



# Ozon mot soppangrep på emballert gulrot og sorterte moreller

NORSØK FAGINFO | NR 5 | 2023 | VOL 8

Norsk senter for økologisk landbruk

Anniken Fure Stensrud  
NORSØK  
anniken.stensrud@norsok.no

Atle Wibe  
NORSØK  
atle.wibe@norsok.no

Guro Møen Tveit  
SINTEF  
guro.tveit@sintef.no

Solveig Uglem  
SINTEF  
solveig.uglem@sintef.no

**Tradisjonelle desinfeksjonsmetoder for ferske frukt og grønnsaker har sine begrensninger. Ozonbehandling er imidlertid et lovende alternativ for å forlenge holdbarheten og øke mattryggheten. Denne artikkelen utforsker bruk av ozon for å bekjempe mikroorganismer, forbedre ernæringsmessig kvalitet og opprettholde utseendet til gulrøtter og moreller. Vi ser også på regelverket for ozonbehandling i ulike regioner.**

## Bakgrunn

Tradisjonell desinfeksjon av ferske frukt og grønnsaker har tidligere involvert bruk av kjemikalier som klor, pereddiksyre, elektrolysert vann og hydrogenperoksid for å redusere mikroorganismer på overflaten. Imidlertid har bruken av slike kjemikalier vist begrensninger og potensielt negative miljø- og helseeffekter over tid, i tillegg til begrenset effekt.

For å møte behovet for mer effektive og bærekraftige desinfeksjonsmetoder har ozonbehandling blitt anerkjent som en lovende metode. Ozon er en reaktiv form av oksygen og har dokumenterte antimikrobielle egenskaper som bekjemper ulike mikroorganismer, inkludert bakterier, sopp, protozoer og virus.

Når ozon kommer i kontakt med mikroorganismer, skjer det en oksidasjonsreaksjon der ozon oksiderer ulike cellulære komponenter og kjemiske forbindelser som inneholder dobbeltbindinger, sulfhydrylgrupper og fenoliske ringer. Dette angriper det genetiske materialet til mikrobene, fosfolipider i membraner og intracellulære enzymer.

Resultatet av disse reaksjonene er at de mikrobielle cellene blir ødelagt og dør (Manousaridis et al., 2005).

En viktig egenskap ved ozon er at det er svært ustabil i både gass- og løsningstilstand. Ozonmolekylene brytes raskt ned til frie radikaler med høy oksiderende kraft og reaktivitet, som hydroksyl- ( $\cdot\text{OH}$ ), superoksid- ( $\cdot\text{O}_2^-$ ) og hydroperoksyd- ( $\cdot\text{HO}_2$ ) radikaler (Manousaridis et al., 2005). Disse frie radikalene er i stand til å reagere raskt med målrettede mikroorganismer og organisk avfall, og deretter brytes de umiddelbart ned til ufarlige oksygenmolekyler. Ozon etterlater dermed ingen rester i maten. Dette gjør ozonbehandling til en attraktiv metode for desinfeksjon av frukt og grønnsaker uten potensielle negative konsekvenser for helse og miljø (Pandiselvam et al., 2020; Miller et al., 2013).

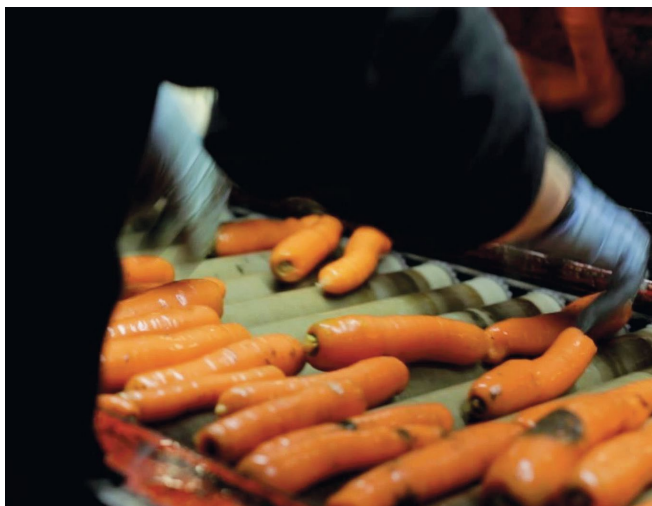
Selv om ozon har en kort nedbrytningstid, er det avgjørende å forhindre eksponering for mennesker under behandlingsprosedyren. Innånding av ozon kan medføre helsefarer og er spesielt skadelig for mennesker. Det er derfor viktig å bruke riktig verneutstyr og sikkerhetsprotokoller når man håndterer ozon. I tillegg bør

det sørges for god ventilasjon på behandlingsstedet for å forhindre opphopning av ozon.

Ozonbehandling er effektiv mot en rekke patogene mikroorganismer, inkludert *E. coli*, *Listeria*, *Salmonella* og *Staphylococcus*, og mot forringende mikroorganismer som mugg og gjær (Pandiselvam et al., 2017). Ozon dreper både vegetative celler og bakteriesporer, og har også vist virkning mot virus som *Cryptosporidium parvum* (Corona-Vasquez et al., 2002). En viktig fordel med ozon er at det ikke er rapportert om resistensutvikling blant mikroorganismer mot denne desinfeksjonsmetoden (Rojas-Valencia, 2011).

I tillegg til sin desinfeksjonseffekt har ozon også vist seg å ha andre positive effekter på frukt og grønnsaker. Ozon kan aktivere gener som er involvert i forsvar mot patogener og produksjon av antioksidanter (Castagne et al. 2007). Det reduserer også syntesen av etylen, som er et plantehormon som er involvert i modning og forringelse av frukt og grønnsaker. Ved å redusere etylensyntesen bidrar ozonbehandling til å bevare frukt og grønnsaker lenger (Castagna et al., 2007; Skog & Chu, 2001).

Alt i alt kan det konkluderes med at ozonbehandling er en effektiv metode for å sikre matsikkerhet og forlenge holdbarheten til frukt og grønnsaker. Ozonets antimikrobielle egenskaper, dets evne til å brytes ned til ufarlige forbindelser og dets positive effekter på frukt og grønnsakers kvalitet gjør det til et attraktivt alternativ til tradisjonell desinfeksjon med kjemikalier.



Bilde 1. Gulrøtter på vaske- og sorteringsbånd. Foto: TYD.

## Regelverk

### AMERIKANSK LOVGIVNING

Ozon er godkjent av *US Food and Drug Administration (FDA)* til behandling av matvarer og prosessutstyr og brukt med suksess til behandling av ost og friske produkter, dekontaminering av emballasje, desinfeksjon av prosessvann, prosessutstyr og matvarelager. Ozon er også godkjent som et antimikrobielt middel, enten i gassform eller løst i vann, eller for direkte kontakt med matvarer (FDA,

2001). Ozon er også tillatt av *US Department of Agriculture* for å brukes på alle kjøtt- og fjærfeprodukter. Bruk av insekticider og fungicider reguleres av *US Environmental Protection Agency (EPA)*. Siden ozon er en ustabil gass, passer det ikke inn i deres definisjoner for kjemikalier. Derfor er det bestemt at ozongeneratorer i likhet med UV-lamper skal godkjennes og merkes om de blir brukt ved matproduksjon eller matprosessering istedenfor å knytte godkjenningen direkte til ozon som innsatsfaktor (Wibe, 2020).

### EU-LOVGIVNING

Ozon ble brukt så tidlig som på begynnelsen av nittenhundretallet til vannbehandling. For tiden er interessen for ozon som et antimikrobielt middel innen matprosessering knyttet til fordeler med ozon fremfor klor og andre kjemiske desinfeksjonsmidler. Den 2. juni 2023 godkjente EU bruk av ozon generert fra oksygen for bruk som biocid produkter innen følgende kategorier:

- Kategori 2: Desinfiserende og algicider uten direkte bruk for mennesker eller dyr.
- Kategori 4: Produkter brukt i mat- og fôr industrien.
- Kategori 5: Produkter ment for behandling av drikkevann.
- Kategori 11: Konserveringsmiddel for kjøling- og væskebehandlingssystem.

Godkjenningen vil være gyldig fra 1. juli 2024 til 30 juni 2034 i henhold til en liste med vilkår gitt i annex (EU 2023/1078 fra 2. juni 2023).

### NORSK LOVGIVNING

Det er uvisst hvordan den nye europeiske lovgivningen vil påvirke den norske, men den vil trolig bidra til en endring. Ozon er per i dag ikke godkjent som et aktivt stoff i plantevernmidler. Det er derimot en pågående søknad for at ozon skal godkjennes som et basisstoff. Basisstoffer er stoffer som kan brukes til plantevern, men som hovedsakelig har andre bruksområder. For at et stoff skal bli godkjent som basisstoff må helse- og miljøfaren være lav, og stoffet må ikke ha hormonforstyrrende, nevrotoksiske eller immunotoksiske egenskaper. Basisstoffer vurderes på fellesnivå i EU under regelverket på plantevernmidler (artikkel 23 i forordning (EF) nr. 1107/2009). For mer informasjon om hva et basisstoff er se Mattilsynets nettsider.

Ozon er godkjent for å benyttes til desinfeksjon i akvakulturnæringen og innen vannrensing/vannbehandling ved vannbehandlingsanlegg for drikkevann. Vannverkene foretar UV- eller ozonbehandling av råvannet for å uskadeliggjøre eventuelle vannbårne encellede parasitter (Matportalen, 14. februar 2018).

I Norge er salg av ozongeneratorer til privatpersoner nå forbudt grunnet helsefare. Ozongenerator er en maskin som produserer ozon og som brukes til å rense luft i hus, bil,

hytte, campingvogn, kjeller osv. De markedsføres som luftrensere og fjerning av lukt og til desinfisering av overflater og rom. Salg til profesjonelle aktører forblir tillatt (Miljødirektoratet, 14. september 2022).

---

## Metoder for ozonbehandling av frukt og grønnsaker

Ozonbehandling av frukt og grønnsaker involverer bruk av både ozonert vann og ozongass, tilpasset varierte konsentrasjoner og eksponeringstider for å oppnå maksimal effektivitet.

### OZONERT VANN

Når frukt og grønnsaker behandles med ozonert vann, blir de enten nedsenket eller forsiktig sprøytet med vann beriket med ozon. Her varierer typisk konsentrasjoner fra 0,1 til 2 mg/L, mens eksponeringstiden ligger mellom 1 og 10 minutter. Denne metoden bidrar til en grundig desinfisering, samtidig som den ivaretar produktets integritet.

### GASSFORMIG OZON

I tilfeller hvor gassformig ozon benyttes, plasseres frukt og grønnsaker i hermetisk lukkede kamre hvor ozongass introduseres. Konsentrasjonene varierer ofte fra 0,1 til 20 ppm, med eksponeringstider som strekker seg fra minutter til dager eller uker, avhengig av produktets karakteristika og behandlingskravene. Temperaturen kan også justeres for å optimalisere prosessen. I tillegg til kontinuerlig eksponering, kan gassformig ozon også administreres i intervaller.

### BALANSE OG OVERVÅKING

For å sikre at ozonbehandlingen gir ønsket effekt uten å kompromittere produktets kvalitet, er kontinuerlig overvåking og tilpasning av prosessparametrene kritisk. Dette er spesielt viktig når man jobber med høyere doser ozon, ettersom en overdreven eksponering kan påvirke fruktens og grønnsakenes utseende, tekstur og smak. Eksperimentering og grundige studier er nødvendige for å fastslå de optimale dosene, eksponeringstidene og ozonkonsentrasjonene for spesifikke produkter.

---

## Ozonbehandling av gulrøtter

Ozonbehandling av ferske gulrøtter etter høsting har vist seg å være en effektiv metode for å redusere mikrobiell aktivitet på gulrøtter. Det er kritisk å vaske bort jorda på gulrøttene før behandling for å oppnå optimale resultater (Singh et al. 2002).

### EFFEKT PÅ MIKROBIELL AKTIVITET

I en studie utført av Singh et al. (2002), ble det påvist en betydelig reduksjon ( $P < 0.05$ ) i antallet *E. coli*-bakterier på babygulrøtter ved bruk av både ozonert vann og ozongass som behandlingsmetode. Når babygulrøtter ble behandlet

med ozonert vann i konsentrasjoner på 9,7 og 16,5 mg/L i løpet av 10 minutter, ble mengden *E. coli*-bakterier redusert med henholdsvis 1.68 og 1.8 log<sub>10</sub> cfu/g. Når det gjaldt behandling med ozongass i konsentrasjonsnivåene 2,1, 5,2 eller 7,6 mg/L, viste resultatene at en eksponeringstid på 15 minutter var nødvendig for å oppnå en betydelig reduksjon i populasjonen av *E. coli*-bakterier. Reduksjonen var på henholdsvis 1,84, 2,48 og 2,64 log<sub>10</sub> cfu/g.

Chauhan et al. (2011) viste at kombinasjonen av ozonbehandling og kontrollert atmosfærelagring hadde positive virkninger på reduksjon av mikroorganismer og vedlikehold av sensorisk kvalitet av ferskskårede gulrøtter over tid. Ozonering av gulrøttene med vann som hadde en ozonkonsentrasjon på 10 mg/L i 10 minutter førte til en reduksjon i antallet mikroorganismer (målt som SPC, dvs. standard plateantall) med 1-2 logaritmiske enheter. I tillegg viste resultatene at bruk av ozon i kombinasjon med kontrollert atmosfære (CA) begrenset veksten av mikroorganismer som gjær og mugg under lagring.

Ozonbehandling har vist seg å ha en betydelig effekt på bekjempelse av *Botrytis cinerea* (gråskimmel) og *Sclerotinia sclerotiorum* (storknolla råtesopp) på gulrøtter (Liew og Prange, 1994; Sharpe et al., 2009). Effekten avhenger av konsentrasjonen av ozon, behandlingsvarigheten og temperatur (Sharpe et al., 2009). Liew og Prange (1994) observerte at svært lave gasskonsentrasjoner av ozon (0,3–1,5 µl/L) førte til hemming av vekst og sporeproduksjon av mange sopper, inkludert *B. cinerea* og *S. sclerotiorum* på gulrøtter, og at en konsentrasjon på opptil 15 µl/L i 8 timer ved 2°C kan gi sykdomsbeskyttelse uten å føre til betydelig skade.

Sharpe et al. (2009) observerte at ozonbehandling viser større effekt ved høyere temperaturer, som 20°C, sammenliknet med lave temperaturer, som 5°C. Kortvarig eksponering med høy konsentrasjon som 450 ppb i 48 timer ved 20°C viser seg å være effektivt for å hemme veksten av *B. cinerea* og *S. sclerotiorum* på gulrøtter. Ozonbehandlingen viste også en positiv effekt på å redusere utviklingen av konidioforer, som er viktig for å hindre videre spredning av soppen.

Hildebrand et al. (2008) og Forney et al. (2007), observerte kun god motstand mot *B. cinerea*, og ikke mot *S. sclerotiorum*. Nivået av isokumarin 6-metoksymellein, som er forbundet med motstand mot gråskimmel, ble funnet å være signifikant økt i gulrøtter som kontinuerlig var eksponert for ozon, selv ved en dose så lav som 50 ppb (Hildebrand et al., 2008).

Ozkan et al. (2011) observerte at ozonets effektivitet mot konidier (ukjønnete sporer) av *Penicillium digitatum*, *P. italicum* og *B. cinerea* var avhengig av av relativ luftfuktighet (RH). Konidier døde raskere under eksponering for ozon ved høyere luftfuktighet enn ved lavere luftfuktighet, og *P.*



*digitatum* og *P. italicum* var mer motstandsdyktige mot ozonbehandling enn *B. cinerea*. Ved 95% relativ luftfuktighet var 99% av konidiene til *P. digitatum*, *P. italicum* og *B. cinerea* ute av stand til å spire etter O<sub>3</sub>-eksponeringer på henholdsvis 817, 732 eller 702 µL/L\*time. Ozondosen måtte derimot økes to ganger ved 75% RH og mer enn ti ganger ved 35% RH for å oppnå tilsvarende hemming. Effektiviteten av ozon ble tydelig redusert ved lavere relativ luftfuktighet.

## PÅVIRKNING PÅ ERNÆRINGSMESSIG KVALITET

Ozonbehandling kan påvirke ernæringsmessig kvalitet i gulrøtter på flere måter. Studier viser at ozonbehandling ikke påvirker askorbinsyre (vitamin C) innholdet i gulrøtter ved lave doser (Hassenberg et al., 2008), men kan redusere det ved høyere doser (Chauan et al., 2011). Karotenoidinnholdet i gulrøtter kan også reduseres som respons på ozonbehandling (Chauan et al., 2011). Forskning har vist at ozonbehandling kan føre til betydelig bleking av gulrøtter ved høye doser (Bermudez-Aguirre et al., 2013; Liew et al., 1994), mens lav dose ikke påvirker fargen (Sharpe et al., 2009). Det er også tidligere påvist at ozon i lav dose kan forårsake skade på gulrotvevet og resultere i brune flekker på peridermet (Hildebrand et al., 2008).

På den annen side kan ozonbehandling øke det totale fenolinnholdet i gulrøtter (Chauhan et al., 2011), som er kjent for sine helsefordeler på grunn av antioksidantegenskapene. Ozonbehandling har også vist seg å forsinke vevsforherding i gulrøtter ved å påvirke celleveggenes sammensetning og enzymaktivitet, spesielt redusert aktivitet av polyfenoloksidase (PPO) og/eller peroksidase (POD). Disse funnene tyder på at ozonbehandling kan ha en positiv effekt på gulrøtters struktur og kvalitet, og bidra til lengre holdbarhet.

Nivået av løselige stoffer og sukkerinnholdet påvirkes ikke av ozonbehandling av gulrøtter (Hildebrand et al., 2008; Forney et al., 2007). Studier har også vist at ozonbehandling med lav dose ikke påvirker respirasjonsraten (Chauan et al., 2011) eller vekten (Hildebrand et al., 2008; Forney et al., 2007) til gulrøtter. Dosene var på henholdsvis 10 mg/L i 10 minutter, 0,3-1 ppm i opptil 4 dager og 50 ppb i 6 måneder. Ozoneksponering kan imidlertid øke stressnivået i gulrøtter og føre til produksjon av flyktige forbindelser som etanol og heksanal (Forney et al., 2007).

Samlet sett er det viktig å finne riktig balanse mellom ozonbehandling for å oppnå ønsket effekt på mikrobiell forurensning samtidig som man opprettholder optimal ernæringsmessig kvalitet i gulrøtter.

## Ozonbehandling av moreller (søtkirsebær, *Prunus avium* L.)

I en studie utført av Koyuncu et al., (2008) ble moreller behandlet med ozonert vann på 0,48 mg/L i 16 minutter.

Studien konkluderte med at behandlingen ikke påvirket farge, fasthet, sukkerinnhold, syreinnhold eller det ytre utseendet til frukten. Samtidig opprettholdt de behandlede morellene en grønnere farge på stilkene og bedre markedsverdi sammenlignet med kontrollprøvene i løpet av en syv-dagers lagringsperiode. Zhao et al. (2023) observerte også at ozonbehandling bremsset opp nedbrytingen av moreller. Koyuncu et al., (2008) observerte ingen reduksjon i bakterieantall umiddelbart etter behandling med ozonert vann, men det ble fra den femte dagen registrert en betydelig reduksjon i gjær- og muggvekst sammenlignet med kontrollkirsebærene.

Basert på de tilgjengelige studiene om bruk av ozon på moreller, antyder resultatene at ozonbehandling kan ha en positiv effekt på kvaliteten til moreller. Imidlertid må det bemerkes at studiene er begrensede, og det er derfor ikke mulig å konkludere dette på nåværende tidspunkt. Ytterligere forskning og undersøkelser er nødvendig for å få bedre forståelse av ozonbehandlingens effekt på moreller og for å kunne trekke mer konkrete konklusjoner.

## Faktaboks

- **Hva er ozonbehandling?**  
Ozonbehandling er en prosess hvor ozon benyttes for ulike desinfeksjons- og rensingsformål.
- **Hvordan fungerer det?**  
Ozon, enten introdusert som gass eller blandet med vann, ødelegger mikroorganismer ved å oksidere luktproduserende molekyler, bryte ned celleveggene til bakterier, virus, sopp og hindre utviklingen av mugg.
- **Fordeler ved ozonbehandling av frukt og grønt:**
  1. Eliminerer skadelige mikroorganismer og reduserer matbårne sykdommer.
  2. Forlenger holdbarheten.
  3. Reduserer behovet for kjemiske desinfeksjonsmidler.
- **Sikkerhet:**  
Krever riktig utstyr og opplæring for å unngå helseskadelig eksponering.

## Referanser

- Bermudez-Aguirre, D., & Barbosa-Canovas, G. V. (2013). Disinfection of selected vegetables under non-thermal treatments: chlorine, acid citric, ultraviolet light and ozone. *Food Control*, 29, 82-90.
- Castagna, A., Ederli, L., Pasqualini, S., Mensuali-Sodi, A., Baldan, B., Donnini, S., ... & Ranieri, A. (2007). The Tomato Ethylene Receptor LE-ETR3 (NR) Is Not Involved in Mediating Ozone Sensitivity: Causal Relationships among Ethylene Emission, Oxidative Burst and Tissue Damage. *New Phytologist*, 174(2), 342-356.
- Chauhan, O. P., Raju, P. S., Ravi, N., Singh, A., & Bawa, A. S. (2011). Effectiveness of ozone in combination with controlled atmosphere on quality characteristics including lignification of carrot sticks. *Journal of Food Engineering*, 102, 43-48.
- Europeiske kommisjonen. (2023). Commission Implementing Regulation (EU) 2023/1078 of 2 June 2023 approving ozone generated from oxygen as an active substance for use in biocidal products of product-types 2, 4, 5 and 11 in accordance with Regulation (EU) No 528/2012 of the European Parliament and of the Council (Text with EEA relevance). Offisiell tidsskrift. ELI: [http://data.europa.eu/eli/reg\\_impl/2023/1078/oj](http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2023/1078/oj). (Besøkt 28. september 2023)
- Corona-Vasquez, B., Samuelson, A., Rennecker, J. L., & Mariñas, B. J. (2002). Inactivation of *Cryptosporidium parvum* oocysts with ozone and free chlorine. *Water Research*, 36(16), 4053-4063.
- Forney, C. F., Song, J., Hildebrand, P. D., Fan, L., & McRae, K. B. (2007). Interactive effects of ozone and 1-methylcyclopropene on decay resistance and quality of stored carrots. *Postharvest Biology and Technology*, 45, 341-348.
- Hassenberg, K., Frohling, A., Geyer, M., Schluter, O., & Herppich, W. B. (2008). Ozonated wash water for inhibition of *Pectobacterium carotovorum* on carrots and the effect on the physiological behaviour of produce. *European Journal of Horticultural Science*, 73, 37-42.
- Hildebrand, P. D., Forney, C. F., Song, J., Fan, L., & McRae, K. B. (2008). Effect of continuous low ozone exposure (50 nL L<sup>-1</sup>) on decay and quality of stored carrots. *Postharvest Biology and Technology*, 49, 397-402.
- Koyuncu, M. A., Seydim, A. C., Dilmaçunal, T., Savran, H. E., & Taş, T. (2008). Effects of different precooling treatments with ozonated water on the quality of '0900 Ziraat' sweet cherry fruit. *Acta Horticulturae*, 795, 831-836.
- Liew, C. L., & Prange, R. K. (1994). Effect of ozone and storage temperature on postharvest diseases and physiology of carrots (*Daucus carota* L.). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119, 563-567.
- Manousaridis, G., Nerantzaki, A., Paleologos, E. K., Tsiotsias, A., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. (2005). Effect of ozone on microbial, chemical and sensory attributes of shucked mussels. *Food Microbiology*, 22(1), 1-9.
- Matportalen. (2018, 14. februar). Parasitter. Hentet fra [https://www.matportalen.no/matsmitte\\_og\\_hygiene/tema/smittestoffer/parasitter](https://www.matportalen.no/matsmitte_og_hygiene/tema/smittestoffer/parasitter). (Besøkt 6. oktober 2023)
- Miljødirektoratet. (2022, 14. september). Ozongeneratorer kan ikke selges til privatpersoner. <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/fagmeldinger/2022/september-2022/ozongeneratorer-kan-ikke-selges-til-privatpersoner/>. (Besøkt 6. oktober 2023)
- Miller, F. A., Silva, C. L. M., & Brandão, T. R. S. (2013). A review on ozone-based treatments for fruit and vegetables preservation. *Food Engineering Reviews*, 5(2), 77-106.
- Ozkan, R., Smilanick, J. L., & Karabulut, O. A. (2011). Toxicity of ozone gas to conidia of *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, and *Botrytis cinerea* and control of gray mold on table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 60, 47-51.
- Pandiselvam, R., Sunoj, S., Manikantan, M. R., Kothakota, A., & Hebbar, K. B. (2017). Application and kinetics of ozone in food preservation. *Ozone: Science & Engineering*, 39(2), 115-126.
- Pandiselvam, R., Kaavya, R., Jayanath, Y., Veenuttranon, K., Lueprasitsakul, P., Divya, V., ... & Ramesh, S. V. (2020). Ozone as a novel emerging technology for the dissipation of pesticide residues in foods—a review. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 38-54.
- Rojas-Valencia, M. N. (2011). Research on ozone application as disinfectant and action mechanisms on wastewater microorganisms. In *Science against Microbial Pathogens: Communicating Current Research and Technological Advances* (pp. ...).

263-271). Proceedings of the International Conference on Antimicrobial Research (ICAR2010), Valladolid, Spain, 3-5 November 2010.

Sharpe, D., Fan, L., McRae, K., Walker, B., MacKay, R., & Doucette, C. (2009). Effects of ozone treatment on *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum* in relation to horticultural product quality. *Journal of Food Science*, 74, M250-M257.

Singh, N., Singh, R. K., Bhunia, A. K., & Stroshine, R. L. (2002). Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in killing *Escherichia coli* O157: H7 on lettuce and baby carrots. *LWT-Food Science and Technology*, 35(8), 720-729.

Skog, L. J., & Chu, C. L. (2001). Effect of ozone on qualities of fruits and vegetables in cold storage. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(4), 773-778.

Wibe, A. (2020). Kartlegging av kunnskap om muligheter for bruk av ozonholdig vann som plantevernmiddel mot gråskimmel i jordbær. *NORSØK Rapport*, no. 5 (2). NORSØK, Tingvoll, Norway.

Zhao, Y., Hou, Z., Zhang, N., Ji, H., Dong, C., Yu, J., ... & Guo, H. (2023). Application of proteomics to determine the mechanism of ozone on sweet cherries (*Prunus avium* L.) by time-series analysis. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1065465.

# Ozon mot soppangrep på emballert gulrot og sorterte moreller

NR 5 | 2020 | VOL 8

NORSØK FAGINFO

Ansvarlig redaktør: Turid Strøm

Fagansvarlig redaktør: Atle Wibe

Forfattere: Anniken Fure Stensrud, Atle Wibe, Guro Møen Tveit, Solveig Uglem

ISBN: 978-82-8202-172-2

[www.norsok.no](http://www.norsok.no)