



Hvilken eplesort kan skade tennene mest?

Forfatter: Linn-Maren Kristiansen, Vestby videregående skole

Målet med prosjektet var å undersøke om det er en forskjell på surhetsgraden mellom tre eplesorter, for å sjekke om de ulike sortene kan forårsake ulik grad av dentale erosjoner. Dentale erosjoner er fagbegrepet for «syreskader på tennene», og inntak av sur mat og drikke er en av årsaksfaktorene. Eplesortene som ble testet i forsøket, var *Granny Smith*, *Golden Delicious* og *Royal Gala*. Det ble brukt en kvantitativ metode, der pH-verdien i ti epler av hver sort ble testet ved hjelp av et pH-meter. Resultatene var jevne, og viste at eplene av sorten *Granny Smith* hadde den laveste pH-verdien, mens *Royal Gala*-eplene hadde den høyeste.

INNLEDNING

Problemstilling og hypotese

Epler er den frukten vi spiser nest mest av i Norge (Gerritsen, u.d.). «An apple a day keeps the doctor away», sies det (Solveig Husøy, 2008). Men i tillegg til å inneholde kostfiber og vitamin C, inneholder epler også syre. Det er av allmenn oppfatning at grønne epler smaker surt (Opplysningskontoret for frukt og grønt, u.d.). Men er det en forskjell i surhetsgraden, og dermed pH-verdien, i ulike eplesorter? Kan ulike eplesorter i teorien forårsake ulik grad av dentale erosjoner? Med utgangspunkt i problemstillingen «*har ulike eplesorter ulik pH-verdi?*», ble pH-verdien i tre ulike eplesorter testet, for å undersøke om det er en forskjell i surhetsgraden. De utvalgte eplesortene var *Granny Smith*, *Golden Delicious* og *Royal Gala*, siden det er tre av de mest populære sortene i landet. Nullhypotesen H_0 i forsøket, var at «*pH-verdien i alle tre eplesortene, vil være lik*», mens den alternative hypotesen H_1 , var at «*de ulike eplesortene, vil ha ulik pH-verdi*».

Teori

Surhetsgraden i en vannløsning, er bestemt av konsentrasjonen av oksoniumioner (H_3O^+ -ioner). Konsentrasjonen av H_3O^+ -ionene kan variere stort, og jo høyere den er, jo surere er løsningen. Det er enklere å oppgi pH-verdien, som er et mål på surhetsgraden i vannløsninger (Pedersen, 2018). Skalaen for pH går fra 0,0-14,0, og er logaritmisk. Når pH-verdien oppgis, blir det brukt én desimal. Rent vann har en pH-verdi på 7,0. Løsninger med $pH < 7,0$ defineres som sure, mens løsninger med $pH > 7,0$, er basiske. For å måle

pH-verdien i en vannløsning, kan det brukes et pH-meter, som består av to elektroder, samlet i én. Det måler spenningen i løsningen. Spenningen avhenger av konsentrasjonen av H_3O^+ -ionene (Naturfagsenteret, u.d.).

Dentale erosjoner er fagbegrepet for *syreskader på tennene*. Dersom tennene blir utsatt for dentale erosjoner, taper de tannemalje. Emaljen er tennenes ytterste lag, og kan ikke gjenoppbygges (Alt om tenner, 2015). Både ytre og indre faktorer kan forårsake dette, og alt som spises og drikkes, er et eksempel på ytre faktorer (Johansson, 2007). Risikoen for syreskader øker, hvis tennene utsettes for syrlige produkter. Syre, og dermed lav pH, i tennenes omgivelser, fører til at emaljen løses opp. En pH-verdi på 5,5 kan være skadelig for tennene (Alt om tenner, 2015). Skadeomfanget forårsaket av pH avhenger av hvor lav den er, og hvor lenge tennene blir påvirket (Mulic & Skaar, 2006). Ifølge Rødtvedt Tannhelsesenter, kan ikke smaken alene avgjøre surhetsgraden på et produkt (Rødtvedt Tannhelsesenter, u.d.).

METODE

Det ble brukt en hypotetisk deduktiv metode, som regnes som en grunnleggende metode i moderne naturvitenskap. Metoden går ut på å teste holdbarheten i en hypotese. Konklusjonen blir trukket på bakgrunn av observasjoner, der hypotesen enten styrkes eller svekkes (Alnes, 2017). I dette prosjektet, ble observasjonene gjort ved hjelp av et pH-meter.

Innsamling av data

Utstyret som ble brukt:

- Begerglass:
 - 10 x 50 mL
 - 2 x 100 mL
 - 1 x 250 mL
- Epler:
 - 10 *Granny Smith*
 - 10 *Golden Delicious*
 - 10 *Royal Gala*
- pH-meter
- Buffere med pH=4,0 og pH=7,0
- Destillert vann
- Kniv, skje og potetskreller
- Skjærefjøl, plastbolle og stavmikser
- Vekt



Bildene viser de tre eplesortene. F.v: *Granny Smith*, *Golden Delicious* og *Royal Gala*. Foto: Privat.

Fremgangsmåten for å teste eplene, var kvantitativ. En kvantitativ metode egnet seg til å teste hypotesene, siden det var ønskelig å få resultater som kunne si noe om de ulike eplesortene, utover eplene som ble testet (Fekjær, 2016, s.14-15). Det ble testet ti epler av hver sort. Testingen av eplene var lik hver gang, i den grad det var mulig, for å unngå feilkilder.

Selve innsamlingen av data, foregikk ved at et eple ble skrelt, kuttet opp, og deretter most med stavmikser. 30 g av eplemosen ble overført til et begerglass, og pH ble målt ved hjelp av et pH-meter, som ble kalibrert ved hjelp av to buffere. Mengden eplemos som ble testet, skulle ikke ha noen betydning for pH-verdien. Grunnen til at eplemosen ble veid, var fordi testingen av alle eplene skulle være lik. Mellom hver test ble pH-metret skylt med destillert vann. Epleskallet i seg selv skal ikke ha hatt noen betydning for pH-verdien, men på bakgrunn av en for-test, ble det ansett som mest hensiktsmessig å fjerne skallet. Da ble eplemosen jevnest. I tillegg ble forsøket gjennomført på et kjemirom, hvor det fort kan være rester av ulike stoffer på pultene. Fjerning av skallet gjorde at feilkilder som kontaminering, ble unngått.

Analyse av data

Rådataene ble lagt inn i tabeller i Excel. Videre ble de overført til Geogebra, og analysert med en T-test. T-testen er en statistisk metode, som brukes for å undersøke om det er signifikant forskjell mellom to datasett. Den baserer seg på en nullhypotese, som sier at det ikke er en signifikant forskjell mellom data-settene, og at eventuelle forskjeller kun skyldes naturlig variasjon. Når T-testen gjennomføres i Geogebra, blir det oppgitt en P-verdi. Den indikerer hvor sannsynlig det er å få de observerte forskjellene, gitt at nullhypotesen er sann. Dersom P-verdien er lavere enn et forhåndsbestemt signifikansnivå, kan det antas at resultatene vil gjelde for populasjonen, utover det utvalget som ble undersøkt i forsøket. Det valgte signifikansnivået var 0,05, noe som er veldig vanlig (Universitetet i Oslo). Geogebra ble også brukt til å regne ut andre verdier, som var nyttige i analysen av resultatene.

RESULTATER

Tabell 1 presenterer rådataene, og viser pH-verdien for hvert av de ti eplene fra hver eplesort. Siden pH blir oppgitt med en desimal, er verdiene i *tabell 1* rundet av. Derfor er også de utregnede verdiene i *tabell 2*, regnet ut med utgangspunkt i avrundingen. I *tabell 3* er P-verdiene fra T-testene presentert. Det ble tatt utgangspunkt i verdiene fra *tabell 1* før avrunding.

Tabell 1: Tabellen viser den målte pH-verdien, for eplene av hver eplesort.

	Målt pH-verdi		
	Granny Smith	Golden Delicious	Royal Gala
1	3,2	3,5	3,8
2	3,2	3,5	3,9
3	3,2	3,5	3,7
4	3,2	3,5	3,8
5	3,2	3,3	3,8
6	3,2	3,5	3,8
7	3,1	3,4	3,8
8	3,2	3,5	3,8
9	3,2	3,5	3,8
10	3,2	3,5	3,8

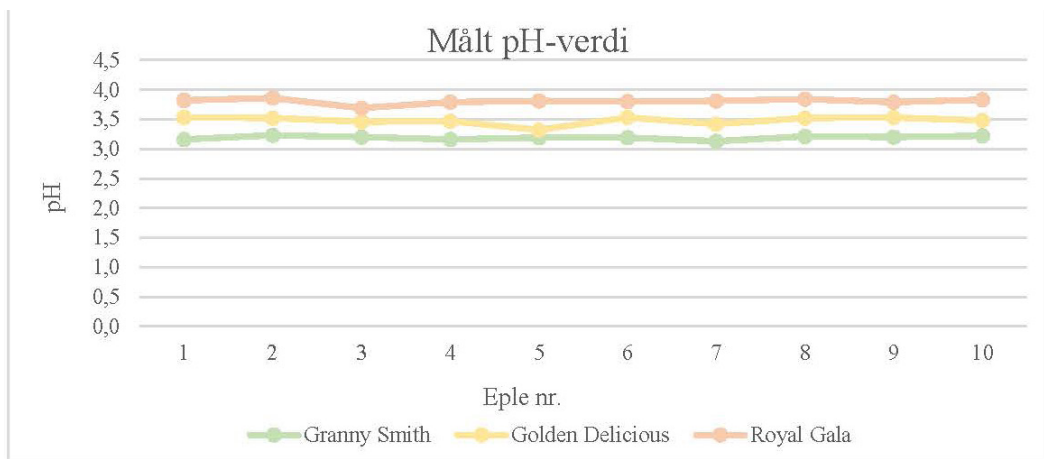
Tabell 2: Tabellen viser samlede verdier for målt pH-verdi, for hver eplesort.

	Målt pH-verdi		
	Granny Smith	Golden Delicious	Royal Gala
Gjennomsnitt	3,19	3,47	3,8
Standardavvik	0,03	0,06	0,04
Minste verdi	3,1	3,3	3,7
Største verdi	3,2	3,5	3,9
Første kvartil	3,2	3,5	3,8
Median	3,2	3,5	3,8
Tredje kvartil	3,2	3,5	3,8

Tabell 3: Tabellen viser P-verdiene fra T-testene.

		P-verdi
		Målt pH-verdi
Granny Smith	Golden Delicious	$1,93 \times 10^{-8}$
Granny Smith	Royal Gala	$2,06 \times 10^{-16}$
Golden Delicious	Royal Gala	$9,62 \times 10^{-10}$

I figur 1 er resultatene fremstilt grafisk, for å kunne vise en eventuell sammenheng, eller tendens, mellom de ulike sortene. Verdiene i figuren er ikke rundet av, siden hensikten med grafene var å sammenligne sortene, ikke å kunne lese av de eksakte verdiene for hvert eple.



Figur 1: Figuren viser de målte pH-verdiene for eplene fra hver av de tre sortene, i en grafisk fremstilling. Eplene er langs førsteaksen, og pH-verdien langs andreaksen.

DISKUSJON

Noe som kommer veldig tydelig frem gjennom verdiene i *tabell 2*, er at resultatene var jevne. Alle tre eple-sortene hadde en verdi for medianen som var tilnærmet lik verdiene for første og tredje kvartil. I tillegg var standardavvikene lave. At differansen mellom den laveste og høyeste verdien ikke lå på mer enn 0,2 for to av sortene, og var helt nede i 0,1 for den siste, bekrefter også at det ikke var store forskjeller mellom resultatene for eplene av samme sort. De jevne resultatene, kommer også frem på grafene i *figur 1*. Ingen av grafene krysser hverandre, men ligger konsekvent i forhold til de andre.

For å kunne trekke en konklusjon, måtte forskjellen i de jevne resultatene også være statistisk signifikante. Det ble gjort tre sammenligninger med resultatene fra de tre eple-sortene, med en T-test i Geogebra, se *tabell 3*. Med et valgt signifikansnivå på 0,05, er P-verdiene for alle tre sammenligningene godt innenfor, og det er dermed svært lite sannsynlig at resultatene kun skyldes naturlig variasjon. Nullhypotesen ble derfor svekket. Det er grunnlag for å anta at det er en signifikant forskjell på surhetsgraden i eplene, og at resultatene vil gjelde for flere epler, enn utvalget i forsøket.

Ut fra verdiene i *tabell 1*, samt grafene i *figur 1*, er det tydelig at *Granny Smith*-eplene hadde den laveste pH-verdien, og dermed den høyeste konsentrasjonen av H_3O^+ -ioner. Siden P-verdiene var såpass lave at resultatene kan anses som signifikante, kan man med stor sikkerhet si at epler av sorten *Granny Smith*, er surere enn epler av sortene *Golden Delicious* og *Royal Gala*. Resultatene viser også at *Royal Gala*-eplene, i tillegg til å være mindre sure enn *Granny Smith*-eplene, i snitt hadde en pH-verdi som var 0,33 høyere enn *Golden Delicious*-eplene. Det impliserer at *Royal Gala*-eplene er de minst sure av alle de tre eple-sortene. Den alternative hypotesen ble derfor styrket. Det kan tyde på at *Granny Smith*-eplene kan skade tennene mest, siden tennene er mer utsatt for syreskader, jo lavere pH-verdi det er i produktene vi spiser.

Den største feilkilden i forsøket, var måleusikkerhet. En feil på pH-metret, eller en av bufferne, gjorde at det ikke ble kalibrert helt korrekt. Den målte pH-verdien har en usikkerhet på hele $\pm 0,6$. Likevel skal ikke dette ha noe å si for hvorvidt hypotesene ble styrket eller ikke, siden forsøket har sammenlignet de ulike pH-verdiene relativt i forhold til hverandre. Det samme pH-metret ble brukt til alle eple-sortene, og det ble kalibrert helt likt hver gang. Derfor skal differansen mellom målingene være den samme, uavhengig av om den målte pH-verdien egentlig er feil.

Ved valg av metode, ble det kun valgt en uavhengig variabel, som var eple-sortene. Det var både for å øke sjansen for å få statistisk signifikante resultater, men også for å unngå feilkilder. Forholdene under testingen av hvert eple skal ha vært like, og metoden skal ha forhindret de fleste feilkilder. Men selv om de nødvendige forholdsreglene ble tatt, er feilkilder så å si alltid umulig å unngå. Likevel indikerer de lave P-verdiene, at det er sannsynlig at andre feilkilder var tilnærmet ubetydelige. Den høyeste P-verdien kom i sammenligningen av resultatene mellom *Granny Smith*- og *Golden Delicious*-eplene, se *tabell 3*. Den lå på $1,93 \times 10^{-8}$. Det impliserer at resultatene fra dette forsøket hadde vært tilfellet, i under to av hundre millioner ganger, dersom nullhypotesen hadde vært sann. Det skal med andre ord være så og si umulig å få resultatene fra dette forsøket, i et tilfeldig utvalg av *Granny Smith*- og *Golden Delicious*-epler, med mindre det faktisk er en forskjell. At de andre P-verdiene lå enda lavere, impliserer bare at det er enda mindre sannsynlig å få resultatene i tilfeldige utvalg av *Granny Smith*- og *Royal Gala*-epler eller *Golden Delicious*- og *Royal Gala*-epler, kun grunnet naturlig variasjon. Poenget er at uforutsette feilkilder ikke skal ha endret resultatene så betydelig at konklusjonen ikke kan baseres på forsøksresultatene.

KONKLUSJON

Av de tre eplene som ble testet i forsøket, hadde *Granny Smith*-eplene den laveste pH-verdien, mens *Royal Gala*-eplene hadde den høyeste. P-verdiene fra T-testene indikerer at resultatene var signifikante. Derfor ble nullhypotesen svekket, og den alternative hypotesen styrket.

I et utvalg, med de tre eplesortene *Granny Smith*, *Golden Delicious* og *Royal Gala*, vil epler av sorten *Granny Smith* i teorien forårsake størst dentale erosjoner. Epler av sorten *Royal Gala* derimot, vil i teorien forårsake minst dentale erosjoner.

KILDELISTE

- Alt om tenner. (2015). *altomtenner.no*. Hentet januar 2018 fra <http://www.altomtenner.no/node/70> og <http://www.altomtenner.no/node/21#section-134>
- Fekjær, S. B. (2016). *Statistikk i praksis*. Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Gerritsen, E. (u.d.). *Ren Mat - økologisk Norge*. Hentet november 2017 fra <https://www.renmat.no/artikler/2017/frist-oss-med-epler>
- Johansson, A.-K. (2007). *Den Norske Tannlegeforenings Tidende*. Hentet november 2017 fra <http://www.tannlegetidende.no/i/2007/5/Tidende05b-28>
- Mulic, A., & Skaar, M. (2006). *uio.no*. Hentet januar 2018 fra <https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/33096/erosjoner.pdf?sequence=2>
- Naturfagsenteret. (u.d.). *Miljolare.no - et verktøy for bærekraftig utvikling*. Hentet februar 2018 fra https://www.miljolare.no/tema/vannressurser/artikler/fysikk_kjemi/phmeter.php
- Opplysningskontoret for frukt og grønt. (u.d.) *OFG - Opplysningskontoret for frukt og grønt*. Hentet november 2017 fra <https://www.frukt.no/ravarer/frukt/epler/>
- Pedersen, B. (2018, januar). *Store Norske Leksikon*. Hentet januar 2018 fra <https://snl.no/pH>
- Rødtvedt Tannhelsesenter. (u.d.). *RTH - Rødtvedt Tannhelsesenter AS*. Hentet november 2017 fra <http://rodtvedttannhelse.no/samarbeidspartnere/syreskade>
- Solveig Husøy. (2008). *nrk.no*. Hentet februar 2018 fra <https://www.nrk.no/livsstil/derfor-bor-du-spise-epler-1.6242279>
- Tønnessen, S. (2017, september). *Store Norske Leksikon*. Hentet januar 2018 fra https://snl.no/hypotetisk-deduktiv_metode