

# **Perunalajikkeiden glykoalkaloidit. Katsaus ennen tulevaa Euroopan komission monitorointia.**

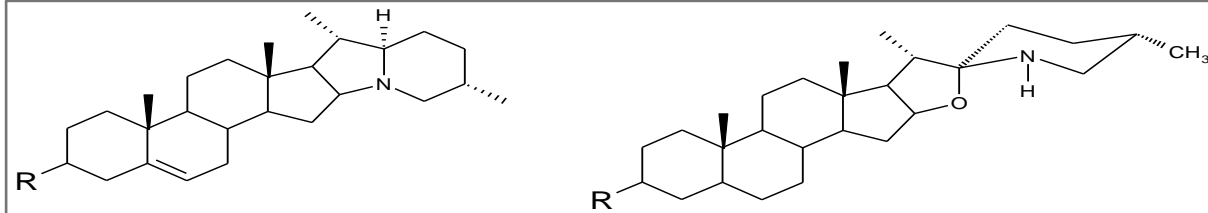
**Veli-Matti Rokka  
Luonnonvarakeskus**

**Perunantutkimuksen kevätpäivät, Tampere, 6.4.2022**

# Perunan steroidiset glykoalkaloidit:

- Perunasta ja sen sukulaislajeista on tunnistettu jopa 90 rakenteeltaan erilaista glykoalkaloidia
- Kemialliselta rakenteeltaan glykoalkaloidit luokitellaan viiteen ryhmään, joista merkittävimmät ovat spirosolaanit (tomaatin glykoalkaloidit) ja solanidaanit (perunan glykoalkaloidit)
- Sisältävät hydrofobisen aglykoniosan ja siihen liittyneen hydrofiilisen sokeriosan
- Glykoalkaloidien aglykoniosassa on heterosyklinen rengas, joka sisältää typpiä
- Sokeriosa on di-, tri- tai tetrasakkaridimuodossa riippuen glykoalkaloidista

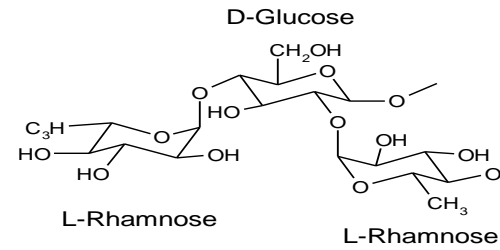
# Glykoalkaloidien kemiallinen rakenne



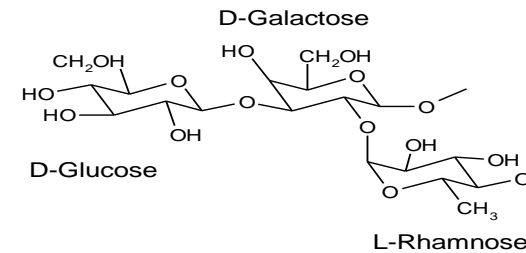
$\alpha$ -Solanine, R=solatriose  
 $\alpha$ -Chaconine, R=chacotriose

$\alpha$ -Tomatine, R=lycotetraose

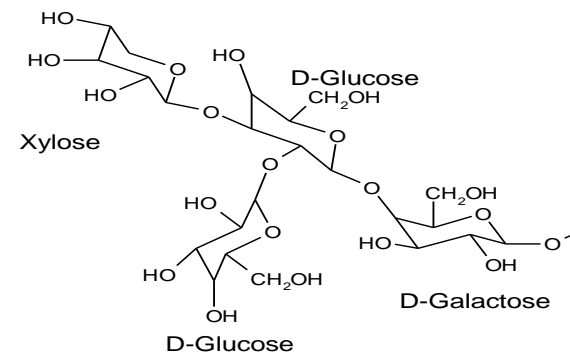
Chacotriose



Solatriose



Lycotetraose



# Perunan solaniini ja kakoniini:

- 95 % perunan glykoalkaloideista on  $\alpha$ -muotoista solaniinia ja kakoniinia, joilla molemmilla yhteinen solanidiini-steroidirunko
- Loput 5 % ovat  $\beta$ - tai  $\gamma$ -muotoisia vastaavia yhdisteitä, sekä hyvin vähän  $\alpha$ - ja  $\beta$ -solamariinia ja näiden aglykoneja (ei sokeriosaa kiinnittyneenä)
- Sokeriosan kiinnittyminen aikaansaa sytotoksisen vaikutuksen lisääntymisen
- Kakoniinia on yleensä perunassa enemmän kuin solaniinia (suhde 60:40), vaikka solaniini on yleisesti tunnetumpi yhdiste
- Eri lajikkeiden mukuloissa solaniinin ja kakoniinin suhdeluku kuitenkin vaihtelee
- Kakoniinia pidetään toksisempänä yhdisteenä kuin solaniinia

# Glykoalkaloidien tuotanto perunassa:

- Glykoalkaloidit ovat sekundaarimetaboliitteja (toissijaisia aineenvaihduntatuotteita) eli eivät täysin välttämättömiä perunan pysymiseksi elossa
- Peruna tuottaa glykoalkaloideja olosuhteiden pakosta tai vain tietyissä kehitysvaiheissa
- Tuotanto lisääntyy tietyissä ympäristöoloissa tai tuholais- ja tautipaineen alaisena
- Esim. valo indusoi glykoalkaloidien tuotantoa (perunan vihreät kasvinosat sisältävät erittäin korkeita glykoalkaloidipitoisuuksia, myös vihertyneissä mukuloissa tavanomaista korkeammat pitoisuudet)

# Glykoalkaloidien merkitys perunan puolustusmekanismille:

- Glykoalkaloidit aikaansaavat häiriötä perunan taudinaiheuttajien solukalvoissa liittyen niiden steroleihin (esim. kolesteroliin) ja inhiboivat koliiniesteraasi-entsyymin toimintaa
- Solanidiini-aglykonin tiedetään inhiboivan perunaruton kasvua maljaviljelmissä
- Solamargiinin tiedetään vaikuttavan perunan puolustusvasteeseen valkoperuna-ankeroista (*Globodera pallida*) vastaan
- *Solanum chacoense* –villiperunan lehtien leptiini-glykoalkaloidit aikaansaavat kestävyuden koloradonkuoriaista vastaan

# Glykoalkaloidien vaikutus nisäkkäisiin:

- Ihmisen ravinnossa glykoalkaloidien ei katsota olevan erityisen terveellisiä, vaan ne ovat ennemminkin haitallisia komponentteja
- Perunan solaniini ja kakoniini voivat vaikuttaa ihmiseen hyvin eri tavoin:
  - pienet pitoisuudet aikaansaavat vatsanväännteitä, ripulia, oksentelua
  - korkeammat pitoisuudet aikaansaavat hermosto-oireita, kuumeilua, verenpaineen laskua, hallusinaatioita ja jopa kuoleman
  - makuaisti on kuitenkin yleensä niin harjaantunut, että korkeat glykoalkaloidipitoisuudet (yli 220 mg) tuntuvat suussa polttavana ja kitkeränä makuna, joten tällaiset perunat jäävät syömättä
  - mukuloiden vihertyminen hyvä indikaattori perunoiden korkeille glykoalkaloidipitoisuuksille

# Glykoalkaloidien potentiaalinen terveellisyys?

- Perunan mukuloista puristetulla mehulla on ennen rauhoitettu ärtynyttä vatsaa, estää liikkahappoisuutta
- Perunamehua on myös käytetty tukihoidona nivelsairauksiin
- Perunan sukulaislajin, punakoison, oksien kuorilla on perinteisesti lääkitty ihottumia, astmaa, keuhkoputkentulehdusta, reumaa ja kihtiä
- Mustakoison lehdillä on hoidettu ulkoisesti tulehduksia ja märkiviä haavoja
- Nykyisin tiedetään, että glykoalkaloidit voivat estää ihmiselle haitallisten mikrobien kasvua ja lisääntymistä, sekä tiettyjen syöpäkasvainten solunjakoja
- Tomaatin spirosolaani-glykoalkaloideilla on veren kolesteroli- ja triglyseridipitoisuuksia alentava vaikutus
- Pieninä pitoisuuksina myös solaniini ja kakoniini saattavat olla ihmisen puolustuskyvyn kannalta merkittäviä (esim. *Staphylococcus aureus* – sairaalabakteerin kasvua ehkäisevä vaikutus)



# Milloin glykoalkaloidien pitoisuudet nousevat liian korkeiksi?

- Kansallinen raja-arvo perunan glykoalkaloideille on 200 mg/kg (tuorepainoa kohti), mitä pidetään turvallisena ihmisravinnoksi
- Perunalla glykoalkaloidien kerääntyminen on kuitenkin lajikekohtaista:
  - Esim. vanha englantilainen Magnum Bonum –lajike on 1980-luvulla Ruotsissa todettu sisältäneen jopa 600 mg/kg glykoalkaloideja
- Suurin osa glykoalkaloideista on perunan kuorissa ja kuorien alla olevissa solukerroksissa (kuoriminen vähentää määrää n. 60 %)
- Keittäminen tai prosessointi eivät oleellisesti vaikuta pitoisuuksien alenemiseen tai lisääntymiseen
- Tietyt stressaavat kasvuolot lisäävät pitoisuuksia: pitkäjaksoinen kylmyys kasvukauden aikana, hallat, kuivuus, kuumuus, märkyys, kylmä maa)
- Valon vaikutus oleellinen, mukuloiden pieni koko, vääränlaiset varastointiolot ja itujen muodostuminen lisäävät pitoisuuksia
- Varhaisperunan tuotannossa erityisiä haasteita: istutus kylmään maahan, stressaavat olot kasvukaudella, mukulat nostetaan keskenkasvuina, sato syödään kuorineen. Erityisesti varhaisperunoiden glykoalkaloidit vaativat lisätutkimusta!

# Glykoalkaloiditutkimustuloksia Suomesta:

- Blomberg, K. & Hallikainen, A. 2000 (Elintarvikevirasto):
  - 1) Glykoalkaloidipitoisuudet ovat perunoissa hieman vaihdelleet eri vuosina tehdyissä tutkimuksissa
  - 2) Tutkimustulokset pääasiassa vuodelta 1998
  - 3) Kotimaisten ruokaperunoiden keskimääräinen glykoalkaloidipitoisuus oli 82 mg/kg, kun vastaava luku tuontiperunoissa oli 61 mg
  - 4) Van Goghin, Nicolan ja Bintjen glykoalkaloidipitoisuudet jäivät alle keskitason
  - 5) Tällöin esitetty, että uusien lajikkeiden pitoisuuksien tulisi jäädä alle 100 mg/kg
  - 6) 100 mg/kg tavoitteen saavuttaminen saattaisi aiheuttaa ongelmia kotimaiselle tuotannolle

# Luken tutkimukset liittyen glykoalkaloideihin:

- Lukessa tutkittiin erilaisia solufuusioiden kautta tuotettuja hybridejä ja niiden glykoalkaloidikomponentteja
- Eri *Solanum*-lajien välisissä hybrideissä uusia yhdisteitä, joita ei ilmennyt alkuperäislajeissa
- Menetelmällä potentiaalia uusien bioaktiivisten yhdisteiden tuottamiseksi. Niiden rikastamisen kautta soluviljelmissä olisi mahdollisuus tuottaa esim. uusia lääkaineita
- Tutkittiin tärkkelysperunateollisuuden solunesteiden glykoalkaloideja (valtavat raaka-aine- ja tuotantomäärät mahdollisia)
- Tunisiassa tuotettujen perunoiden glykoalkaloidipitoisuudet tutkittiin (hankalat kasvuolot: kuumuus, kuivuus, maan suolapitoisuus)

# Suomessa voimassa kansallinen asetus glykoalkaloidien enimmäismääristä:

- [Maa- ja metsätalousministeriön asetus eräiden... 880/2016 - Sädökset alkuperäisinä - FINLEX®](#)
- Asetus tullut voimaan 24.10.2016, liittyy vieraiden aineiden enimmäismääriin:
  - sis. aflatoksiinista enimmäispitoisuuden
  - glykoalkaloidit (solaniiniglykosidit, kuten  $\alpha$ -solaniini ja  $\beta$ -kakoniini) 200 mg/kg)

Tätä ennen ollut voimassa Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus eräiden vieraiden aineiden enimmäismääristä elintarvikkeessa, 237/2002 (myös 200 mg/kg, syötävässä osassa).

Blomberg, K. & Hallikainen, A. 2000. Kotimaisten ja ulkomaisten perunoiden vieraat aineet; glykoalkaloidit, nitraatti ja raskasmetallit. Elintarvikevirasto, Tutkimuksia 3/2000. 25 s.

# EU:n komission monitorointi alkamassa glykoalkaloidien riskeihin ja pitoisuuksiin liittyen:

- **Helmikuussa 2022 glykoalkaloidien monitorointisuositus sai jäsenvaltioiden puollon pysyvässä komiteassa:**

Endorsement of a draft Commission Recommendation on the monitoring of the presence of glycoalkaloids in potatoes and potato-derived products (SANTE/10802/2021).

- EFSA:n lausunnossa (kerätyn tiedon perusteella) on mainittu perunan glykoalkaloideihin liittyvä terveysongelma. Niiden esiintymisestä on kuitenkin vielä paljon tiedon puutteita mm. jalostetuissa tuotteissa. Tämän suosituksen tarkoituksena on täyttää nämä puutteet mahdolliseen tulevaan sääntelyyn liittyen.
- Ehdotetaan hyväksyttäväksi perunan glykoalkaloidien monitorointisuositusta. Monitorointisuositus sisältää indikatiivisen arvon 100 mg/kg ( $\alpha$ -solaniinin ja  $\alpha$ -kaksiiniinin summa) perunalle ja perunatuotteille, sekä ohjeita ra'an perunan analysointiin. Monitorointisuositus ollaan lähiaikoina (2 kk -2 v.) julkistamassa.
- Monitoroinnilla pohjustetaan sitovia glykoalkaloidien enimmäismääriä, enimmäismäärät voidaan asettaa vain riittävän datan perusteella.

# Monitoroinnin toteuttaminen jäsenvaltioissa:

- Vaatii monitorointitutkimusten aloittamisen
- Monitorointisuositus sisältää indikatiivisen arvon 100 mg/kg ( $\alpha$ -solaniinin ja  $\alpha$ -kakoniinin summa) perunalle
- Suomessa asian selvittämistä on koordinoimassa Ruokavirasto
- Ruokavirasto on huhtikuussa yhteydessä kunnallisiin valvontaverkostoihin ja tiedottamassa asiasta
- Ruokavirasto kerää perunanäytteitä kesällä 2022 ja tekee glykoalkaloidianalyysit
- Monitorointisuositus koskee sekä viranomaisia että toimijoita, ja molempien pitoisuustutkimukset ovat enimmäismääräkeskustelussa samanarvoisia. Eriyisen tärkeää on saada pitoisuustiedot EFSA:n tietokantaan.
- Uutta EFSA:n riskinarviointia ei ole luvassa, monitoroinnista mennään suoraan ML (maximum level)-asettamiseen

# Lainsäädännön etenemisprosessi EU:ssa

- EU-asetusta varten tarvitaan päätös asetetusta sitovasta vierasaineen (glykoalkaloidien) enimmäismäärästä
- Komission vierasainetyöryhmä valmistelee kyseisen asetusehdotuksen
- Asetusehdotus menee pysyvän komitean kokoukseen äänestykseen (tapahtuu virkamiestasolla)
- Tämän jälkeen on vielä parlamentin ja neuvoston ns. tarkastelujakso (3kk)
- Jos tarkastelujaksolla poliitikot eivät asetusta tyrmää, tulee julkaisu EU:n virallisessa lehdessä ja asetukset astuu koko EU:ssa voimaan



## Lisätietoja glykoalkaloidien monitorointitutkimukseen ja lainsäädännön etenemiseen liittyen:

---

- Elina Pahkala, Johtava asiantuntija, Elintarviketurvallisuusyksikkö MMM
  - Terhi Virtanen, Asiamies, Elintarviketeollisuusliitto ry
  - Minna Anthoni, Ylitarkastaja, Ruokavirasto
- 
- **KIITOS MIELENKIINNOSTANNE!**