

Elintarviketieteiden kandiohjelman valintakoe 2020, 2. vaihe

Mallivastaukset

Tehtävä 1

Selitä, mikä on elintarvikematriisi. Anna kolme esimerkkiä elintarvikematriiseista, joiden rakenne on erilainen. Kuvaile, millä tavalla ne eroavat toisistaan. (5 p)

Sisältö 4,5p, vastauksen laatu 0,5p, yhteensä 5p

Mallivastaus:

Selitä, mikä on elintarvikematriisi. 2 p

Elintarvikematriisi koostuu erilaisista komponenteista, jotka muodostavat sen rakenteen (esimerkiksi kauran jyvä, joka koostuu kuoresta ja ytimestä) [0,5 p]. Elintarvikematriisia voidaan kuvata elintarviketuotteen rakenteeksi sekä sen komponenttien hierarkkiseksi järjestäytymiseksi (molekyylisiä kudoksia/pienestä suureksi tai matriisin sisäinen organisaatio) [0,5 p]. Komponenttien avaruudellinen järjestäytyminen (tai järjestäytyminen suhteessa toisiinsa) [0,5 p] sekä niiden väliset suhteet voivat esiintyä luonnollisesti (kasvin solurakenne) tai syntyä prosessoinnin aikana (taikinan verkostomainen rakenne, joka syntyy leivonnan aikana) [0,5 p]. Lisäksi matriisi vaikuttaa bioaktiivisten yhdisteiden vapautumiseen ruoansulatuskanavassa [0,5 p]. Maksimipisteisiin vaaditaan neljä perustelua.

Anna kolme esimerkkiä elintarvikematriiseista, joiden rakenne on erilainen. 1,5 p

Artikkelissa mainitaan useita erilaisia elintarvikematriiseja (teksti ja taulukko s. 1332), esimerkiksi leipä, aamiaismurot, juomat, kauraleseitä sisältävä tuote, β -glukaanuute/kaurauute yms. Lisäksi mainitaan, että elintarvikematriisi voi olla proteiinia (kananmunanvalkuainen), tärkkelystä (perunajauho) tai rasvaa/lipidiä (voiöljy). (Jos tämä, viimeisen osakysymyksen vastauksen tulisi liittyä tähän vastaukseen.) [0,5 p /esimerkki]. Maksimipisteisiin vaaditaan kolme erilaista matriisia.

Kuvaile, millä tavalla ne eroavat toisistaan. 1 p

Elintarvikematriisit voidaan jaotella olomuodon perusteella nestemäisiin (esim. kauramaito), kiinteisiin (esim. kauraleseleipä) tai puolikiinteisiin (esim. kaurapuuro) matriiseihin [0,5 p], jolloin niillä on erilaiset olomuodot (tai kosteuspitoisuus tai muu tarkentava) [0,5 p] erilaiset fysikokemialliset ominaisuudet tai ravintoainesisältö [0,5 p] ja ne käyttäytyvät eri tavoin ruoansulatuskanavassa [0,5 p]. Maksimipisteisiin vaaditaan kaksi kuvailua.

Vastauksen laatu 0,5 p

Loogisuus: vastaus etenee loogisesti, asiat yhdistyvät toisiinsa mielekkäästi ja ne käsitellään oikeissa yhteyksissä. Täsmällisyys: vastauksessa käytetään täsmällisiä termejä oikeissa asiayhteyksissä. Asianmukaisuus: Vastaus perustuu ennakkomateriaaliin, vastauksessa käsitellään oikeita asioita, vastauksessa ei ole mainittavasti sinne kuulumattomia asioita. (0–0,5 p)

Tehtävä 2

Millaisia elintarvikematriisiin liittyviä näkökulmia artikkelista löytyy? (5 p)

Sisältö 4,5p, vastauksen laatu 0,5p, yhteensä 5p

Mallivastaus:

Matriisi löytyy asiana tekstistä useassa kohdassa

Matriisi on määritelty **elintarvikkeen komponenttien rakenteelliseksi ja hierarkkiseksi järjestäytymiseksi** aina molekyyleistä kudokseen tai solukkoon asti. (0,5p)

Se voi olla **raaka-aine tai valmistettu/prosessoitu tuote**, joka sisältää mm. rasvaa, proteiineja, hiilihydraatteja. (0,5p)

Matriisille on tyypillistä sen **monimutkainen koostumus ja rakenne**. Rakenteena se voi olla esim. **kauran jyvän eri osat**, akanat, leseet, kuori, aleuroni ja subaleuroni, endospermi tai alkio. **Matriisin olomuoto** – kiinteä, puolikiinteä, nestemäinen - josta beetaglukaani saadaan vaikuttaa yhdisteen toimintaa elimistössämme. (0,5p)

Matriisi **voi muuttua tai muokkautua** esim. prosessoinnin aikana verrattuna raaka- tai lähtöaineisiin. Esimerkiksi matriisin muokkautuminen prosessoinnin aikana tapahtuu ekstruusion (kuumennus ja leikkuuvoimat, shear) aikana. (0,5p)

Tällöin matriisin voi **hajota tai muokkautua osittain taikka kokonaan**.

Matriisissa tapahtuvia muutoksia voivat olla mm. proteiinien hajoaminen ja aggregoituminen, amyloosi-lipidi -kompleksin osittainen hajoaminen tai polysakkaridien hajoaminen ja liukeneminen tai muutokset niiden liukoisuudessa (0,5p)

Luonnollisesta ruokamatriisista saatava bioaktiivinen yhdiste voi toimia tehokkaammin kuin puhdistetusta, pitkälle prosessoidusta materiaalista saatu tai eristetty beetaglukaani. (0,5p)

Tätä voidaan selittää matriisin sisältämällä muilla aineosilla, joilla voi olla synergiaa tai muuta vuorovaikutusta tutkittaessa esim. beetaglukaanin vaikutusta kolesterolitasoon. (0,5p)

Elintarvikkeen matriisi vaikuttaa myös **saatujen tulosten tulkintaan**, koska eri tutkimukset eroavat huomattavasti toisistaan matriisin suhteen. (0,5p). Lisäksi tutkimuksissa käytetyt annostasot eivät vastaa tavallisessa ruokamatriisissa esiintyviä pitoisuuksia. Tämän vuoksi artikkelissa esitettiin lisätutkimusten tarve, jota perusteltiin sillä että beetaglukaanin vaikutuksen ymmärtäminen kolesterolitasoon vaatii lisää tutkimusaineistoa. Samalla esitettiin myös **tarve elintarvikkeen matriisin syvällisestä hallinnasta**. (0,5p)

Vastauksen laatu (0,5p)

Tehtävä 3

Miten kauran prosessointi voi vaikuttaa beetaglukaanimolekyylin fysikokemiallisiin ominaisuuksiin ja vapautumiseen matriisista? (10 p)

Sisältö 9 p, vastauksen laatu 1 p, yhteensä 10 p

Mallivastaus:

Kaurasta valmistetaan lesettä, hiutaleita, jauhoja ja puhdistettua/eristettyä beetaglukaania. Näiden valmistamisessa käytetään mekaanisia, kemiallisia ja entsyymattisia käsittelyjä, lämmitystä ja fermentaatioita sekä rikastusta/jatkojalostusta.

Leseen, hiutaleiden ja jauhон valmistuksessa käytettävät **mekaaniset käsittelyt**, kuten puhdistus, jauhaminen, seulominen, litistäminen ja ilmaluokittelu (1 p), sekä **lämpökäsittelyt**, kuten darraus/höyrytys ja esikeitto (1 p), eivät yleensä aiheuta muutoksia beetaglukaanimolekyylin fysikokemiallisiin ominaisuuksiin. Sen sijaan on muistettava, että kaura on **esikäsiteltävä** niin, että sen luontaiset entsyymit tuhoutuvat eivätkä pysty pilkkomaan esim. beetaglukaania (0,5 p). Esikäsitely on yleensä lämpökäsittely. Sen sijaan kauramatriisin **voimakas lämpöä, painetta ja leikkausvoimaa hyödyntävä ekstruusio** on voimakas prosessi, joka muokkaa beetaglukaanimolekyylin fysikokemiallisia ominaisuuksia (1 p). Ekstruusio parantaa beetaglukaaniin liukoisuutta ja pilkkoo molekyylitä pienemmäksi enemmän tai vähemmän prosessiolosuhteista riippuen. Kun valmistetaan puhdistettua beetaglukaania, se on ensin **eristettävä** kauramatriisista, mikä on vaikeaa ja vaatii voimakkaita olosuhteita (1 p). Eritys tapahtuu usein uuttamalla vesiliuokseen, ja apuna käytetään esimerkiksi pH:n säätöä, lämpötilan nostoa tai entsyymikäsitelyä. Myös kauramatriisin ja liuoksen suhde sekä kauramatriisin laatu sekä partikkelikoko vaikuttavat siihen, kuinka suuria muutoksia eristysvaiheessa tapahtuu. Eristäminen voi tapahtua myös kuivaprosessina. Beetaglukaanin eristäminen vaikuttaa beetaglukaanin reologisiin ominaisuuksiin, molekyylipainoon (pienee), liukoisuuteen (paranee) ja kolmiulotteiseen rakenteeseen. Kauraa voidaan prosessoida myös **idättämällä**, jolloin kauran entsyymit aktivoituvat ja beetaglukaania pilkkovat entsyymit voivat pilkkoa beetaglukaanimolekyylitä pienemmäksi (0,5 p). Lisäksi on huomattava, että beetaglukaania sisältävää **elintarviketta** keitetäessä, pakastettaessa ja pakastus-sulatuskäsittelyissä beetaglukaanimolekyylit voivat pilkkoutua, jolloin niiden liukoisuus myös paranee (1 p).

Edellä mainitut prosessit vaikuttavat myös beetaglukaanin vapautumiseen matriisista. Kaurapartikkelien koon pienentäminen (0,5 p) ja elintarvikematriisin hajottaminen parantavat beetaglukaanin vapautumista matriisista (0,5 p). Mitä enemmän kauramatriisi on hajonnut, sitä paremmin beetaglukaani on saatavilla. Ilman kauran lämpökäsittelyä sen entsyymit säilyvät aktiivisina pilkkoen matriisia vapauttaen samalla beetaglukaania (0,5 p). Toisaalta kun kauraa prosessoidaan, vuorovaikutukset muiden komponenttien (esim. tärkkelys) kanssa voivat edistää tai heikentää beetaglukaanin vapautumista matriisista (0,5 p). Kosteissa olosuhteissa tapahtuva lämpökäsittely (hydrothermal treatment) (0,5 p) samoin kuin elintarvikkeen keitto ja pakastus sekä pakastus-sulatuskäsittelyt (0,5 p) edistävät beetaglukaanin vapautumista matriisista.

Tehtävä 4

Mitkä kauran yhdisteet voivat vaikuttaa seerumin kolesterolipitoisuuteen? Kerro myös, millä mekanismeilla kunkin yhdisteen tai yhdisteryhmän vaikutukset voivat välittyä? (10 p)

Sisältö 9 p, vastauksen laatu 1 p, yhteensä 10 p

Mallivastaus:

Molekyylit (yhteensä 0–1,5 p + 0,25 p lisäpiste)

Kauranjyvän molekyyleistä etenkin beetaglukaanin on osoitettu vaikuttavan seerumin kolesterolipitoisuuteen. Muita kauran molekyylejä, joilla voi olla vaikutuksia kolesteroliaineenvaihduntaan, ovat kauran fytosterolit (joista eniten beetasitosterolia), fenoliset hapot (kahvihappo ja feruli/ferulahappo; fenoliset yhdisteet), tokotrienolit (alfatokotrienoli; tokolit) ja saponiinit (avenakosidi A ja B). (*beetaglukaani 0,5 p, kaikki muut yhdisteet/yhdisteryhmät á 0,25 p*)

Lisäksi artikkelissa mainitaan, että kauran proteiini- ja lipidipitoisuus voi vaikuttaa kolesteroliin. Artikkelissa on mainittu myös mahdollisesti kolesterolemiaan vaikuttavina mm. fytiinihappo ja resistentti tärkkelys. (*lisäpiste +0,25 p, jos mainittu joko proteiinit + lipidit tai fytiinihappo, resistentti tärkkelys tms*)

Beetaglukaanin vaikutusmekanismit (yhteensä 0–5,5 p)

Beetaglukaani saattaa vaikuttaa seerumin kolesterolipitoisuuteen usealla eri mekanismilla. Beetaglukaani lisää ohutsuolen sisällön viskositeettia. Tämä voi hidastaa mahan tyhjenemistä ja suolen sisällön sekoittumista. Beetaglukaanin muodostama geeli/viskositeetti voi häiritä (rasvojen) ruoansulatusta ja estää rasvojen ruoansulatustuotteita kuljettavien seosmisellien pääsyn ravintoaineita imeyttävien solujen (enterosyyttien) ääreen, jolloin kolesterolin imeytyminen suolesta vähenee. (*0–2,75 p*)

On myös ehdotettu, että beetaglukaani tiivistäisi suolen limakerrosta/vähentäisi suolen limakerroksen huokoisuutta, mikä vähentäisi ravintoaineiden imeytymistä, jolloin myös kolesterolin imeytyminen vähenee. Imeytymätön kolesteroli poistuu elimistöstä ulosteiden mukana. (*0–0,75 p*)

Beetaglukaanin vaikutusmekanismi voi olla myös sappihappojen/sappisuolojen sitominen suolessa. Beetaglukaanin vaikutuksesta sappihappojen/suolojen imeytyminen takaisin elimistöön ohutsuolen loppuosassa vähenee ja niiden erityksesiin lisääntyy. Beetaglukaani voi siis häiritä sappihappojen/suolojen enterohepaattista kiertoa. Maksa joutuu lisäämään sappihappojen synteesiä kolesterolista, jolloin seerumin kolesterolipitoisuus pienenee. (*0–2 p*)

Muiden yhdisteiden vaikutusmekanismit (yhteensä 0–2 p)

Fytosterolit ovat rakenteeltaan lähellä kolesterolia. Niiden vaikutusten oletetaan välittyvän kolesterolin imeytymisen tasolla. Fytosterolit voivat syrjäyttää kolesterolin seosmiselleissä, mikä heikentää kolesterolin imeytymistä. Fytosterolien vaikutuksesta suolessa oleva kolesteroli voi myös muodostaa kiteitä/saostua suolessa, jolloin se poistuu ulosteiden mukana elimistöstä. (*0–0,75 p*)

Kauran fenolisista yhdisteistä **fenolisten happojen** (kahvihappo, feruli/ferulahappo) on eläinkokeissa nähty alentavan kolesterolipitoisuutta. Artikkelissa ei kuvata, millä mekanismeilla tämä tapahtuisi. (*0–0,25 p*)

Kauran **tokotrienolit** (alfatokotrienoli; kuuluu tokoleihin) vaikuttavat seerumin kolesterolipitoisuuteen vähentämällä suoraan kolesterolin synteesiä elimistössä. (*0–0,5 p*)

Saponiinien (avenakosidi A ja B) vaikutus voi välittyä suolen tasolla. Ne voivat ehkäistä kolesterolin imeytymistä muodostamalla kolesterolin kanssa komplekseja, jotka poistuvat

ulosteisiin. (0–0,5 p)

Vastauksen yleislaatu (yhteensä 0–1 p):

Loogisuus: vastaus etenee loogisesti, asiat yhdistyvät toisiinsa mielekkäästi ja ne käsitellään oikeissa yhteyksissä. Täsmällisyys: vastauksessa käytetään täsmällisiä termejä oikeissa asiayhteyksissä. Asianmukaisuus: Vastaus perustuu ennakkomateriaaliin, vastauksessa käsitellään oikeita asioita, vastauksessa ei ole mainittavasti sinne kuulumattomia asioita. (0–0,5 p)
Hyvä kokonaisymmärrys: Kokonaisuudessaan vastaus heijastelee ennakkoaineiston hyvää hallintaa ja kykyä liittää ennakkomateriaalin asiat biologian/kemian/fysiikan perustietoihin. (0–0,5 p)