

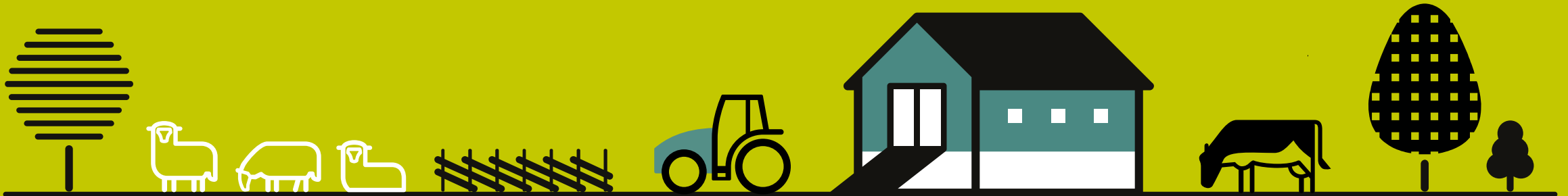


NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

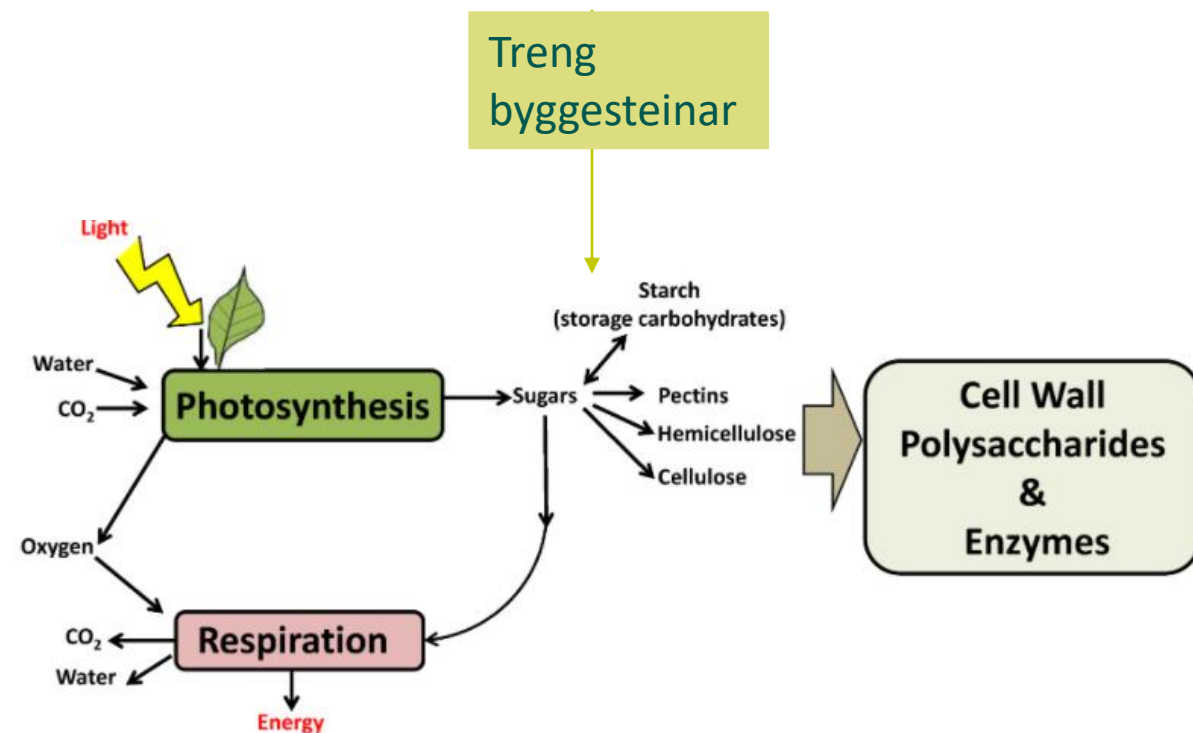
Næringsstoff og fruktkvalitet

Ingunn Øvsthus, Smartfrukt, 10.april 2024



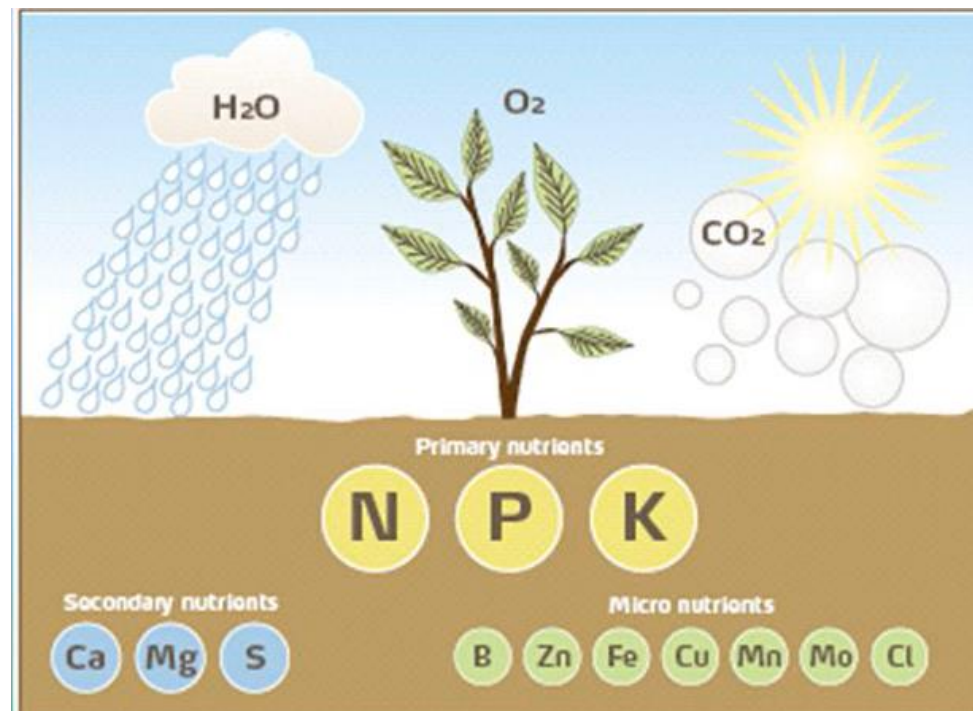
Generelt om næringsstoff

- Innhold av næringsstoff er avgjerande for avling og kvalitet
- Metabolske prosessar og energi
- Epletrea treng næringsstoff til å bygge opp biokjemiske komponentar eller som energikjelde
- Dei finst mest av byggesteinane C, H og O
- Essensielle makronæringstoff (som er viktig for fruktkvalitet): **N, P, K, Ca, Mg, B** + mikronæringsstoff



Kva trong for næring har epletre?

- Frukttre har lite næringstrong samanlikna med grønnsaker.
 - eple inneheld lite mineral
 - mineral i bladverket blir liggande att i felt.
- Dersom ein haustar 2 tonn eple / år og dekar vil me fjerne: 2.7 kg N, 0.4 kg P, 3.9kg K, 2.5 kg Ca og 0.4 kg Mg med epla
- I tillegg treng epletrea næringsstoff til tilvekst, røter, stammer, greiner, greiner som er skjert vekk, næringsstoff som bind seg til ugras eller vert vaska ut av frukthagen → me må tilføra meir næring enn det me fjernar med avling
- Ubalanse i næringsforsyninga kan føre dårlegare kvalitetsegenskapar, dårlegare lagringskapasitet, mangelsjukdomar, fysiologiske skadar og patogene skadar

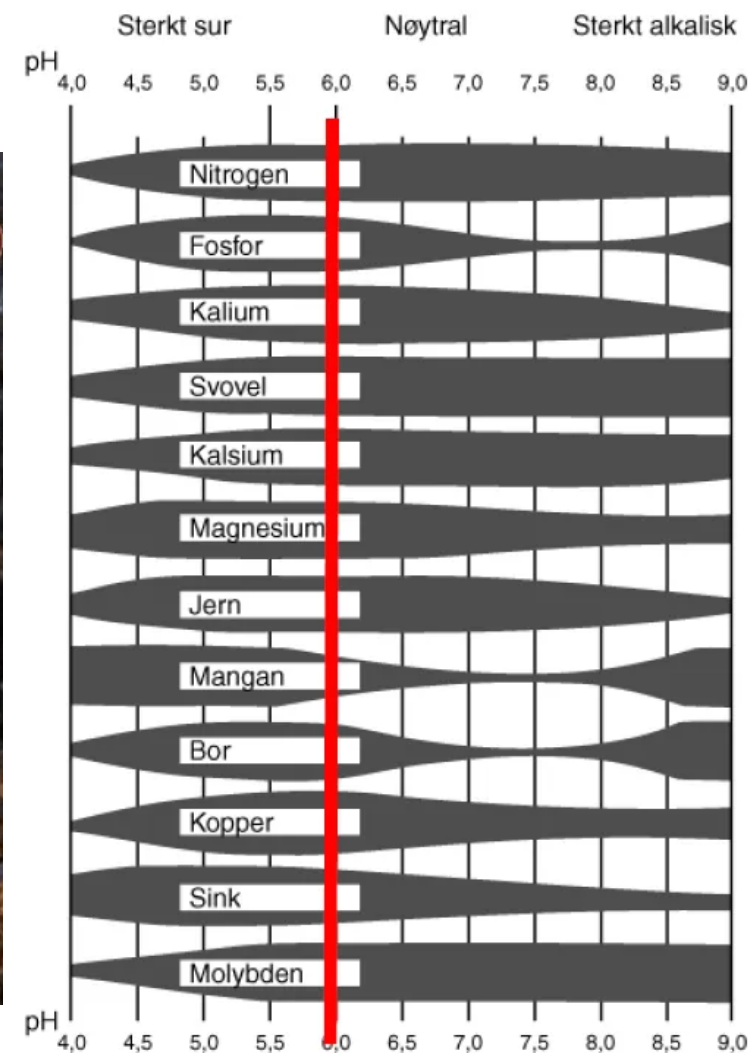
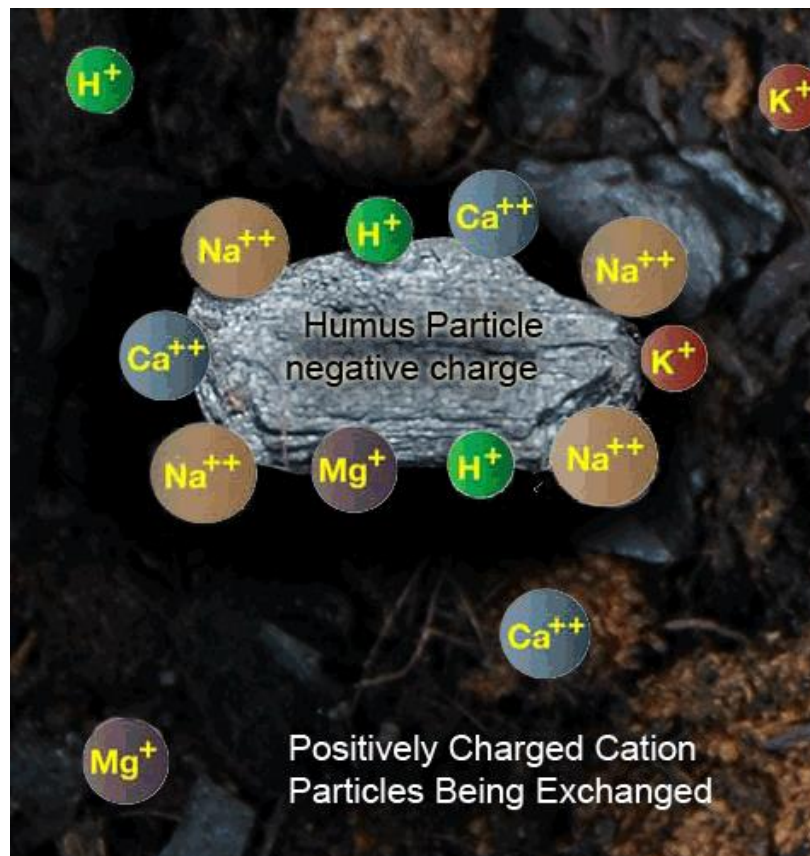


Tabell 5. Gjødselelormer for N, P og K i eple:

	Nitrogen	Fosfor	Kalium
Småfrukta	5,5 – 7,5	2	8-10
Storfrukta	4,5 – 6,5	2	3,5-10

Prosessar i jord

- Jorda består av store mengder næringsstoff som er nødvendig for vekst og utvikling av fruktreet
- Planterøtene er viktig for opptak av næring
- Plantene tek opp næringsstoff som ion (passivt eller aktivt): kation (NH_4^+ , Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} eller anion (NO_3^- , PO_4^{3-})
- pH er avgjerande for plantetilgjengelegheita
- Frigjevingsprosessen går for seint eller næringsstoffa er for tung tilgjengeleg i høve til fruktrea sine næringsbehov → Det er nødvendig å gjødsla med N, P, K, Ca og Mg +++



Nitrogen og plantefysiologi

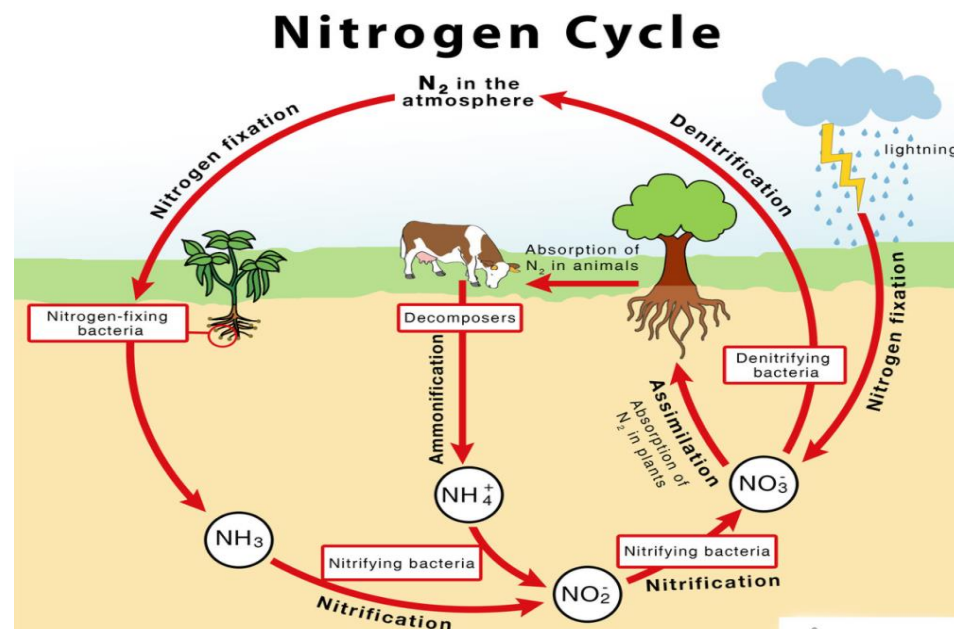
- Viktig for fotosyntesen.
- Nitrogen er essensiell for oppbygging av aminosyrer, protein, nukleinsyrer, energikjemiske bindingar (ATP og NADP)
- Viktig for celledeling og vekst av unge plantedelar (knoppar, bløming, blad)
- Plantene tek opp nitrogen for ion: nitrate (NO_3^-) eller ammonium (NH_4^+)

Mangel

- Epletre med N mangel er lysegrøne/gule
- jamn farge og små blad
- sidan N er mobil → ser ein mangel fyrst på gamle blad
- Tideleg bladfall om hausten
- stort fruktfall i juni

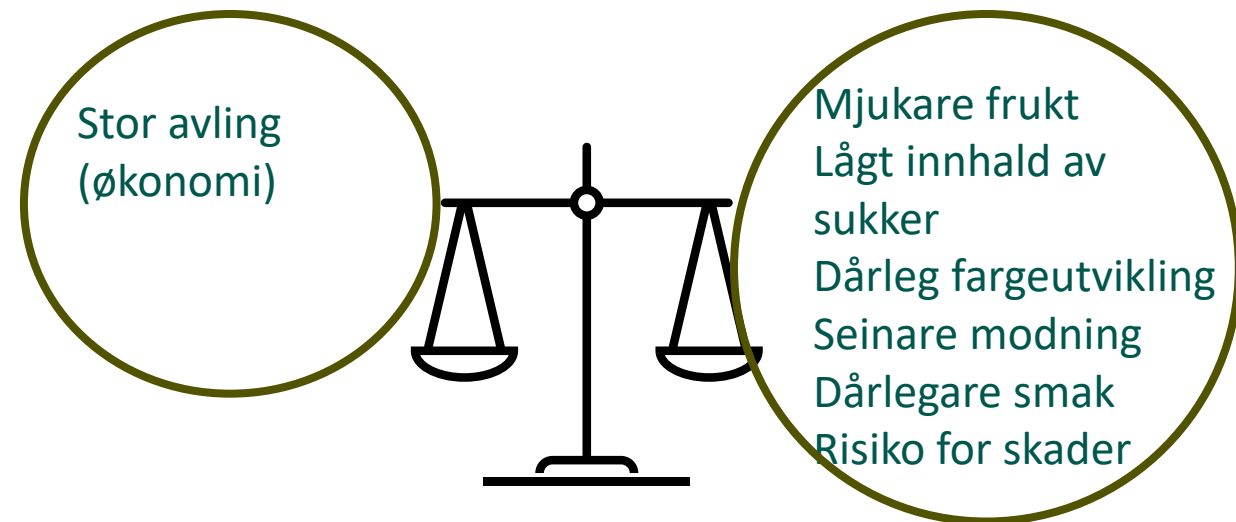
overskot

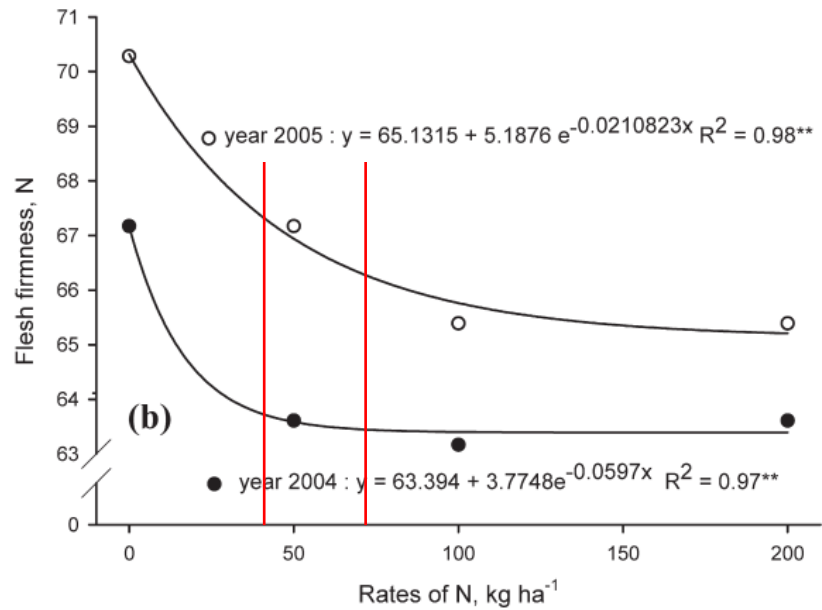
- Mindre hardføre tre.
- Store og mørkegrønne blad som heng på trea utover hausten.



Nitrogen og fruktkvalitet

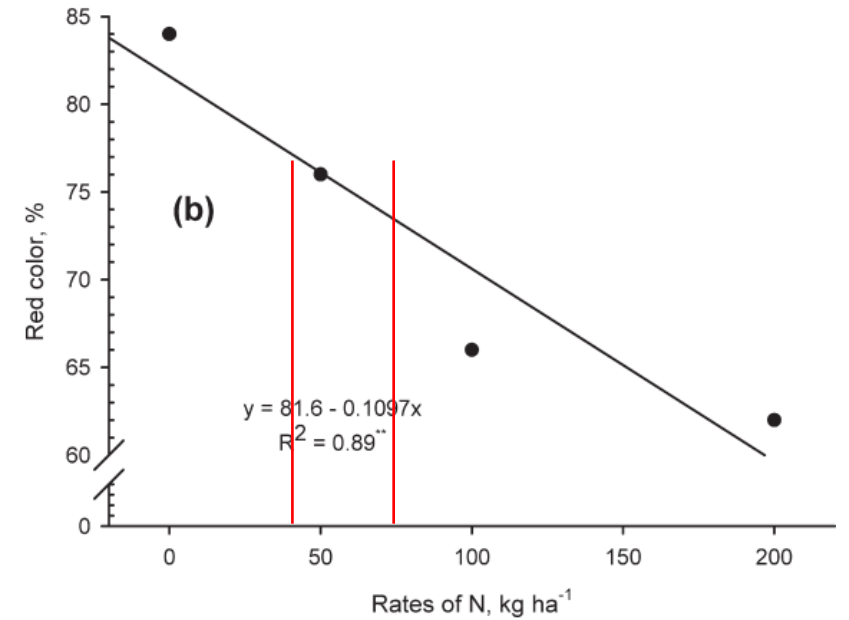
- Avgjerande for avling og kvalitet
- Stimulerer vekst, avling og eplestorleik → konkurrerer om utvikling av frukt, mykje bladverk skygger for frukt
- Overskot av N: stor avling, men reduksjon av fruktkvalitet og lagringsevne
- N-mangel: små frukt, tidleg modning og mykje dekkfarge
- Lagringsevne til eple har nær samanheng med N/Ca høvet:
 - Høgt N/Ca høve gjev dårleg lagringsevne





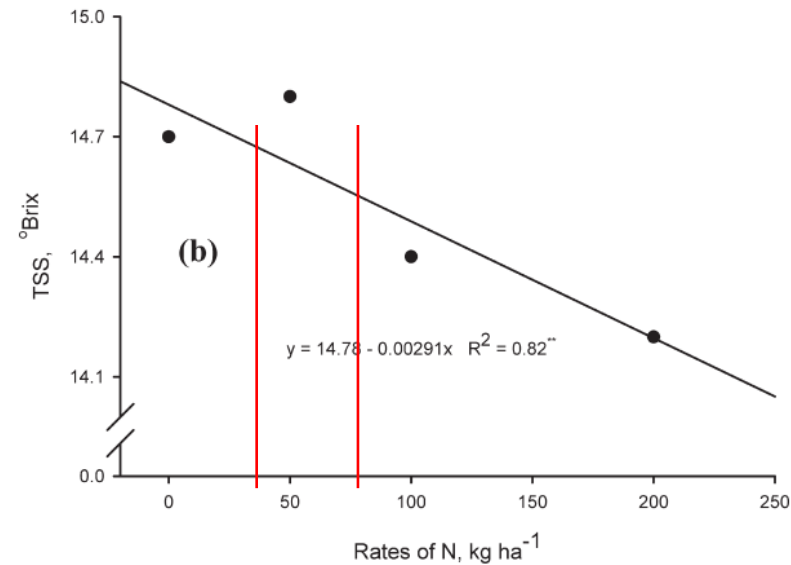
Innhald av sukker var negativt korrelert med N-gjødsling

Innhaldet av syre vart ikkje påverka av N-gjødsling



Fastleiken vart redusert (eksponentielt) ved aukande mengde N-gjødsling

Dårlegare fargeutvikling med aukande N-gjødsling



Kalium og plantefysiologi

- Spelar ei rolle for det osmotisk potensiale og deltek i enzym reaksjonar
- K er mobil i planten, og finst som K^+ -ion (det kationet det er mest av i planter: 2-10% av tørrstoffet)



Potassium deficiency: burning of leaf margins (W. Styles).

- Gule bladkanter, og bronsefarga ved alvorlig K mangel.
- Brune parti viser seg også i nervnene på blada.
- Ein ser mangel fyrst på eldre blad (K er mobilt)

Kalium og fruktkvalitet

- Kalium er viktig for smakskvaliten på eple
- Positivt korrelert med raud dekkfarge
- Utanlandsk forsøk med Fuji eple syner mindre faste eple, meir sukker og syre med aukande mengde Kalium (Nava et al 2008)

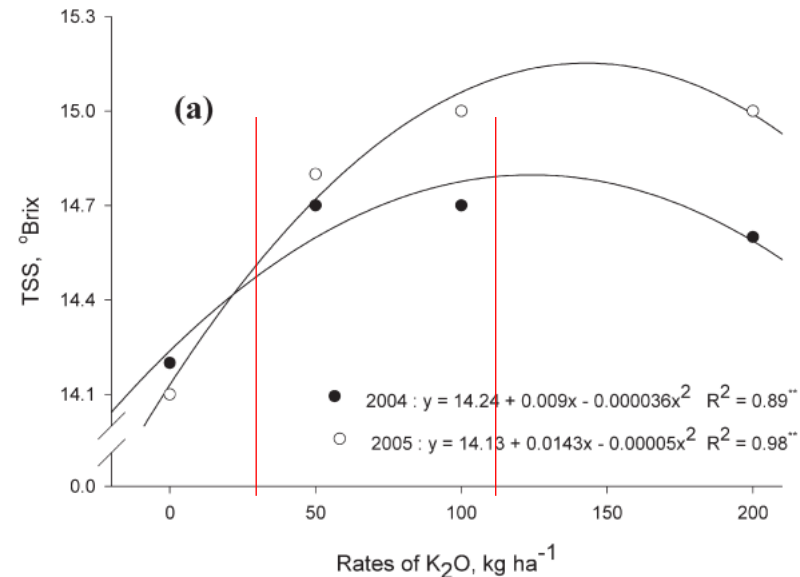
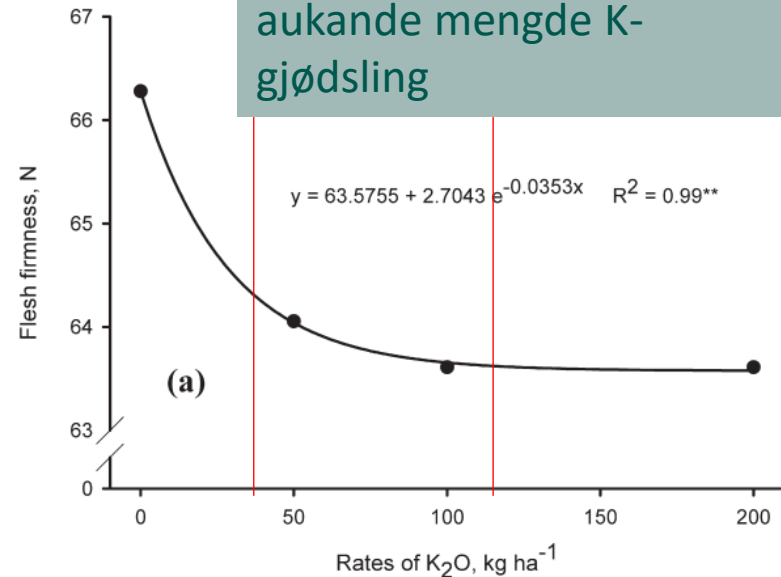
Overskot:

- Negativ korrelert med fastleik
- Hindra opptak av Ca
- Risiko for fysiologiske patogene skader

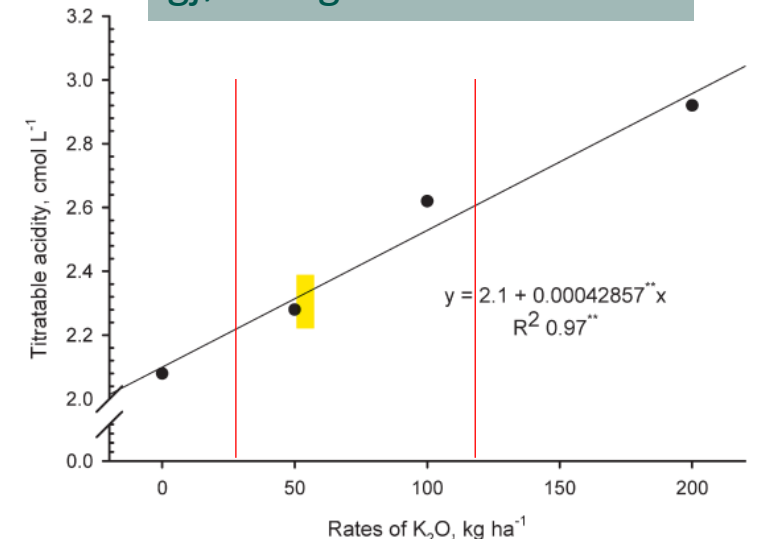
Mangel:

- Redusert fotosyntese aktivitet
- Redusert sukker og syre
- Små eple
- Tjukt skal
- Auka opptak av Ca og Mg

Fastleiken vart redusert (eksponensielt) ved aukande mengde K-gjødsling

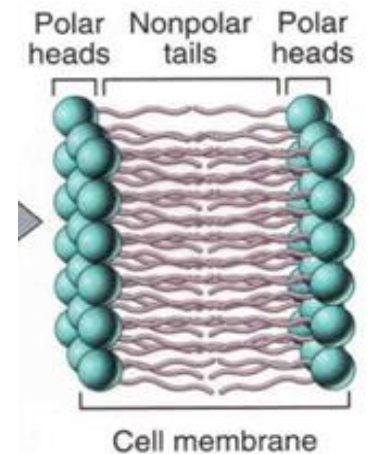
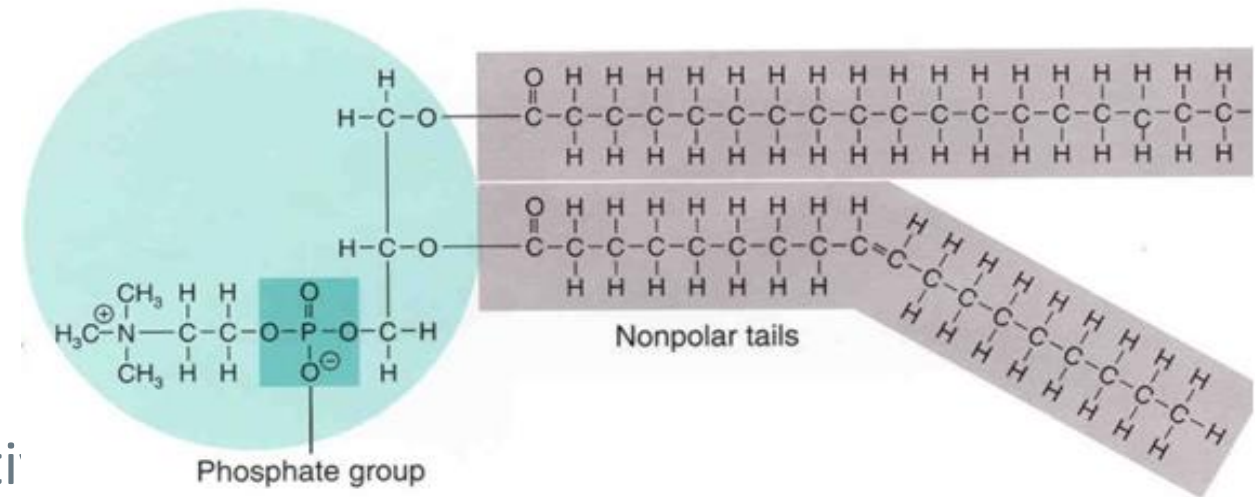


Sukker og syre auka med aukande mengde K-gjødsling



Fosfor og plantefysiologi

- Fosfor er involvert i energioverføringa i cellene (ATP) , oppbygging av cellemembranen (fosfolipid) og i arvestoffet (DNA)
- Plantene tek opp P som ortofosfat (reakti P; $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$)
- Tilgjengelegheita er avhengig av pH (pH 5-7). Ved låg eller høg pH kan P binde seg til Kation i jorda (Al^{3+} , Ca^{2+} og Fe^{3+}).
- Mikrobiologisk aktivitet i jorda kan binde P til organisk form som ikkje planten kan få tak i



Fosfor og fruktkvalitet

- P påvirkar:

- Avling
- Fastleiken
- Bløming
- Lagringevne
- Forekomst av glaseple og bruning
- Antioksidantar
- skade ved låg temperatur

Table 4. Incidence of water core at harvest for apple cultivars [Ambrosia (A), Cameo (C), Fuji (F), Gala (G) and Silken (S)] as affected by fertigation of 20 g phosphorus (P) as ammonium polyphosphate (+P) or not (-P) immediately after bloom, 2001 to 2003.

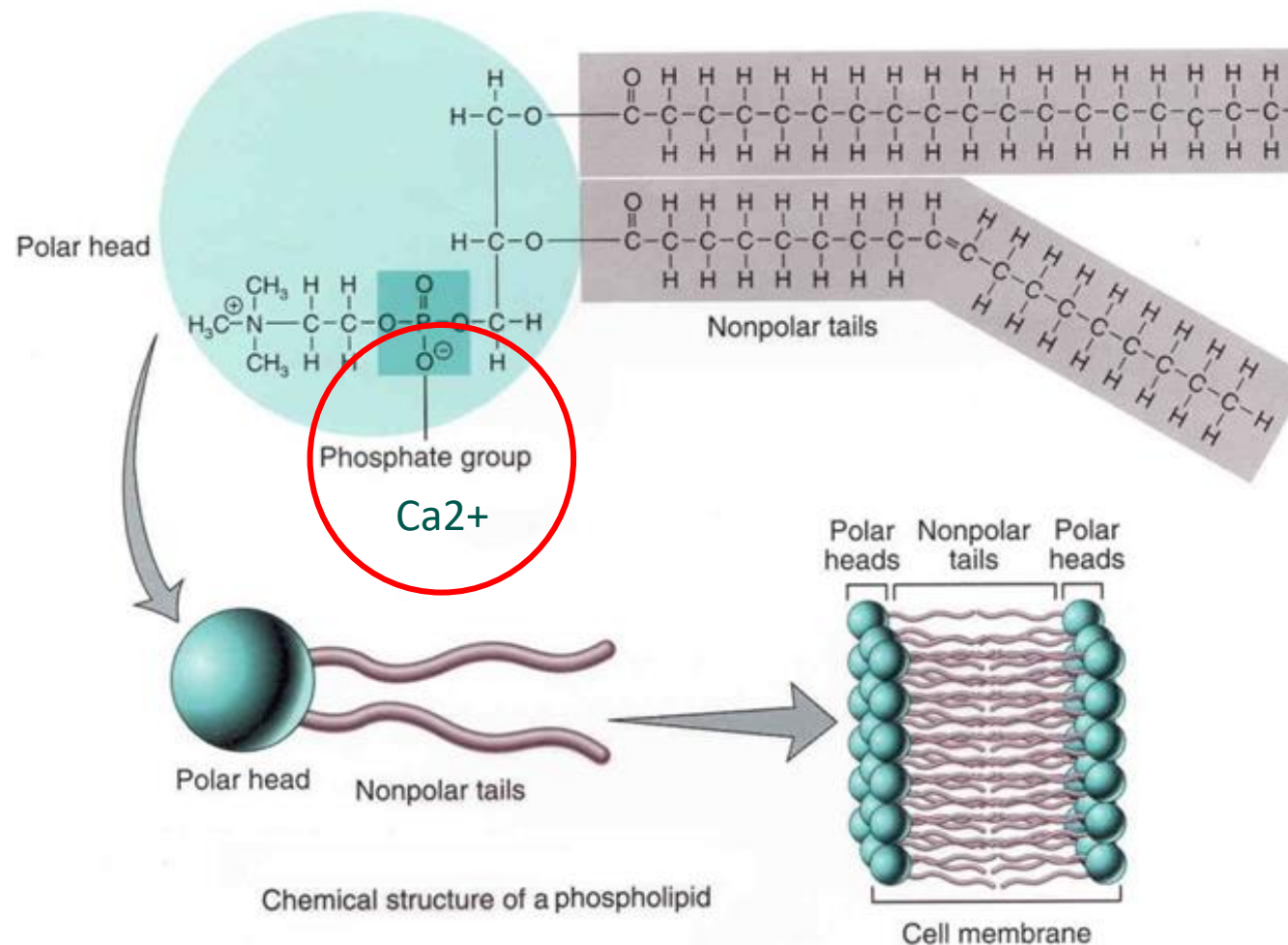
Treatment cultivar	Proportion of apple fruit affected by water core			
	2001 ^a		2002	2003
	F	S	All	All
+P	0.62	0.00	0.22	0.27
-P	0.88	0.16	0.29	0.29
Significance	***	*	*	NS

Neilsen et al-2008



Kalsium og plantefysiologi

- Kalsium er eit næringsstoff er viktig for **vekst** og **utvikling** av planter
- **Celledeling og cellestreking**
- Stabilisering av **cellevegger** (bind seg til pektin)
- Stabiliserer **cellemembranen**
- Kalsium spelar ein viktig rolle for å **aktivere enzym** (hindrar enzymatisk nedbryting)



Kalsium og fruktkvalitet

- Kalsiummangel har vore forska på i 100 år!
- I frukthagen ser me kalsium mangel på ungt bladverk (krølling av bladverket og nekrose) og dårleg rotvekst
- Lite Ca → mjukare frukt, dårleg grunnfarge og lagringsevne
- Mykje Ca → seinkar modninga: redusert respirasjon og etylenproduksjon
- Fysiologiske skadar
 - Prikksjuke
 - Alderssamanbrot
 - Glaseple
 - sprekking
- Patogene skader



Prikksjuka og mineralinnhald

- 750 eple av sorten «Fuji» hausta og lagra i 150 dagar ved 0°C + 10 dagar haldbarheitstesting (20°C)
- Samanlikning av næringsinnhald i eple med og utan prikksjuka

I frukthage 1 hadde 5,6% av epla prikksjuka og 3,6% i frukthage 2.

Tilsvarende N nivå for eple med og utan prikksjuka for begge frukthagar

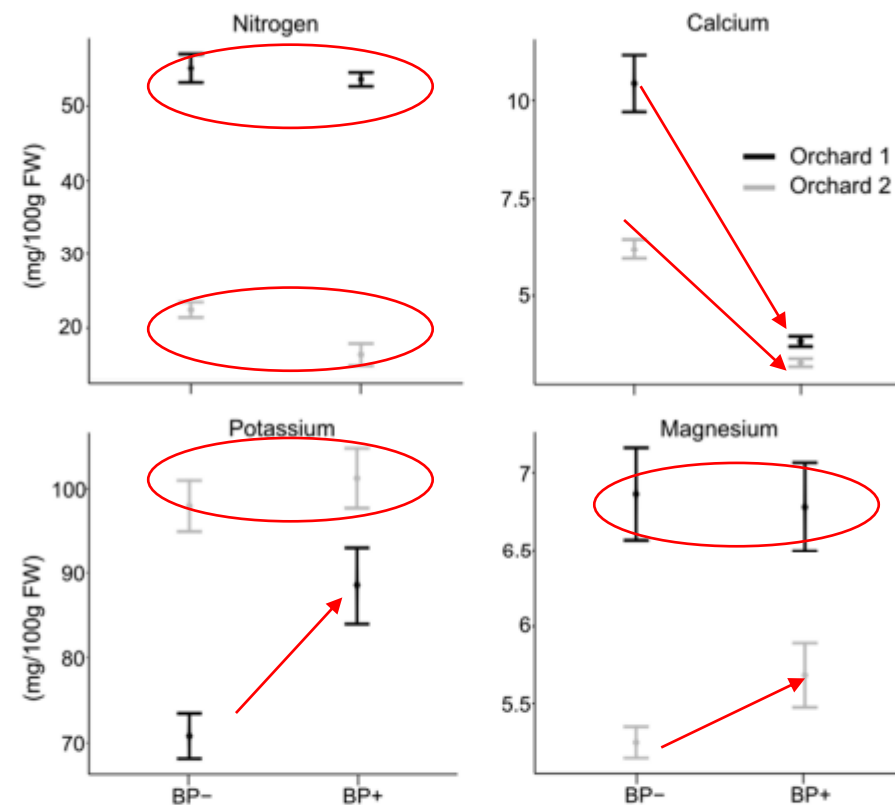


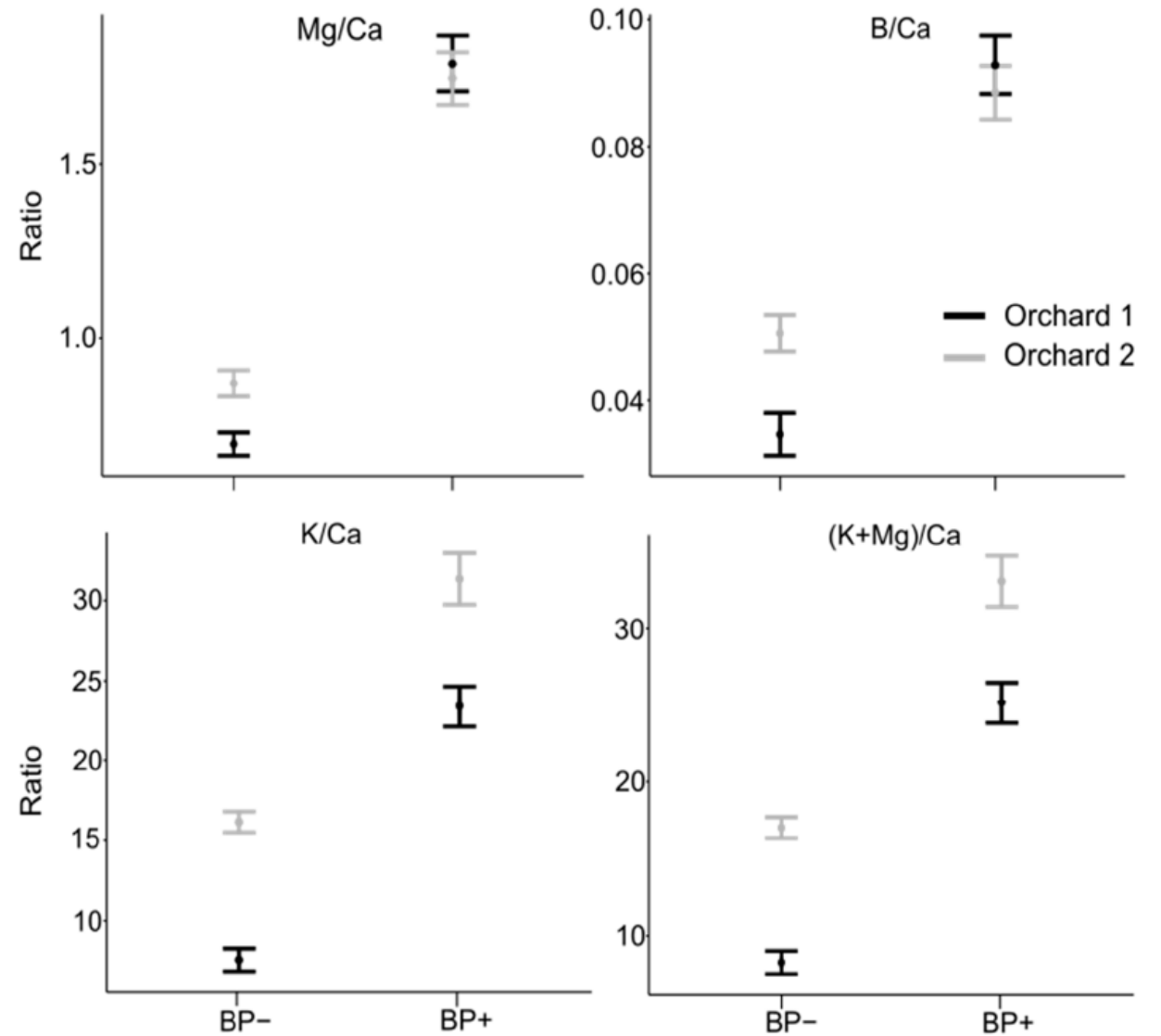
Figure 1. Mineral concentrations in healthy and bitter pit (BP)-affected fruit in both orchards after 150 days of storage at 0 °C for 2018 season. Means are presented ± standard error.

Tilsvarende K nivå i frukthage 1
Tilsvarende Mg nivå i frukthage 2

Mindre Ca i eple med prikksjuka i begge felt

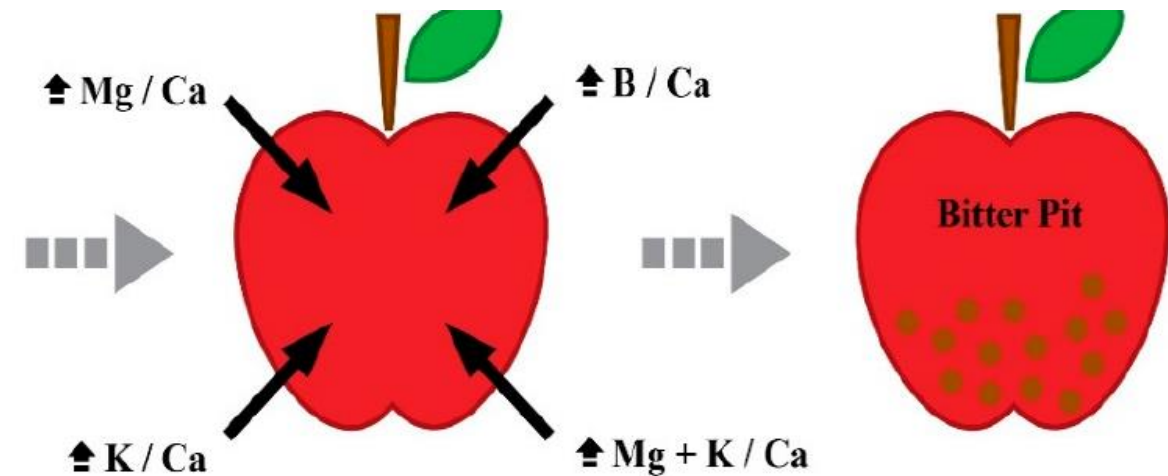
Prikksjuka og mineralinnhald

- Det vart funne interessant skilnad mellom B, K, Mg, (K+Mg) i høve til Ca for eple med og utan prikksjuka.
- Det vart funne sameskilnad mellom N og Ca i frukthage 1



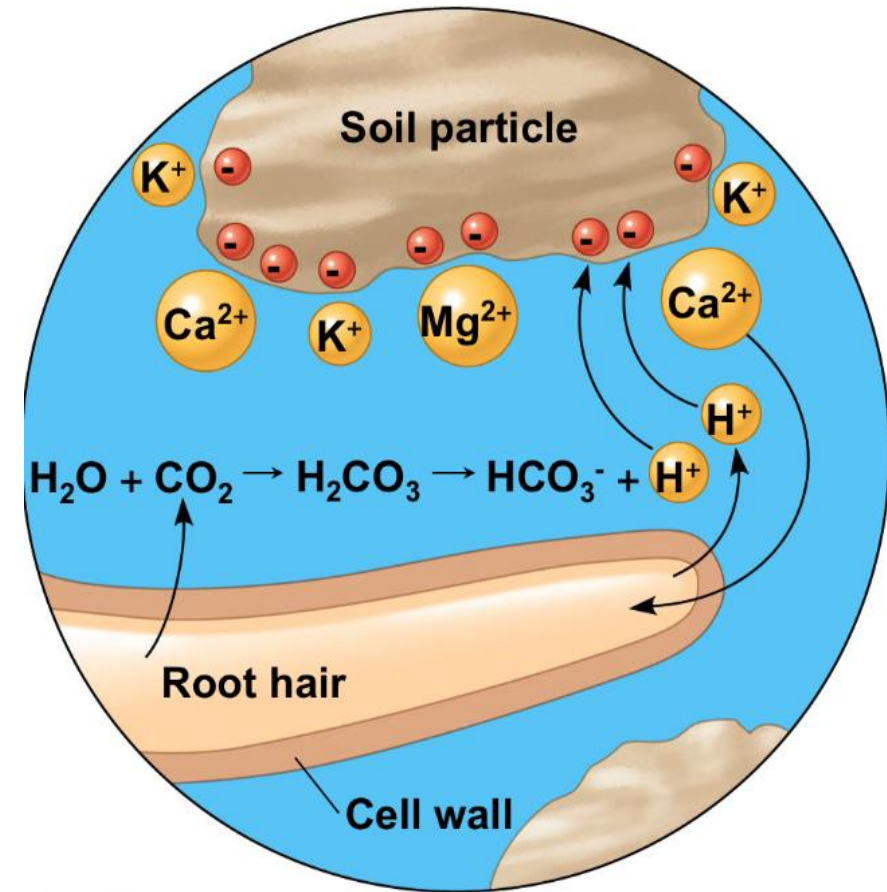
Kalsium i samspel med andre næringsstoff

- Høve mellom K/Ca og N/Ca i frukta er ein god indikator for lagringsevna til frukta
- Raten mellom K/Ca og N/Ca påverkar utvikling av fysiologiske skader
 - For mykje K= skåld, prikksjuka og samanbrot (Weeks et al 1965)
 - Høgt innhald av N aukar skotveksten → auka Ca^{2+} til bladverket i staden for til frukta.
 - Mykje N → rask vekst og celledrekning → fortynningseffekt
- Høvet mellom N/K/Mg/B og Ca er betre parameter enn Ca åleine for å bestemme om eple er utsett for å få kalsium-mangel og fysiologiske skader
- Konkurransen mellom Ca^{2+} og andre kation (K^+ og Mg^{2+}) ved opptak og bindingsstader i plasmamembranen



Kalsium i jord og opptak i planter

- Store mengder kalsium i jord → sjeldan direkte mangel
- Som regel 10 gonger høgare konsentrasjon samanlikna med Kalium
- Opptak
 - Opptak i unge rotspissar
 - Ofte lite opptak sjølv om det er mykje kalsium i jord
 - Opptak kan bli undertrykt av andre kation K^+ , Mg^{2+} og NH_4^+

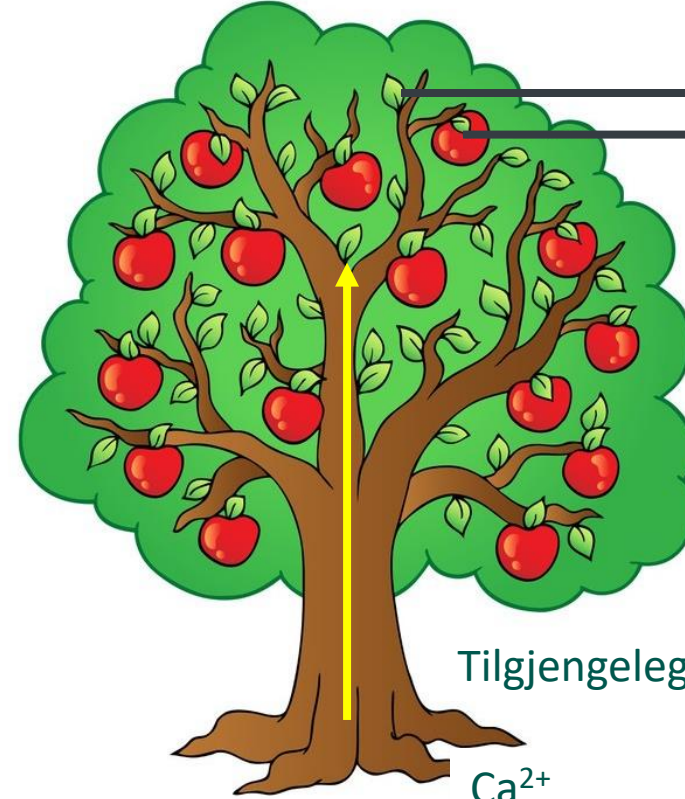


Transport av Kalsium i treet

- Innhold av kalsium i frukta er avhengig av transpirasjon (=diffusjonsprosess)
- Transpirasjon er avhengig av:
 - temperatur
 - solinnstråling (bladtemperatur og åpning av spalteopningar),
 - Luftfuktighet (vass damptrykk),
- Ca blir transportert frå rota til blad og frukt via vedvevet.
- Immobilt i silvevet og ingen flytting frå eldre til yngre plantedelar → yngre blad viser fyrst mangelsymptom



Transpirasjonsrate
Vasspotensialet
vekstrate



Kalsium i bladverk

Kalsium i eple

Tilgjengelegheit av kalsium i jorda

Rotvekst

Opptak

Ca^{2+}
 Ca^{2+}
 Ca^{2+}

Ca^{2+}
 Ca^{2+}
Konkurransen med andre næringsstoff

Samandrag

- Mineralstatus i epla er viktig for fruktkvalitet og lagringsevne
- Spesielt kalsium i frukta er viktig for tåleevna: mjukning, utvikling av fysiologiske skader og motstand mot patogene skader
- Det er eit samspel mellom minerala for god fruktkvalitet → Høvet mellom N/ K/ Mg og Ca i frukta er viktig

Næringsstoff	Opptaksform	Funksjon i epleproduksjon og -kvalitet	Biokjemisk og fysiologisk funksjon
H, C, O	CO ₂ , HCO ₃ ⁻ , H ₂ O, O ₂	Hovudkomponentane i organisk materiale	Plantene sine viktigaste byggesteiner
N	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , (N ₂)	Bladvekst, avling, fruktstorleik, farge, fastleik, smak	Viktig for fotosyntesen. Protein, aminosyrer, nukleinsyrer, energikjemiske bindingar (ATP og NADP)
Ca	Ca ²⁺	Kvalitet, fastleik, mogning, lagringsevne, førebygge priksjuke og fysiologiske og patogene skader, negativ for smak	Styrking av celleveggar og membranar, bind seg til pektin, regulerer enzym, celledeling, cellestrekking, «second messenger»
Mg	Mg ²⁺	Styrker knoppar og vekst, reduserer fruktfall	Viktig i klorofyllet
K	K ⁺	Fruktkvalitet, syreinnhald, smak, storleik, farge, negativ for lagringsevna	Spelar ei rolle i osmotisk potensiale
B	Borsyre	Viktig for pollinering og fruktsetting	Struktur av celleveggen
Mn	Mn ²⁺	Avlingsstorleik og fruktffarge	Viktig i fotosyntesen, enzym
Zn	Zn ²⁺	Styrker knoppar, betre farge,	Enzymkatalysator