

Tallinna Ülikool
Loodus- ja terviseteaduste instituut

**MEREVETIKATEST PÄRINEVAD BIOMOLEKULID:
UUSED RAKENDUSED JA TULEVIKUTRENDID**

Rando Tuvikene

Tallinn 2021

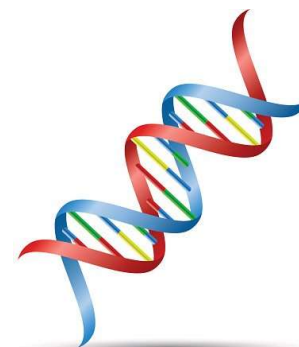
Valgud



Lipiidid



Nukleinhapped



Polüsahhariidid



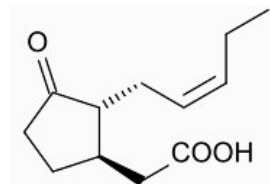
Pigmendid



Mineraalne komponent



Madalmolekulaarne orgaanika



POLÜSAHHARIIDID



Tselluloos

Florideetärklis

Laminaraan

Agaroos

Alginaadid

Väevlit sisaldavad polüsahhariidid

Agaraanid
Karraginaanid

Fukoidaan

Ulvaan

BIOMASSI VARIEERUVUS



Chondrus crispus:
gametofüüt (ülemine foto)
ja sporofüüt

Liik	Gametofüüt	Sporofüüt
<i>Chondrus crispus</i>	κ ι μ	λ θ α
<i>Chondrus ocellatus</i>	κ ι	λ
<i>Mastocarpus jardinii</i>	κ ι	λ ξ π
<i>Mastocarpus papillatus</i>	κ ι	λ ξ π
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	κ ι	λ
<i>Gymnogongrus devoniensis</i>	κ ι	λ
<i>Kappaphycus alvarezii</i>	κ ν ι	κ ν ι
<i>Sarcodia marginata</i>	λ	λ
<i>Tylotus lichenoides</i>	κ β	κ β
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	κ β ω	κ β ω
<i>Porphyra yeozensis</i>	porfüraan	porfüraan
<i>Gloiopeltis tenax</i>	funoraan	funoraan
<i>Gracilaria edulis</i>	agar	agar
<i>Gelidium elegans</i>	agar	agar

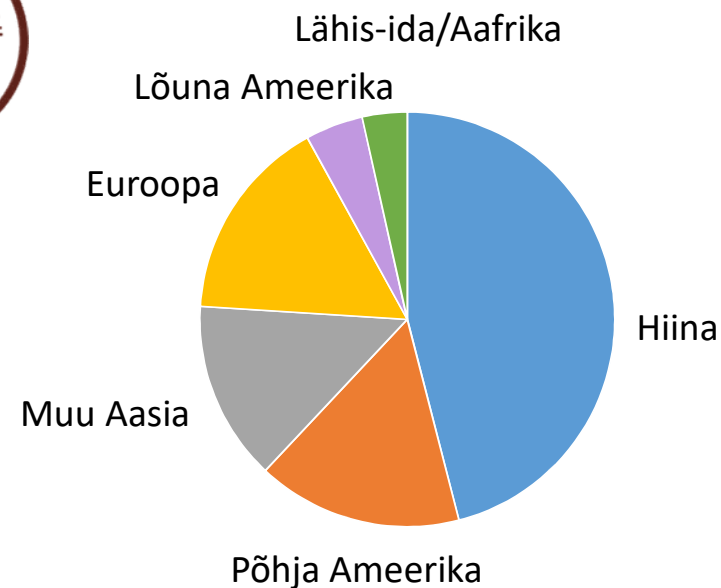
HÜDROKOLLOIDIDE TURG

Hüdrokolloidide maailmatoodang ja turg kasvavad pidevalt.

Hüdrokolloid	Maht, t	Maht, mln \$	Hind \$/kg
Tärklis	4 000 000	4000	1
Guarkummi	1 000 000	1500	1.5
Želatiin	450 000	3000	6,6
Kitiin/kitosaan	165 000	2000	12
Ksantaankummi	65 000	320	5
Karraginaanid	60 000	540	9
Alginaadid	25 000	350	14
Agarid	15 000	250	17
Gellankummi	4000	60	15
Muud	150 000		



Leading to Better



Hüdrokolloidide tarbijad maailmas (2018)

RAKENDUSED – PUNAVETIKAPOLÜSAHhariidid

Toiduainetööstus

Mw > 50 000: toiduainetööstuse jaoks OK

Piimatooted: 0.01...0.3%

Piima mittesisaldavad tooted: 0.1...1%

Jookide selitamine



Galaktaangeelid

Muud rakendused

Hügieenitarbed

Kosmeetika

Värvid

Kiled

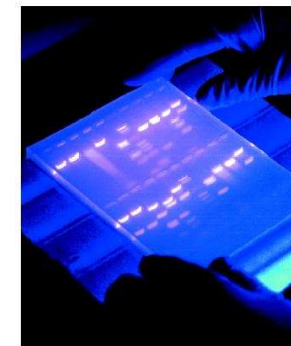
Tööstuslikud vedelikud

Biokeemia

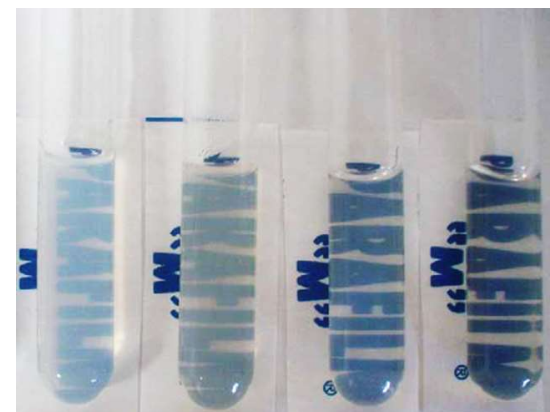
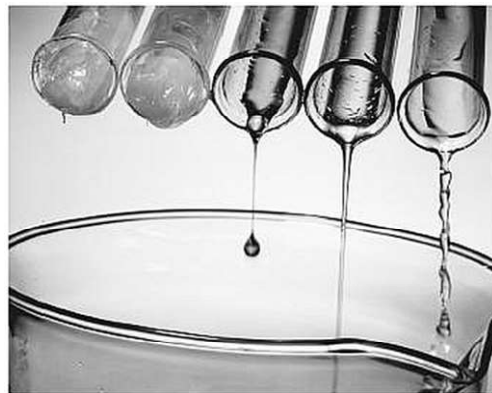
Mikrobioloogia

Rakkude immobiliseerimine

Toimeainete vabastamine



MOLEKULAARVÖRGUSTIKUD – GEELI STRUKTUUR



Molekulmass

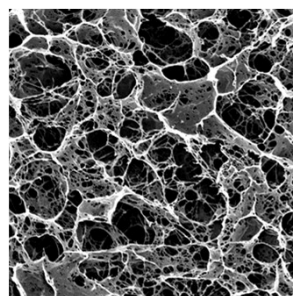
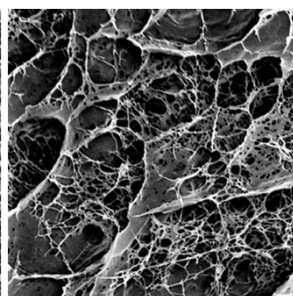
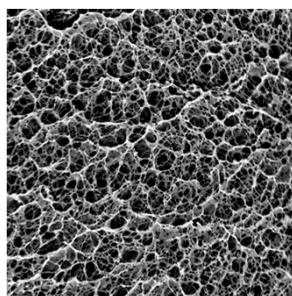
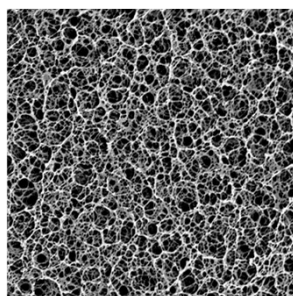
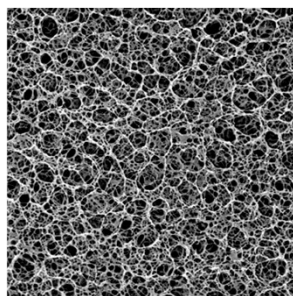
255 kDa

228 kDa

183 kDa

143 kDa

79 kDa



Geeli tugevus

2488 g/cm²

2022g/cm²

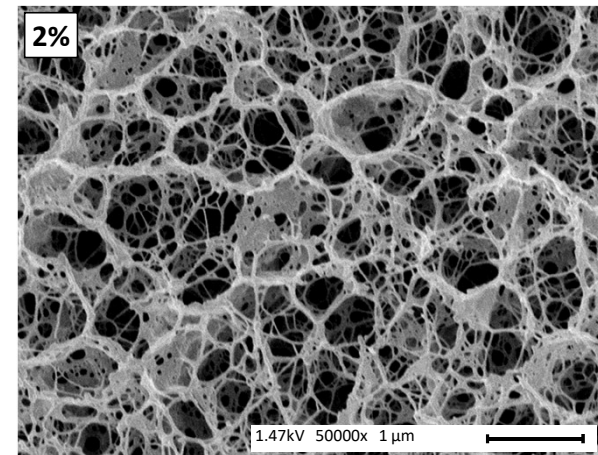
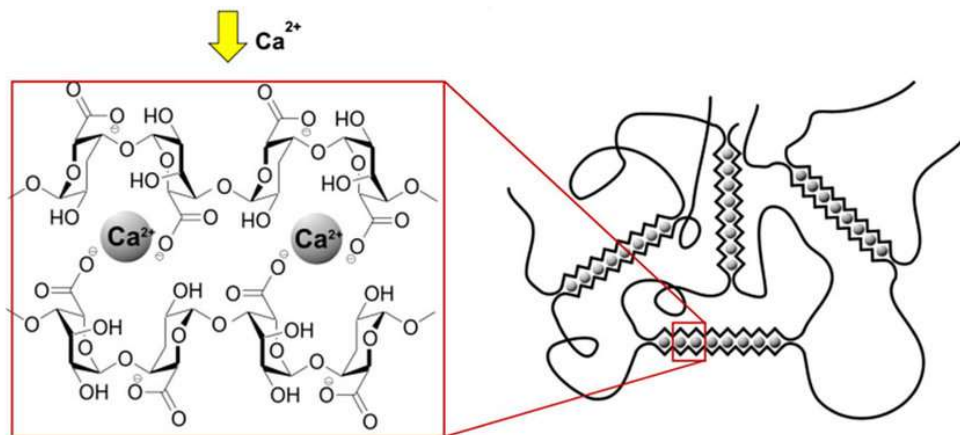
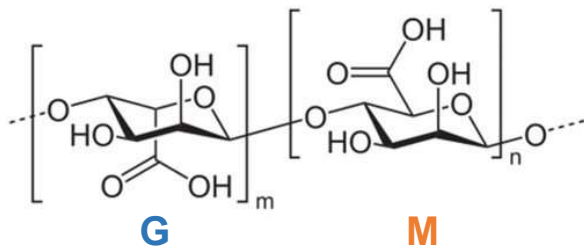
1916 g/cm²

1361 g/cm²

726 g/cm²

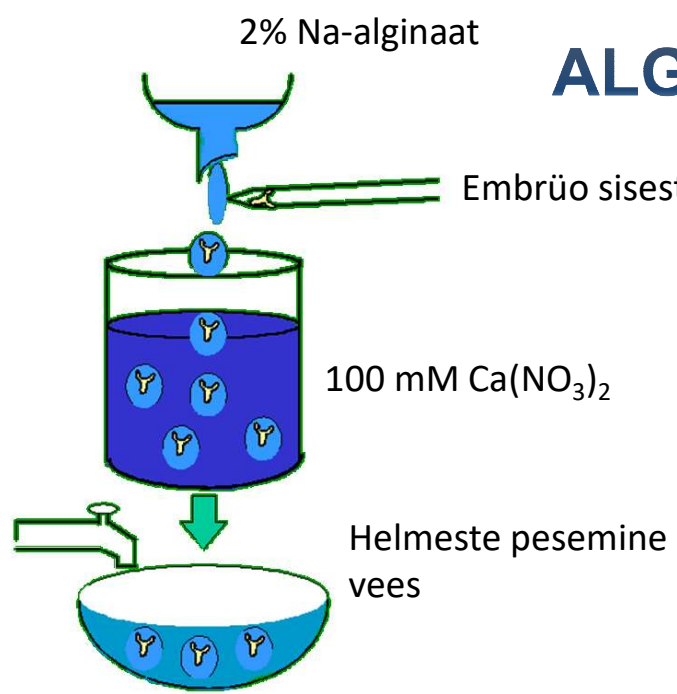
Geelivõrgustiku mikrofotod: 8x8 μm²

MOLEKULAARVÖRGUSTIKUD

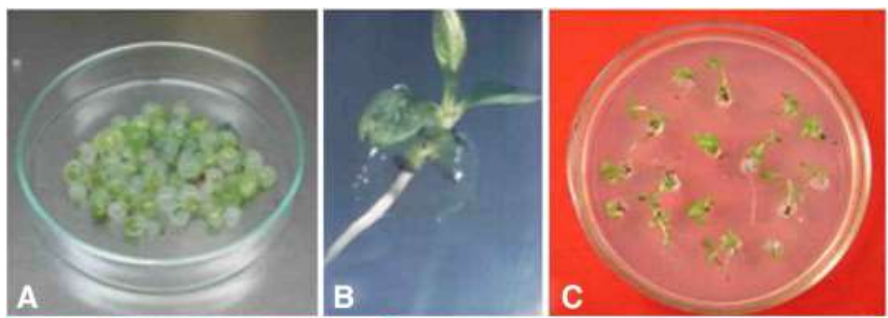


Tarretise mikrostruktuur

ALGINAADID – KASUTAMINE



Tehis-seemnete valmistamine

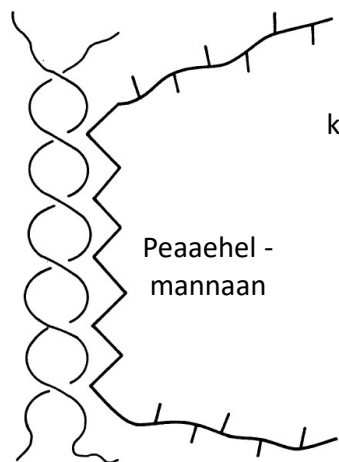


SÜNERGILISED KOMBINATSIOONID

$$1 + 1 \neq 2$$



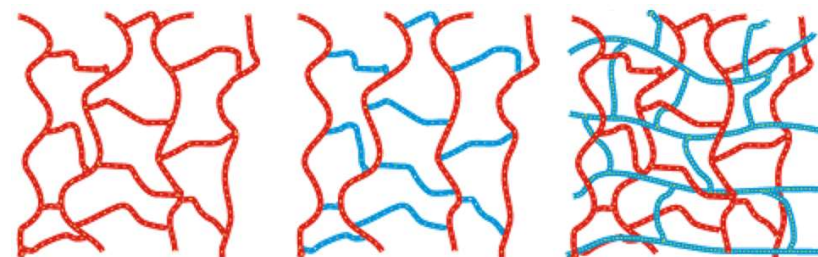
Jaanikaunakummi



Galaktoosi
sisaldavad
kõrvalahelad

Peaaehel -
mannaan

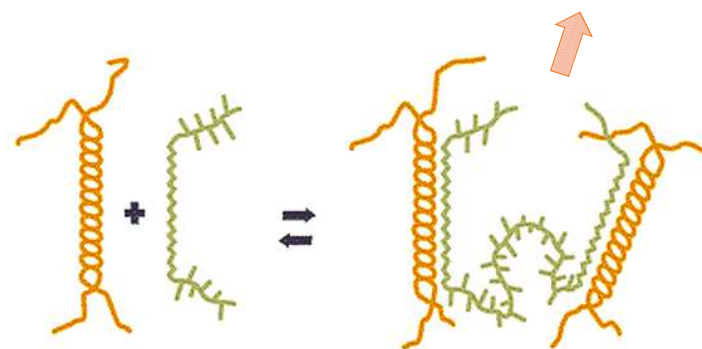
Karraginaan



Geelivõrgustik

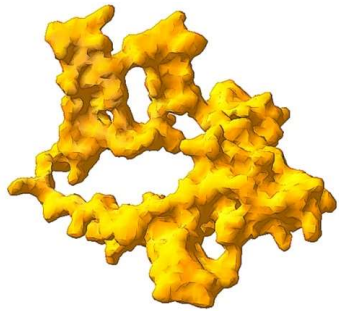
Tugevdatud
struktuur

Läbipõimunud
ahelad



Karraginaan + jaanikaunakummi = sünergiline kombinatsioon

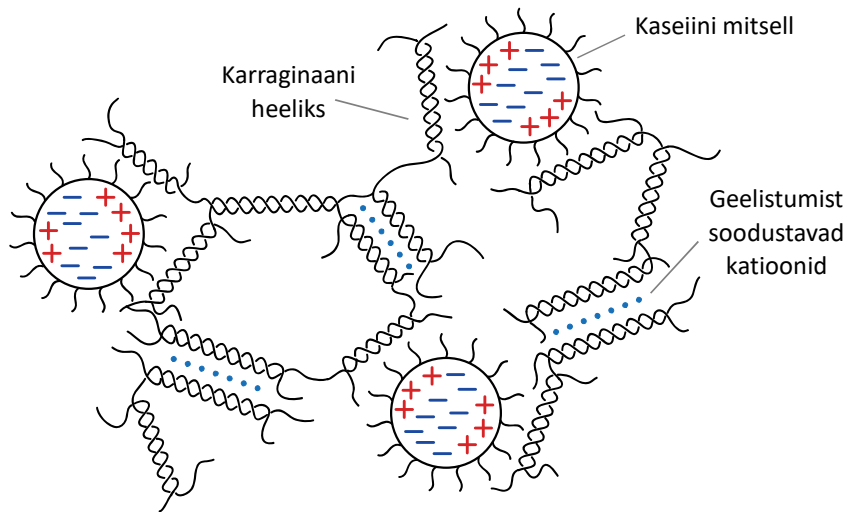
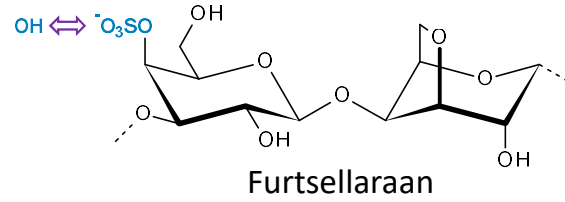
INTERAKTSIOONID



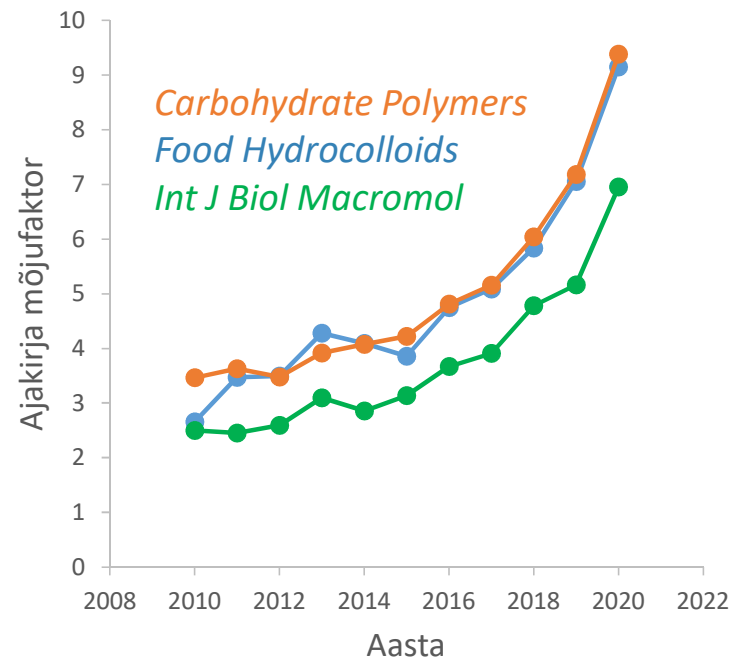
Kapa-kaseiin

Piimatooted

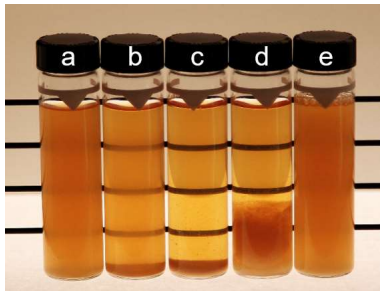
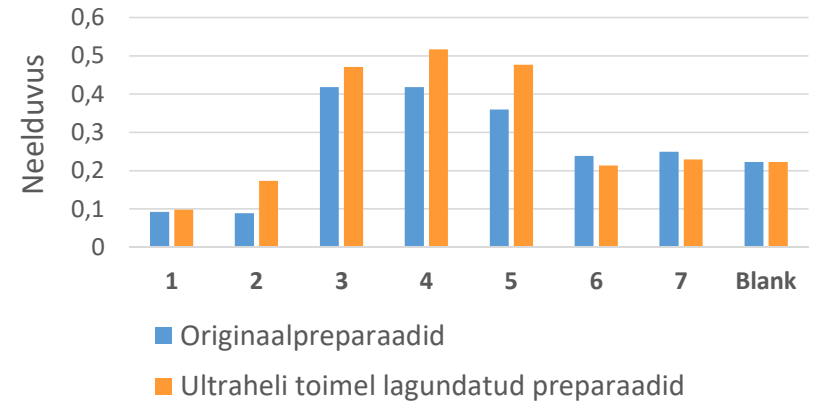
Eriline toidutekstuur,
'mouthfeel'



Interaktsioon kaseiini mitsellide ja karraginaani vahel



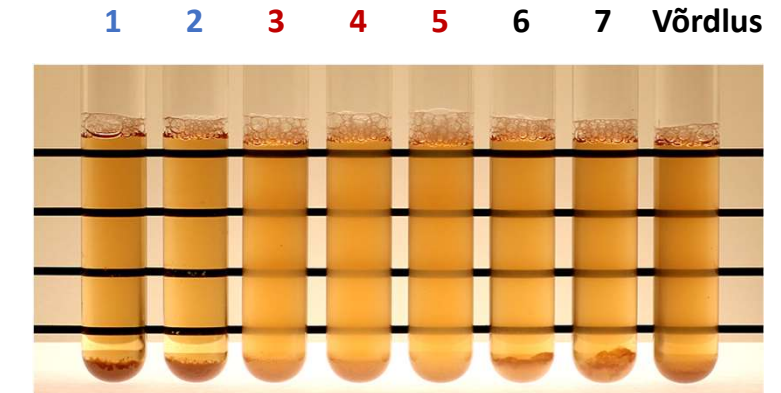
RAKENDUSED SELITAJANA



Õllevirre

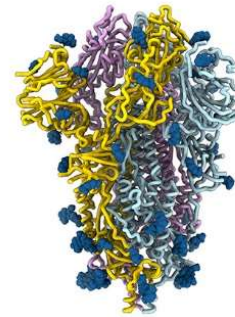
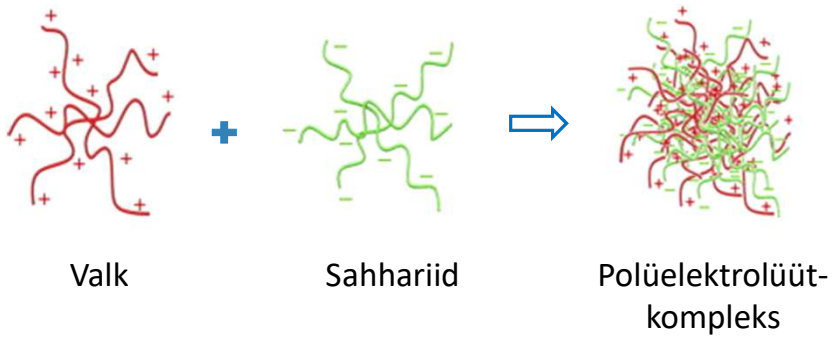
Vetikagalaktaanide selitav toime – interaktsioon valkudega.

1. Furtcellaraan
2. Kapa karraginaan
3. Ioota karraginaan
4. Lambda karraginaan
5. Funoraan
6. Agaroos (kõrge OMe)
7. Agaroos (madal OMe)



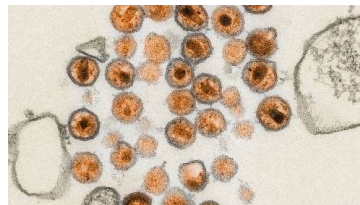
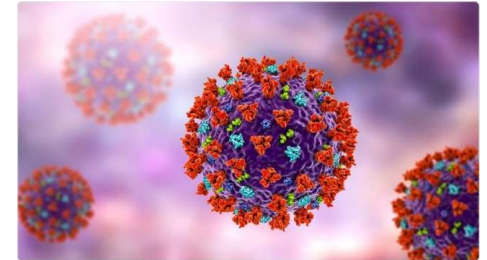
Õllevirde selitamine erinevate vetikapolüsahhariididega

VIIRUSEVASTASED TOIMED

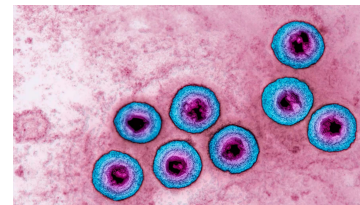


Ogavalk

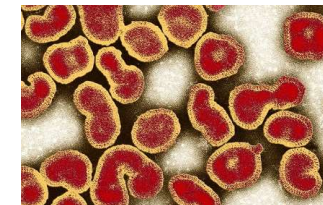
SARS-CoV-2



HIV

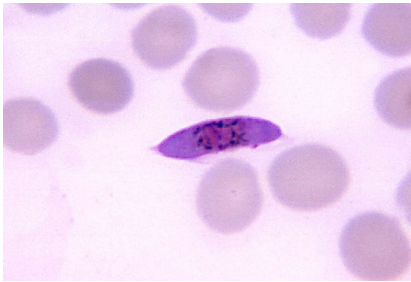


Herpesviirus



Gripiviirus

PARASIITIDE VASTASED TOIMED



Malaaria

Märkimisväärne toime täheldatud **väävlit sisaldavatel** polüsahhariididel.

Hepariinile sarnased ühendid pruun- ja punavetikatest.

Väiksem molekulmass viib sageli toime suurenemiseni.



Trihhomonias



Trüpanosomiaas



Krüptosporidioos

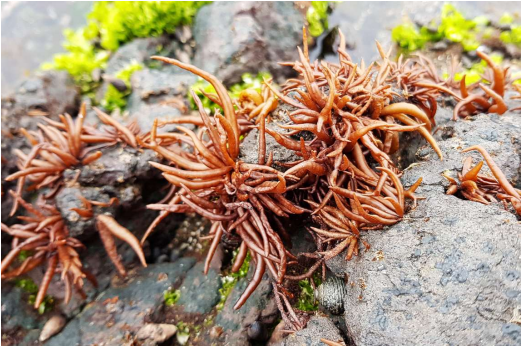


Leišmaniaas



Skistosomiaas

SULFAADITUD AGAROOS – FUNORAAN



Gloiopeltis furcata

6-O-sulfaaditud agarooos *Gloiopeltis* perekonna liikidest.

Lahustub külmas vees.

Väga madal viskoossus.

Läbipaistvad geelid kationide juuresolekul.



Rakendused kunsti konserveerimisel



ERIRAKENDUSED – MARMORMUSTRI SAAMINE

Viskoosne vesikeskkond marmorpaberi valmistamisel.



**KAPPA CARRAGEENAN
(REFINED)
PAPER MARBLING**
Boz. (227g)

Instructions For Making Carrageenan Marbling Size:

1. Pour 1 Gallon Room Temperature Distilled Water into mixing bucket.
2. Measure out 1/4 Cup (4 fl oz or 23 grams) of Carrageenan.
3. Add 1 lbs Carrageenan to distilled water and mix with electric hand blender, continue to add 1 lbs or in time and mix until you have blended the 1/4 cup measured out in step 2.
4. Let rest for 30 minutes and blend again.
5. Cool and refrigerate overnight (longer, if necessary, for bubbles to dissipate).
6. Gently stir with spoon (you do not want to make bubbles, if you do you will have to wait to use the size until they are gone).
7. You can adjust your marbling size by adding more distilled water to it to your marbling pan for your specific needs.

TSELLULOOS

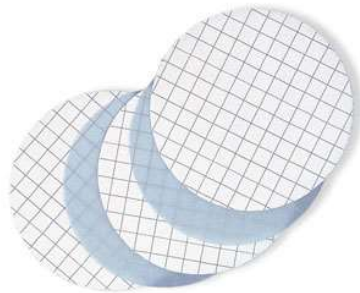
Osakaal tüüpiliselt 1–10% punavetika rakuseintest.

Väiksem kristalliinsus võrreldes kõrgemate taimede tselluloosiga.

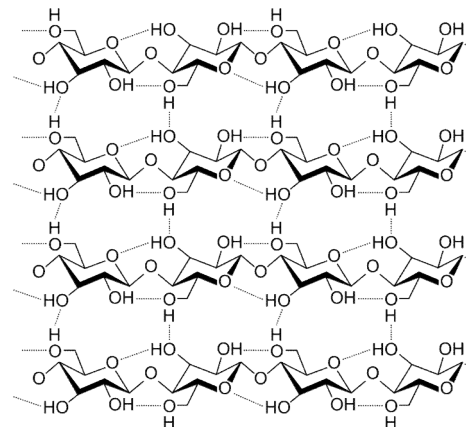
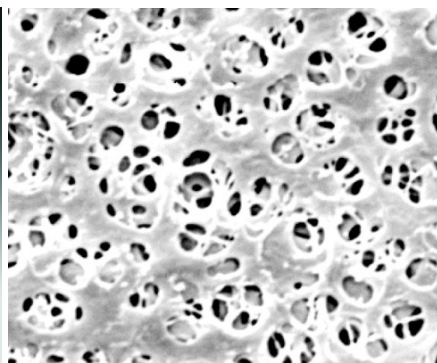
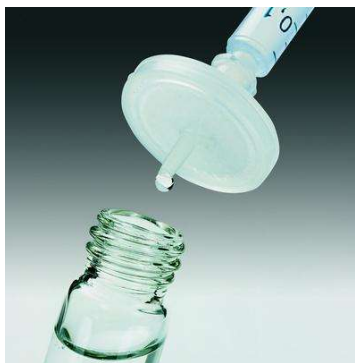
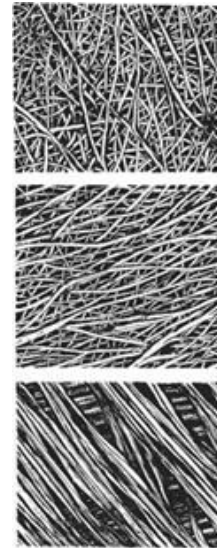
Mõnedes punavetikates on tselluloos asendunud ksülaanidega.

Kasutusala:

- paberitööstus;
- tekstiilitööstus;
- kosmeetikatööstus;
- ravimitööstus.



RC membraan

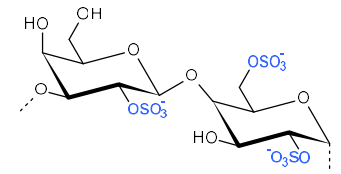
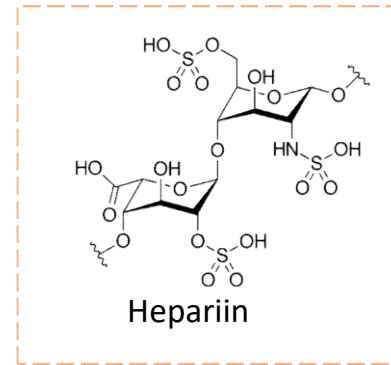
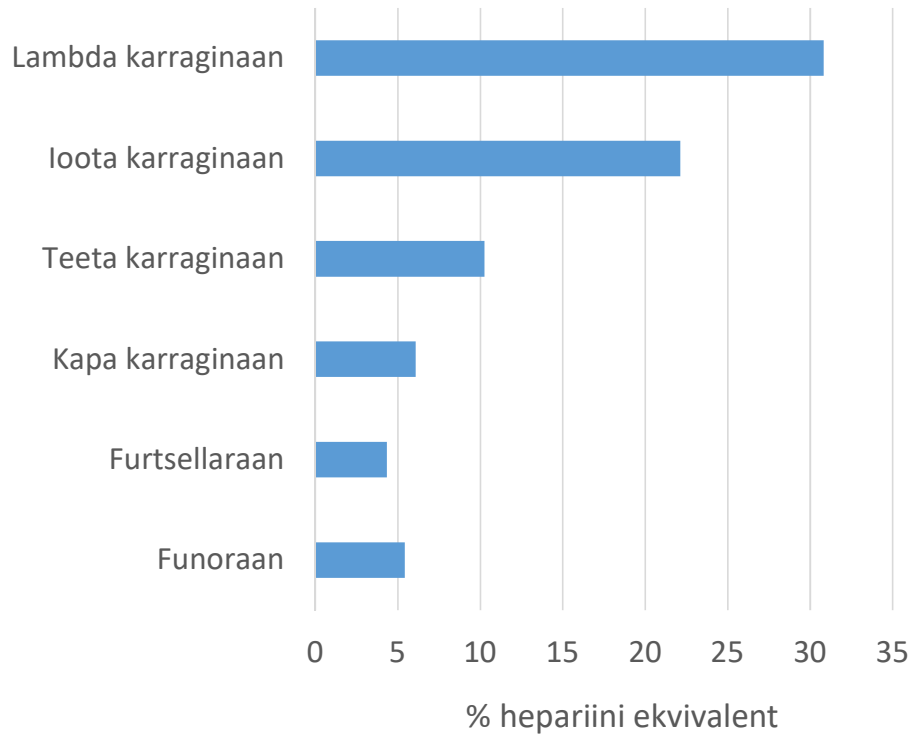


Tselluloosi nanofiibrid

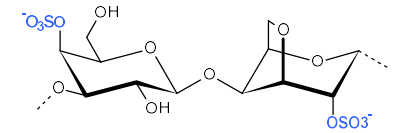


RAKENDUSED – ANTIKOAGULANDID

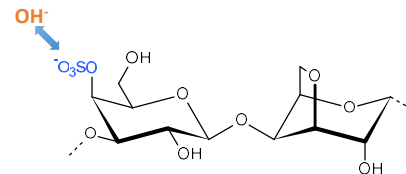
aPPT test, 0,005% plüсахhariidi



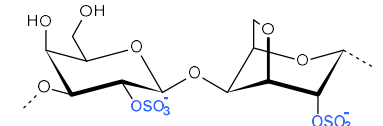
Lambda karraginaan



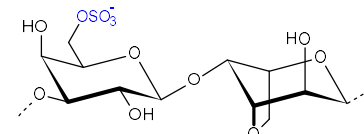
Ioota karraginaan



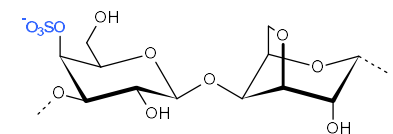
Furtcellaraan



Teeta karraginaan



Funoraan



Kapa karraginaan

BIOAKTIIVSUS – RAKENDUSED

Vähivastane toime – porfüraan leukeemia puhul.

Peamised toimemehhanismid:

- otsene tsütotoksilisus;
- immuunoregulatsioon;
- sünergia vähivastaste ravimitega.

Immuunsüsteemi tugevdav toime – fukoidaan, võime muuta rakupinna omadusi, stimuleerib immuunsüsteemi.

Põletikuvastane toime

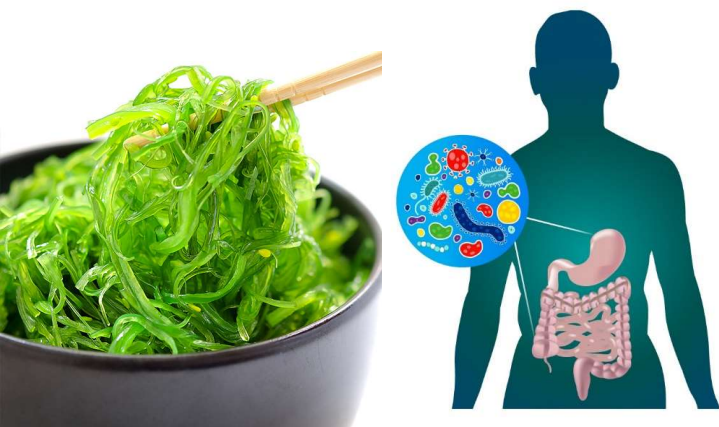
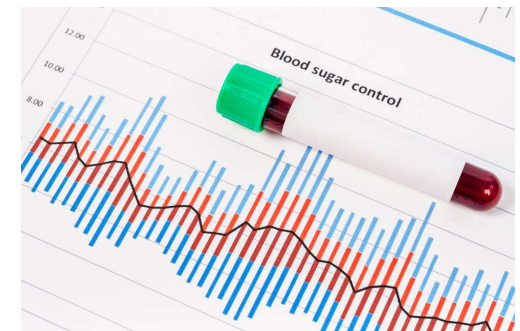
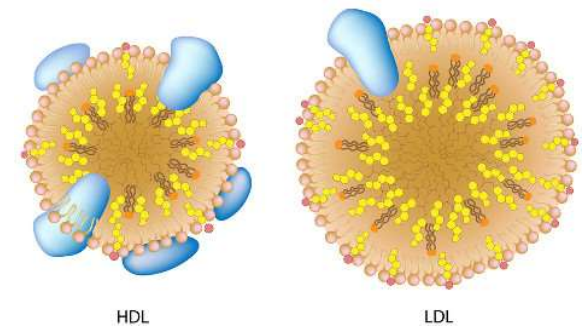


BIOAKTIIVSUS – RAKENDUSED

Lipiidide ainevahetuse regulatsioon – vetikapolüsahhariidid, vähendavad lipiidide sünteesi maksas, seerumi triglütseriidide taset, normaliseerivad LDL- ja HDL-kolesterooli tasemeid.

Hüpoglütseemiline toime – potentsiaalne kasulik efekt insuliinresistentsuse ravis.

Viskoossus – seedesüsteemis mõjutab füsioloogilisi vastuseid, paljulubav hüperglütseemia puhul (alginaadid).



Bikrobiota

Merevetikaid suudavad efektiivsemalt seedida jaapanlased.

BIOAKTIIVSUS – RAKENDUSED

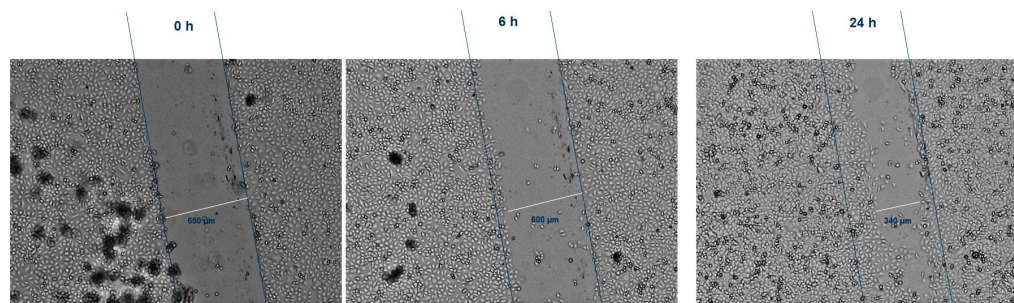
Haavandite vastane toime

Polüsahhariidid moodustavad ka mao epiteelkihile kaitsva kihi ning leevendavad seeläbi sümptomeid.

Haavaparanemise soodustamine

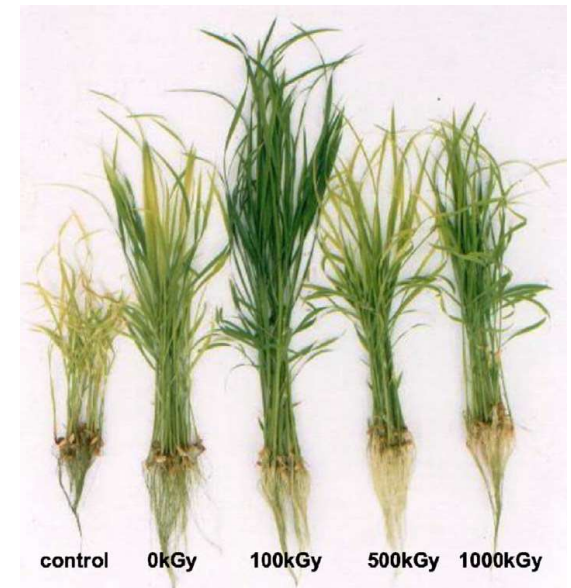
Mõju rakkude migratsioonile

Põletikuprotsesside allasurumine



A549 epiteelrakkude migratsioon

Füsioloogilised aktiivsused – taimede kasvustimulaatorid, eeterlike õlide tekke soodustamine.



control 0kGy 100kGy 500kGy 1000kGy

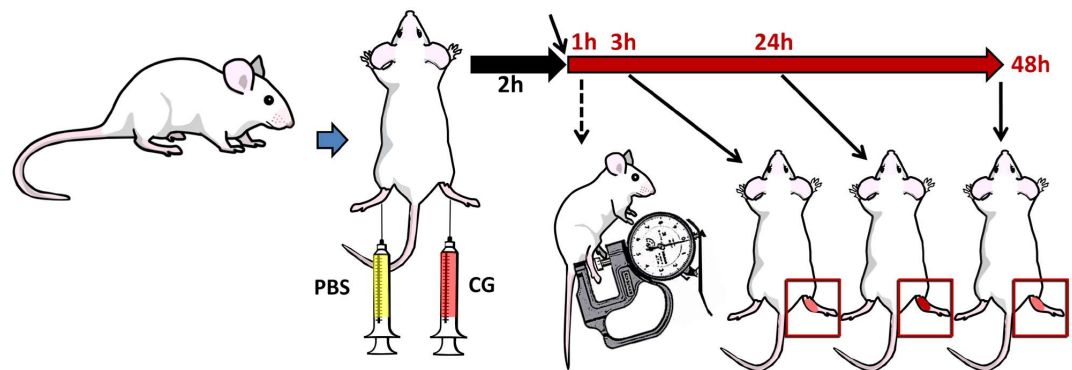
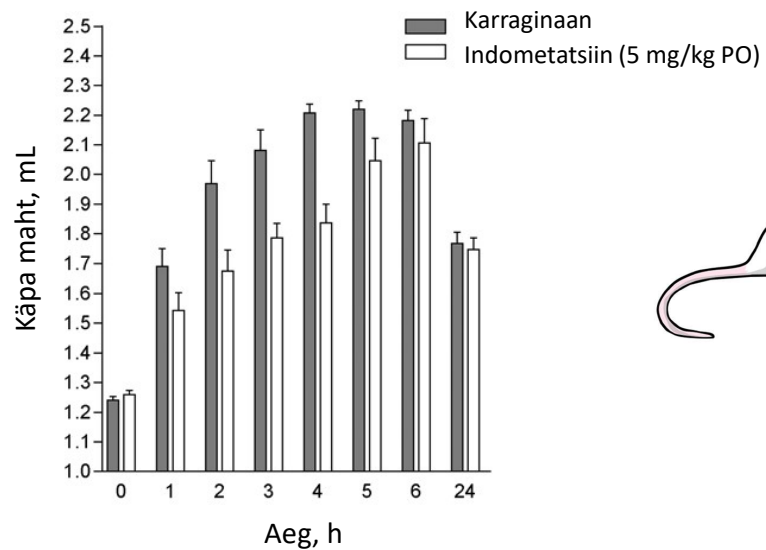
➔ Molekulmassi vähenemine₂₁

PÕLETIKUPROTSSESSIDE UURIMINE



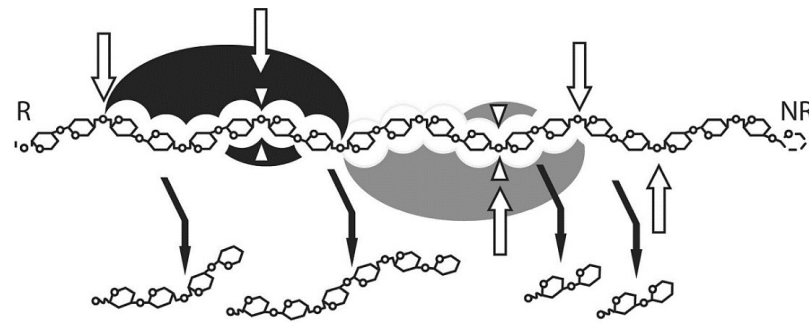
Punavetikatest pärinevad polüsahhariidid:

- Oluline mudelmeetod uute põletikuvastaste ravimite leidmisel.

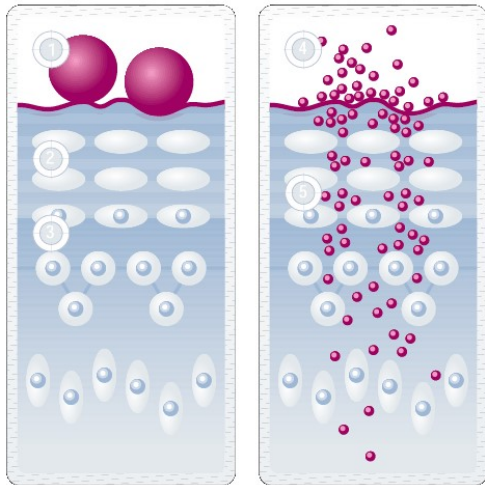


HÜDROLÜÜSITUD POLÜSAHHARIIDID

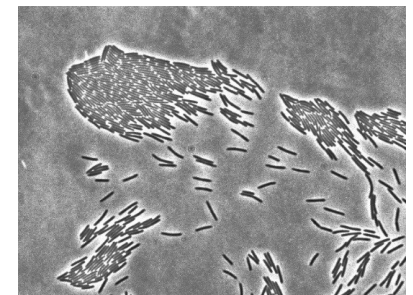
Biopolümeeride ensümaatiline hüdrolüüs



Nahka läbistavad omadused



Ensüüm β -agaraas



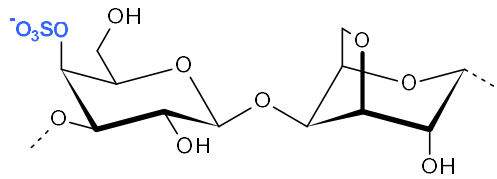
Vetikapolüsahhariide lagundavad merebakterid

POLÜSAHhariide MUUNDAVAD ENSÜÜMID

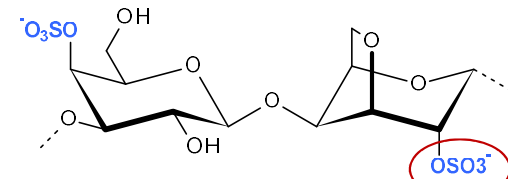
Sulfohüdrolaasid

Esinevad merevetikates

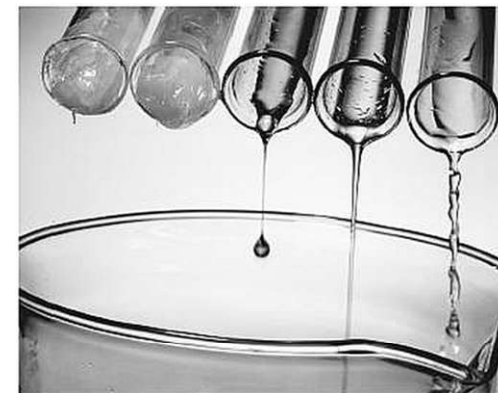
Eemaldavad selektiivselt sulfaatrühma



Kapa karraginaan



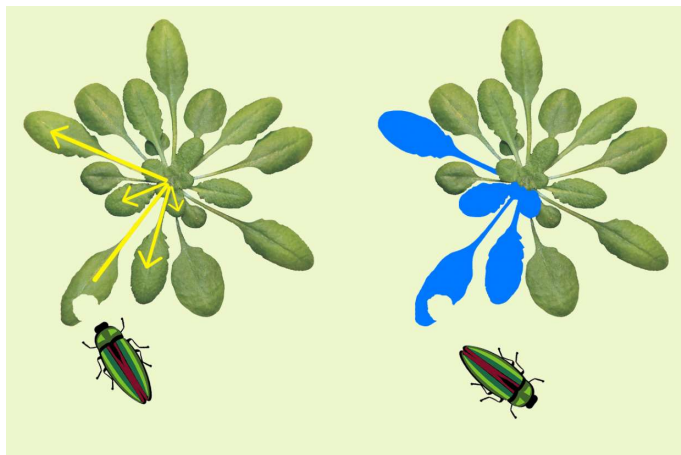
Iota karraginaan



OXSÜLIPIIDID

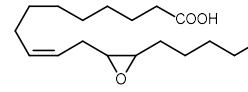
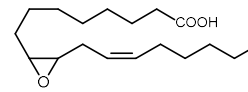
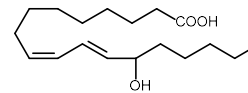
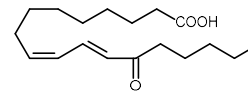
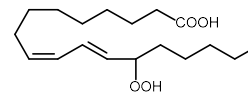
Bioaktiivsed lipiidid

- Taimede kasvustimulaatorid
- Põletikuvastased omadused
- Kahjurite/patogeenide vastane toime

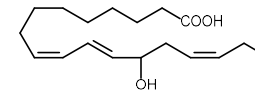
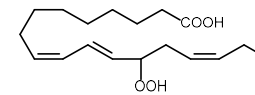


Oktadekanoidid

C18:2 derivaadid

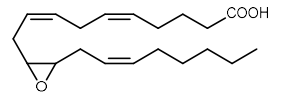
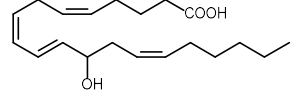
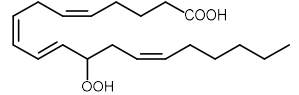


C18:3 derivaadid



Eikosanoidid

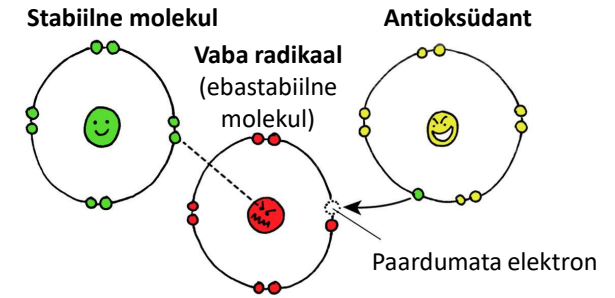
C20:4 derivaadid



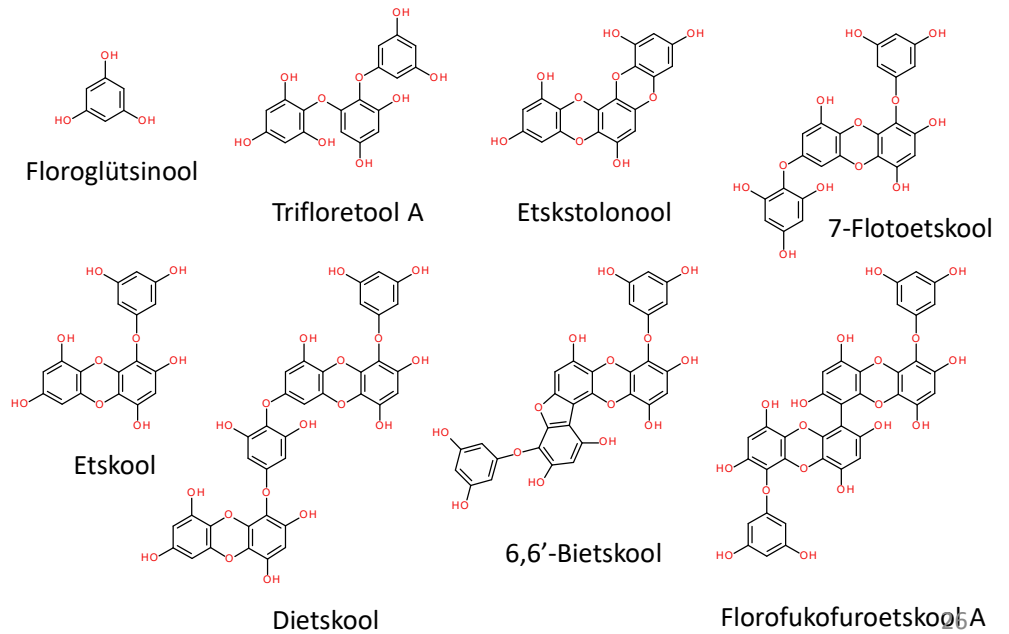


FENOOLSED ÜHENDID

Tugevatoimelised antioksüdandid
 Antibakteriaalne toime
 Nahka pleegitavad omadused



Paljude **pruunvetikate** ekstraktid omavad nahka pleegitavat toimet, sest inhibeerivad ensüüm **türosinaasi**.



TERPEENID



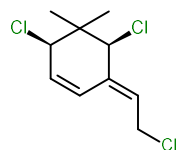
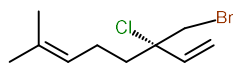
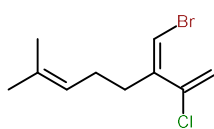
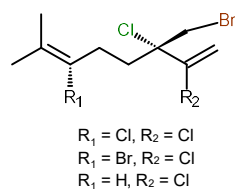
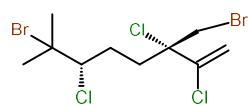
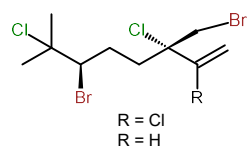
Portieria hornemannii

Ebahariliku ehitusega halogeenitud terpeenid

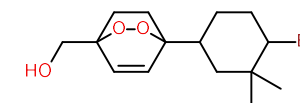
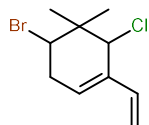
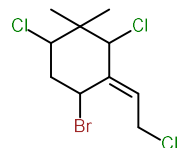
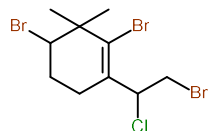
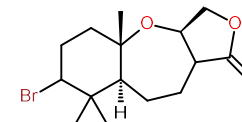
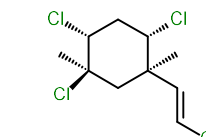
Väga selektiivne tsütotoksilisus

Paljulubavad kasvjavastased toimed

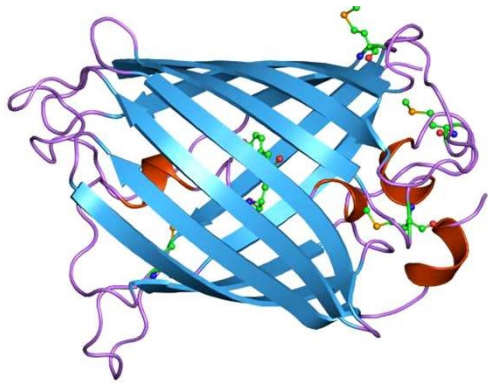
Malaariavastased omadused



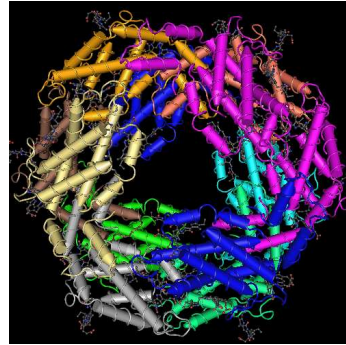
Laurencia majuscula



FLUORESTSEERUVAD VALGUD

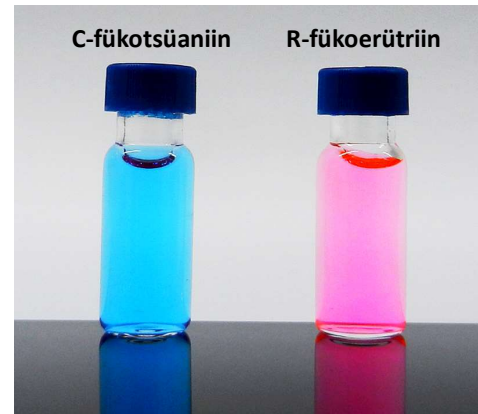


Roheline fluorestseeruv valk
(GFP)



R-fükoerütriin

Nähtavas valguses

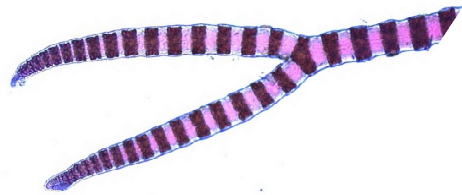


UV-valguses



Ceramium tenuicorne

FÜKOBILIPROTEIINID – RAKENDUSED



Ceramium tenuicorne

Coccythylus truncatus

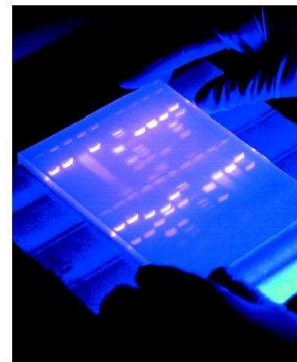
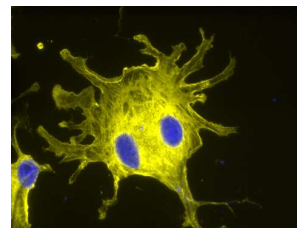
Rhodomela confervoides



Fluorestseeruv pigment Läänemere vetikatest



Biokeemia
Meditsiinidiagnostika



Toiduainetööstus



Nišitooded



**Fluorestseeruv
kosmeetika**

Teadlane selgitab, miks merevesi jõululaupäeval punaseks värvus

KESKKOND

Rando Tuvikene

30.12.2018 12:13



Heledal jäisel taustal tuleb nähtus esile eriti kontrastsena. Autor/allikas: Marju Robal

Jõulude ajal võis näha Suurupi tuletorni lähedal omapärast vaatepilti: merevesi oli omandanud mitmekümne meetri ulatuses piki rannikuriba neonroosa värvuse. Nähtust käisid kohapeal uurimas Tallinna Ülikooli vetikateadlased Rando Tuvikene ja Marju Robal.

Kuigi nimetatud nähtus ei ole midagi väga ebaharilikku ning peamiselt sügisel-talvel tuleb seda soodsate olude kokkulangemisel ikka ette, jääb omapärase värvidemängu sügavam tekkepõhjus sageli selgitamata. Botaanikud-

MEIE KÕIGI KODU

- 07.10 Eesti füüsikud lahendasid "kurgist banaaniks" muutumise nähtuse
- 07.10 Katrin Idla ja Marek Strandberg: kuidas muuta majandust? Kogu majandust!
- 03.10 Uuring: India-Pakistani tuumasõda jätkaks nälga suure osa planeedist
- 01.10 Inimtekkeline müra ohustab Läänemere hülgeid
- 01.10 Kell 21.40 on "Esimeses stuudios" vastamisi noor kliimaaktivist ja poliitik
- 01.10 Uuring: kliimaneutraalsuse saavutamise nõuab SKP-st nelja protsendi investeerimist aastas
- 30.09 Keskkonnaühendused andsid Ratasale üle kliimaneutraalse Eesti rahvaalgatuse
- 30.09 Otse teisipäeval kell 9: kuidas saavutaks Eesti kliimaneutraalsuse?
- 30.09 Tassitäies tees võib leiduda miljardeid plastitükke
- 26.09 ÜRO eriraport: maailmamere tõusu ei peata sel sajandil enam miski

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD
TEADUSE
POPULARISEERIJAJANUARI 2015

Vetikad

värvivad merevett ja jääd

Tallinna ülikooli loodus- ja terviseteaduste instituudi nooremteaduri **Marju Robaliga** vestelnud **Piret Pappel**

Mullu jõululaupäeval võisid Suurupi rannas jalutajad näha tavatut vaatepilti: mitmekümne meetri laiune rannaäärne mereriba oli värvunud ereroosaks. Samasugust värvimängu võis näha ka Tilgu sadama lähedal. Seda valdkonda uurinud Tallinna ülikooli teadlaste sõnul tekitasid kauni nähtuse vetikad, täpsemalt tormiga randa uhutatud punavetikate lagunemisel vabanevad värvained.

Kuidas üldse osatakse oletada, et veekogu ebatavalise värvuse põhjus on täiesti looduslik? Väga ereda värvuse korral võiks tavalisemene kõigepealt kahtlustada mingit sünteetilist ainet.

Veekogude ebatavalise värvumise puhul tasub kaaluda mõlemat varianti, nii looduslikku kui ka sünteetilist. Esmane otsus ühe või teise kasuks tehakse enamasti teadmiste ja kogemuste varal. Seejuures ei tasu unustada, et alati ei tähenda looduslik ohusut ega sünteetiline alati ohtlikku.

Saamaks aru, millest ebatavaline värvus võiks olla tingitud, tuleks vaadelda keskkonda: kes veekogus elab või mis seal laguneb?, kas läheduses on vee sissevoolu maismaalt?, millised on ilmastikuolud, sealhulgas valgustingimused? Kui lihtne vaatlus kindlat vastust ei anna, siis tuleb võtta proov keemilise analüüsi tarbeks.

Millised vetikapigmentid värvivad merevee roosaks?

Vetikatest sisaldavad roosat värvi pigmente fükoeütriinid – enamasti alla ühe protsendi vetika kuivmasist – peamiselt punavetikad. Sellele vihjab ka nende hõimkonna ladinakeelne nimetus *Rhodophyta*, kus *rhodon* tuleneb vanakreeka keelest ja tähendab roosi ning *phyton* taime. Fükoeütriinid leidub ka sini-, liit- ja neelvetikates.

Fükoeütriinid on valgulised fotosünteesi abipigmentid, mis kannavad kinnipüütud valgusenergia siniste abipigmentide fükotsüaniinide ja allofükotsüaniinide kaudu üle rohelist värvi klorofüllile, fotosünteesi põhimolekulile. Protsessi kasutegur on suur, ligemale üheksakümmend protsenti. Selline pigmentisüsteem aitab vetikatel hakkama saada kasinates ja spetsiifilise lühilainelise spektriosaga valgustingimustes. Kui fükotsüaniinide osakaal vetikas on suur, siis kõnealuste abipigmentide samaaegsel väljaleostumisel tekib pigem lillakasroosast värvi lahus.

Fükoeütriinid ja fükotsüaniinid on tugevalt fluorestseeruvad molekulid, neil on võime helenduda vastavalt kollaselt või punaselt, kui neid ergastada UV-kiirguse või nähtava valgusega. Tavalises päevavalguses saab nende värvainete fluorestsentsi jälgida siiski ainult kontsentreeritud ja puhaste lahuste korral. Kui sellist väga roosast merevett pimedal ajal valgustada ultraviolettlambiga, peaks merevesi helenduma hoopis kollasena. Seda muidugi eeldusel, et kõnealused valgumolekulid pole oma fluorestsentsivõimet veel kaotanud.

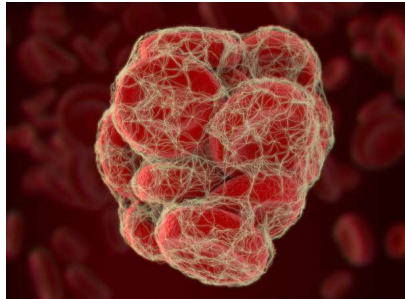
Inimesele on need ained kahjutud ja toimivad organismi kaitsvate

Vetikad on Tilgu ranna vee roosaks värvunud



Foto: Riho Kivi

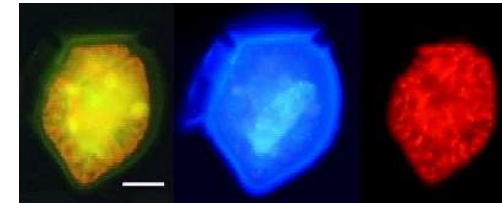
FUNKTSIONAALSED BIOMOLEKULID



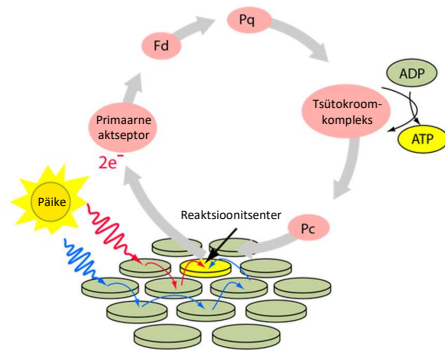
Bioaktiivsus



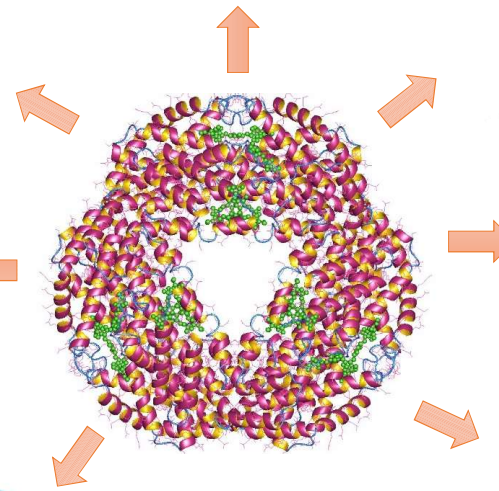
Nutikas rakendus



Fluorestsents



Biofunktsioon



Tekstuur



Värvaine



Toiteväärtus

TÄNAN TÄHELEPANU EEST!