Koloidni sustavi

Lacković, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:294732

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Mario Lacković

KOLOIDNI SUSTAVI

završni rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

Koloidni sustavi

Nastavni predmet

Fizikalna kemija

Predmetni nastavnik: izv. prof. dr. sc. Lidija Jakobek

Student/ica: Mario Lacković (MB: xxxx/gg)

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Lidija Jakobek

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena: **Potpis mentora:**

Naslov: Koloidni sustavi

Sažetak: Koloidni disperzni sustavi su podvrsta disperznih sustava u kojima čestice ne možemo odijeliti filtracijom. Koloidni sustavi dijele se na koloidne otopine ili solove, emulzije, pjene, gelove te tekuće ili krute aerosolove, a po strukturi na liofilne i liofobne koloide. Znanje o priređivanju određenih vrsta stabilnih koloidnih sustava te isto tako izdvajanje koloidnih čestica iz sustava vrlo je bitno za različite industrijske grane, a posebno za prehrambenu industriju. Cilj ovog rada bio je općenito opisati koloidne sustave, objasniti osnovna svojstva koloida (optička svojstva, Brownovo gibanje, sedimentacija, električna svojstva), strukturu (liofilni, liofobni), priređivanje pojedinih koloidnih sustava te metode izdvajanja koloidnih čestica. Navedeni su i primjeri koloida u prehrambenoj industriji.

Ključne riječi: Koloidni sustav, struktura koloida, svojstva koloida, izdvajanje koloidnih čestica.

Title: Colloidal systems

Summary: Colloidal systems are a subgroup of dispersed systems in which particles can not be separated by filtration. Colloids can be classified as colloidal solutions or sols, emulsions, foams, gels and liquid or solid aerosols. When it comes to the structure, they can be classified as lyophilic and lyophobic colloids. Knowledge of both, the preparation of stable colloidal systems and the separation of colloidal particles, is crucial for many industries and especially for food industry. The main goal of this work was to: describe colloidal systems, explain some basic properties of colloids (optical properties, Brownian motion, sedimentation and electrical properties), explain their structure (lyophilic, lyophobic), the preparation of colloids and also the separation of colloidal particles. Some examples of colloids from food industry are also presented.

Keywords: Colloidal system, colloidal structure, properties of colloids, separation of colloidal particles.

SADRŽAJ

Sadržaj

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 2

Disperzni sustavi 2.1. 2

2.2. Koloidni sustavi 3

2.3. Koloidne otopine 5

2.3.1. Priređivanje koloidnih otopina 5

2.3.2. Struktura koloida 6

2.3.3. Svojstva koloidnih otopina 9

2.3.4. Metode odvajanja koloidnih čestica od pravih otopina (dijaliza, elektrodijaliza, ultrafiltracija) 11

2.4.Gel 12

2.5. Emulzija 13

2.6. Pjena 15

2.7. Koloidni sustavi u prehrambenoj industriji 15

3. ZAKLJUČAK 18

4. LITERATURA 19

Zahvaljujem se prof. dr. sc. Lidiji Jakobek na savjetima tijekom izrade završnog rada.

1. UVOD

Koloidni sustavi definirani su kao podvrsta disperznih sustava s česticama veličine od 1 do 100 nm te se njihove čestice zbog veličine ne mogu izdvojiti običnom filtracijom. Uzimajući u obzir karakteristike disperznog sredstva i disperzne faze dijele se na koloidne otopine ili solove, emulzije, pjene, gelove te tekuće i krute aerosolove, a prema strukturi dijele se na liofobne i liofilne koloide. Jednostavno rečeno kod liofilnih koloida između disperzne tvari i disperznog sredstva postoje interakcije tj. pokazuju afinitet prema disperznom sredstvu dok kod liofobnih koloida te interakcije ne postoje.

Koloidni sustavi mogu nastati na mnogo načina, no najpoznatije metode su: metode disperzije, metode kondenzacije i metode električnog raspršivanja. Isto tako postoje i razne metode kao što su ultrafiltracija, dijaliza i elektrodijaliza koje služe za izdvajanje koloidnih čestica iz sustava.

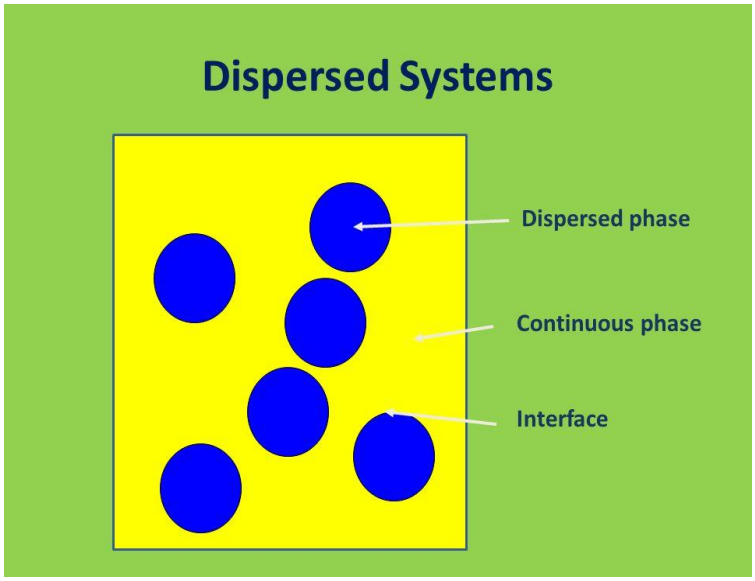
Neka od svojstava kojima se koloidni sustavi odlikuju su: 1. Tyndallov fenomen - rasipanje svijetlosti u obliku osvijetljenog stošca u nekom mikroheterogenom sistemu, 2. Brownovo gibanje - mali pravocrtni pomaci koloidnih čestica u disperznom sredstvu zbog slučajnih kolizija s drugim atomima i molekulama, 3. Sedimentacija - uspostavljanjem ravnoteže između gravitacijske sile, uzgona i osmotskog tlaka, koloidne čestice se raspodjeljuju na način da je najveći broj čestica na dnu a najmanji na vrhu, 4. električno svojstvo - koloidne čestice su nabijene i zbog toga se kreću pod djelovanjem električnog polja.

Znanje o koloidnoj kemiji vrlo je bitno i nezaobilazno u mnogim granama industrije. Mnogo je primjera koloidnih sustava s kojima se svaki dan „susrećemo“ (magla, dim, hrana, boje i sl.) ne razmišljajući o njima na takav način. Bez razumijevanja koloidnih sustava, a posebno načina na koji ih stabilizirati ili destabilizirati, većina proizvoda koje uzimamo „zdravo za gotovo“ ne bi postojala. Upravo iz ovih razloga cilj ovog rada bio je pobliže opisati koloidne sustave, njihova svojstva, strukturu, primjenu te dati neke primjere iz prehrambene industrije.

2. TEORIJSKI DIO

2.1.Disperzni sustavi

Smjese tvari u kojima su čestice jedne faze raspršene ili dispergirane u drugoj fazi nazivamo disperznim sustavima (Slika 1). Disperzni sustavi sastoje se od disperznog sredstva i disperzne faze. Disperzno sredstvo je sredstvo u kojem je raspršena neka komponenta, a disperznu fazu predstavlja upravo ta komponenta koja je raspršena ili dispergirana u disperznom sredstvu. Disperzni sustavi mogu biti homogeni (monofazni) kada ne postoji granična površina koja razdjeljuje čestice od otapala i kada su te čestice disperzne faze reda veličine čestica otapala. Takvi sustavi se nazivaju i prave otopine. Disperzni sustavi mogu biti i heterogeni (višefazni) kod kojih su dispergirane čestice znatno veće od čestica otapala i sastoje se od molekulskog agregata te između njih postoje granične površine (https://www.scribd.com/doc/4792160/Koloidno-disperzni-sistemi).



Slika 1. Jednostavan prikaz disperznog sustava

(http://slideplayer.com/slide/7249533/)

Najčešća podjela disperznih sustava je prema obliku i veličini dispergiranih čestica:

Prema obliku dispergiranih čestica razlikuju se:

- Laminarno- disperzni sustav - čestice u obliku lamela i tankih listića,
- Fibrilarno- disperzni sustav - čestice u obliku vlakana,
- Korpuskularno- disperzni sustav - čestice sfernog oblika.
  (https://www.scribd.com/doc/15508023/Koloidni-disperzni-sistemi)

Prema veličini dispergiranih čestica razlikuju se:

- Grubo- disperzni sustavi - veličina čestica disperzne faze > 10^2 nm,
- Koloidno- disperzni sustavi - veličina čestica disperzne faze 1 – 10^2 nm,
- Molekulsko(fini)- disperzni sustavi - veličina čestica disperzne faze < 1 nm (Jakobek, 2016).

Jednostavnije rečeno disperzni sustavi dijele se na:

- suspenzije,

- koloidne otopine ili koloide te

- prave otopine.

Suspenzije sadrže najkrupnije čestice te je važno znati da te čestice kod tekućih suspenzija možemo odijeliti taloženjem ili filtracijom. Primjer takvoj disperznog sustava bila mi smrvljena kreda u vodi. *Koloidni disperzni sustavi* sadrže nešto manje čestice, a osim toga razlikuju se od suspenzija po tome što se čestice iz sustava ne mogu odijeliti filtracijom. Koloidni sustavi često se dijele i prema agregatnim stanjima dispergirane tvari i disperznog sredstva, a o tome će nešto više riječi biti kasnije u nastavku. *Prave otopine* su u svakom pogledu homogene te imaju najveći stupanj disperzije. U takvom sustavu, tvari su otopljene na molekulskoj ili ionskoj razini tj. cijepaju se do molekula ili iona koji su istog reda veličine kao i molekula otapala (Brdička, 1969). Stupanj disperzije definira se kao odnos sume površina čestica disperzne faze prema sumi njihovog volumena.

$$\text{Stupanj disperzije} = \frac{\sum \text{površina}}{\sum \text{volumen}}$$ (https://www.scribd.com/doc/4792160/Koloidno-disperzni-sistemi)

Iz jednadžbe je vidljivo da je stupanj disperzije obrnuto proporcionalan dimenziji čestica ili jednostavnije rečeno sitnije čestice imaju veći stupanj disperzije.

2.2. Koloidni sustavi

Podvrsta disperznih sustava u kojima su čestice reda veličine od 1 do 100nm i čije čestice ne možemo odijeliti filtracijom nazivamo kolodnim disperznim sustavima. Uzimajući u obzir agregatno stanje disperznog sredstva i disperzne faze, koloidni sustavi dijele se na koloidne

otopine ili solove, emulzije, pjene, gelove te tekuće ili krute aerosolove. Prema strukturi dijele se na liofobne i liofilne koloide.

- emulzija - sustav u kojem je tekućina fino razdijeljena u drugoj tekućini.
- koloidna otopina - sustav u kojem je krutina fino raspršena u tekućini.
- gel - tekućina raspršena u krutini.
- pjena- sustav u kojem je plin dispergiran u tekućoj ili krutoj tvari.
- aerosol – sustavi u kojima su tekućina (magla) ili krutina (dim) dispergirani u plinu (Myers, 1999).

Ove vrste koloida biti će opširnije definirane i pojašnjene nešto kasnije u nastavku rada. U Tablici 1 dani su primjeri koloida.

Tablica 1. Koloidni sustavi u svakodnevnom životu (Myers, 1999)

Sustav	**Tip sustava**	**Disperzna faza**	**Disperzno sredstvo**
mlijeko	emulzija	tekućina- masnoća	tekućina- voda
maslac	emulzija	tekućina- voda	tekućina- masnoća
žele	gel	makromolekule	tekućina
boja	sol	krutina	tekućina
magla	Tekući aerosol	tekućina	plin
tekući sapun	micelarna otopina	micele detergenta	tekućina
dim	kruti aerosol	krutina	plin

Sam naziv koloidi uveo je Th. Graham (1861). Ime je dao po amorfnim krutim ostacima konzistencije tutkala koji se dobivaju pri isparavanju otapala iz nekih amorfnih organskih tvari. Graham je prvi koji je uveo podjelu koloidnih otopina te terminologiju. Međutim, dao je pogrešnu pretpostavku da je sposobnost stvaranja koloidnih otopina specifično svojstvo neke određene grupe tvari te je prema tome podijelio tvari na kristaloide i koloide. Prema Grahamu kristaloidi koji pokazuju dobru sposobnost kristalizacije stvaraju samo prave otopine dok koloidi, koji su amorfni, stvaraju koloidne otopine. Ta pretpostavka pokazala se netočnom jer se dokazalo da se kristaloidi mogu prevesti u koloidne otopine, a za to nam je

potrebno prikladno disperzno sredstvo i način na koji će se postići određeni stupanj disperzije (Brdička, 1969).

2.3. Koloidne otopine

Tekućine s koloidno razdijeljenom krutom fazom nazivaju se koloidne otopine ili solovi. Za razliku od pravih otopina koje u svakom pogledu homogene, u koloidnim otopina disperzne se čestice optički mogu razlikovati od disperznog sredstva. To je razlog zbog kojeg koloidne otopine promatramo kao heterogene sisteme. Nazivamo ih još i mikroheterogeni sistemi zbog sićušnosti čestica i njihove jednolične raspodjele. Ako je disperzijsko sredstvo voda govori se o hidrosolovima, ako je alkohol, eter ili glicerin govori se o alkosolovima, eterosolovima, glicerosolovima i slično (Brdička, 1969).

2.3.1. Priređivanje koloidnih otopina

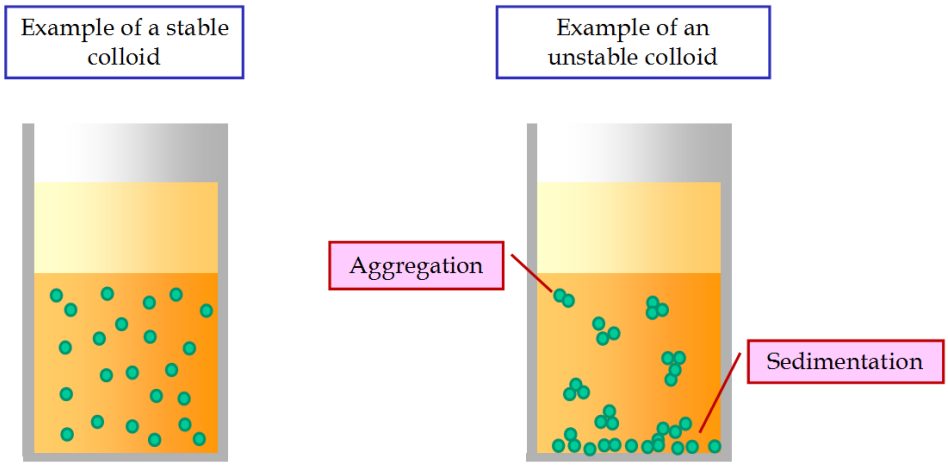
Organski spojevi velike molekulske mase kao što su proteini, polisaharidi, tanini, polieni i sl. već prilikom otapanja u nekom prikladnom sredstvu stvaraju koloidne otopine. Za stvaranje anorganskih solova kod kojih se disperzni dio sastoji od asocijata molekula ili atoma određene veličine, treba primijeniti specijalne tehnike kao što su:

- metode disperzije- polazi se od krute faze, od grubo disperznih suspenzija ili taloga koji prikladnim postupkom prelaze u stupanj disperzije koji odgovara koloidnim otopinama. Tu spada proces mehaničkog usitnjavanja krute faze do čestica koloidnih dimenzija. Taj postupak provodi se uz pomoć tzv. koloidnih mlinova, a to je zapravo sistem valjaka koji rotiraju jedan nasuprot drugom i melju krutu fazu u prah. Drugi postupak zasniva se na disperziji uz pomoć ultrazvuka. Valovi ultrazvuka nose velike količine energije i uz pomoć tlakova krute tvari u tekućem mediju se raspadaju na tako sitne čestice da nastaju solovi (Brdička, 1969).
- metode kondenzacije- kod ovih metoda polazi se od pravih otopina te se manipulacijom uvjeta molekularno ili ionski dispergirana faza prevodi u netopljiv spoj koji agregira u čestice koloidnih dimenzija i stvara sol. Kod ove metode da bi se dobila koloidna otopina koriste se oksidacijska sredstva, redukcijska sredstva, dvostruka izmjena prilikom čega se izlučuju netopljive soli, hidroliza prilikom koje nastaju teško topljivi hidroksidi ili kiseline (Brdička, 1969).

- metoda električnog raspršivanja- kombinacija je procesa disperzije i procesa kondenzacije. Između metalnih elektroda uronjenih u hladnu vodu i priključenih na istosmjerni napon prilikom njihovog doticaja i ponovnog udaljavanja nastaje svjetlosni luk. Na visokoj temperaturi luka metal prelazi u paru (disperzija) koja zatim kondenzira u čestice koloidne veličine(Brdička, 1969).

2.3.2. Struktura koloida

Električni naboj koloidnih čestica sprječava njihovu agregaciju u veće skupove kao i njihovo taloženje te na taj način doprinosi stabilnosti sola(slika 2). Takvu ulogu električni naboj ima uglavnom kod anorganskih solova. Nasuprot tomu, stabilnost organskih solova zavisi znatno više o solvatnom ovoju koji se nadovezuje na površinu koloidne čestice i tako je održava u otopini. S tog stanovišta postoje dva tipa koloidnih otopina, a to su liofilne i liofobne koloidne otopine. Postoje još i asocirani ili amfipatični koloidi koji se sastoje od velikog broja udruženih molekula koje imaju afinitet za polarna i nepolarna otapala. Takvi spojevi su na primjer površinski aktivne tvari ili tenzidi. Djeluju na način da smanjuju površinsku napetost između dviju faza, a sve to je posljedica interakcija polarnih krajeva tenzida s polarnim molekulama i nepolarnih krajeva tenzida s nepolarnim molekulama. Zbog svojih iznimnih svojstava primjenjuju se kao emulgatori, detergenti, sredstva za formiranje filma i sl. (https://www.fkit.unizg.hr/_download/repository/KOLOIDI_1_DIO_PREDAVANJE_studenti_2013-2014.pdf).



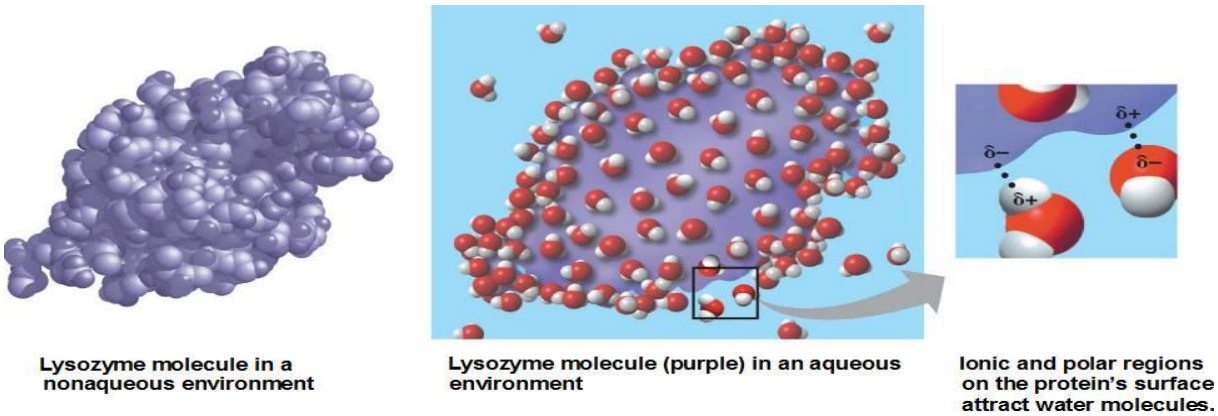
Slika 2. Prikaz stabilne koloidne otopine i koloidne otopine u kojoj dolazi do agregacije i sedimentacije čestica.

(https://en.wikipedia.org/wiki/Colloid#/media/File:ColloidalStability.png)

Liofilni koloidi

Najjednostavnije rečeno tu su koloidi kod kojih između disperzne tvari i sredstva postoje interakcije tj. pokazuju veliki afinitet prema disperznom sredstvu i sadrže zaštitni sloj molekula otapala. Takve koloide još i nazivamo hidrofilni koloidi, a karakterizira ih teže taloženje koje je moguće tek nakon uklanjanja omotača disperznog sredstva koje je moguće uz dodatak tekućina koje se miješaju s vodom. Kod takvih solova uz naboj, stabilizacijsko djelovanje ima i solvatni ovoj koji prianja uz čestice pomoću liofilnih grupa. Čestice kod liofilnih solova sastoje se prema tome od dva sloja. Prvi sloj čine dipolne molekule otapala koje se vežu na površinu čestica, a na njih se nadovezuje drugi sloj molekula kojima je orijentacija narušena toplinskim gibanjem i taj sloj se naziva difuzni sloj. Drugim riječima, difuzni sloj predstavlja prijelaz imeđu disperzne faze i otapala (Brdička, 1969).

Kod desolvatacije izazvane dodatkom neke soli ili drugih prikladnih spojeva odstranjuje se prvo difuzni sloj čime se narušava stabilnost sola. Liofilne čestice bez difuznog sloja imaju tendenciju agregacije, ali ostaju u otopini uslijed djelovanja orijentiranih solvatnih slojeva. Pored solvatnog ovoja stabilnosti doprinosi i električni naboj. Odstrani li se česticama solvatni ovoj otapalima koja se miješaju s vodom kao što su alkohol i aceton, one ostaju u otopini pomoću električnih naboja. Pod tim uvjetima čestice poprimaju liofobna svojstva i talože se dodatkom male količine elektrolita. Neki primjeri liofilnih solova su otopine proteina, smola, tanina, gume i škroba (Slika 3) (Brdička, 1969).



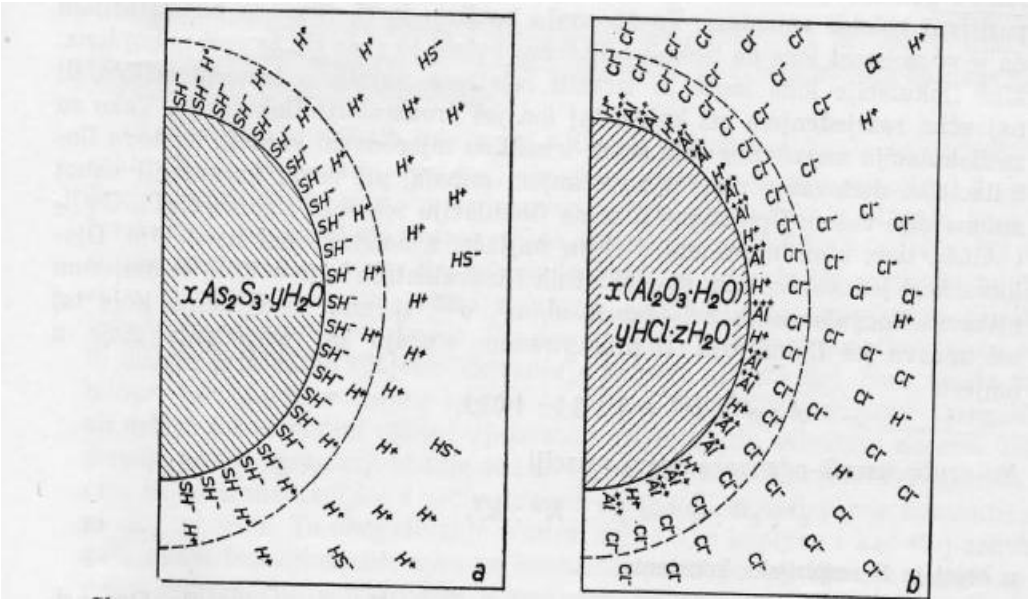
Slika 3. Stvaranje solvatnog ovoja oko proteina u otopini

(http://slideplayer.com/slide/8891298/)

Liofobni koloidi

Liofobni koloidi su oni kod kojih između disperzne tvari i sredstva ne postoje interakcije. Takvi koloidi nemaju omotač, manje su stabilni od liofilnih koloida, talože se dodatkom manje količine elektrolita i taloženje je ireverzibilno. Liofobni koloidi su koloidi metala, oksida, hidroksida i sl.

Liofobni solovi (Slika 4) sastoje se od unutarnjeg i vanjskog dijela. Unutarnji dio naziva se neutralni dio, a odmah na njemu nalazi se ionogeni dio. To je elektrolit koji u pravilu ima zajednički ion s neutralnim dijelom četice i daje čestici naboj. Na sličan način se na neutralni dio mogu silama adsorpcije vezati i drugi ioni te se oni tada nazivaju ioni koji nabijaju. Taj električni naboj održava inače netopljive čestice u otopini i glavni je uzrok stabilnosti liofobnih solova (Brdička, 1969). Smanjenje tog naboja odnosno dodatkom male količine prikladnog elektrolita može izazvati flokulaciju liofobnih solova. To smanjenje naboja izazvano je adsorpcijom dodanog elektrolita na granično područje prema disperznom sredstvu. Dokazano je da se negativno nabijeni koloidi flokuliraju kationima, a pozitivno nabijeni koloidi dodatkom aniona te sposobnost iona da flokulira liofobni koloid to je veća što je veći naboj iona koji se koristi za postizanje flokulacije.



Slika 4. Shematski prikaz strukture liofobnih čestica

2.3.3. Svojstva koloidnih otopina

Optičko svojstvo

Snop zrake svijetlosti koji prolazi kroz neku koloidnu otopinu te kojeg promatramo okomito na njegov prolaz, stvara svjetlosni stožac čiji se vrh nalazi na mjestu ulaska zrake svijetlosti, a širi se u smjeru prostiranja zrake kroz nehomogeni medij. To rasipanje svijetlosti koje se pojavljuje u obliku osvijetljenog stošca u nekom mikroheterogenom sistemu naziva se Tyndallov fenomen (Slika 5) (Brdička, 1969). Jednostavnije rečeno Tyndallov efekt je raspršivanje svijetlosti na koloidnim česticama u svim smjerovima. Ako su čestice dovoljno velike, svaka pojedina opaža se okom, a ako su čestice manje, svjetlost se stapa u difuzno rasuti osvijetljeni stožac. Na primjer Tyndallov efekt pojavljuje se kad u zamračenu sobu prodiru kroz otvore sunčeve zrake te dolazi do raspršivanja svijetlosti na površini koloidnih čestica.

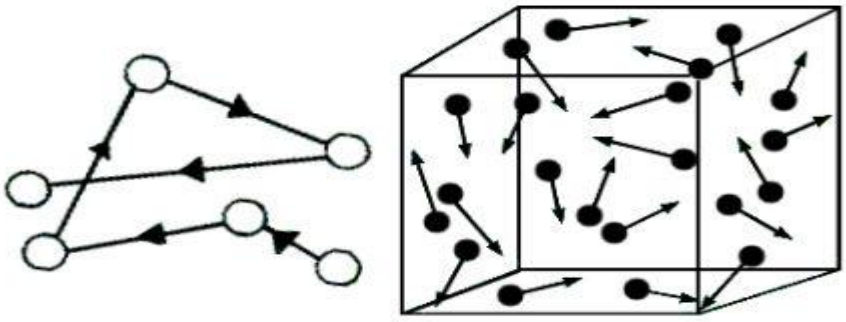


Slika 5. Prikaz Tyndallova efekta (put svijetlosti je vidljiv u koloidnoj otopini).

(https://www.dreamstime.com/photos-images/tyndall-effect.html)

Brownovo gibanje

Botaničar R. Brown opazio je da zrnca peludi u suspenziji nikad ne miruju. Brown je ponovio istraživanje i na zrncima prašine te dokazao da gibanje nije uzrokovano time što su čestice žive. Svoja zapažanja R. Brown je iznio 1927. godine u svome radu i po njemu je ovo gibanje koloidnih čestica nazvano Brownovo gibanje. Koloidne čestice koje lebde u disperzijskom sredstvu, promatrane ultramikroskopom ili također mikroskopom nikad ne miruju. Radi se zapravo o toplinskom gibanju. Prilikom gibanja čestice rade male pravocrtne pomake te su dispergirane kroz disperzijsko sredstvo zbog slučajnih kolizija s drugim atomima i molekulama (Slika 6) (Jakobek, 2016).



Slika 6. Prikaz Brownovog gibanja.

(http://chemistry.tutorvista.com/physical-chemistry/brownian-motion.html)

Sedimentacija

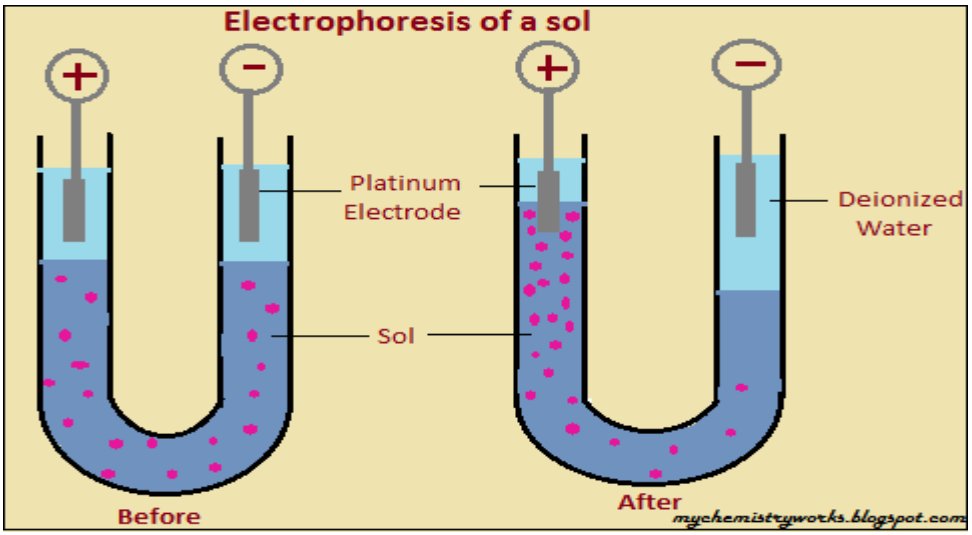
Kad bi u koloidnoj otopini na koloidne čestice djelovala samo gravitacijska sila čestice bi se istaložile odnosno pale bi na dno. No, istovremeno s gravitacijskom silom, na koloidne čestice djeluje i uzgon i osmotske sile koje nastoje ravnomjerno rasporediti čestice. Kada se sile ravnomjerno rasporede nastaje ravnoteža koju nazivamo sedimentacijska ravnoteža koja predstavlja visinsku raspodjelu čestica te se iz nje vidi da se najveći broj čestica nalazi na dnu, a prema gore se broj čestica smanjuje. Ovdje se javljaju analogni odnosi s gustoćom zraka od Zemljine površine pa do ruba njene atmosfere. Gustoća zraka je najveća kod Zemljine površine, a porastom visine opada. Prema tome u svakom horizontalnom presjeku nalazi se drugi broj čestica.

Na temelju sedimentacije može se izračunati molarna masa koloidnih čestica. T. Svedberg je u tu svrhu prvi konstruirao posebnu centrifugu s visokim brojem okretaja(70 000/min) kako bi na koloidne čestice djelovao znatno jačom silom od sile gravitacije i ubrzao raspodjelu čestica u otopini. Koloidna otopina koju treba istraživati stavlja se u kivetu s kvarcnim prozorima, a promjena koncentracije čestica u stupcu prati se optičkim metodama (Brdička, 1969).

Električna svojstva

Koloidne čestice pokazuju određena električna svojstva jer sadrže naboj. Upravo je naboj jedan vrlo bitan faktor za stabilizaciju koloidne otopine jer se čestice istog naboja odbijaju i tako se sprječava njihovo privlačenje i povezivanje što bi rezultiralo taloženjem tj. destabilizacijom sistema. Posjedujući naboj čestice se kreću pod djelovanjem električnog polja, a to njihovo gibanje se naziva elektroforeza (Slika 7). Pozitivno nabijene čestice

putovati će prema negativno nabijenoj elektrodi, a negativno nabijene čestice prema pozitivno nabijenoj elektrodi. Na tom principu vrše se i različita izdvajanja željenih čestica kao što su proteini isl.



Slika 7. Prikaz elektroforeze

(http://www.chemistryworks.net/2013/12/properties-of-colloids.html)

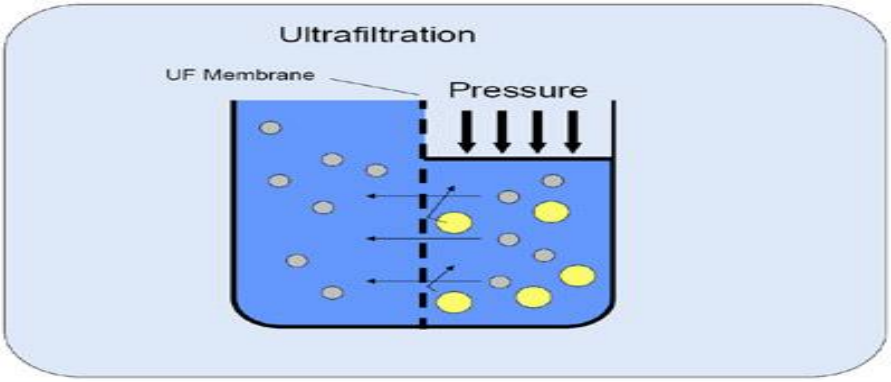
2.3.4. Metode odvajanja koloidnih čestica od pravih otopina (dijaliza, elektrodijaliza, ultrafiltracija)

Koloidne čestice solova, za razliku od jednostavnih molekula i iona, ne prolaze kroz životinjske membrane, pergament-papir, celofan i sl. Takve membrane ne djeluju kao sito koje zadržava koloidne čestice. No koloidne čestice se od manjih čestica mogu odijeliti na temelju razlike u difuziji. Naime, koloidne čestice imaju jako malo brzinu difuzije dok je kod manjih čestica brzina difuzije veća. Difuzijom će manje čestice proći kroz membrane, dok koloidne čestice zaostaju u otopini. Na temelju toga takvim se postupkom mogu odvojiti iz koloidnih otopina sve tvari koje su dio prave otopine, a taj postupak se naziva *dijaliza.*

Kada su u pitanju elektroliti, taj se postupak lako ubrza djelovanjem električne struje. Naime, elektroliti se mogu nalaziti kao primjese u koloidnoj otopini. U tom slučaju se mogu odijeliti pomoću dviju membrana za dijaliz. Sam postupak vrši se u specijalnim posudama u kojima se nalazi koloidna otopina s neželjenom primjesom elektrolita. Platinske elektrode stavljaju se u taj prostor, a ioni se pod djelovanjem električnog polja kreću prema

elektrodama u čistu vodu koja se mijenja. Takav postupak naziva se *elektrodijaliza* (Brdička, 1969).

Membrane koje se prema koloidima ponašaju kao filtri, prikladne su za čišćenje ili obogaćivanje koloidnih otopina. Takva vrsta filtracije potpomaže se tlačenjem na koloidnu otopinu ili sisanjem s druge strane membrane da bi se postiglo brže prolaženje tekućine i naziva se *ultrafiltracija* (slika 8).Za razliku od običnog papira za filtriranje koji propušta sve koloidne otopine, membrane za ultrafiltraciju odlikuju se znatno sitnijim porama. Prema veličini koloidnih čestica, a u svrhu njihovog odjeljivanja rade se specijalni ultrafiltri različite veličine pora (Brdička, 1969).



Slika 8. Princip ultrafiltracije

(http://www.fumatech.com/EN/Membrane-technology/Membrane-processes/Ultrafiltration/)

2.4.Gel

Uz određene okolnosti viskoznost solova može dostići tako visoke vrijednosti da nastaje želatinozna masa koja se naziva gel. Gel se može prirediti od dovoljno koncentriranih liofilnih solova ohlađivanjem. Zagrijavanjem takvog gela on ponovno prelazi u otopinu i vraća svoju prvobitnu viskoznost. Slično se ponašaju i liofilni solovi agara, škroba i pektina. Takvi gelovi umjerenim sušenjem gube veći dio otapala i smežuraju se, ali ostaju elastični (kserogelovi). No, ako im se ponovno dovede otapalo oni bubre i stvaraju liogelove (Brdička, 1969).

Neki gelovi prilikom primanja tekućine ne mijenjaju svoj volumen te se stoga nazivaju neelastični gelovi. Najbolji primjer takvog gela je umjereno osušeni gel silikatne kiseline tzv.

silikagel. Kostur takvog gela je krut i on upija bilo koju tekućinu koja kvasi stjenke njegovih kapilara. Kod elastičnih gelova tekućina također prodire u kapilarne prostore disperzne faze, ali stjenke tih kapilara su elastične i istovremeno upotrebljavaju tekućinu za solvataciju disperzne faze. Većina gelova smežura se kod dugotrajnog stajanja i izluči dio vode, a ta pojava se naziva sinereza(Brdička, 1969).

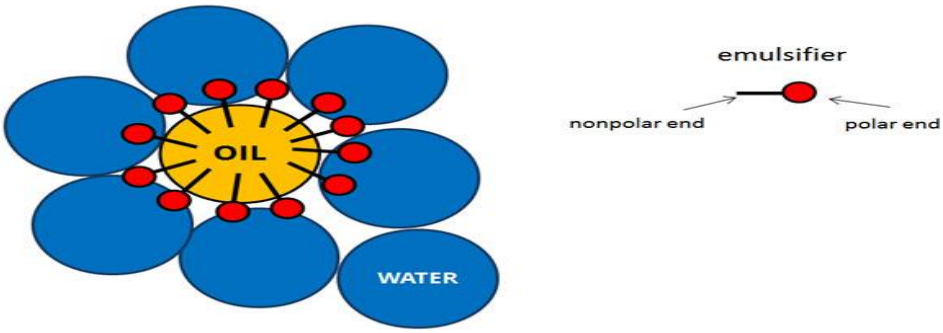
U posebnu vrstu pretvorbe solova u gelove spada tzv. tiksotropija. Neki solovi u stanju mirovanja vrlo brzo geliraju. Prilikom miješanja ili protresanja njihova viskoznost opet opada i ponašaju se opet kao solovi. Takvo prevođenje sola u gel i obratno može se ponavljati beskonačno puta. Ako je tvar koja bubri sposobna primiti neograničenu količinu tekućine, gel može prijeći u sol. Na bubrenje gelova u vodi znatno utječu elektroliti pri čemu stupanj bubrenja zavisi o ionima. Pri svrstavanju kationa i aniona prema njihovoj djelotvornosti Hofmeister je dobio obrnuti niz od niza koji izražava sposobnost tih iona za flokuliranje liofilnih solova. Pri flokulaciji liofilnih solova najdjelotvorniji su jako hidratizirani ioni dok ti isti ioni znatno sprječavaju bubrenje(Brdička, 1969).

2.5. Emulzija

Sistemi dviju tekućina koje se ne miješaju i u kojima je jedna tekućina sitno raspodijeljena u drugoj nazivaju se emulzije. Tu razlikujemo emulzije vode u ulju i ulja u vodi, a pod pojmom ulja ovdje se govori o svakoj tekućini koja se ne miješa s vodom. Emulzije se dobivaju mehaničkim mućkanjem tekućina, zajedničkom destilacijom i sl. Disperzijske čestice emulzije su vrlo nestabilne, pa se u svrhu povećanja stabilnosti emulzije dodaju emulgatori (Slika 9) (Brdička, 1969). Ukratko emulgatore možemo podijeliti u 3 skupine prema karakteru:

- Koloidni elektroliti- alkalni sapuni, alkalne soli viših masnih kiselina, sulfonskih kiselina. Mogu stabilizirati uljne emulzije u vodi i vodene emulzije u ulju. Karakter emulgatora (Slika 9) određuje koja će od tekućina stvoriti disperznu fazu. Npr. Ukoliko se mućka ulje emulgirano u vodi pomoću nekog alkalnog sapuna s otopinom kalcijeva klorida stvoriti će se emulzija vode u ulju, a zatim ako tako izmijenjenu emulziju mućkamo s bazom stvoriti će se natrag prvobitna emulzija.
- Liofilni solovi- proteini, polisaharidi, saponini. Najvećim dijelom emulgiraju ulja u vodi. Npr. mlijeko je emulzija masti u vodi stabilizirana proteinom kazeinom.

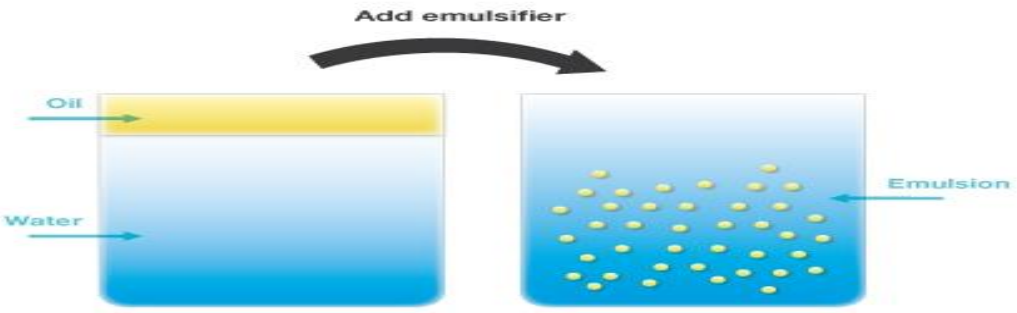
- Sitno desipergirane krute tvari- bazični sulfati bakra, nikla, željeza… (Brdička, 1969).



Slika 9. Shematski prikaz strukture emulgatora u emulziji tipa u/v

(http://www.molecularrecipes.com/emulsions/)

Emulzije koje su nastale od dviju čistih tekućina koje se međusobno ne miješaju su nepostojane. Razlog njihove nestabilnosti zasniva se na tome što kapljice disperznog sredstva i disperzne faze imaju veliku dodirnu površinu, a međufazna napetost nastoji tu površinu svesti na minimum. Kao posljedica toga dolazi kod sudara čestica do njihove aglomeracije u veće čestice sve dok se faze potpuno ne odvoje. Međufaznu napetost površine smanjuju emulgatori te je to njihova glavna funkcija. Npr. ako imamo emulgator karaktera koloidnog elektrolita od alifatskog lanca i polarne grupe, alifatski lanac okreće se uljnoj fazi dok voda privlači polarnu grupu emulgatora. Tako stvaraju između faza dvije dodirne površine tj. između emulgatora i ulja i emulgatora i vode (Slika 9). Takav tanak sloj emulgatora koji okružuje kapljice disperzne faze onemogućuje njihovo sjedinjavanje te samim time stabilizira emulziju (Slika 10) (Brdička, 1969).

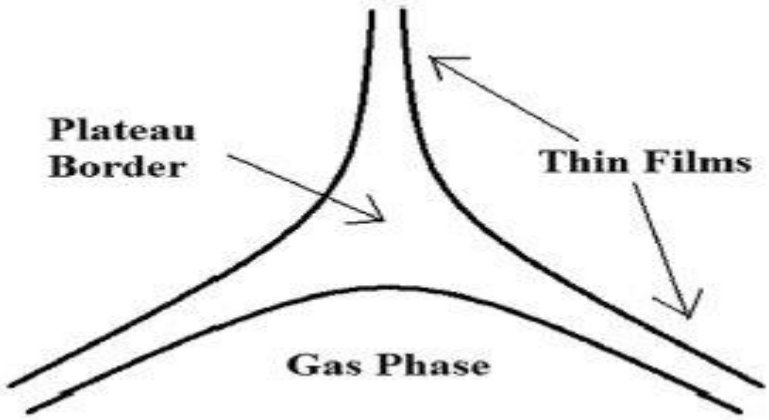


Slika 10. Nastanak stabilne emulzije nakon dodavanja emugatora

(http://dkcorporation.tradeindia.com/emulsifier-for-paints-solvents-vegetable-oil-412944.html)

2.6. Pjena

Sustav u kojem je plin razdijeljen u tekućini u obliku sitnih mjehurića naziva se pjena (Slika 11). Plin je okružen više ili manje viskoznim filmom tekućine. Svojstva tog filma ujedno i određuju postojanost pjene. Kod pravih otopina tek nakon neznatnog smanjenja napetosti površine izazvanog od strane otopljene tvari stvaraju se filmovi čija je viskoznost vrlo malena te kao posljedica pjene su u takvim otopinama nepostojane. Puno stabilnije su pjene ako je film viskozniji i sadrži adsorbirane tvari koje jako snižavaju napetost površine. Što je manja napetost površine to je pjena postojanija. Najviskozniji filmovi i najpostojanije pjene nastaju kada tekuća faza sadrži koloide kako što su saponini, sapuni te proteini. Neke tvari, a osobito alkoholi smetaju stvaranju pjene. Važno je i napomenuti da sitno dispergirane suspenzije mnogih tvari stabiliziraju pjene na način da se skupljaju na površini tekuće faze i stvaraju viskozniji film. Najvažnije karakteristike pjena su vrlo mala gustoća, brzo prekrivanje velikih površina te lak transport. Pjene su vrlo zastupljene u mnogim industrijama te tako i u prehrambenoj industriji (Brdička, 1969).



Slika 11. Struktura pjene

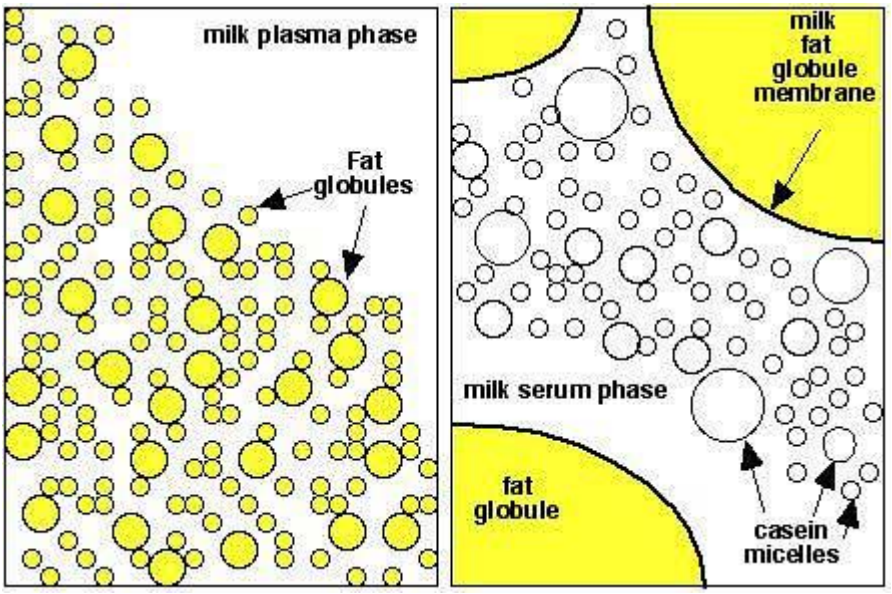
(http://www.americanlaboratory.com/913-Technical-Articles/698-Foam-Drainage-Investigated-Using-Terahertz-Spectroscopy/)

2.7. Koloidni sustavi u prehrambenoj industriji

Osim aerosola odnosno magle i dima, hrana se može nalaziti u bilo kojem obliku koloidnog sustava. Poznavanje koloidnih sustava je od vrlo velike važnosti za prehrambenu industriju jer gotovo u svim granama i tehnologijama vezanim za proizvodnju hrane susrećemo

koloidne sisteme. Primjera koloida u prehrambenoj industriji ima zaista mnogo pa će ovdje biti navedeni neki najčešći u svakodnevnoj uporabi.

Mlijeko- predstavlja emulziju tipa ulje u vodi, a emulzija je stabilizirana proteinima (kazein) (Slika 12).



Slika 12. Ilustracija koja prikazuje mlijeko pod mikroskopom iz koje vidimo da je mlijeko emulzija.

(http://ansci.illinois.edu/static/ansc438/Milkcompsynth/milkcomp_physicochem.html)

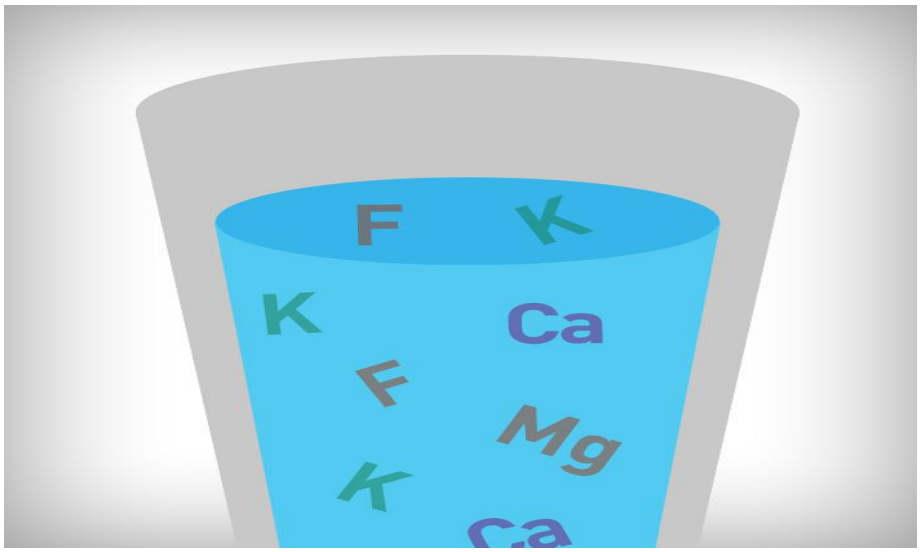
Pjena- predstavlja plin dispergiran u tekućoj ili krutoj fazi (Slika 13).



Slika 13. Pjena na kavi

(http://desktopwallpaperfunny.blogspot.hr/2012/03/coffee-foam.html)

Koloidna otopina ili sol- tekućine s koloidno razdijeljenom krutom fazom (Slika 14).



Slika 14. Ilustracijski prikaz mineralne vode kao primjer fine koloidne otopine.

(http://homewater101.com/myth-im-losing-good-minerals-water)

Gel- predstavlja sustav nastao povećanjem viskoznosti solova uz određene okolnosti (Slika 15).



Slika 15. Prikaz gela nastalog od malina

(http://www.fifteenspatulas.com/framboise-panna-cotta-with-raspberry-gelee/)

Znanje o koloidima bitno je u različitim područjima. Vina se pročišćavaju od koloidnih čestica ultrafiltracijom (Gonçalves i sur., 2001; El Rayess i sur., 2011). Stvoreni su i polimeri s antimikrobnom aktivnošću koji se ponašaju kao koloidi (Karabacak i sur., 2014). Novi nanomaterijali bazirani na nanočesticama zlata imaju svojstva koloida (Marais i sur., 2015).

3. ZAKLJUČAK

Na temelju navedene teorije te objašnjenih svojstava i karakteristika koloidnih sustava može se zaključiti da:

- Smjese tvari u kojima su čestice jedne faze raspršene ili dispergirane u drugoj fazi nazivamo disperznim sustavima,
- koloidni disperzni sustavi su podvrsta disperznih sustava u kojima su čestice reda veličine od 1 do 100nm i čije čestice ne možemo odijeliti filtracijom,
- svaka vrsta koloidnog sustava sastoji se od disperznog sredstva i u njemu razdijeljene disperzne faze,
- prema agregatnom stanju dijele se na koloidne otopine ili solove, emulzije, pjene, gelove te tekuće ili krute aerosolove te po strukturi na liofilne i liofobne koloide,
- nastaju metodom kondenzacije, disperzije i metodom električnog raspršivanja,
- iz sustava (pravih otopina ili solova) koloidne čestice se od manjih čestica mogu izdvojiti pomoću ultrafiltracije, dijalizom ili elektrodijalizom,
- najpoznatija svojstva koloida su: optička svojstva (Tyndallov fenomen), električna svojstva, Brownovo gibanje i sedimentacija,
- taloženje koloida postiže se dodavanjem koloida suprotnog naboja, dodavanjem elektrolita ili dodavanjem dehidratacijskih sredstava, a sredstva koja će se koristit za taloženje ovise o samoj strukturi koloidnih čestica,
- poznavanje osnovnog znanja koloidne kemije važno je i nužno za mnoge industrijske grane kako bi bile u mogućnosti proizvesti što kvalitetnije proizvode,
- znanje o koloidnim sustavima posebno je važno za prehrambenu industriju kako bi se mogli proizvoditi što bolji, stabilniji i dugotrajniji proizvodi s kojima se susrećemo u svakidašnjem životu.

4. LITERATURA

1. Brdička, R. Osnove fizikalne kemije, Školska knjiga, Zagreb, 1969.
2. Gonçalves, F., Fernandes, C., de Pinho, M.N. White wine clarification by micro/ultrafiltration: effect of removed colloids in tartaric stability. Separation and Purification Technology, 2001, 22-23, 423-429.
3. El Rayes, Y., Albasi, C., Bacchin, P., Taillandier, P., Mietton-Peuchot, M., Devatine, A. Cross-flow microfiltration of wine: effect of colloids on critical fouling conditions. Journal of Membrane Science, 2011, 385-386, 177-186.
4. Jakobek, L. Predavanja, fizikalna kemija, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2016.
5. Karabacak, R.B., Tay, T., Kivanç, M. Preparation of novel antimicrobial polymer colloidsbased on (+)-usnic acid and poly(vinylbenzyl chloride). Reactive and Functional Polymers, 2014, 83, 7-23
6. Morais, S.F.A., da Silva, M.G.A., Meneghetti, S.M.P., Meneghetti, M.R. Colloids based on gold nanoparticles dispersed in castor oil: Synthesis parameters and the effect of the free fatty acid content. Comptes Rendus Chimie, 2015, 18, 410-421.
7. Myers, D. Surfaces, Interfaces and Colloids, Principles and Applications, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1999.
8. https://www.scribd.com/doc/15508023/Koloidni-disperzni-sistemi
9. http://slideplayer.com/slide/7249533/
10. https://www.scribd.com/doc/4792160/Koloidno-disperzni-sistemi
11. https://en.wikipedia.org/wiki/Colloid#/media/File:ColloidalStability.png
12. http://slideplayer.com/slide/8891298/
13. https://www.dreamstime.com/photos-images/tyndall-effect.html
14. http://chemistry.tutorvista.com/physical-chemistry/brownian-motion.html
15. http://www.chemistryworks.net/2013/12/properties-of-colloids.html
16. http://www.fumatech.com/EN/Membrane-technology/Membrane-processes/Ultrafiltration/
17. http://www.molecularrecipes.com/emulsions/
18. http://dkcorporation.tradeindia.com/emulsifier-for-paints-solvents-vegetable-oil-412944.html
19. http://www.americanlaboratory.com/913-Technical-Articles/698-Foam-Drainage-Investigated-Using-Terahertz-Spectroscopy/

20. http://ansci.illinois.edu/static/ansc438/Milkcompsynth/milkcomp_physicochem.html
21. http://desktopwallpaperfunny.blogspot.hr/2012/03/coffee-foam.html
22. http://homewater101.com/myth-im-losing-good-minerals-water
23. http://www.fifteenspatulas.com/framboise-panna-cotta-with-raspberry-gelee/