

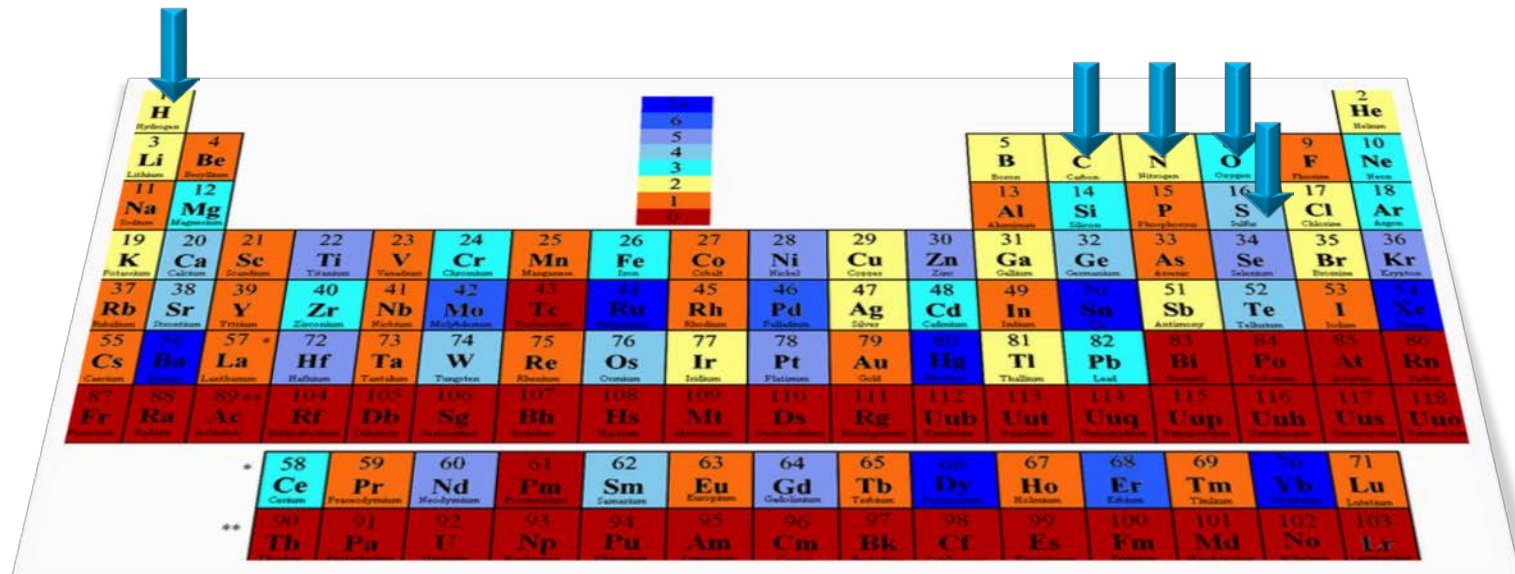
Vakaiden isotooppien käytön periaatteet ravitsemustutkimuksessa

Mikko Kiljunen
Raisio 21.4.2015



Mitä ovat vakaat isotoopit?

- Alkuaineen isotoopit ovat atomeja, joissa on sama määrä protoneja, mutta eri määrä neutroneja → massa vaihtelee
- **'Radioisotoopit'** (^{14}C) hajoavat lähettäen säteilyä
- **Vakaat isotoopit** (^{12}C and ^{13}C) eivät hajoa, koska neutronien ja protonien yhdistelmä on pysyvä.



Mikä on δ -arvo

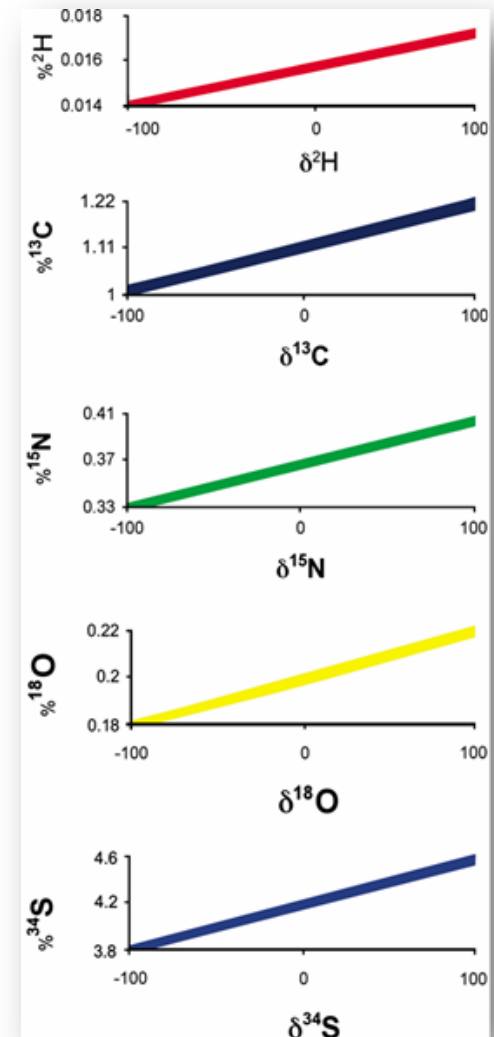
| alkuaine | Mitattu suhde (R) | % raskas | % kevyt | Kansainvälinen standardi | R, kansainvälinen standardi | δ arvo |
|----------|-------------------------------|----------|---------|---|-----------------------------|--------------------------------|
| vety | $^2\text{H}/^1\text{H}$ | 0.015 | 99.985 | Vienna Standard Mean Ocean Water (VSMOW) | 0.00015575 | $\delta \text{ D}$ |
| | $^2\text{H}/^1\text{H}$ | | | Standard Light Antarctic Precipitation (SLAP) | 0.000089089 | |
| hiili | $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ | 1.11 | 98.89 | Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB) | 0.0112372 | $\delta \text{ }^{13}\text{C}$ |
| typpi | $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ | 0.37 | 99.63 | Air | 0.003676 | $\delta \text{ }^{15}\text{N}$ |
| happi | $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ | 0.204 | 99.759 | Vienna Standard Mean Ocean Water (VSMOW) | 0.0020052 | $\delta \text{ }^{18}\text{O}$ |
| | $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ | | | Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB) | 0.0020672 | |
| rikki | $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ | | | Standard Light Antarctic Precipitation (SLAP) | 0.0018939 | |
| | $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ | 4.22 | 95.00 | Canyon Diablo Troilite (CDT) | 0.045005 | $\delta \text{ }^{34}\text{S}$ |

Mitattavan näytteen ja standardin erot ovat hyvin pieniä
 → ero ilmoitetaan promille-yksikköinä (‰), δ -arvona

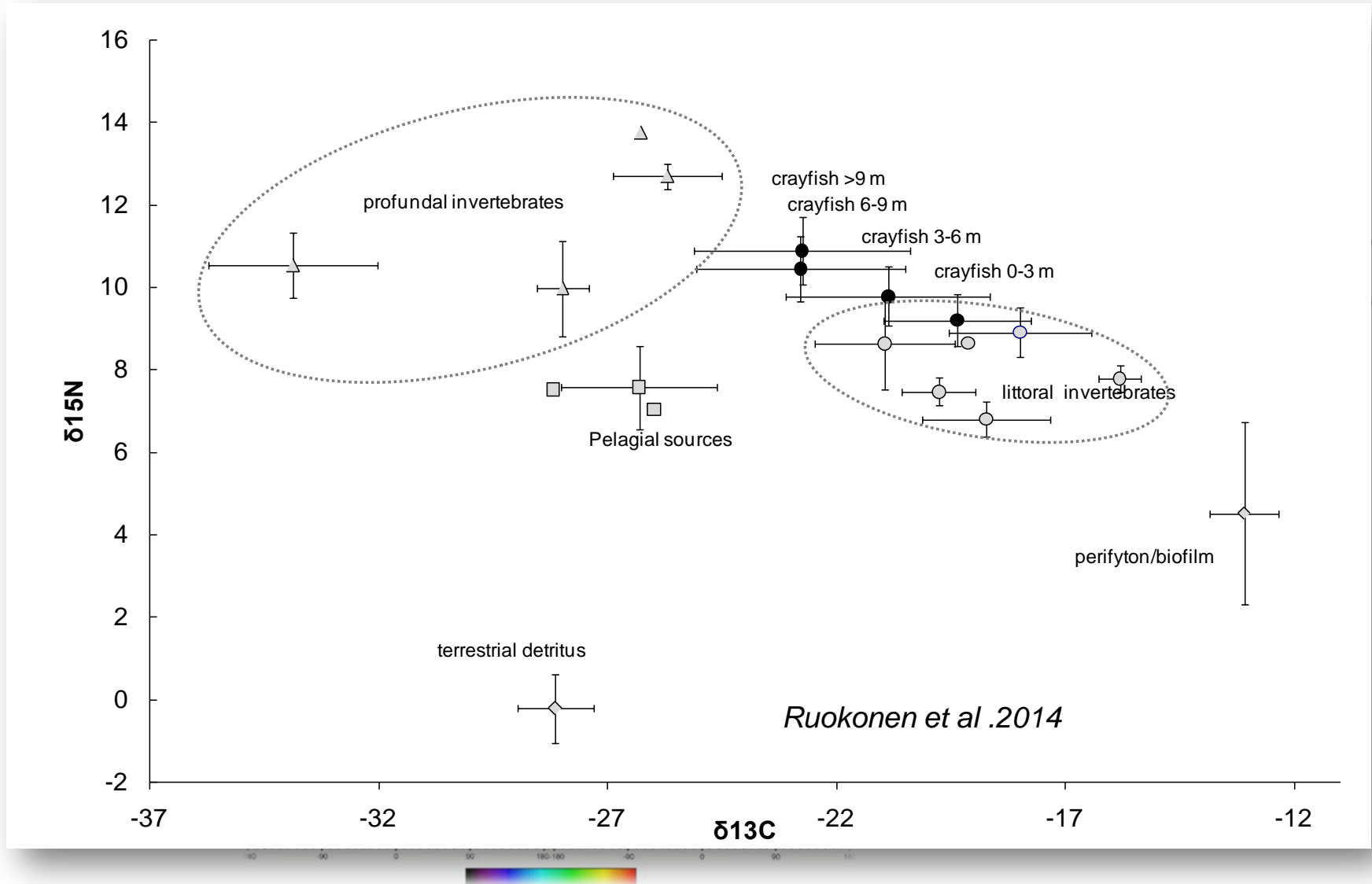
$$\delta^{13}\text{C}_{\text{näyte}} = \left\{ \left(\frac{^{13}\text{C}/^{12}\text{C}_{\text{näyte}}}{^{13}\text{C}/^{12}\text{C}_{\text{standardi}}} \right) - 1 \right\} \times 1000$$

Näyte jolla $R >$ standardi R saa **positiivisen delta** arvon
 (rikastunut, enriched)

Näyte jolla $R <$ standardi R saa **negatiivisen delta** arvon
 (köyhtynyt, depleted)



Isotooppikoostumus luonnossa



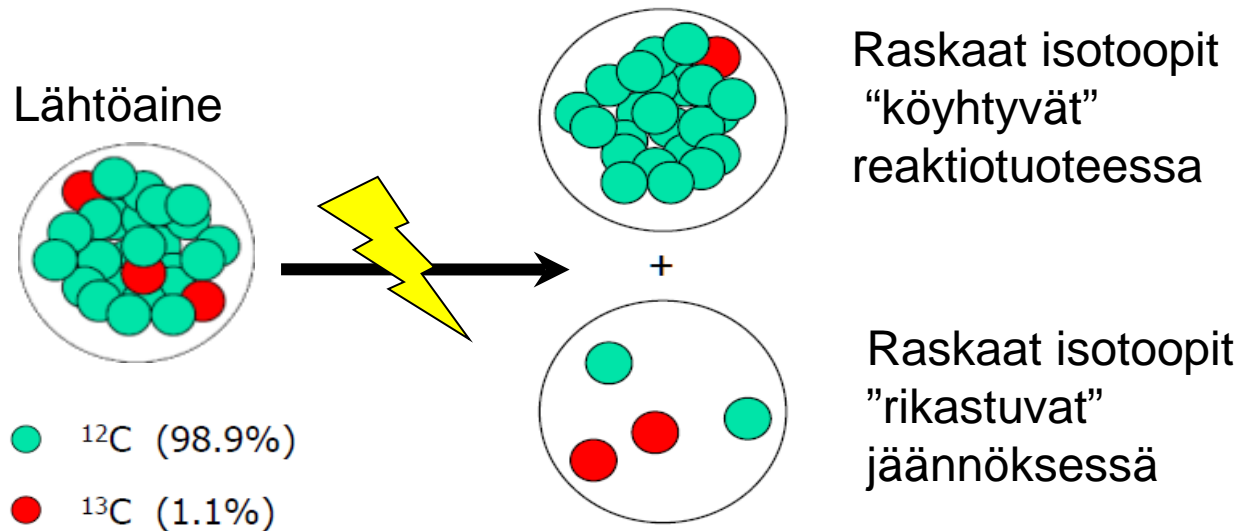
Vakaiden isotooppien "fraktinaatio"

Tasapainoreaktiot

- Reaktionopeus sama molempiin suuntiin, esimerkiksi CO₂ vaihto merien ja ilmakehän välillä

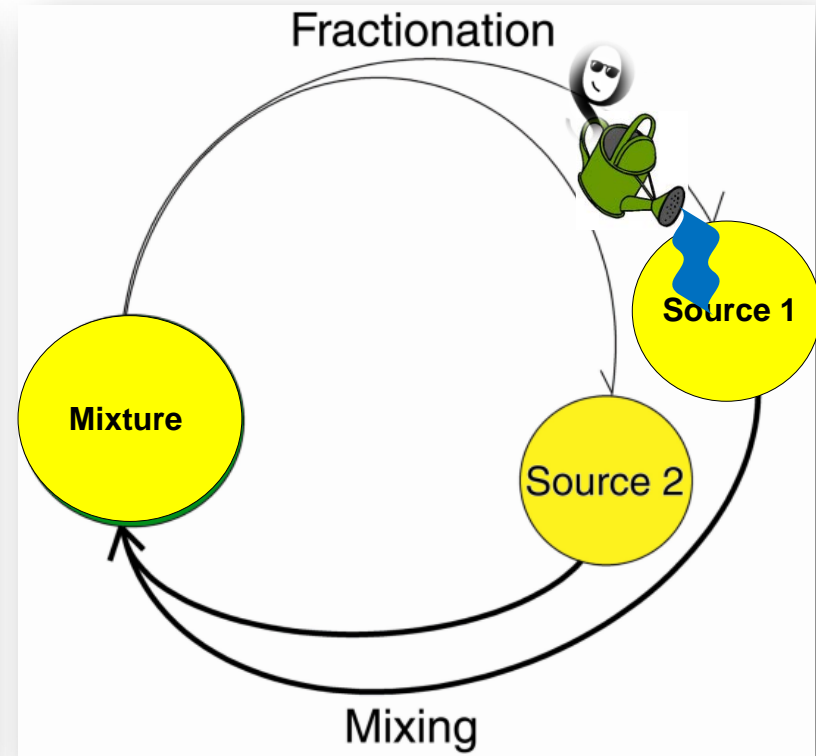
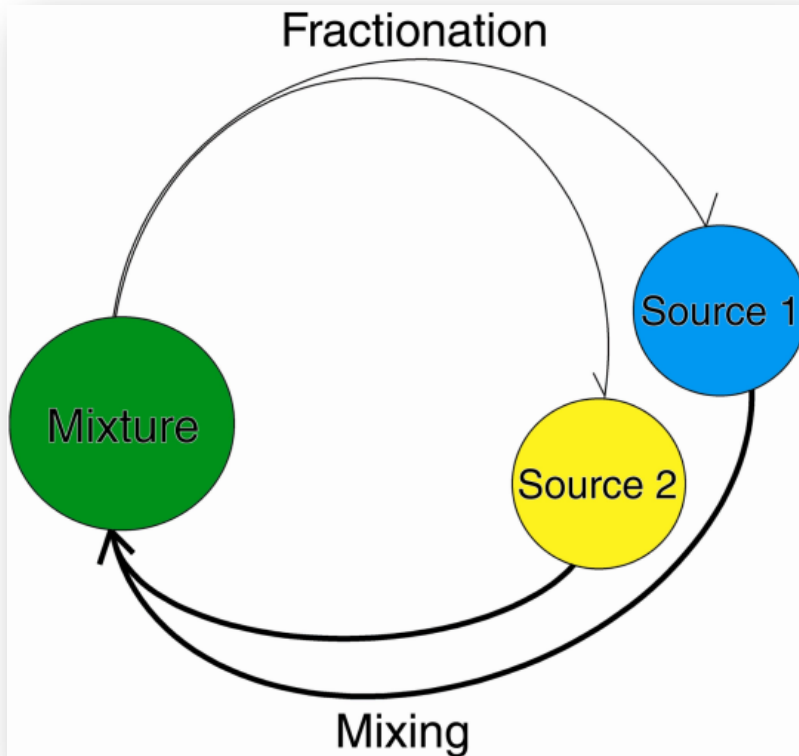
Kineettiset reaktiot

- Systemi ei ole tasapainotilassa, jolloin reaktiotuotteet erottuvat fyysisesti lähtöaineista, biologiset prosessit



Isotooppien sekoittuminen (mixing)

- Isotoopit sekoittuvat kun kaksi tai useampia lähtöaineita yhdistyvät
- Malleilla voidaan arvioida lähtöaineisen osuutta seoksessa esim. ravintokohteiden osuutta kuluttajan kudoksesta
 - **Lähtöaineilla pitää olla erilaiset isotooppikoostumukset!!!**



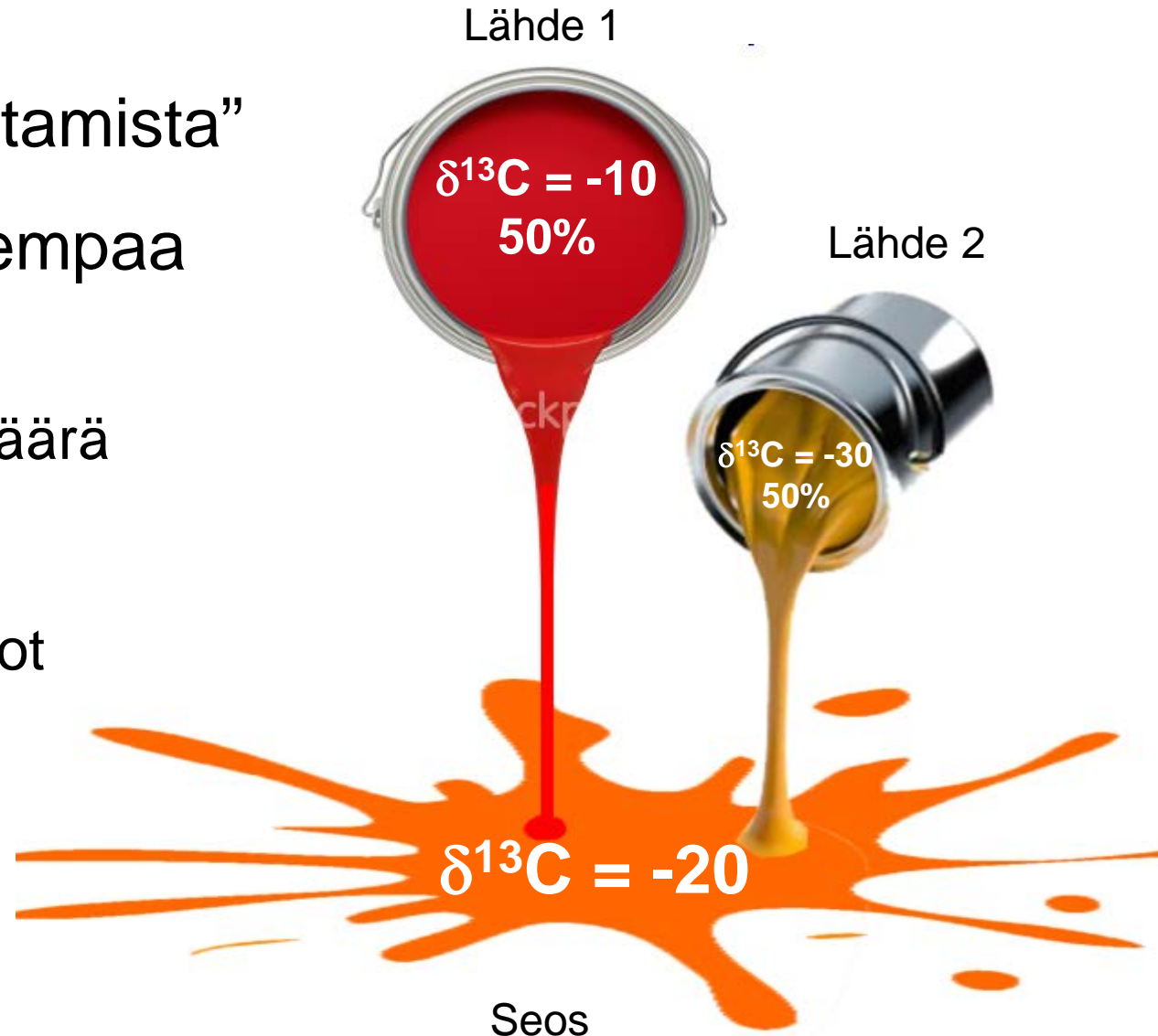
Menetelmää käytetty paljon ekologiassa

1. Ravintoketjutason mittaaminen
 - Perustuu $\delta^{15}\text{N}$ rikastumiseen ravintoketjussa
2. Ravinto-osuuksien laskeminen (mixing models)
 - Kuluttaja kudoksen isotooppikoostumus (seos) kuvaa ravinnon koostumusta (lähteet) “You are what you eat”(DeNiro & Epstein 1978)
 - useiden ravintokohteiden **osuus** kuluttajan ravinnosta voidaan arvioida (assimiloitu ravinto)
3. Vaellusmarkkerit
 - Perustuu isotooppi arvojen maantieteelliseen vaihteluun

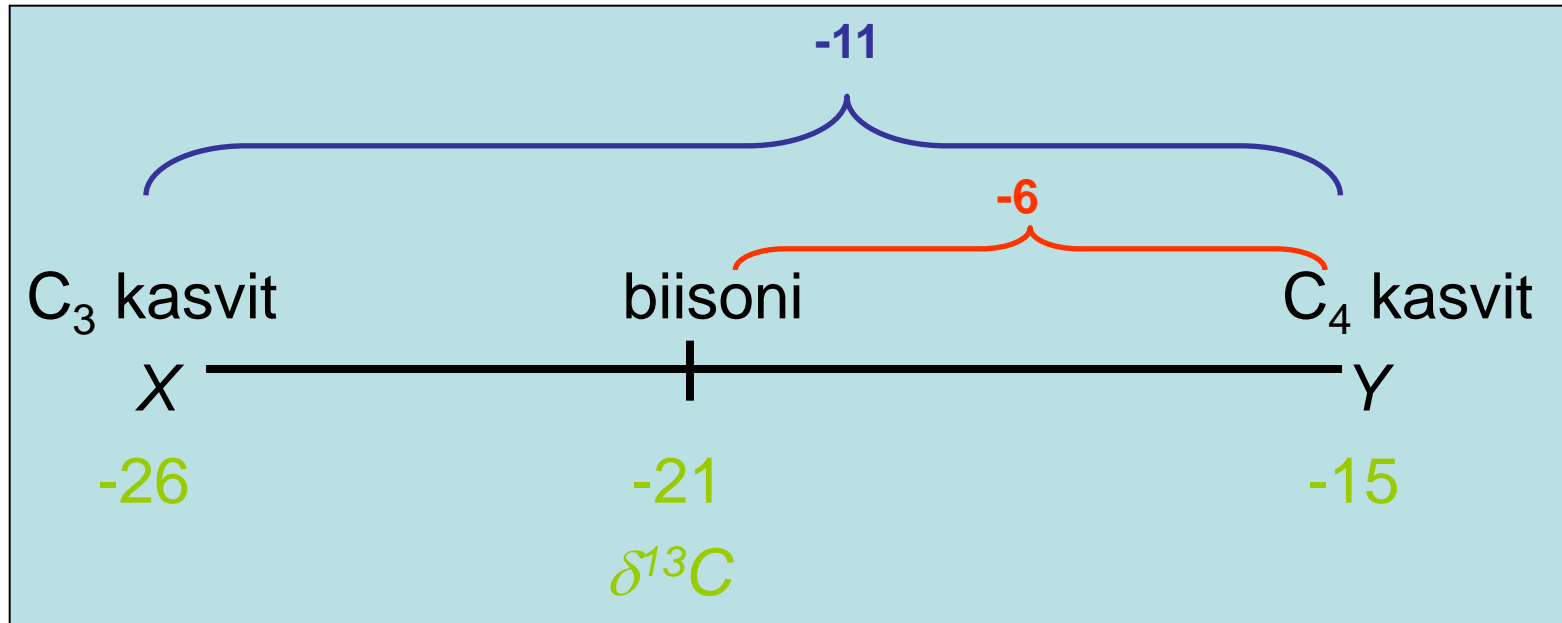
KÄYTTÖ RAVITSEMUSTUTKIMUKSESSA VÄHÄISTÄ??!!

Mallintaminen (Mixing models)

- “värien sekoittamista”
- Monimutkaisempaa käytännössä
 - Lähteiden määrä
 - Fraktinaatio
 - Lähteiden erot



Yksinkertainen malli



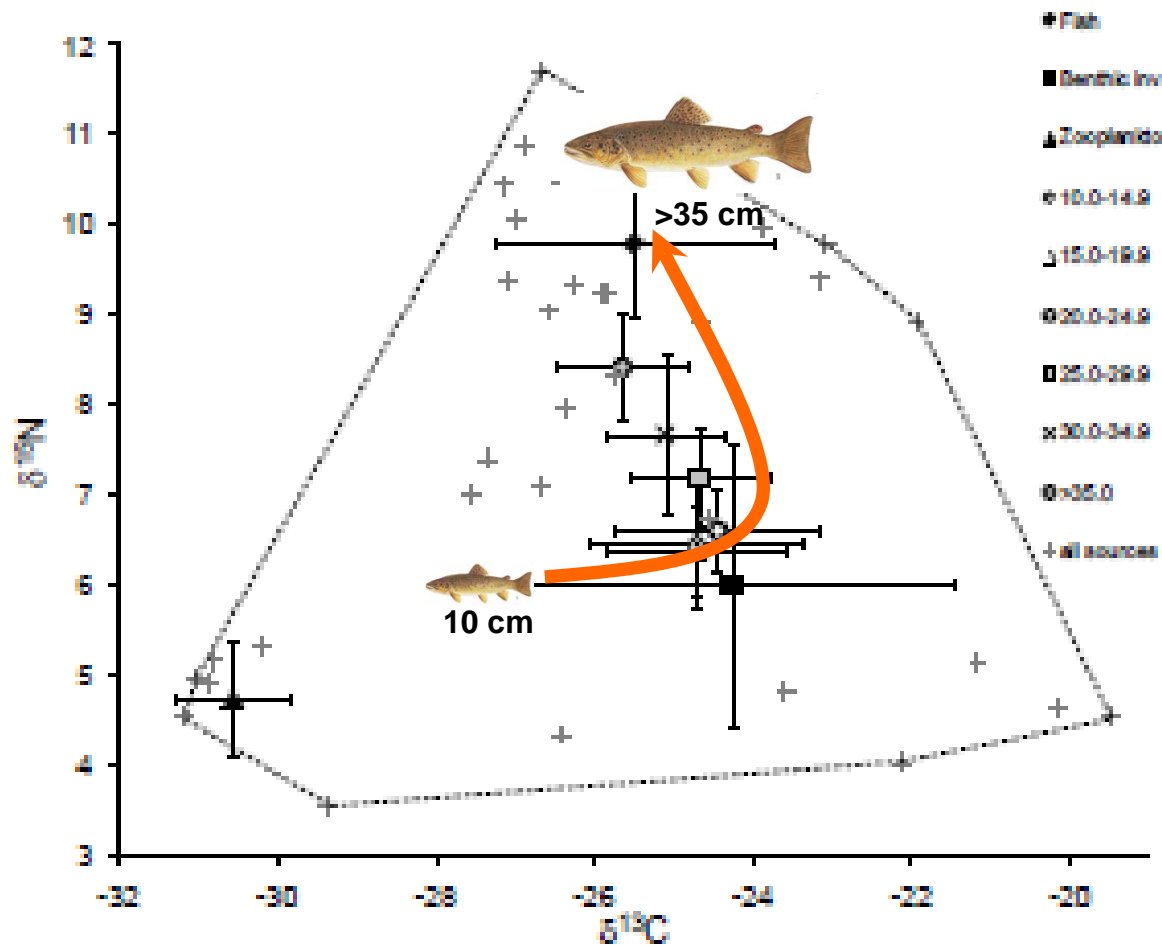
$$f_X = (-6 / -11)$$

$$f_Y = 1 - f_X$$

$$f_X = 0.54, f_Y = 0.46$$

- Biisonit assimiloivat 54% C₃ and 46% C₄ kasveja

Esimerkki luonnosta



Taimenen ravinto:



Eläinplankton

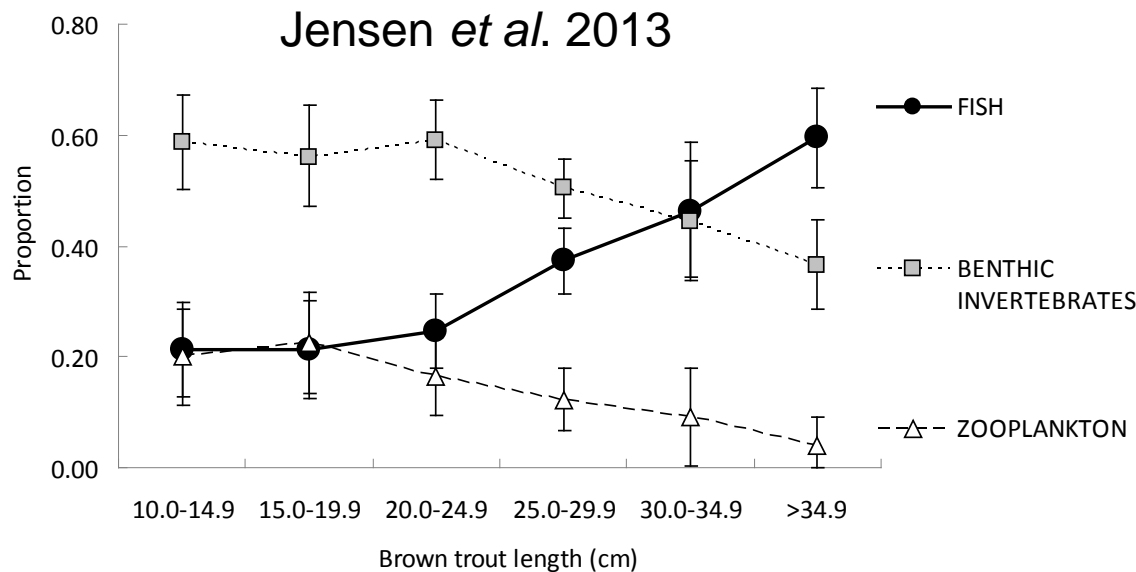


Selkärangaiset



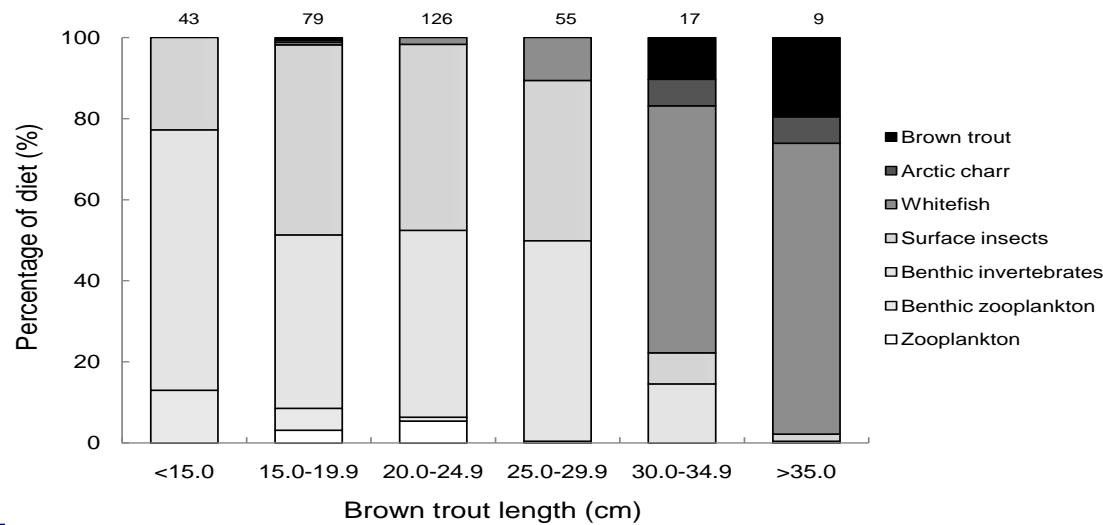
Kalat

Isotoopit kuvaavat assimilaatiota



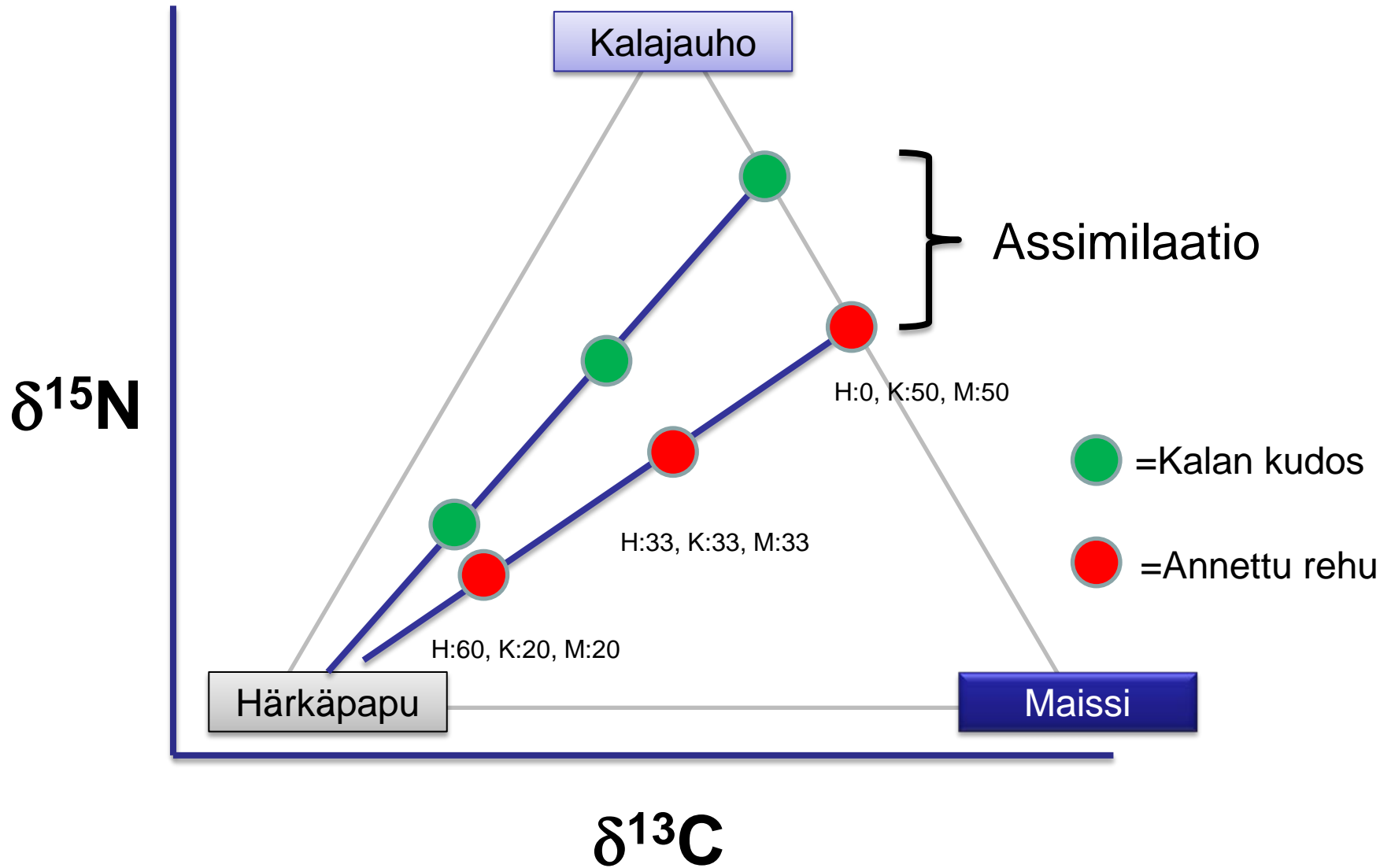
Isotooppitulokset
 -assimilaatio
 -pitkän ajan KA

VS.



Vatsa-analyysi
 -Ravinnonotto
 -"Snap shot"

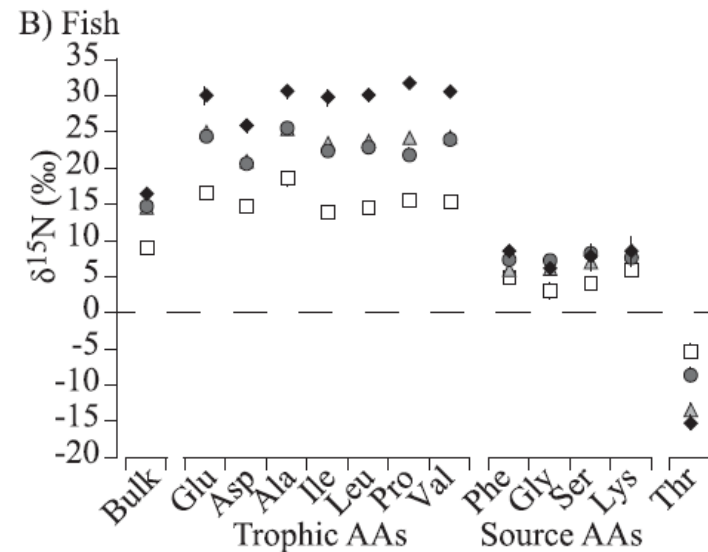
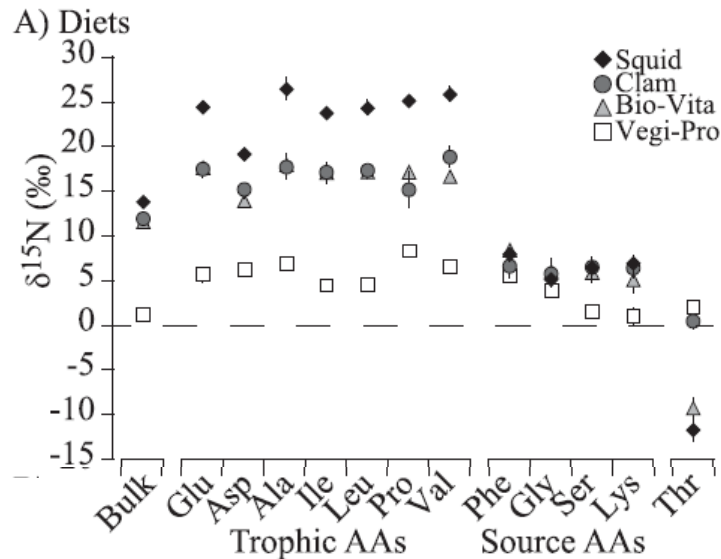
Sovellettavuus ravitsemustutkimukseen



Uusia menetelmiä

Amino- ja rasvahappojen isotooppianalytiikka

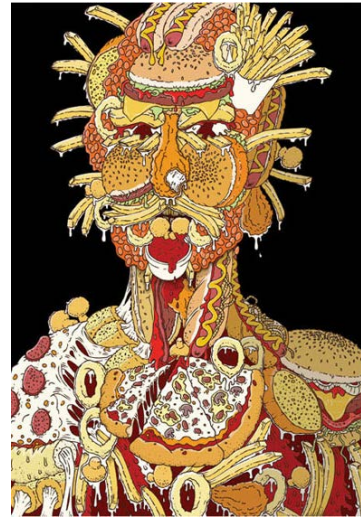
- Voidaan estimoida **yksittäisten** AH ja RH käyttöä
- Vaatii vielä perustutkimusta lähteiden eroista
- Vielä varsin kallista



**“You are what you eat”
(DeNiro & Epstein 1978)**



Giuseppe Arcimboldo
(1591)



Andy Council
(2007)

KIITOS !