



Effekten til mikrobølget vann på planters vekst og spiringsprosent

Forfatter: Karen Tønseth, Ullern vgs

Sammendrag

Spørsmålet om mikrobølgeovner kan påføre noen form for skade har lenge vært debattert. Noen studier viser for eksempel at mikrobølget vann har negativ effekt på planters vekst (Mikkelson, 2006), (Ukjent, 2018). I dette forskningsprosjektet ble det undersøkt om planter som blir vannet med vanlig vann fra springen, kokt vann, og vann som har blitt kokt i mikrobølgeovn vil være forskjellige med tanke på spiringsprosent og vekt. Det ble valgt å så blomstererter. Blomsterertene ble inndelt i tre grupper, og ble vannet med hver sin vann-type. Spiringsprosenten og vekten ble målt 29 dager etter såing, i tillegg til vekten til hver enkel plante og til gruppene sammenlagt. Målingene viste ingen signifikante forskjeller mellom gruppene, verken i spiringsprosent eller vekt. Derimot var det noen synlige ytre forskjeller, som muggdannelse hos plantene i mikrogruppen. Konklusjonen er derfor at mikrobølget vann ikke har noen annerledes påvirkning på planters vekst og spiringsprosent, enn det vanlig eller kokt vann har.

Introduksjon

Mikrobølgeovner har blitt et vanlig kjøkkenutstyr i de fleste hjem, verden over. Man kan varme mat på mye kortere tid enn vanlig ovn eller komfyr. Varmen oppstår ved at mikrobølgene øker molekylenes bevegelse i fett og væske i matvarene, dette øker temperaturen i matvaren, fordi molekylbevegelsene er knyttet til temperaturen. Bølgene trenger kun noen cm inn i matvarene, og fra de varme delene ledes varmen videre inn i maten (Wibetoe, 2018). Faren ved både å varme mat i mikrobølgeovner og å være i nærheten av en aktiv mikrobølgeovn, har medisinsk sett vært omdiskutert, men det er ikke registrert skader som kan tilskrives strålingen (syko.no, 2019). Mange har gjennom tidene likevel vært kritiske og skeptiske til bruken av mikrobølgeovnen, og mener at den kan være farlig og/eller skadelig (Legge, 2018). Temaet er omdiskutert, og det er forsket en del på hvorvidt mikrobølger har effekt på mennesker eller ikke (Nutrition Action Healthletter, 2005). I en artikkel fra Aftenposten, advarer også forskere mot farlig stråling fra mikrobølgeovner (Aftenposten, 2003). I 2017 publiserte NRK en artikkel der forskere mente at maten vil bli sunnere av å varme den i mikrobølgeovn (Bækken, 2017). I mikrobølgeovn blir eksempelvis grønnsaker dampet og ikke kokt. På den måten blir ikke vitaminene vasket bort eller skylt ut med kokevannet, forteller Dagbjørn Skipnes, Seniorforsker i Nofima til NRK (Bækken, 2017). Varmestråling fra for eksempel kokeplate virker på et bredt spektrum av molekyler der varmestrålingen blir absorbert i overflaten på maten. Mikrobølger påvirker derimot bare en del av molekylene i maten direkte, særlig vann, der mikrobølgene kan trenge flere centimeter inn i maten (Naturfagsenteret, 2009).

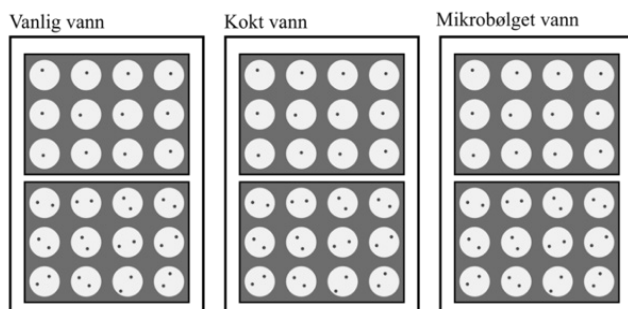
Her er det altså mange delte meninger, men påvirker mikrobølgene maten som vi spiser? Det å forske på effekten mikrobølget mat har på levende organismer, er utenfor hva som er mulig å gjennomføre i et skoleprosjekt som dette. Tidligere har forsøk som har vist negativ effekt av mikrobølget vann på planter, blitt brukt som «bevis» på at mikrobølger er farlige. Disse artiklene viste blant annet at plantene dør fort eller har annerledes vekst enn planter som er vannet med vanlig vann (Mikkelson, 2006), (Ukjent, 2018). Flere av disse studiene har blitt sterkt kritisert i ettertid (Baliūnaitė, 2019), men mange velger fortsatt å tro på resultatene.

I dette forskningsprosjektet skal det undersøkes om vann som har blitt oppvarmet i mikrobølgeovn vil ha en effekt på utviklingen til planter. Som kontroll er det en annen gruppe som vil bli vannet med vanlig vann fra springen, og en tredje gruppe blir vannet med vanlig vann som har blitt kokt (og nedkjølt). Koking av vann dreper mikroorganismer som virus, bakterier og parasitter (Frogn Kommune, u.d.), og det er derfor viktig å ha kokt vann som kontrollgruppe.

Metode

I dette prosjektet skulle det undersøkes om mikrobølget vann har en effekt på plantenes vekst og/eller utvikling. For å finne ut av dette, ble det sådd blomstererter (*Lathyrus odoratus*, Plantasjen), som ble inndelt i tre grupper utfra hva slags vann de ble vannet med:

- Vann rett fra springen
- Vann som ble kokt over gassbrenner (og nedkjølt)
- Vann som ble kokt i mikrobølgeovn (og nedkjølt)



Figur 1: Illustrasjon av inndelingen av pottesett og frø til de ulike vanngruppene.

Det ble sådd 35 frø i hver gruppe, for å få en tilstrekkelig mengde data og for å kunne teste statistisk om det er noen forskjeller mellom de ulike gruppene.

I figur 1 ser man inndelingen av de tre gruppene og fordelingen av blomsterertfrø. Hver gruppe ble satt i gjennomslipplige plastbokser med tilhørende lokk (28 cm x 37 cm). Hver boks inneholdt to pottesett (15 cm x 20 cm) med såpbrett under. Hvert pottesett inneholdt 12 pottesett, der én potte hadde diameter på 4,5 cm og dybde 5 cm. Dette tilsvarte 24 pottesett til hver vanngruppe (2x12). Alle pottene ble fylt med økologisk såjord (Plantasjen) fra samme pose. For å unngå at eventuell fukt i jorden skulle påvirke vannet som skulle tilsettes i etterkant, ble jorden spredt ut på en stor plastpose i ca. 10 timer på et tørt sted, slik at den ikke var fuktig ved såingen. I forkant ble blomsterertfrøene bløtlagt i 7 timer før såing for mer effektiv spiringsprosess, noe som også var anbefalt på posen til frøene. Her ble alle frøene bløtlagt i samme romtempererte vann fra springen, i samme glass for at det ikke skulle være denne delen av prosessen som kunne være årsaken til eventuelle forskjeller.

I hver kasse ble det sådd ett frø i hver potte i det ene potesettet og to frø i hver potte i det andre potesettet (se figur 1). Det ble stukket et lite hull i jorden (ca. 3 cm dypt) med en spiss gjenstand. I hvert hull ble det sådd ett frø, som i etterkant ble dekket med jord. Boksene ble satt ved samme østvendte vindu, men pga dårlige lysforhold (automatiserte markiser osv.), ble det plassert én skrivebordslampe (Diasonic, DL-51, ukjent lysstyrke) over hver kasse, som stod tent til enhver tid.



Figur 2: Bilde av plantene underveis i spiringsprosessen, og forholdene de stod i.

Hver type vann ble tappet i rene 1 liters glassflasker. Vannet fra springen ble tappet direkte i to flasker (2 liter til sammen). Det kokte vannet ble kokt i et rent glassbeger, 500 ml om gangen, over gassbrenner, varighet ca. 10 min (fra det ble satt inn til det kokte) per 500 ml, og tappet over på to flasker á 1 liter. Mikrovannet ble kokt 500 ml av gangen på full styrke (1000 W), varighet ca. 3-4 minutter per 500 ml, og tappet over på to flasker á 1 liter. Alle flaskene ble stilt i romtemperatur i minst 24 timer innen vanning for å oppnå lik temperatur. Det ble brukt ulike målebeger for hver vanngruppe ved vanning for å unngå kontaminering.

Fuktigheten på jorden ble sjekket ca. hver fjerde dag, med noen unntak (se vannlogg i vedlegg). Ved de to første vannningene fikk hver kasse 500 ml i kassen under, og det var lokk på kassene for at fuktigheten skulle bli bevart. Ytterligere vanninger var med 300 ml og uten

lokk, og når noen pottes var tørre, fikk de ekstra vann rett i potten. I etterkant ble plantene veiet, og én plante ble definert som synlig grønn stilk over jordoverflaten. Hver plante ble forsiktig tatt opp fra jorden for å unngå at røtter falt av, de ble vasket to ganger i målebeger med romtemperert vann, og tørket med tørkepapir, før veiing. Plantene ble veiet én og én på en finvekt (Kern EMB, u.d.), se figur 3. All registrert data er gjort av plantene som ble regnet som spiret 29 dager etter såing, til tross for at noen hadde spiret senere enn andre.



Figur 3: Bilde av plantene under veiing, med 2 vannstasjoner, tørkepapir og målebeger på finvekt

Det ble gjort t-tester for gjennomsnitt med lik varians i Excel, og forskjeller ble regnet som signifikante hvis p-verdien var under 0,05. Det ble ikke forventet å finne en forskjell, men for å utføre t-testene var nullhypotesen at det ikke er noen forskjell mellom plantene som blir vannet med ulikt vann, og den alternative hypotesen at det er en forskjell.

Resultater

For å undersøke om plantene som ble sådd alene (A) og plantene som ble sådd i par (B) kunne analyseres samlet, ble det sett på eventuelle forskjeller mellom disse gruppene. Antall spirer var høyere blant A enn B, men gjennomsnittsvekten var høyest i B. Vi ser likevel ingen statistisk signifikant forskjell i vekt mellom A og B. Dataene i *Tabell 1* viser de pottene der det bare ble sådd én plante, A, og *tabell 2* viser de pottene der to planter spiret sammen i én potte, B. Basert på vekten, er det gjort en t-test mellom gjennomsnittet i A og gjennomsnittet i B, der man fikk p-verdien 0,612. Vi ser at denne verdien er høyere enn signifikansnivået, som vil si at det ikke er en signifikant forskjell mellom A, og B. Siden det ikke er en signifikant forskjell, kan vi slå sammen dataene.

Tabell 1: A - Plantene som ble behandlet med Vanlig, kokt og mikrobølget vann der plantene spirte alene i én potte.

	Vanlig	Kokt	Mikro	Gjennomsnitt
Antall spirte	7	11	8	8,67
Gjennomsnittsvekt i gram	0,60	0,72	0,70	0,67
Standardavvik på vekten	0,45	0,28	0,48	0,40

Tabell 2: B - Plantene som spirte to i én potte, fordelt på de tre vanngruppene.

	Vanlig	Kokt	Mikro	Gjennomsnitt
Antall spirte	8	2	6	5,33
Gjennomsnittsvekt i gram	0,70	1,07	0,70	0,82
Standardavvik på vekten	0,38	0,27	0,57	0,41

Det er ingen statistisk signifikant forskjell mellom de ulike vanngruppene som ble vannet med ulike typer i vann i hverken vekt eller spiringsprosent. Gjennomsnittlig vekt er 0,7-0,8 gram i alle gruppene, og spiringsprosenten er rundt 40 % i alle gruppene, med små variasjoner. Likevel er standardavviket høyt i forhold til variasjonene. Det er generelt lite variasjon mellom de ulike vanngruppene (tabell 3). Man ser mest forskjell i tyngste og letteste plante der mikro-gruppen hadde større spenn mellom tyngste og letteste enn de andre gruppene, dette gjenspeiles i at standardavviket også er størst i denne gruppen. Dataene i tabell 4 viser t-tester gjort mellom de ulike behandlingene. Vi ser at kokt mot vanlig vann har lavest p-verdi, og at kokt mot mikro faktisk har høyeste p-verdi. Alle p-verdiene er høyere enn 0,05. Dette forteller oss at det ikke er noen statistisk signifikant forskjell mellom noen av gruppene.

Tabell 3: Data registrert fra alle plantene sammenlagt

	Vanlig	Kokt	Mikro
Antall spirte	15	13	14
Spiringsprosent	41 %	36 %	38 %
Gjennomsnittsvekt i gram	0,7	0,8	0,8
Standardavvik på vekten	0,4	0,3	0,5
Tyngste	1,4	1,3	1,6
Letteste	0,2	0,2	0,01

Tabell 4: T-tester mellom vekten til de ulike vanngruppene (A og B kombinert)

	p-verdi
T-test mellom kokt og mikro	0,97
T-test mellom kokt og vanlig	0,58
T-test mellom vanlig og mikro	0,64

I tillegg til målingene av vekt og spiringsprosent, ble det også sett på om det var noen synlige ytre forskjeller mellom plantene både under og etter spiring. Etter ca. 4-5 vanninger, kunne man observere muggdannelse på 6 av pottene i pottene som ble vannet med mikrobølget vann (figur 4). Dette var ikke synlig på jorden som ble vannet med vanlig vann eller kokt vann.



Figur 4: Muggdannelser på jorden som ble vannet med vann som var kokt i mikrobølgeovn.

Diskusjon og feilkilder

I forsøket ble det funnet ut at det ikke var noen signifikant forskjell på spiringsprosent eller vekt mellom plantene som ble vannet med vanlig vann, mikrobølget vann og kokt vann. T-tester ga høye p-verdier, og det kan dermed ikke påvises noen statistisk forskjell mellom behandlingene.

Under målingene ble det også tatt hensyn til de ulike forholdene, for eksempel at noen av plantene vokste alene (A) og noen i par (B). Grunnen til at det ble gjort separate målinger mellom disse var for å unngå en feilkilde der for eksempel plantene som vokste alene ville trekke mer vann enn de som stod i par, og dermed utvikle seg annerledes. I t-testen gjort mellom A og B, fikk vi en p-verdi på 0,612, som er langt over signifikansnivået på 0,05. Vi kan dermed anta at det ikke er signifikante forskjeller mellom A og B, og resten av analysen ble gjort på alle plantene samlet. Alle t-testene hadde en p-verdi over 0,58, og det ble dermed ikke funnet noen signifikant forskjell på vekten mellom plantene som har blitt vannet med de ulike typene vann. I tabell 4 kunne vi også se at t-test gjort mellom kokt og mikro hadde høyeste p-verdi, noe som viser at det er mer tilfeldig variasjon mellom de andre gruppene, enn i den gruppen som burde hatt størst effekt hvis nullhypotesen stemte. Det var ikke forventet noen forskjell, og den statistiske analysen kunne heller ikke falsifisere nullhypotesen. Resultatene viser oss ikke noen konkrete svar på om mikro-vann har påvirkning på planter, og i vekst ser vi heller ingen statistiske signifikante forskjeller. Resultatene i denne undersøkelsen verken støtter eller underbygger studiene det ble henviset til i innledning, som påstod at planter konsekvent døde av mikrobølget vann. (Mikkelson, 2006), (Ukjent, 2018). Disse artiklene bør man stille seg kritisk til, og man vet ikke om det er andre hensikter bak som kan legge til grunn for dårlig forskning og/eller evt. tukling med resultater. I det store bildet kan man tenke seg at forsøket representerer om mat som har blitt varmet i mikro vil ha påvirkning på mennesker, men dette vil også være vanskelig å påvise med noen av de gitte resultatene.

Likevel ser vi at plantene som ble vannet med mikrobølget vann fikk muggdannelser i et flertall av potene, noe ingen av plantene som ble vannet med kokt eller vanlig vann fikk. Dette kan skyldes flere andre årsaker, og er ikke nødvendigvis på grunn av at vannet har blitt kokt i mikrobølgeovn. Det kan være andre årsaker som for eksempel at jorden i denne boksen tilfeldigvis hadde noen andre mikroorganismer eller andre liknende årsaker.

Det ble tatt hensyn til ulike ting for å redusere mulige feilkilder underveis i forsøket. Alle frøene var fra samme pose, jorden var fra samme pose i tillegg til at jorden også ble tørket for å unngå at det var fukt i jorden som ville ha påvirkning på vannet plantene skulle trekke til seg. De ulike typene vann ble oppbevart i like og rene flasker, det kokte vannet ble kokt i rent glassbeger over gassbrenner, og ikke på stekeplate i gryte eller annet for å unngå at det var stoffer eller rester i slike beholdere. Plantene stod på samme rom, hadde samme lamper og stod i identiske bokser og potter. Noen variabler kan likevel ha påvirket plantene ulikt. Lyset, spiringstid + I tillegg er ikke nødvendigvis spiring av frø en forutsigbar test, ettersom det er en oppgitt spiringsprosent på posen, som tilfeldig kan slå inn, likevel er det gjort sikrere ved at det er målt vekt per spire. I tillegg er temperaturen i rommet en uforutsigbar faktor, noe som kan ha påvirket veksten og spiringen. Lampene kan også hatt små forskjeller som kan påvirke.

Det er i dette forsøket gjort relativt få målinger, og det er derfor vanskelig å si om disse resultatene er sikre og ikke tilfeldige. For å få sikrere resultater, hadde det vært nyttig å gjøre flere målinger, og sikre bedre kontroll på for eksempel lys- og temperaturforholdene.

Konklusjon

I dette prosjektet er det ikke funnet noen signifikant forskjell mellom plantene som er vannet med ulikt vann i verken spiringsprosent eller vekt. Om vi ser på resultatene i tabell 5, ser vi at t-testene viser en såpass høy p-verdi at det ikke er mulig å påvise noen forskjell mellom planter som har blitt vannet med mikrobølget vann, kokt vann og vanlig vann. Vi ser at spiringsprosent og gjennomsnittsvekt er relativt lik mellom gruppene. Likevel ser vi noen ytre forskjeller som skiller mikro-gruppen fra de to andre, men det er flere feilkilder som gjør at det ikke fastslås at det er mikro-vannet som har forårsaket det.

Vedlegg

Vannelogg:

Dag 1: Vannet med 500ml vann i hver boks. Løkk oppå kassene.

Dag 4: Omtrent tomt for vann i kassene, vannet med 500ml per kasse. Løkk oppå kassene.

Dag 7: Litt vann i bunnen av kassene, én av pottene i kokt vann var tørr, vannet denne individuelt. Legger løkk på kassene men ikke tettet (bare lagt skrått oppå).

Dag 11: Lite vann, vannet med 300ml i hver, og ekstra vann til én potte i kokt vann som var tørr.

Dag 23: Litt vann, vannet med 300ml i hver boks.

Dag 24: Litt vann, vannet med 300ml i hver boks.

Dag 29: Prosjektet avsluttes og målinger blir gjort.

Referanser

- Aftenposten. (2003, Juni 29). *Advarer mot farlige stråler fra mikrobølgeovner*. Hentet fra Aftenposten. no: <https://www.aftenposten.no/norge/i/y6Pmx/advarer-mot-farlige-straaler-fra-mikroboelgeovner>
- Baliūnaitė, I. (2019). *Someone 'Proves' Microwaves Are Very Dangerous, All Their 'Facts' Get Debunked One By One*. Hentet fra Bored Panda: https://www.boredpanda.com/heated-water-microwave-plants-experiment-fake-explained/?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=organic
- Bækken, K. E. (2017, Mars 29). *Mikroen gir sunnere mat*. Hentet fra NRK.no: https://www.nrk.no/livsstil/_mikroen-gir-sunnere-mat-1.13448642
- Frogn Kommune. (u.d.). *Koking av drikkevann*. Hentet fra Frogn Kommune: <https://www.frogn.kommune.no/enheter/miljo-idrett-og-kommunalteknikk/vann-og-avlop/koking-av-drikkevann/>
- Kern EMB. (u.d.). Hentet fra Kern : <https://www.kern-sohn.com/en/EMB>
- Legge, A. (2018). *Is Microwaving Food Bad for You? What 23 Studies Have to Say*. Hentet fra Legion: <https://legionathletics.com/is-microwaving-food-bad-for-you/>
- Mikkelsen, D. (2006). *Microwaved Water — See What It Does to Plants*. Hentet fra Snopes: <https://www.snopes.com/fact-check/microwave-water-plants/>
- Naturfagsenteret. (2009, August 18.). *Varme og matlaging*. Hentet fra Naturfag.no: <https://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=1227355>
- Nutrition Action Healthletter. (2005, April). *Microwave Myths*. Hentet fra Center For Science In The Public Interest: <https://cspinet.org/sites/default/files/attachment/microwavemyths.pdf>
- Pripp, A. H. (2015, September 8.). *Hvorfor p-verdien er signifikant*. Hentet fra Tidsskriftet - den norske legeförening: <https://tidsskriftet.no/2015/09/kronikk/hvorfor-p-verdien-er-signifikant>

- syko.no. (2019, Mai 4.). *Er en mikrobølgeovn skadelig for menneskers helse? Источник: <https://syko.ru/no/unitaz/vredna-li-mikrovolnovka-dlya-zdorovya-cheloveka-rasprostranennye-mify.html>* © syko.ru | Сантехника, канализация, водоснабжение. Hentet fra syko.no: <https://syko.ru/no/unitaz/vredna-li-mikrovolnovka-dlya-zdorovya-cheloveka-rasprostranennye-mify.html>
- Ukjent. (2018). *Gift of Curiosity*. Hentet fra What happens to plants when given microwaved water? (Is it time to ditch the microwave?): <https://www.giftofcuriosity.com/plants-microwaved-water/>
- Wibetoe, G. (2018, juli 5). *Mikrobølgeovn*. Hentet fra Store Norske Leksikon: Undervisning om noen forskningsfelt - Ocean Cleanup, hva de forsket på, hvordan det blir finansiert osv.