERIDI IN IZGUBO OLJA**

# POSTOPEK ALKALNE RAFINACIJE

- **OLJE ANALIZIRAMO IN NAPOLNIMO V TANKE - IMELO NAJ BI MANJ KOT 0.3% FOSFATIDOV, SICER GA MEŠAMO**
- **ALI TRETIRAMO S FOSFORNO KISLINO 4 - 8 UR DA ODSTRANIMO FOSFATIDE, Ca IN Mg KOT FOSFATI TER ŽELEZO IN BAKER**
- **TRETIRANJE Z NaOH, MEŠANJE IN SEGREVANJE DA PREPREČIMO NASTAJANJE EMULZIJE**
- **UPORABIMONAJNIŽJO MOŽNO KONCENTRACIJO NaOH, KI JE ODVISNA OD VSEBNOSTI PROSTIH MAŠČOBNIH KISLIN, FOSFATIDOV IN KAKŠEN PRESEŽEK NaOH NAD TEORETIČNO VREDNOSTJO ŽELIMO ZA DOLOČEN TIP OLJA**

# POSTOPEK ALKALNE RAFINACIJE

- **ZMANJŠANJE FOSFORJA JE ODVISNO PREDVSEM OD KOLIČINE VODE V RAZTOPINI NaOH - ZA SUROVA OLJA Z VEČ FOSFORJA UPORABLJAMO BOLJ RAZREDČEN NaOH**
- **ZA USPEŠNOST POSTOPKA JE POMEMBNO MEŠANJE NaOH IN OLJA - S TEM ZAGOTOVIMKO ZADOSTEN KONTAKT S PROSTIMI MAŠČOBNIMI KISLINAMI, PIGMENTI IN FOSFATIDI**
- **TEMPERATURA MEŠANJA JE 30 - 35°C 5 - 15 MIN**
- **NATO MEŠANICO SEGREJEMO NA 75°C DA EMULZIJA RAZPADE - SLEDI CENTRIFUGIRANJE**
- **FAZA Z NIZKO GOSTOTO JE OLJE, NEKAJ VODE IN MILA**
- **FAZA Z VISOKO GOSTOTO SO FOSFATIDI, ALKALIJE IN MILO**

# ZENIT POSTOPEK

- RAZVILI SO GA NA ŠVEDSKEM LETA 1960, DA BI IZBOLJŠALI RAFINACIJO REPIČNEGA OLJA
- OLJE NAJPREJ TRETIRAMO S KONCNETRIRANO FOSFORNO KISLINO (0,2% GLEDE NA OLJE) - REAKCIJA POTEKA 20 MIN. POD VAKUMOM - OBORINA ZAJEMA FOSFATIDE, PIGMENTE, KALCIJ, MAGNEZIJ
- OBORINO ODSTRANIMO V SEPARATORJU
- DRUGA STOPNJA PREDSTAVLJA NEVTRALIZACIJO, KJER VROČE OLJE (90°C) KAPLJAMO NA DNO TANKA V 0,35 M NaOH - KAPLJICE OLJA SE DVIGAJO NA POVRŠINO IN TVORIJO PLAST OLJA, KI VSEBUJE 0,05% PMK, 0,2-0,35 VLAGE IN 100 ppm MILA
- V TRETJI STOPNJI DODAMO CITRONSKO KISLINO, DA OLAJŠAMO SEPARACIJO SLEDOV MILA, KI SE ABSORBIRA Z BELILOM

# RAFINACIJA MEŠANICE TOPILO-OLJE

- **MEŠANICI DODAMO FOSFORNO ALI OCETNO KISLINO 100 ppm IN MEŠAMO V STATIČNEM MEŠALCU**
- **MEŠANICI DODAMO 0,2 - 0,35 PREBITEK NaOH NAD TEORETIČNO VREDNOSTJO**
- **NEUTRALIZACIJA POTEKA PRI 54 - 57°C OB UPORABI HOMOGENIZATORJEV, KI OMOGOČIJO HIDROLIZO FOSFATIDOV IN PIGMENTOV IN NASTANEK DVEH FAZ**
- **VZDRŽUJEMO TEMPERATURO 57°C IN IZVEDEMO FIKLRACIJO SKOZI FILTER Z DIATOMEJSKO ZEMLJO**
- **ČE NA TEJ STOPNJI ODSTRANIMO TOPILO DOBIMO RUMENO OLJE**
- **PREDNOSTI TE RAFINACIJE SO: BOLJŠI IZKORISTEK OLJA, SVETLEJŠA BARVA, NI POTREBNO IZPIRANJE, EKSTRAKCIJA PIGMENTOV**

# FIZIKALNA RAFINACIJA

- **SO UPORABLJALI ŽE LETA 1930 KOT PREDNEUTRALIZACIJO OLJA Z VISOKO VSEBNOSTJO PMK - NATO JE SLEDILA ALKALNA RAFINACIJA**
- **FIZIKALNA RAFINACIJA SE UPORABLJA ZA PALMINO OLJE, KI VSEBUJE VELIKO PMK IN MALO FOSFATIDOV**
- **S TO RAFINACIJO ODSTRANIMO PMK, NEUMILJIVE NEČISTOČE**
- **OSTALE NEČISTOČE ODSTRANIMO Z VODNO PARO, TAKO DA PRI FIZIKALNI RAFINACIJI NE PRIDE DO NASTANKA MILA IN IZGUB OLJA**

# SPIRANJE Z VODO

- **RAFINIRANO OLJE IZ PRVE CENTRIFUGE SPIRAMO Z MEHKO VODO ALI KONDENZATOM PARE (10 - 20% GLEDE NA OLJE)**
- **OB UPORABI TRDE VODE DOBIMO DODATNA MILA**
- **NATRIJEVA MILA, KI OSTANEJO PO CENTRIFUGIRANJU SE Z LAHKOTO IZPEREJO ŽE OB PRVEM IZPIRANJU**
- **ZA DOBER KONTAKT VODE IN V NJEJ TOPNIH SNOVI JE POMEMBNO MEŠANJE IN TEMPERATURA VODE, KI MORA BITI 85 - 90°C OZ. 5 - 8°C VEČ KOT OLJE**
- **SPIRANJE Z VODO NE ODSTRANI FOSFATIDOV**
- **PO KONČANEM IZPIRANJU OLJE SUŠIMO POD VAKUMOM, PREDEN GA SKLADIŠČIMO ALI BELIMO**



# BELJENJE

- **OLJE ŠE VEDNO VSEBUJE VRSTO NEČISTOČ V KOLOIDNI SUSPENZIJI, KI TEKMUJEJO S PIGMENTI ZA PROSTOR NA POVRŠINI ADSORBENTA**
- **Z BELJENJEM ODSTRANJUJEMO MILO, FOSFATIDE, PROOKSIDATIVNE KOVINE**
- **VSE TE NEČISTOČE OTEŽKOČAJO FILTRACIJO, ZASTRUPĻJAJO KATALIZATOR PRI HIDROGENACIJI, POTE MNIMO BARVO OLJA IN NEGATIVNO VPLIVAJO NA AROMO**
- **PRI BELJENJU SE TUDI ZNIŽA PEROKSIDNO ŠTEVILO IN NEKATERI PRODUKTI OKSIDACIJE**

# BELJENJE - ŠARŽNI ATMOSFERSKI POSTOPEK

- **OLJE SEGREJEMO NA 70°C IN DODAJAMO BELILO Z VRHA**
- **OB STALNEM MEŠANJU VZDRŽUJEMO TEMPERATURO NA 70 - 110°C**
- **OLJE VODIMO NA FILTER IN NAZAJ V TANK VSE DOKLER NI BISTRO**

# BELJENJE - ŠARŽNI VAKUMSKI POSTOPEK

- **BELILO DODAJAMO V TANK, KJER ŽE MEŠAMO MANJŠI DELEŽ ŽE RAFINIRANEGA OLJA SEGRETEGA NA 70°C**
- **TO MEŠANICO NATO VODIMO V TANK, KJER BO POTEKAL POSTOPEK IN DODAMO PREOSRTALO OLJE**
- **TANK JE OPREMLJEN Z MEŠALOM, TOPLOTNIM IZMENJEVALCEM IN VAKUMSKIM SISTEMOM**
- **POSTOPEK POTEKA 15 - 20 MIN. PRI 70 - 110°C**
- **NATO OLJE FILTRIRAMO**

# BELJENJE - KONTINUIRANI VAKUMSKI POSTOPEK

- **BELILNO SREDSTVO KONTINUIRANO DODAJAMO V TOK OLJA SEGRETEGA NA 70°C**
- **MEŠANICO NATO PRŠIMO V VAKUMU, DA ODSTRANIMO VODO IN ZRAK**
- **TEMPERATURO DVIGNEMO NA 70 - 110°C NATO MEŠANICO PRŠIMO V DRUGI TANK**
- **PO DOLČENEM ČASU (10 MIN.) MEŠANICO OHLADIMO IN IZVEDEMO FILTRACIJO**
- **VAKUMSKI POSTOPEK ZAHTEVA MANJ BELILA, NIŽJE TEMPERARURE, OMOGOČA HITREJŠO IZGUBO VODE NASTANE PA TUDI MANJ VMK**
- **OLJE JE ZAŠČITENO PRED OKSIDACIJO - PRI VIŠJIH TEMPERATURAH IN DOSTOPU KISIKA NASTAJO NEABSORBTIVNI PIGMENTI NA BAZI KINONOV IZ TOKOFEROLOV**

# BELILNA SREDSTVA

- **UPORABLJAJO SE NEUTRALNE ADSORBCIJSKE GLINE, AKTIVIRANA BELILNA SREDSTVA IN AKTIVNO OGLJE**
- **MOLEKULSKA MREŽASTA STRUKTURA, STRUKTURA POR IN VELIKOST DELCEV OMOGOČAJO ADSORBCIJO VODE, OLJA, FOSFATIDOV, MILA, BARVIL IN KOVIN**
- **BELILNA SREDSTVA LAHKO ADSORBIRAJO DO 15% NEČISTOČ IN PIGENTOV GLEDE NA SVOJO TEŽO, VENDAR ZADRŽIJO TUDI DO 30% OLJA (GLEDE NA TEŽO BELILA)**
- **NAJBOLJ ZNANA JE NARAVNA BELILNA ZEMLJA - BENTONIT - IME IMA PO DOLINI BEN - TON V ZDA**

# AKTIVIRANA BELILNA SREDSTVA

- **ČE NARAVNE BENTONITE OBDELAMO Z ŽVEPLENO ALI KLOROVODIKOVO KISLINO SE SPREMENIJO NJIHOVA STOPNJA KISLOSTI, ADSORBCIJSKE LASTNOSTI IN RAZVRSTITEV DELCEV PO VELIKOSTI**
- **S POMOČJO OPISANE OBDELAVE KONTROLIRANO SPREMENIMO KEMIJSKO SESTAVO IN DISTRIBUCIJO POR, KAR OMOGOČI ADSORBCIJO NEZAŽELJENIH SPOJIN IZ OLJA**
- **ČIM MANJŠI SO DELCI BELILA, BOLJŠE SO ADSORBCIJSKE LASTNOSTI**
- **AKTIVIRANA BELILA VSEBUJEJO 10 - 18 % VODE, KAR OMOGOČA OBSTOJ PLASTI MONTMORILONITA V GLINI**
- **OB NIŽJI VLAGI SE STRUKTURA PORUŠI IN ZMANJŠAJO SE ADSORBCIJSKE LASTNOSTI**

# AKTIVIRANA BELILNA SREDSTVA

- **AKTIVIRANA BELILA IMAJO NIŽJO GOSTOTO KOT NARAVNA KAR PA POVEČA ADSORBCIJO OLJA**
- **AKTIVIRANA BELILA CEPIJO MILA IN POVIŠAJO VSEBNOST PMK**
- **ZNIŽUJEJO PEROKSIDNO ŠTEVILO IN NEKATERE SEKUNDARNE METABOLITE**
- **PRI TEMPERATURAH NAD 150°C POSPEŠUEJO IZOMERIZACIJO**

# KOLIČINA BELILA

- **DODAJAMO 0,15 - 3,0% BELILA, ODVISNA OD VRSTE BELILA, VRSTE OLJA**
- **AKTIVIRANA BELILA IMAJO 1,5 - 2 KRAT VEČJO SPOSOBNOST**
- **POSEBNO USPEŠNA SO V OLJIH BOGATIH S KLOROFILOM**
- **NAJBOLJŠE REZULTATE DA MINIMALNA DOZA BELILA, VEČJE DOZE POVEČAJO IZGUBO OLJA**
- **MERILO ZA USPEŠNOST BELJENJA JE ODSTRANITEV PIGMENTOV OZIROMA BARVA OLJA**
- **PEROKSIDNO ŠTEVILO SE MORA ZNIŽATI NA 0, KLOROFILI NA MANJ KOT 1 ppm, FOSFOR NA MANJ KOT 1ppm**



# VPLIV TEMPERATURE NA BELJENJE

- **BELILO DODAJAMO PRI RELATIVNO NIZKI TEMPERATURI, ŠELE NATO DVIGNEMO TEMPERATURO**
- **ČE GA DODAJAMO PRI VIŠJI TEMPERATURI DOBIMO OLJE TEMNEJŠE BARVE ZARADI:**
- **PRIDE DO IZGUBE VLAGE IZ BELILA IN PORUŠENJA MREŽASTE STRUKTURE TER ZMANJŠANJA NOTRANJE POVRŠINE BELILA**
- **OLJE SEGRETO PRED DODAJANJEM BELILA POVZROČI FIKSIRANJE BARVE**
- **BELILNA SPOSOBNOST BELILA SE SICER POVEČA DO NEKE TOČKE OB POVIŠANJU TEMPERATURE MEŠANICE OLJE-BELILO, NATO PA PADA**
- **MEJA JE OBIČAJNO 110°C, NAD TO TOČKO SE PRIČNE POVEČEVATI ANISIDINSKO ŠTEVILO**

# VPLIV ČASA NA BELJENJE

- **TEORETIČNO NAJ BI PRIŠLO DO ADSORPCIJE V TRENUTKU, VENDAR SE TO NE ZGODI VEDNO**
- **PIGMENTI SE VEŽEJO NA ADSORBENT ZELO HITRO NA ZAČETKU NATO PA VEDNO POŠASNEJE**
- **POTREBEN JE ČAS 15 - 20 MIN, DA ADSORBENT ODDA VODO IN ADSORBIRA PIGMENTE IN NEČISTOČE**
- **TEMPERATURA MORA BITI NAD VRELIŠČEN VODE**
- **KONTAKTNI ČAS BELILO OLJE JE SESTAVLJEN IZ KONTAKTNEGA ČASA V TANKU IN KONTAKTNEGA ČASA NA FILTRU**
- **VSEBNOST PEROKSIDOV SE ZNIŽA PREDVSEM PRI TRETOKU OLJA SKOZI VEDNO DEBELEJŠO PLAST BELILA NA FILTRU**

# VPLIV VLAGE NA BELJENJE

- **PRISOTNOST VLAGE JE NUJNA ZA USPEŠNO BELJENJE**
- **POPOLNOMA POSUŠENO BELILO POSTANE NEAKTIVNO**
- **BELILO VSEBUJE OD 10 - 18% VLAGE, KAR VZDRŽUJE MREŽO MOMTMORILONITA**
- **MED POSTOPKOM BELJENJA SE VLAGA POČASI ODSTRANJUJE, ADSORBCIJSKA SPOSOBNOST PA POVEČUJE**
- **PIGMENTI IN NEČISTOČE SE NE MOREJO ADSORBIRATI DOKLER SE NE ODSTRANI VODA, TO PA SE ZGODI ŠELE PRI VIŠJI TEMPERATURI**

# VINTERIZACIJA

- **IZRAZ IZVIRA IZ OBDOBJA, KO SO PUSITLI BOMBAŽEVO OLJE ČEZ ZIMO ZUNAJ PRI NIZKIH TEMPERATURAH**
- **ZARADI NIZKIH TEMPERATUR JE PRIŠLO DO FIZIKALNE SEPARACIJE IN LOČITVE BISTRE FRAKCIJE OD RAZTOPINE**
- **BISTRA FRAKCIJA JE OSTALA STABILNA, ČETUDI JE BILA PONOVO IZPOSTAVLJENA NIZKIM TEMPERATURAM**
- **KLASIČNA VINTERIZACIJA SIMULACIJA NARAVNIH POGOJEV KJER OLJE IZPOSTAVIMO TEMPERATURI 5°C ZA 2 - 3 DNI**
- **PRIDE DO KRISTALIZACIJE STEARINA IN OSTALIH NESTABILNIH KOMPONENT**

# PRINCIP VINTERIZACIJE

- **JE TERMOMEHANSKA SEPARACIJA, S KRISTALIZACIJO LOČIMO FRAKCIJE**
- **KRISTALIZACIJA JE ODVISNA OD VRSTE OLJA, SESTAVE TRIGLICERIDOV, HITROSTI OHLAJANJA, TEMPERATURE IN MEŠANJA**
- **IDEALNO JE PROIZVESTI MANJŠE ŠTEVILO KRISTALIZACIJSKIH JEDER, OKROG KATERIH ZRASTEJO VEČJI KRISTALI, KI JIH LAŽJE FILTRIRAMO**
- **ZAGOTOVIMO POČASNO OHLAJANJE, KONČNA TEMPERATURA NE SME BITI PRENIZKA, KER DOBIMO MANJŠE KRISTALE, PRIPOROČLJIVO JE POČASNO MEŠANJE, KER HITRO MEŠANJE POVZROČA LOM KRISTALOV**

# VINTERIZACIJA BOMBAŽEVEA OLJA

- **ZAČETNA TEMPERATURA OLJA 25°C**
- **OLJE OHLADIMO NA 13°C V 12 URAH - PRIČNE SE KRISTALIZACIJA**
- **OLJE POČASI OHLADIMO NA 7°C V ČASU 12 - 18 UR V TEJ TOČKI OPAZIMO POVEČANJE TEMPERATURE ZA 1 - 2°C ZARADI KRISTALIZACIJE**
- **KO PADE TEMPERATURA OLJA POD 5 - 6°C JO NA TEJ TOČKI VZDRŽUJEMO 12 UR, OLJE JE PRCEJ VISKOZNO, KRISTALI RASTEJO**

# ODSTRANJEVANJE VOSKOV

- **ZA STABILNOST MORAMO IZ OLJA ODSTRANITI TUDI VOSKE, KI BI SE KASNEJE IZLOČILI V STEKLENICI**
- **SO ESTRI VMK IN VIŠJIH ALKOHOLOV, V OLJE PA PRIDEJO PRI SOLVENTNI EKSTRAKCIJI IZ LUSK**
- **KOLIČINA VARIRA OD NEKAJ 100 DO 2000 ppm, STABILNO OLJE MORA IMETI MANJ KOT 10ppm VOSKOV**
- **ODSTRANJEVANJE VOSKOV NI ISTO KOT VINTERIZACIJA, POTEKA PA TAKOLE:**
- **OLJE POČASI HLADIMO NA 6 - 8°C**
- **DODAMO FILTERNO SREDSTVO V ISTI KOLIČINI KOT SO VOSKI**
- **MINIMALNI ČAS KRISTALIZACIJE JE 4 URE NATO PA VZDRŽUJEMO POGOJE ŠE 6 UR, DA SE RAZVIJEJO KRISTALI**
- **OLJE SEGREJEMO NA 18°C IN S FILTRACIJO IZLIČIMO VOSKE**

# DEODORIZACIJA

- **PO RAFINACIJI OSTANEJO V OLJU SNOVI, KI VPLIVAJO NA VONJ IN OKUS**
- **DEODORIZACIJA JE ODSTRANJEVANJE PREDVSEM HLAPNIH SNOVI Z VODNO PARO IN V VAKUMU**
- **MED LAHKOHLAPNE SNOVI V OLJU PRIŠTEVAMO VMK, ALDEHIDE, KETONE, PEROKSIDE, ALKOHOLE**
- **LAHKO UPORABLJAMO KATERIKOLI INERTNI PLIN, VENDAR JE PARA NAJCENEJŠA, PA TUDI ODSTRANJUJEMO JO NA ENOSTAVEN NAČIN - S KONDENZACIJO**



# PARAMETRI DEODORIZACIJE

- **VAKUM- DOVOLJ VISOK OBIČAJNO 1 - 6 mm, ZAGOTAVLJAMO GA S PARNIMI INJEKTORJI**
- **TEMPERATURA: DOVOLJ VISOKA ZA IZPAREVANJE Hlapnih nečistoč**
- **VIŠJA TEMPERATURA ZAGOTAVLJA HITREJŠE IZPAREVANJE VENDAR TUDI VEČJE IZGUBE TOKOferoLOV IN KAROTENOIDOV -**
- **DVAKRAT VEČ TOKOferoLOV SE IZGUBI PRI 275°C KOT PRI 240°C**
- **UVAJANJE PARE: PRAVŠNJI DOTOK PARE, KI SOVPADA S TEMPERATURO IN PRITISKOM**
- **PARA ZAGOTAVLJA MEŠANJE, NA KOLIČINO PARE VPLIVA PREDVSEM VIŠINA OLJA**

# POSTOPKI DEODORIZACIJE

- **ŠARŽNI POSTOPEK: TANK KAPACITETE 4500 - 20000 KG, PREMER TANKA NAJ OMOGOČI VIŠINO OLJA DO 3 M**
- **VODNO PARO UVAJAMO SKOZI DNO TANKA**
- **CELOTEN POSTOPEK TRAJA PRI PRITISKU 6 - 12 mm Hg 8 UR**
- **PORABA PARE ZNAŠA 25 KG ZA 100 KG OLJA, ENERGETSKO JE TA POSTOPEK POTRATEN**
- **SEMIKONTINUIRNI SISTEM DELUJE NA PRINCIPU RAZDELITVE NA TRI DELE: SEGREVANJE - DEAERACIJA, UVAJANJE PARE - DEODORIZACIJA, HLAJENJE**
- **TANKI SO EDEN NAD DRUGIM, TAKO DA OLJE PRETAKAMO IZ ENEGA V DRUGEGA, KO SE V POSAMEZNEM TANKU ZAKLJUČIJO FAZE**
- **CELOTEN SISTEM TANKOV POD VISOKIM VAKUMOM**

# POSTOPKI DEODORIZACIJE

- **KONTINUIRNI SISTEM: OLJE TEČE KONTINUIRANO SKOZI FAZO OGREVANJA, ODSTRANJEVANJA LAHKOHLAPNIH KOMPONENT IN OHLAJANA**
- **ZADRŽEVALNI ČAS KONTROLIRAMO S POMOČJO PRETOKOV**
- **STOLP JE SESTAVLEJN IZ PREKATOV, OLJE SE PRETAKA NAVZDOL, PARA POTUJE NAVZGOR IN ODNAŠA LAHKOHALPNE SNOVI**
- **PO KONČANEM POSTOPKU VODIMO OLJE NA TOPLOTNI IZMENJALEC, KJER GA HLADIMO IN ISTOČASNO SEGREVAMO OLJE, KI VSTOPA**