

Ruokasienien säilöntä kuivaamalla

Toivo Rautavaara ja Kaarina Röyskö

Sisältö:			
1. Johdanto	25	317. Kokemuksia kuivauksen teknologiasta ..	38
2. Yleistä kuivauksesta	27	3171. Sopiva kuivauslämpötila	38
21. Kuivuminen ja siihen vaikuttavat tekijät	27	3172. Kuivausseulojen täyttömäärä	39
22. Keinollisen kuivauksen ja kuivauslaittei-		3173. Kuivumisen nopeuteen vaikuttavia te-	
den tarpeellisuus	28	kijöitä	39
23. Lämmön siirtymistavat ja lämmönlähteet		32. Kuivauskäsittelyn vaikutus tuotteen omi-	
24 Lämmön tarve	29	naisuuksiin	40
25. Kuivauslaitteet ja niiden ainekset	30	321. Kuorettuminen	40
3. Sienten kuivauskokeilut	30	322. Kuivan tuotteen tilavuus ja tiheys	40
31. Kuivauslaitteiden ja lämmönlähteiden ko-		323. Kuivattujen sienten vettyvyys	41
keilu	30	324. Kuivattujen sienten maittavuusomai-	
311. Kokeissa käytettyjä kuivauslaitteita	30	suudet	42
312. Kuivauskokeiden menetelmät	31	33. Sienten esikäsittelyä koskevat kokeet	43
313. Kokeissa käytettyjä lämmönlähteitä	32	331. Ryöppäys (blancheeraus)	43
3131. Nestekaasu	32	332. Happokäsittely	43
3132. Sähkölämmitin	33	34. Eri sienilajien sopivuus kuivattavaksi	44
3133. Lämpimän ilman puhallus	34	35 Kuivattujen ja pakastettujen sienten ver-	
3134. Lämmittämättömän ilman puhallus ..	35	taileva makutesti	48
3135. Sienten kuivaaminen ulkoilmassa	35	36. Kotimaisten ja ulkomaisten kuivattujen	
314. Kuivauskokeita kotitalousolosuhteissa ..	36	sienten vertaileva makutesti	49
3141. Kuivaus liedellä	36	37. Kuivauksen vaikutus sienten ravintoar-	
3142. Kuivaus leivinuunissa	36	voon	50
3143. Kuivaus sähkölieden uunissa.	37	38. Kuivattujen sienten säilyvyys	51
3144. Kuivaus jatkuvastilämmitetyssä sau-		4. Sienten kuivaus kauppa varten	52
nassa	37	41. Laatuvaatimukset	52
3145. Kokeita Dörrex-kuivauslaitteella	37	42. Kuivaustoiminnan ohjeet	52
315. Silikageeli sienten kuivauksessa	38	5. Tiivistelmä	54
316. Pakastettujen sienien kuivaaminen	38	Kirjallisuutta — Literature cited	55
		Summary: Dehydration of edible fungi	56

1. Johdanto

Suomen luonnonvaroista on vuotuinen sienisato huonoimmin hyväksikäytettyjä. On arvioitu, että keskimukertaisena ja huonohkonakin sienivuonna Suomessa kasvaa kookkaita lakkisieniä, haarakkaita, kupusieniä, mörskyjä ym. vähintään 1500 milj. kiloa, niistä noin 80 % syötäviä lajeja. Tästä sadosta kasvaa kerääjien ulottuvilla, siis

asutuksen läheisyydessä arviolta 125 milj. kg, mistä 100 milj. kg olisi hyviä ja kotalaisia ruokasieniä (RAUTAVAARA 1947). Sienet ovat lihan ja kalan tavoin käytettäväksi sopivaa voimakasmakuista särvinruoka-ainetta, jonka energia-arvo ihmiselle on vähäinen, mutta suojaravintoarvo ja vitamiinisisältö huomattava valkuaisaineiden

suuren biologisen arvon sekä etenkin B-ryhmän vitamiinien ja kivennäisaineiden, myös hivenaineiden runsauden vuoksi. Monissa maissa sienet kerätään tarkkaan joko tuoreina käytettäväksi tai teollisuuden raaka-aineiksi. Suomessa on pari sataa huomion arvoista syötävää sienilajia, mutta useimmat ihmiset tuntevat niistä vain muutamia. Arviolta vajaa puolet väestöstä kerää ja syö sieniä edes satunnaisesti sieniaikaan, ja vain harvoilla paikkakunnilla niitä kerätään. kauppaan. Keräily rajoittuu muutamaa harvaan sienilajiin, pääasiassa rouskuihin, joita säilötään suolaamalla. Kauppaan tulee vuosittain keskimäärin 1 milj. kg sieniä, pääasiassa suolattuja karvalaukkuja, haaparouskuja ja sekarouskuja.

Maissa, missä metsäsieniä perinteellisesti paljon kerätään ja käytetään, on kuivaus vanhin ja vielä tänä päivänäkin yleisin sienien säilöntätapa. Kun suolauksessa menetetään suurin osa sienten veteenliukenevista maku- ja ravintoaineista, kuivauksessa menetykset ovat vähäisiä ja usein sienien maku paranee. Kuivatut sienet ovat varsinkin Itä- ja Etelä-Euroopan maissa, Aasiassa ja Amerikoissa yleistä kauppatavaraa, joka kulkee kansainvälisessä tukkukaupassa. Niitä pakataan pikku pakkauksiin nykyaikaisia supermarket-valintamyymälöitä varten ja niitä kysytään suuria määriä elintarviketeollisuuden raaka-aineeksi, esimerkiksi kuivatuihin sienikeittoihin, joiden menekki on ollut niin hyvä, että sveitsiläisten tehtaiden on ollut vaikea saada hankituksi riittäväsiti etenkin kuivattua herkkutattia.

Suomestakin on kuivattuja sieniä kyselty Saksaan, Sveitsiin, Ranskaan ja Yhdysvaltoihin, mutta paria näyte-erää lukuunottamatta ei tavaraa ole saatu hankituksi. Suomen Sieniseura on 1950-luvulta alkaen kiinnittänyt huomiota sienien kuivaukseen ja pitänyt neuvottelukokouksia, joiden tuloksena eräät maatalous ja kotitalousneuvontajärjestöt sekä keskus- ja tukkuliikkeet ovat kiinnostuneet asiaan. Mutta kokemuksen puuttuessa tarvitaan toiminnan käyntiin saamiseksi yksityiskohtaisia ohjeita mm. kuivausvälineistä ja menettelytavoista. Kirjallisuudessa on vain vähän ja ylimalkaisia sienien kuivausohjeita; niitä ovat antaneet mm. TILGNER (1933), RAUTAVAARA (1947), BÖTTICHER (1950), VON LOESECKE (1955).

Miksi ei Suomessa ole opittu kuivaamaan sieniä edes niilläkään seuduilla, missä sieniä

muuten käytetään? Osaahan kansa vanhas-taan ja vielä nytkin kuivata monia muita elintarvikkeita, kuten mm. TALVE (1961) on selostanut. Yhtenä syynä on varmaan ilmastomme. Keväällä, jolloin mm. kalaa kuiva-taan, ovat päivät aurinkoisia ja ilman suhteellinen kosteus vähäinen. Sieniaika sensi-jaan on usein sateista ja ilma on kosteaa, joten kuivaus ulkosalla ei käy päinsä kuten mantereisen ilmaston maissa, missä syksy on kuiva.

Oloissamme ei ainakaan nykyisin ole mahdollisuuksia sienien tehdasmaiseen kuivaukseen. Vain aniharvat sienilajimme, kuten vahverot (*Cantharellus*), ovat kestäviä ja toukattomia. Useimmat sienilajit ovat helposti pilaantuvia ja säilyisivät jäädytety-näkin vain pari vuorokautta. Tuoreet sienet vahingoittuvat helposti kuljetuksen aikana, litistyvät ja rikkoutuvat, jolloin sienissä olevien mikrobien vaikutuksesta alkaa nopea pilaantuminen. Sienikärpästen ja -sääskien sieniin munimat munat kehitty-vät varsinkin lämpötilan noustessa nopeasti toukiksi, jolloin sienet tulevat käyttökel-vottomiksi. Kun elintarviketeollisuutemme hankkii tämäntapaiset raaka-aineet keräilykaupan välityksellä, sienet viipyisivät lii-an kauan matkalla metsästä tehtaaseen ja vahingoittuisivat kuljetuksissa ja käsitte-lyssä. Esimerkiksi Puolassa on valtion toi-mesta rakennettu pieniä sienien ym. keräilytuotteiden kuivauslaitoksia metsiin par-haille sieniseuduille. Meillä ei tällaista yrit-teliäisyyttä ole näköpiirissä.

Erityisen organisaation luominen ja lai-toksien rakentaminen sienien kaupallista kuivausta varten näyttää meillä epätarkoi-tuksenmukaiselta senkin vuoksi, että sienisa-don määrä ja laatu on eri vuosina erilainen. Joinakin vuosina toiminta olisi tappiol-lista.

Sienitalouden ja neuvontajärjestöjen edus-tajat Suomen Sieniseuran piirissä ovatkin omaksuneet sen kannan, että sienten kui-vausta maassamme olisi edistettävä pääasias-sa kotitalouksien puitteissa. Olisi kehitettävä laitteita, menetelmiä ja ohjeita, jotka tekisivät mahdolliseksi keräileville perheille kuivata saaliinsa omaa tarvetta ja kauppaa-kin varten. Kaupan asiaksi jäisi kunakin sei-nikautena tiedottaa, mitä sieniä ostetaan se-kä miten ne on käsiteltävä ja lajiteltava. Kuivatut sienet ovat hyvin säilyviä, joten kaupan riski olisi vähäinen.

Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön antaman apurahan turvin olemme vuosina 1963–1965 kokeilleet tärkeimpien sienilajiemme soveltuvuutta kuivattaviksi käyttäen erilaisia kuivausmenetelmiä, mahdollisimman yksinkertaista kotikäyttöön soveltuvia kuivauslaitteita ja kotoisia lämmönlähteitä. Sekä laboratorio- että kenttätöitä on tehnyt maat- ja metsät. maisteri Kaarina Röyskö Suomen Sieniseuran puheenjohtajan prof. Toivo Rautavaaran johdolla. Sienien keräilystä huolehtivat Suomen Sieniseuran toimihenkilöt ja jäsenet, etenkin filtri Veikko Hintikka ja herrat Mauri Korhonen ja Yr-

jö Palmu. Virala Oy antoi viljeltyjä herkusieniä kokeisiin. Kainuun Marttapiiriliitto avusti käytännön kokeilun järjestämistä alueellaan. Helsingin Kotitalouslautakunnan opetuskeittiössä saatiin järjestää kuivattujen sienien käyttökokeita ja julkisia makuarvostelutilaisuuksia.

Seuraava selostus tutkimuksien ja kokeiden tuloksista on tarkoitettu ennen kaikkea avuksi niille, jotka ryhtyvät käytännössä järjestämään sienten kuivausta. Siksi on pidetty tarpeellisena aluksi lyhyesti selostaa sen fysikaalisia ja teknisiä perusteita.

2. Yleistä kuivauksesta

21. Kuivuminen ja siihen vaikuttavat tekijät

Kuivauksessa tuotteen vesipitoisuus alennetaan mahdollisimman vähäiseksi. Tässä yhteydessä käsitellään vain lämpimässä ilmassa tapahtuvaa kuivausta, ei lainkaan vesipitoisuuden alentamista puristamalla, sentrifugoimalla tai jäädyttämällä. Kuivuminen on siis tässä tapauksessa veden haihtumista kosteasta tuotteesta sitä ympäröivään kuivempaan ilmaan. Kosteuden haihtuminen liittyy oleellisesti samanaikaiseen lämmönvirtaukseen siten, että ympäristöstä kappaleen sisään tapahtuvaa lämmönvirtausta seuraa höyrystyneen vesimassan siirtyminen pois. Kuivumisnopeus on siis riippuvainen siitä, miten nopeasti lämpö kulkeutuu siihen kohtaan, missä kosteuspitoisuuden alenemista tapahtuu. Kuivumisessa erotetaan kaksi toisiaan seuraavaa ilmiötä:

1. veden liikkuminen kostean kappaleen sisällä sen pintaa kohti, ja
2. höyrystyneen veden haihtuminen kappaleesta pois.

Näihin ilmiöihin vaikuttavat tekijät ovat sisäisiä ja ulkoisia.

Kostean kappaleen sisällä tapahtuvaan veden liikkumiseen vaikuttavien tekijöiden voidaan katsoa olevan ulkoisista kuivausolosuhteista riippumattomia. Veden liikkumismekanismi kosteassa kappaleessa on erittäin monimutkainen ja onkin olemassa useita toisistaan poikkeavia liikkumismekanismien fysikaalista luonnetta koskevia teorioita, mutta ennen kaikkea se on riippuvainen kuivattavan materiaalin rakenteesta. Mekanismeista, joita teorialat koskevat, mainittakoon tärkeimpinä konsentraatioerojen aiheuttama diffuusiointi (pintakerrosten kuivuessa kudosnesteiden liuenneet aineet konsentroituvat ja veden

diffuusiointi kappaleen sisäosista sen pintaan alkaa osmoottisen paineen suuntaan) sekä veden liikkuminen kapillaarivoimien vaikutuksesta. GÖRLING (1958) esitti perunan, makaronin ja puun kaltaisten tuotteiden kuivauksessa viisi samanaikaisesti vaikuttavaa mekanismia, joiden joukossa ovat myös kaksi edellä mainittua. Lämmönsiirtymisen ilmiöitä koskevia tutkimuksia ovat tarkastelleet perusteellisesti mm. KRISCHER (1956) ja VAN ARSDEL (1963).

211. Ilman kosteus

Höyrystyneen veden siirtyminen kostean kappaleen pinnalta ympäröivään ilmaan johtuu kostean kappaleen ja ympäröivän ilman höyrystyneiden eroista. Suljetussa tilassa höyrystyminen saavuttaa kaasujen kineettisen teorian mukaan pian tasapainotilan, missä vesipinnasta poistuu molekyyliä yhtä paljon kuin siihen palaa. Kuivumista ei tällöin tapahdu. Näin syntyneessä kyllästetyssä tilassa vesihöyryllä on täysin määrätty osapaine, veden höyrystyneen paine, mikä kohoaa nopeasti lämpötilan kohotessa. Suhteellista höyrytilan kyllästysastetta nimitetään tämän tilan suhteelliseksi kosteudeksi (relatiivinen kosteus). Se ilmaisee todellisen kosteuden (absoluuttisen kosteuden) määrän prosentteina samassa lämpötilassa mahdollisesta maksimaalisesta eli kyllästyskosteudesta.

Kuivausteknologisesti on merkittävää, että lämpötilan kohotessa ilman suhteellinen kosteus alenee, ja siten lämpenevä ilma kykenee ottamaan yhä enemmän kosteutta. Kuivaukseen oleellisesti vaikut-

tava tekijä onkin ilman suhteellinen kosteus, mikä puolestaan on riippuvainen paitsi ilman vesipitoisuudesta myös sen lämpötilasta, paineesta ja liikkuvuudesta.

Ilman suhteellinen kosteus päätellään usein siitä, miltä se tuntuu. Ilman »tuntu» ei kuitenkaan ole oikea peruste, kun harkitaan sen käyttökelpoisuutta kuivauksessa. Ilman, mikä tuntuu hyvin kostealta viileänä, pilvisenä päivänä, sisältää usein vähemmän todellista kosteutta kuin helteisenä päivänä kuivalta tuntuva ilma. Tästä syystä on myös usein edullisempaa ottaa kuivausta varten lämmitettävä ilma ulkoa kuin käyttää runsaasti kosteutta sisältävää huoneilmaa, mikä ehkä lämpimänä tuntuu kuivemmalta.

Lukuisista kosteuden mittaamislaitteista kolme on käyttökelpoisia kuivausolosuhteita valvottaessa:

1) kosteuspitoisuuden vaihtelun aiheuttaman hiuksen tai jonkin muun kosteudenmuutoksille herkän kuidun pitenemisen tai kutistumisen mittaaminen (hygrometri).

2) kastepisteen määrittäminen, esim. ilman kanssa kosketuksissa olevan hitaasti jäähdytetyn peilin avulla.

3) kostean kappaleen jäähtymisen mittaaminen. Näistä viimeinen on kuivausteknologian piirissä yleisimmin käytetty menetelmä. Mittauslaitteen, psykrometrin, muodostaa kaksi lämpömittaria, joista toisen elohopeapalloa peittää kostea »sukka». Kuivan ja kostean lämpömittarin lukemien eron suuruus on ilman suhteellisen kosteuden mitta siten, että mitä suurempi lukemien ero on, sitä alhaisempi on ilman suhteellinen kosteus. Se ilmoitetaan prosenttilukuna, joka saadaan psykrometrisistä taulukoista.

Kostean lämpömittarin »sukka» on kostutettava tislatulla vedellä, sillä vesijohtoveden suolat aiheuttavat sukan kovettumisen. Tällöin haihtuminen estyy ja tuloksiksi saadaan virheellisiä, liian korkeita suhteellisen kosteuden lukemia.

212. Ilman lämpötila

Nopean haihtumisen aikaansaamiseksi kuivattavan kappaleen lämpötila on pidettävä mahdollisimman korkeana. Lämpötilaa ei kuitenkaan voida kohottaa rajattomasti, koska se usein aiheuttaisi tuotteen laadun huonontumista. Haihtuminen sitoo runsaasti lämpöä, ja sen vuoksi voidaan arkoja ruoka-aineita kuivata suhteellisen korkeassa lämpötilassa ilman, että ne »palavat». Niin kauan kuin kuivattava tuote on täysin märkä, sen lämpötila on suurinpiirtein sama kuin tuotteen läheisyyteen asetetun psykrometrin kostean mittarin lämpötila, esim. 45° C, kun ilman lämpötila on 80° C. Kun kappaleen pinta kuivuu, haihtumisnopeus pienenee ja haihtumisen tuo-

tetta jäähdyttävä vaikutus vähenee. Mitä kuivemmaksi tuote tulee, sitä lähemmäksi tuotteen lämpötila tulee kuivausilman lämpötilaa. Varsinkin kuivaustapahtuman lopulla kuivauslämpötilan tarkkaaminen on välttämätön, sillä tällöin lähestytään kullekin kuivattavalle tuotteelle ominaista kriittistä lämpötilaa.

213. Ilman liikkuvuus

Haihtumisen tehokkuus riippuu kuivausilman suhteellisen kosteuden lisäksi siitä, miten paksuksi kuivuvan pinnan ympärillä oleva runsaasti vesihöyryä sisältävä kerros muodostuu. Ilman liikkuvuudella on oleellinen merkitys vesihöyryn mahdollisimman nopeassa hajoittamisessa niin, ettei se ehkäise haihtumista.

Yksinkertaisissa kuivureissa ilman liikkuminen ja vaihtuminen tapahtuu ilman luonnollisena virtauksena. Lämmin ilma kevyempänä kohoaa ylöspäin, jolloin ulkopuolelta virtaa kylmempää ilmaa tilalle. Kuivurissa on siis tuoreen ilman otto ja ilman lämmityslaitte sijoitettava alaosaan, lämpimän ja kostean ilman poisto yläosaan, jolloin syntyy luonnollinen veto.

Keinollisen ilmankierron aikaansaamiseksi käytetään tuulettimia, jolloin ilman vaihtuminen tulee tehokkaammaksi. Tuuletin voidaan sijoittaa lämmönlähteen ja kuivauslaitteen tai -kaapin väliin, niin että se imee lämpimän ilman ja puhalttaa sen sitten kuivauskammioon, tai siten, että se sijoitetaan ilman poistoaukkoon, missä se imee ilmaa kuivaus-tilasta.

22. Keinollisen kuivauksen ja kuivauslaitteiden tarpeellisuus

Monien elintarvikkeiden ulkokuivaus auringon lämmössä on yleistä ja suuressa mittakaavassa tapahtuvaa, mutta se vaatii tietyntylaiset ilmastolliset olosuhteet. Auringossa kuivatut hedelmät ovat huomattavaa kauppatavaraa. Mm. MRÄK ja LONG (1941) ja VON LOESECKE (1955 s. 34) esittelevät hedelmien auringossa kuivaukseen soveltuvia välineitä ja menetelmiä. Myös ulkoilmassa kuivatut sienet ovat yleistä kauppatavaraa varsinkin Itä-Euroopan ja Itä-Aasian maissa.

Sienien kuivauskokeissa viljellyllä herkkusienellä elokuun alkupäivinä suoritetuissa ulkoilmassa tapahtuneissa kuivauskokeissa päästiin kahden vuorokauden kuivauksen jälkeen riittävän alhaiseen kosteuspitoisuuteen. Syyskuun lopulla, varsinaiseen sieni-aikaan mustavahakasta kuivattaessa saavutettiin kahden vuorokauden jälkeen 40 %:n kosteuspitoisuus, minkä jälkeen kuivumista ei enää tapahtunut.

Kokeitten kuluessa suoritettiin ilman lämpötilan ja kosteuden mittauksia hygrometriä käyttäen:

	klo 8 lämpötila	suhteell. kosteus	klo 16 lämpötila	suhteell. kosteus
elokuussa	21° C	67 %	40° C	45 %
syyskuussa	18° C	76 %	23° C	80 %

Kuivauskokeissa, missä puhallettiin lämmittämättöntä laboratorioilmaa, tuuletinta lähinnä olevalla seulalla olevien herkkusienten kosteuspitoisuus oli 22 tunnin kuivauksen jälkeen alentunut 27,2 %:iin, seuraavalla seulalla 59,8 %:iin ja viidennellä vain 75,7 %:iin. Ilman lämpötila oli kokeen aikana 24° C ja suhteellinen kosteus 88 %.

Sekä viimeksi mainitussa että syyskuun lopulla ulkona suoritettussa kuivauskokeessa sienten kuivausta oli jatkettava keinotekoisesti. Suomen ilmasto-oloissa ei ilman suhteellinen kosteus sienten satoaikaan juuri koskaan ole riittävän alhainen, kun otetaan huomioon, että sienet on kuivattava alle 10 %:n kosteuspitoisuuteen. Lisäksi kuivaus on suoritettava mahdollisimman nopeasti sienten nopean pilaantumisen vuoksi. Sienten kuivauksessa, ainakin sen loppuvaiheessa, on välttämätöntä käyttää keinotekoisia lämmönlähteitä ja lämmön tehokkaan hyväksikäytön aikaansaamiseksi on suunniteltava kuivurilaitteita.

23. Lämmön siirtymistavat ja lämmönlähteet

KRÖLL (1959) jaoittelee kuivauslaitteet lämmön siirtymistavan mukaan seuraavasti:

1. kuivurissa ilma toimii lämmön kuljettajana
2. kuivurissa tapahtuu lämmön säteilyä
3. kuivattava tuote on kosketuksessa kuivaavan pinnan kanssa.

Lämmön säteilyyn, radiaatioon, perustuu lämpölamppujen käyttö, mikä tulee kysymykseen vain ohuiden kerroksien kuivauksessa. Lämmön siirtymistapa on johtumista eli konduktiota silloin, kun kuivattava tuote on kosketuksissa kuuman pinnan kanssa. Kappalemuodossa olevien ruoka-aineiden kuivauksessa tulevat kysymykseen laitteet, missä lämmön siirtyminen tapahtuu pääasiassa ilmavirtauksen mukana, lämmön konvektiona. Ilmalla on ratkaiseva osuus kuivauksessa, sillä se kuljettaa haihduttamiseen tarvittavan lämmön ja poistaa haihtuneen vesihöyryn.

Lämmönlähteiksi soveltuvat tavanomaiset polttoaineet, kuten puu, kivihiili, öljy ja kaasu. Sähkö on tehokas, mukava ja helposti säädettävä lämmönlähde. Sähkön avulla tapahtuva kuivaus on kuitenkin meillä tavallisesti epätaloudellista korkeiden tariffien vuoksi. Poikkeuksena ovat paikkakunnat, missä voidaan tarkoitukseen saada huokeata yösähköä.

Kuivausilman lämmittämiseksi käytetään suoranaista kuumentamista, suoraa säteilyä ja epäsuoraa säteilyä.

Suorassa kuumnusjärjestelmässä polttoaineen palamiskaasut sekoitetaan kuivausilmaan. Varusteisiin kuuluu tarkoitukseen sopiva polttimo. Polttoaineelle esitettyjä vaatimuksia on, että se palaa nopaesti ja täydellisesti eikä muodosta nokea eikä epäterveellisiä kaasuja. CRUESS (1943) sekä CHACE (1942) katsovat kaasun täyttävän nämä vaatimukset. Öljyn, varsinkin raakaöljyn käytön he katsovat kyseenalaiseksi, vaikkakin polttimon tehokkuudella on ratkaiseva merkitys tässä suhteessa. Öljyn on kuitenkin todettu aiheuttavan sivumakuja ja -hajuja elintarvikkeisiin. Sama vaara on tarjona myös nestekaasua käytettäessä.

Suoraa säteilyä ilman lämmitykseen käytettäessä järjestelmä on melko yksinkertainen ja halpa. Puuta, turvetta tai hiiltä lämmönlähteenä käytettäessä palamistuotteiden sekoittaminen kuivausilmaan ei tule kysymykseen, vaan ne on johdettava savukanaavaan. Se voidaan sijoittaa kulkemaan edestakaisin ilman lämmityskammiossa, missä ilma kuumenee savukanavien seinämiä tapahtuvan lämmönsäteilyn ansiosta. Suoraa lämmönsäteilyä tapahtuu myös liesitasosta liedelle sijoitetun kuivurilaitteen lämmönlähteeksi.

24. Lämmön tarve

Vesikilon haihduttamiseen tarvittava minimilämpö on 590 kcal. Missään kuivauslaitteessa ei lämmönkäyttö ole niin tehokas, että lasketuilla minimilämpömäärillä saavutettaisiin haluttu kuivaustulos.

Lämmön hukkaa esiintyy monissa muodoissa kuivauksen aikana:

1. polttoaine palaa epätäydellisesti,
2. lämpöä poistuu savukaasujen mukana,
3. kuivaaja sitoo lämpöä, jota säteilee ulos sen seinämiä ja
4. lämpöä karkaa avonaisista saumoista ja ovista vaihdettaessa seulojen paikkaa ja kokeissa suoritettaessa punnituksia kuivauksen kuluessa, ja vielä ulosvirtaavan kuivausilman mukana.

Kuivauksessa tehokkaasti käytetyn, kosteuden haihduttamiseen kuluneen polttoaineen osuus prosentteina polttoaineen kokonaismäärästä ilmaisee laitteen hyötysuhteen. TILGNERIN (1933) mukaan kuivauslaitetta, minkä hyötysuhde on 40 %, voidaan pitää kannattavana, kun taas kuivauslaitetta, millä on vain 30 %:n hyötysuhde on tarkkailtava kriittisesti. — Hyötysuhteen ollessa 40 % vesikilon haihduttamiseen kulunut lämpömäärä on $100/40 \cdot 590 \text{ kcal} = 1475 \text{ kcal}$.

Kuivausilmaa suoraan lämmitettäessä laitteen hyötysuhde on suurempi kuin säteilyä ilman läm-

mityskeinona käytettäessä. CRUESS (1943) osoittaa, että luonnolliseen ilmankiertoon perustuvien kuivureiden hyötysuhde on paljon pienempi (20–25 %) kuin laitteiden, missä ilman kiertokulku saadaan aikaan keinollisesti tuulettimien avulla.

Kun järjestetään kuivauslaitteeseen ilman suljettu kierto siten, että palautetaan 50–75 % kuivausilmasta uudelleen lämmitettäväksi, vähenee ulosvirtaavan ilman mukanaan kuljettaman lämmön menetys. Näin on laitteen hyötysuhde voitu kohottaa 50 %:n yläpuolelle. Ilman uudelleenkierrätys on osoittautunut edulliseksi hedelmien kuivauksessa, mutta vihannesten ja juurikasvien kuivauksessa se on käyttökelpoton, sillä se pidentää kuivausaikaa alentamalla kuivauksen tehokkuutta. Lisäksi vihannekset on kuivattava hyvin alhaisiin kosteuspitoisuuksiin, jota tällä menetelmällä ei saavuteta. — Koska myös sienet on kuivattava alhaiseen kosteuspitoisuuteen ja koska hitaan kuivumisen aikana toukkien kehittyminen on ilmeinen sekä entsyymiaktiivisuus suuri, ei ilman uudelleenkierrätystä voi katsoa sienekuivauslaitteeseen suositeltavaksi menetelmäksi.

25. Kuivauslaitteet ja niiden ainekset

Kuivauslaitteen suunnittelussa on pyrittävä ratkaisuun, missä

1. hyötysuhde on suuri,
2. kuivaus on nopeaa ja
3. kuivuminen on tasainen.

Tehokkaan lämmönkäytön aikaansaamiseksi on lämmönhukka saatava mahdollisimman pieneksi. Kuivauslaite on rakennettava mahdollisimman tii-

viiksi, ilman sisääntulo- ja poistoaukkoa lukuunottamatta.

Tärkeintä on saada kuivuminen nopeaksi ja taiseksi. Senvuoksi on kuivattava tavara levitettävä yhtenä kerroksena verkkoseuloille ja seulat sijoitettava siten, että kuivausilma pääsee ja joutuu kulkemaan kaikkien seulojen alitse, ylitse ja läpi. Seulojen järjestystä pitää voida vaihtaa kuivauksen aikana, koska alimmilla seuloilla kuivuminen edistyy nopeimmin.

Kuivurilaitteet voidaan rakentaa puusta ja metallista. Puulajeista koivu soveltuu tukiosien, kuten kuivauskaapin rungon ja kuivausseulojen kehiköiden ja tukilistojen materiaaliksi.

Kuivauskaapin seinät, katto ja ovi voidaan valmistaa vanerista, kovalevystä tai metallipelistä. Palovaaran välttämiseksi ja keveytensä vuoksi alumiinipelti on suositeltavaa.

Seulojen verkoksi soveltuu galvanoitu verkko, jonka silmien läpimitta on sopivimmin 3–4 mm. Happamia tuotteita kuivattaessa sinkin liukeneminen galvanoidusta verkosta aiheuttaa niihin epämiellyttävän maun ja värin, jopa saattaa tehdä tuotteen terveydelle haitalliseksi. Sienten neutraalin reaktion (pH 6–7) vuoksi sinkin liukeneminen ei ole mainittavaa.

Sinkin mahdollista liukenemista tutkittiin erityisin kokein, joita selostetaan jäljempänä.

Liukenemisvaaran välttämiseksi verkot voidaan lakata muovilakalla, mikä kestää vahingoittumatta kuivauksessa käytettäviä lämpötiloja. Kaupassa on saatavana valmiiksi lakattua verkkoa, mutta sen lakkaus vahingoittuu kuivauksessa käytetyissä lämpötiloissa (60–80° C).

3. Sienten kuivauskokeilut

Kuivauskokeissa pyrittiin selvittämään erilaisten kuivurilaitteiden ja lämmönlähteiden soveltuvuus sienten kuivaukseen. Kuivattiin lukuisia herkullisiksi tai hyviksi arvostettuja ruokasieniä ja tarkkailtiin niiden kuivumista sekä arvosteltiin niiden kuivattavuus liotuskokein ja koemaistamisin. Esikäsittelyn vaikutusta kuivattujen sienten ominaisuuksiin kokeiltiin niinkään.

31. Kuivauslaitteiden ja lämmönlähteiden kokeilu

311. Kokeissa käytettyjä kuivauslaitteita

Kuivauslaitteina käytettiin kuivauskokeita varten rakennettuja kaappikuivureita ja kuivausseuloja. Kuivauskaappien rakentamisessa käytettiin esikuvi-

na amerikkalaisia, kotikuivausta varten suunniteltuja kaappeja, mitkä olivat tarkoitetut puuliedellä kuumennettaviksi (FABIAN 1943 ja EIDT) tai olivat öljyllä tai kaasulla lämmitettäviä (Bulletin N:o 1918).

Kuivauskokeita suoritettiin myös kahdella tehdasvalmisteisella kuivauslaitteella.

Toinen oli sveitsiläinen alumiinipelistä valmistettu pyöreä Dörrex-kuivuri, minkä kuivausseulojen alla on lämpöä tasoittava, ilman kulkua edistävä ja liialliselta kuumenemiselta suojaava pyörivä siipilaitte.

Toinen kuivurilaitte, saksalaisen Evald Könemannin sommittelema, on helposti osiinsa hajoitettava. Sen muodostaa metalli- ja puulevyistä koottava jalusta, jonka varaan asetetaan päällekkäin viisi kuivausseulaa. Kuivaaja on helppo itsekin rakentaa.

Edellä selostettujen kuivauslaitteiden lämmitystä kokeiltiin erilaisilla kotitalouden piirissä esiintyvillä lämmönlähteillä. Kokeiltiin myös sienten kuivaamista leivinuunissa, sähkölieden uunissa ja jatkuvasti lämmitetyssä saunassa. Viljankuivaajatyypit, joissa jyvät levitetään seuloille ja joissa puhalletaan lämmintä ilmaa viljakerrosten läpi, olisivat varmaan käyttökelpoisia sientenkin kuivaukseen. Viljankuivauksessa käytetty lämpötila on sama, mitä suositellaan sienten kuivauslämpötilaksi. Sienten kuivaamista viljankuivaajassa ei päästy kokeilemaan, kun sattuneen huonon sienisadon vuoksi määrät olivat pieniä.

312. Kuivauskokeiden menetelmät

Eri lämmönlähteiden ja erilaisten kuivausolosuhteiden, lähinnä kuivauslämpötilan vaikutusta sienten kuivumisnopeuteen ja kuivattujen sienten laatuun kokeiltiin pääasiassa viljellyllä herkkusienellä (*Agaricus bisporus*). Kuivana kesänä 1963 sienten kasvu viivästyi, joten elokuussa ei metsäsieniä ollut löydettävissä.

Myöhemmin neuvontajärjestön kanssa yhteistoimin kentällä suoritettuihin kuivauskokeisiin kerättiin sienet metsästä.



Kuva 1. Ensimmäinen kokeissa käytetty kuivauskaappi tehtiin alumiinilevystä ja kuivausseulat galvanoidusta verkosta, mikä käsiteltiin muovilakalla. Kuivuri oli tarkoitettu asetettavaksi liedelle tai muun lämmönlähteen päälle, jolloin lämmin ilma tulee alta ja poistuu ylhäällä kaapin sivussa olevien aukkojen kautta. Kokemus osoitti, että alimmat seulat olivat liian lähellä lämmönlähdettä. Myöhemmissä rakenteissa tehtiin jalustaosa korkeammaksi, mutta kaapin sivut ulottuivat alemmas niin että lämmin ilma paremmin ohjautuu kaappiin.

Kuivausta varten viljeltyt herkkusienet puhdistettiin harjaamalla kuiviltaan ja paloitettiin 4 mm paksuiksi viipaleiksi. Kuivausseulojen täyttömäärä kokeissa oli $2,5 \text{ kg/m}^2$ eli 25 g/dm^2 . Kokeissa käytetyissä kuivauslaitteissa ei ollut termostaattia lämpötilan säätäjänä, eikä termostaatin käyttöön pyrittykään kokeissa, koska kotikäyttöön valmistettavissa kuivauslaitteissa se tuskin olisi tarpeen.

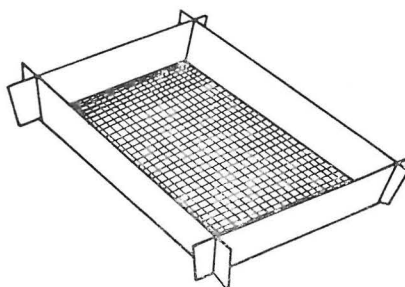
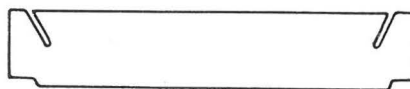
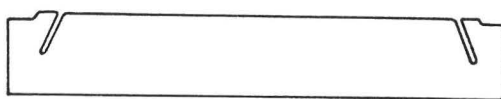
Kuivausilman lämpötila ja suhteellinen kosteus mitattiin kuivauskokeen alussa jokaisen kuivausseulan korkeudella psykometriä käyttäen ja mittaukset toistettiin säännöllisin väliajoin kuivauksen kuluessa. Lämpötilan vaihtelujen estämiseksi lämmitys pysytettiin mahdollisimman muuttumattomana. Siitä huolimatta lämpötilan tarkkailu kuivauksen kuluessa oli välttämätön. Samalla kun säännöllisin väliajoin suoritettiin lämpötilan- ja kosteusmittauksia, seurattiin sienten kuivumista punniten kukin seulan sienierät. Punnitustulosten mukaan voitiin piirtää sienten kuivumiskäyrät eri kuivumislämpötiloissa ja määrittää kuivumisrajan riippuvuus kuivauslämpötilasta. Kokeiltaessa eri lämpötilojen vaikutusta kuivaukseen kuivausseulojen paikka oli muuttumaton. Kun sienten paino oli vain noin 1/10 niiden alkuperäisestä painosta, kuivaus lopetettiin. Toinen kuivauksen lopettamishetken



Kuva 2. Lukuisista keskieuropalaisista kotitalouskäyttöön tarkoitetuista pienistä kuivureista on sveitsiläinen Dörrex kätevin. Kuvassa on liedelle asetettava malli, missä kuivausseulojen alapuolella on herkästi pyörivä turbiinilevy edistämässä lämpimän ilman nopeata ja tasaista kulkua. Laitetta on myös valmistettu sähkökuumennuksella varustettuna.



Kuva 3. Saksalainen Kōnemannin pienoiskuivuri muodostuu irtonaisista osista. Jalustana on 4 alumiinilevyä, joiden alareuna on lovettu niin että ilma pääsee hyvin virtaamaan. Kuivausseulat koostuvat vanerikehyksistä ja irtonaisista metalliverkon paloista.



Kuva 4. Piirros osoittaa, miten kuivausseulan vanerikehys kokoonpannaan lovetuista vanerilevyistä. Pohjaksi tuleva metalliverkon pala leikataan juuri niin suureksi, että se pysyy kehyksessä ilman eri kiinnitystä.

kriteeri oli se, että sienet eivät enää olleet nahkeita, vaan murtuvia.

Tuoreiden sekä kuivattujen sienten kosteuspiitoisuus määritettiin kuivaamalla punnittuja sieninäytteitä 100°C:ssa vakiopainoon. Saadun kuiva-ainepitoisuuden ja sienten alkupainon erotus ilmaisi sienten sisältämän vesimäärän.

313. Kokeissa käytettyjä lämmönlähteitä.

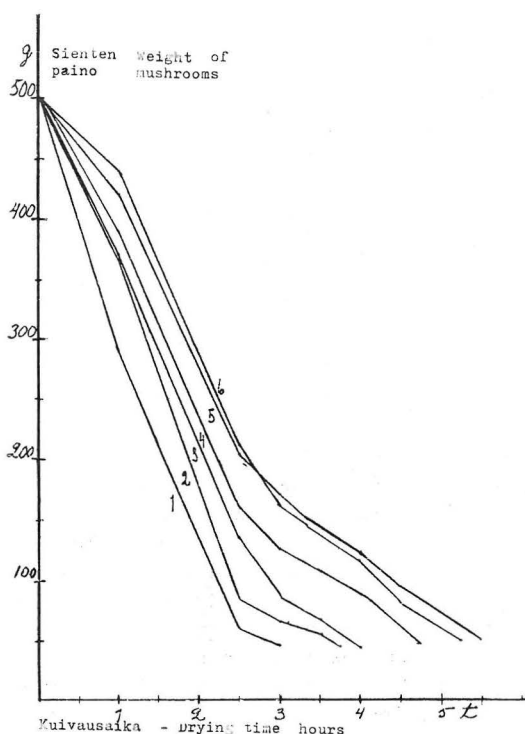
3131. Nestekaasu

Nestekaasua kuivauksen lämmönlähteenä käytettäessä kuivurilaitteen suunnittelussa on kiinnitettävä huomio epätasaisen kuivumisen välttämiseen ja kuivattavan tuotteen palamisen ehkäisemiseen.

Kaasupoltinta käytettäessä FABIAN (1943) pitää välttämättömänä metallilevyn sijoittamista polttimon ja kuivattavan tuotteen väliin, niin että se tasoi lämmön estäen alimmalla kuivausseulalla olevien sienten liiallisen kuumenemisen. Metallilevyn olisi oltava pituudeltaan ja leveydeltään ainakin 5 cm pienempi kuin kuivaajan sisämitat ja se olisi sijoitettava vähintään 10 cm etäisyydelle ensimmäi-

sestä kuivausseulasta, sen alapuolelle. Haitallinen ilmiö tässä järjestelyssä on se, että ilma tulee kuivaajaan vain sen reunoista, ja kuivaajan keskiosissa ilma liikkuu huonosti. Kuivuminen on epätasaista kuivaajan eri osissa. — Se voidaan kuitenkin jossain määrin estää tietynlaisella seulojen järjestelyllä, jos seulat on valmistettu 7–10 cm kuivauskaapin syvyyttä lyhyemmiksi. Seulojen paikkaa vuorotellaan niin, että ensimmäinen, kolmas, ja viides seula työnnetään kuivauskaapin takaseinään ja toinen, neljäs ja kuudes jätetään niin lähelle ovea kuin mahdollista. Tämä järjestely aiheuttaa sen, että kuivausilma joutuu sekä virtaamaan kuivausseulojen läpi että myös kiertämään kuivausseulojen välissä.

Kokeissa ei yleensä käytetty metallilevyä liekkien ja seulojen välissä. Liikakuumeneminen ja epätasainen kuivuminen pyrittiin estämään sijoittamalla kaasupoltin riittävän etäälle kuivattavasta tuotteesta. 40–50 cm:n etäisyys osoittautui riittäväksi tasaisen kuivumisen kannalta. Kuvan (1) kuivauskaappia käytettäessä kuivattiin sieniä vain neljällä ylimmällä seulalla. Toisessa kuivauskaapissa, mikä oli suunniteltu nestekaasulla kuumennettavaksi, lämmönlähteen ja kuivausseulojen etäisyys onkin suurempi.



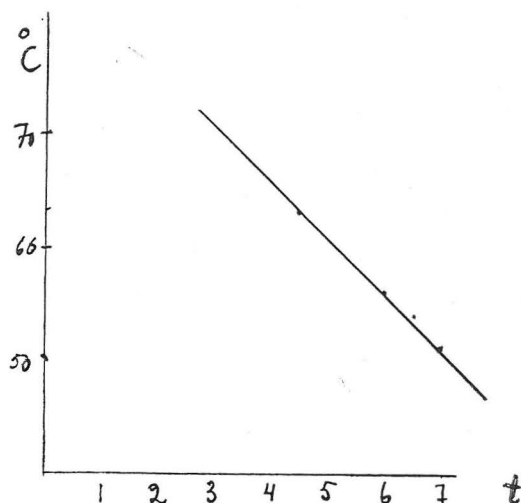
Kuva 5.
Herkkusienien kuivuminen nestekaasua lämmönlähteenä käytettäessä. Kuvaajat esittävät sienien painon alenemisen eri kuivauslämpötiloissa:

1. 70° C, jolloin ilman suht. kosteus oli 16 %
2. 62° C, » » » » » » 22 »
3. 60° C, » » » » » » 23 »
4. 59° C, » » » » » » 24 »
5. 55° C, » » » » » » 29 »
6. 54° C, » » » » » » 30 »

Nestekaasua lämmönlähteenä käytettäessä polttoaineen palamiskaasut sekoittuvat kuivausilmaan. Tällöin palamisessa syntyvä vesihöyry lisää kuivausilman sisältämää vesimäärää ja siten kohottaa ilman suhteellista kosteutta.

Käytännössä absoluuttisen kosteuden lisääntyminen ei ole niin merkittävä, että sillä olisi vaikutusta kuivaustehoon. Jos ilman saanti on riittävä, nestekaasu palaa täydellisesti, joten kuivattavaan tuotteeseen ei tule hiilivetyjä eikä muita epäterveellisiä kaasuja. Markkinoilla olevat nestekaasut sisältävät jonkin verran (0,05 %) rikkiä. — Rikkidioksidikäsittely suojaa elintarvikkeita entsyymaattiselta tummumiselta, ja varsinkin hedelmien kuivauksen edellä suositellaan rikkidioksidikäsittelyä. — Nestekaasun sisältämä pieni rikkimäärä, joka palaa rikkidioksidiksi, vaikuttaa mahdollisesti edullisesti kuivatun tuotteen ulkonäköön.

Nestekaasun kulutuksen mittaamiseksi kaasupullo



Kuva 6.
Kuivausajan riippuvuus kuivauslämpötilasta lämpötila-alueella 59–75° C, nestekaasua lämmönlähteenä käytettäessä.

punnittiin kuivauksen alussa ja lopussa. Erotus ilmaisi kuivaukseen kuluneen nestekaasun määrän. Neljällä seulalla kuivattiin yhteensä 2 kg sieniä. Kuivaus kesti alimmalla seulalla 3,5 tuntia, ylimmällä 5,5 tuntia. Seulojen paikan vuorottelu kuivauksen kuluessa olisi lyhentänyt kuivauksen kokonaisaikaa, mutta eri kuivauslämpötilojen vaikutuksen tutkimiseksi seulojen paikka pidettiin muuttumattomana. Kokeen aikana kului nestekaasua 94 g tuntia kohti. Kun nestekaasun kilohinta on 80 penniä, 2 kilogramman suuruisen sienierän kuivauksessa kulunut nestekaasu maksoi 40–50 penniä.

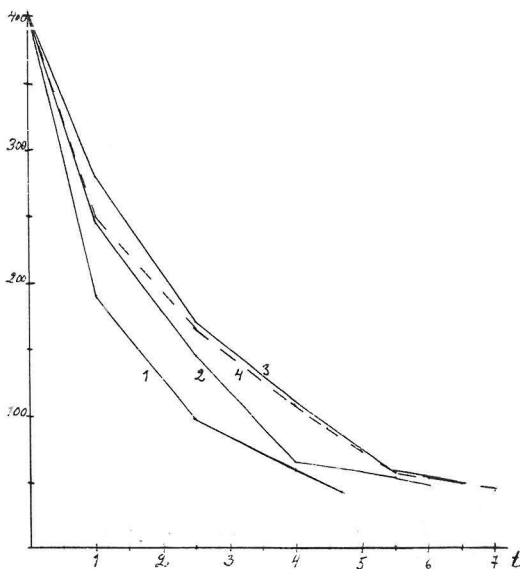
3132. Sähkölämmitin

Kuivauskaapin lämmittämistä kokeiltiin 1900 watin tehoisella sähkölämmittimellä, joka oli varustettu ilman puhaltajalla. Kuivattiin viljeltyä herkkusientä (*Agaricus bisporus*). Sen kosteuspitoisuus oli 89,7 %.

Neljällä alimmalla kuivausseulalla kuivattiin kulakin 400 g herkkusieniä. Kuivauksen aikana suoritettujen kuivausilman lämpötila- ja kosteusmittaukset antoivat seuraavat arvot:

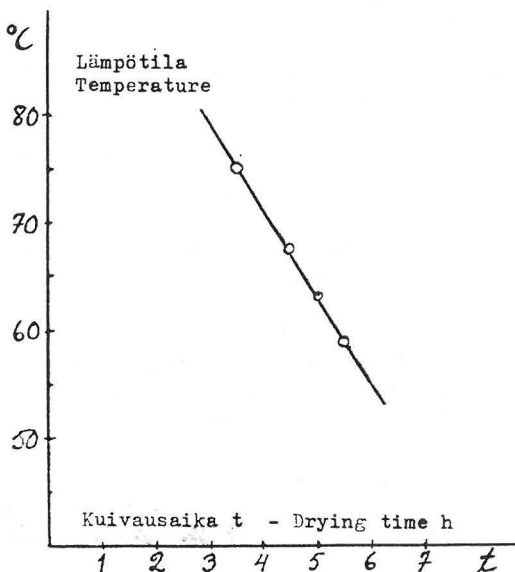
	Kuivauksen alussa		2,5 tunnin kuivauksen jälkeen	
	Lämpötila °C	Suht. kost. %	Lämpötila °C	Suht. kost. %
1. seula	62	22	64	17
2. »	55	26	58	23
3. »	52	28	56	26
4. »	52	30	50	37
huoneilma	27	68	27	60

Sienten paino



Kuva 7. Herkkusienien kuivuminen sähkölämmittintä käytettäessä. Kuvaajat esittävät sienten painon alenemisen eri kuivauslämpötiloissa, aikayksikkönä tunti. Kuivauslämpötilat ja vastaavat suht. kosteuden arvot olivat seuraavat:

1. 63° C,	19 %
2. 56° C,	24 »
3. 54° C,	27 »
4. 51° C,	33 »



Kuva 8. Kuivausajan riippuvuus kuivauslämpötilasta sähkölämmittintä lämmönlähteenä käytettäessä, lämpötila-alueella 51–63° C.

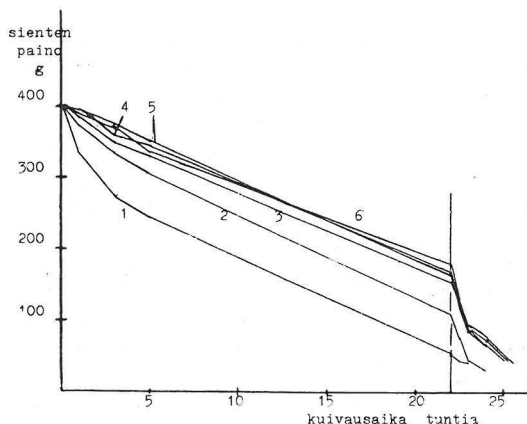
Kuivumisen edistyminen eri kuivausseuloilla on esitetty kuvassa (7) ja kuivausajan riippuvuus kuivauslämpötilasta on esitetty kuvassa (8). Alimmalla kuivausseulalla sienet kuivuivat 4 tunnissa 40 minuutissa. Ylimmällä seulalla kuivuminen kesti 7 tuntia. Sähkön kulutus oli 13,3 kw. 4 x 400 g:n suuruisen sienierän kuivaukseen kulunut sähkö maksoi 1–2 mk tariffista riippuen eli 62–124 penniä/kg sieniä. Sähkön käyttö kuivauksessa on useimmiten epätaloudellista. Kun eräillä paikkakunnilla nyttemmin on saatavissa huokeaa yösähköä, voi sähkökuivaus tulla kysymykseen.

3133. Lämpimän ilman puhallus

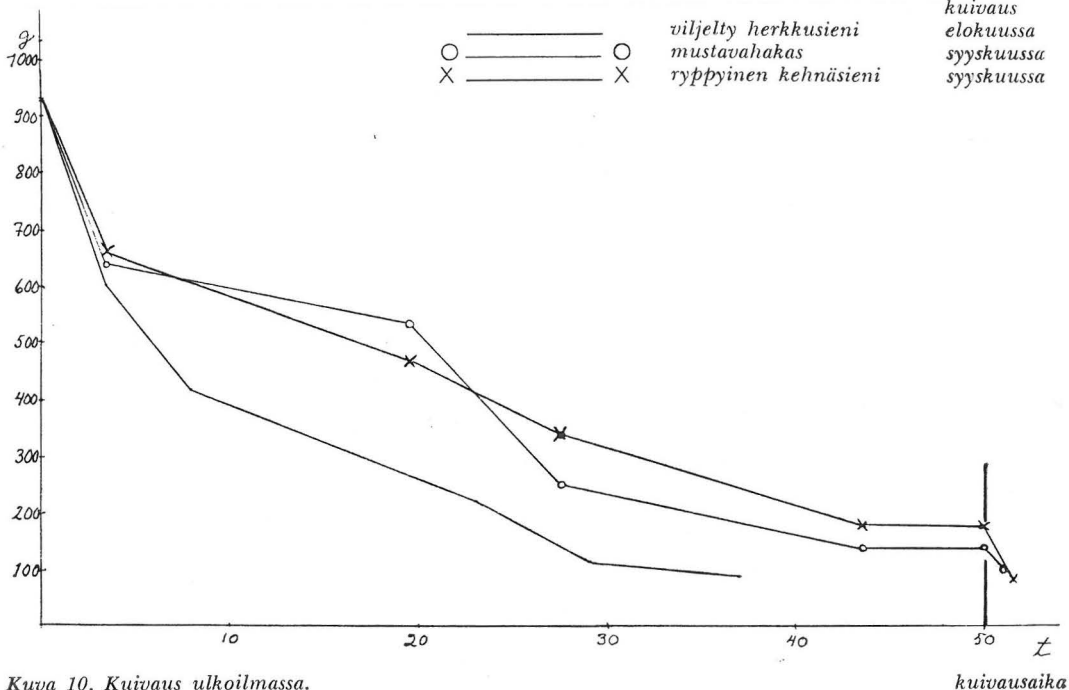
Kuivattiin viljeltyä herkkusientä (*Agaricus bisporus*); sen kosteuspitoisuus oli 89,5 %. 400 gramman sienierä viipaleina levitettiin kuivausseulalle. 375 watin tehoisella pölynimurilla, johon oli liitetty ilman lämmityslaitte, puhallettiin 70–75° lämmintä ilmaa 15 senttimetrin etäisyydeltä verkolle. Siitä noin 20 x 25 cm suuruinen ala lämpeni 55–60° C:een. 5,5 tunnin kuivauksen jälkeen sienten kosteus oli alentunut 43 %:iin. Tällöin sienet olivat keventyneet niin paljon, että ne pyrkivät kulkeutumaan ilmapirran mukana, joten niiden pitäminen verkon lämpimällä alueella oli työlästä. Sienten annettiin lopuksi kuivua 1,5 vuorokauden ajan auringossa, jolloin kosteuspitoisuus aleni 10 %:n alapuolelle. Sähkön kulutus 5,5 tunnin kuivauksen aikana oli 5 kw kiloa kohti, joten kuivauskustannukset olivat 38–75 penniä/kg sieniä tariffista riippuen. Tä-

Kuva 9.

Viljellyn herkkusienien kuivuminen lämmittämättömästä ilmaa puhallettaessa. Kuvaajat esittävät sienten alenemisen eri kuivausseuloilla, siten että kuvaaja 1 esittää alimmalla seulalla olevien sienten painon alenemisen ja kuvaaja 6 ylimmällä seulalla olevien sienten.



Sienten
paino g



Kuva 10. Kuivaus ulkoilmassa.

män kokeen perusteella voidaan katsoa lämpimän ilman puhaltamisen olevan yleensä epäkäytännöllistä ja epätaloudellista sienten kotikuivatuksessa.

3134. Lämmittämättömän ilman puhallus

Kuvassa (9) on esitetty viljellyn herkkusienen kuivuminen puhallettaessa lämmittämätöntä ilmaa. Numeroidut kuvaajat esittävät sienten kuivumisen kuivauskaapin eri seuloilla, siten että kuvaaja 1 esittää alimmalla seulalla olevien sienten kuivumisen, kuvaaja 4 ylimmän seulan sienten kuivumisen. Ilman kierto saatiin aikaan sähkölämmittimen tuulettimen avulla. Kuivauksen aikana laboratorioilman lämpötila oli 25° C ja suht. kosteus 64 %. 20 tunnin kuivauksen jälkeen alimmalla seulalla kuivattujen sienten kosteuspitoisuus oli 4 %, toisella seulalla 60 % ja kolmannella ja neljännellä 73 %. Kuivumisen jouduttamiseksi otettiin sähkölämmitin avuksi. Kuivausta jatkettiin noin 60° C:n lämpötilassa 2 tuntia. Kuivatut sienet olivat tummuneita ja kurttuaisia.

3135. Sienten kuivaaminen ulkoilmassa

Kuvassa (10) on esitetty sienten painon aleneminen ulkoilmassa kuivattaessa. Alimmainen kuvaa-

ja esittää viljellyn herkkusienen, kosteuspitoisuus 89,7 %, kuivumisen elokuun alkupäivinä suoritus- kokeessa. Kaksi muuta kuvaajaa esittävät mustavahakaan, kosteuspitoisuus 91,15 %, ja ryppyisen kehnäsienen, kosteuspitoisuus 92,10 %, kuivumisen syyskuun lopussa suoritetussa kokeessa.

Sienten punnitsemisen yhteydessä mitattiin ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus. Tulokset on selostettu kappaleessa 22.

Mustavahakasta ja ryppyistä kehnäsientä kuivattaessa sienet pidettiin vain päiväajan ulkoilmassa ja siirrettiin mahdollisen sateen vuoksi yönajaksi sisälle. Ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittauksissa saatiin seuraavia arvoja, joiden ohessa esitetään sienten painon perusteella laskettu sienten kosteuspitoisuus prosentteina.

		sienten kosteus %			
		lämpö-tila °C	suht. kosteus %	mustavahakas (91,15)	ryppyinen kehnäsieni (92,1)
Kuivaus					
3,5 tuntia	ulkona	23	76	87,50	88,30
16 »	sisällä	25	63—70	84,76	84,50
8 »	ulkona	17—19	74—76	59,40	77,40
16 »	sisällä	17	80	40,30	60,05
8 »	ulkona	18	80	40,30	60,05

Viljelty herkkusieni kuivui riittävän kuivaksi ulkona kuivaten noin 1,5 vuorokaudessa. Mustavahakasta ja ryppyistä kehnäsientä kuivattaessa näiden sienten painot eivät alentuneet enää kolmannen kuivuspäivän aikana.

Kuivalla ja lämpimällä säällä sieniä voidaan alkuun kuivata ulkoilmassa, esimerkiksi yhden päivän ajan, ja kuivausta voidaan jatkaa erilaisia lämmönlähteitä käyttäen. Pitkäaikaisella ulko kuivatuksella on epäedullinen vaikutus sienten maku- ym. ominaisuuksiin, mutta alhaisissa lämpötiloissa kuivattujen sienten vettymiskyky on hyvä.

314. Kuivatuskokeita kotitalousolosuhteissa

3141. Kuivaus liedellä.

Kokeiltiin sienten kuivaamista puuliedellä käyttäen kuivauslaitteina

- 1) kuvan (1) esittämää kaappikuivuria ja
- 2) kuvan (4) esittämää »tee se itse»-kuivurilaitetta.

Kaappikuivurin kaikki kuusi kuivausseulaa olivat tasaisesti sienikerroksen peittämät. Seulojen täyttömäärä oli tällöin 20–25 g/dm², ja koko kuivattavan sienierän paino oli noin 3 kg.

Kuivausilman lämpötilan säätely osoittautui työlääksi, sillä lämpötila vaihteli herkästi tulen voimakkuuden vaihdellessa. Alimmalla seulalla mitatut

lämpötilat vaihtelivat 70° C:sta 30° C:een, ylimmällä seulalla lämpötila ei kohonnut 35° C:n yläpuolelle. Kuivausseulojen paikkaa vuoroteltiin kuivauksen kuluessa. Kokonaisuudessaan kuivaus kesti 10 tuntia, minkä jälkeen ryppyisen kehnäsienien kosteuspiitoisuus oli vielä 14,2 %. Samana aikana herkkutatti ja rouskut kuivuivat 6 %:n kosteuspiitoisuuteen. Muita riittävän kuiviksi kuivuneita sienilajeja olivat voitatti, punikkittatti, suppilovahvero, keltavahvero ja känsätuhkelo.

Liedellä kuunnennettavaksi kaappikuivuri oli liian korkea. Kaapin alaosa oli lisäksi liian avoin, joten kaappi ei kerännyt tehokkaasti lämpöä. Kuivauskaapin jalustan olisi oltava mahdollisimman umpinainen. Tämä on toteutettu kuvan (4) kuivurissa. Siinä jalusta keräsi lämpöä tehokkaasti, niin että alimmalla seulalla olevien sienten liiallisen kuumentamisen estämiseksi seulojen paikkaa vaihdettiin usein. 1 kilon suuruisen sienierän kuivaus kesti 3 tuntia.

Jos kuivauskaapista tehdään matala, se on huomattavasti tehokkaampi liedellä kuivauksessa kuin kapea ja korkea kuivauslaite. Tämä tuli selvästi esiin eräässä tilapäisesti rakennetussa kuivurissa. Se oli tehty kovalevystä ja seuloina käytettiin leikkupuimurin seuloja. Seulojen mukaan rakennelman leveys oli 65 cm ja pituus 83 cm, korkeus oli vain 45 cm. Kuivuri asetettiin tiiliskivien päälle liedelle.

Kuivauksen kuluessa mitattiin seuraavat kuivausilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden arvot:

	lämpötila °C	suht. kost. %
alin seula	60–48	32
ylin seula	45–30	45

Herkkutatti kuivui tässä laitteessa 4,5 tunnissa, punikkittatti ja rouskut kuivuivat jonkin verran hitaammin.

3142. Kuivaus leivinuunissa.

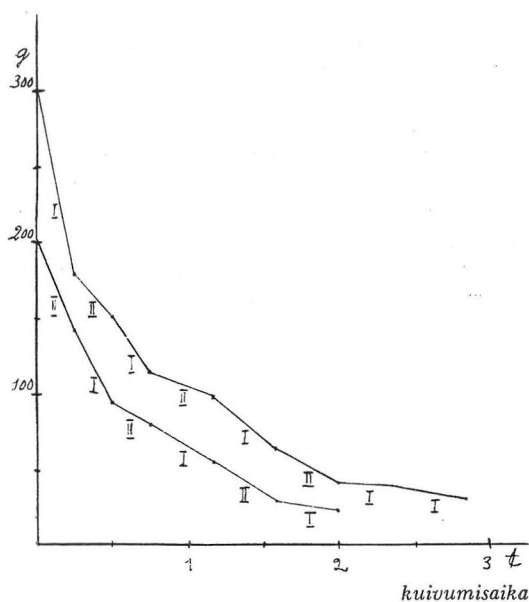
Leivinuuni on kotitalouksissa tavanomainen ruoka-aineiden kuivauspaikka, mutta se ei ole riittävän tehokas poistamaan sienen solukon sitomaa suurta vesimäärää. Leivinuunissa ei voida kuivata täysin tuoreita sieniä, mutta sitä voidaan käyttää esim. ulkona jonkin aikaa kuivattujen sienten kuivauksen viimeistelyyn.

Sieniviipaleita kuivatettiin ulkoilmassa kaksi vuorokautta ja kuivausta jatkettiin leivinuunin jälkilämmössä. Uunin lämpötila oli 55–50° C.

Kuivatut sienilajit ja kuivauksen onnistuminen kuuden tunnin kuivauksen jälkeen:

1. Ryppyinen kehnäsieni (*Rozites caperata*) pilaantui uunikuivauksen aikana

Sienten paino



Kuva 11.

Sienten kuivaus pyörrekuivurilla. I = alaseulalla
II = yläseulalla

2. Lampaankääpä (*Polyporus ovinus*): joukossa runsaasti pilaantuneita
3. Punikkittatti (*Boletus testaceo-scaber*) pilaantui
4. Voitatti (*Boletus luteus*) kuivui hyvin
5. Haperot (*Russula*) kuivuivat hyvin
6. Mesisieni (*Armillariella mellea*) kuivui hyvin
7. Herkkutatti (*Boletus edulis*) kuivui hyvin
8. Käsätuhkelo (*Lycoperdon perlatum*) kuivui hyvin.

Eri sienilajien kuivattavuudessa esiintyy huomattavaa vaihtelua. Varsinkin herkkutatti osoittautui kiitolliseksi kuivattavaksi. Eräiden sienilajien jälki-kuivaukseen voidaan leivinuunia käyttää.

3143. Kuivauskoe sähkölieden uunissa

Kotitalouksien kuivausmenetelmäksi HAASE ja SCHIEDUNG (1953) suosittelevat auringossa kuivaamisen ohella sähkö- tai kaasulieden uunia. Tämä varustetaan kehystetyillä kuivausverkoilla. Uunin lämpötila säädetään tuotteen laadusta riippuen 60–80° C:een.

Kokeiltiin sienten kuivaamista sähkölieden uunissa. Uunin lämpötila pidettiin 60° C:ssa. Ilmanvaihdon aikaansaamiseksi uunin suuluukku pidettiin raollaan. Kuuden tunnin kuivauksen jälkeen eri sienilajien kosteuspitoisuudet olivat seuraavat:

Lampaankääpä (<i>Polyporus ovinus</i>)	27,3 %
Ryppeinen kehnäsieni (<i>Rozites caperata</i>)	38,5 %
Mustavahakas (<i>Hygrophorus camarophyllus</i>)	56,6 %
Suomuorakas (<i>Sarcodon imbricatum</i>)	17,6 %

Kuivausta jatkettiin sähkölämmittintä käyttäen. Kuivausilman lämpötila oli 50–55° C, suhteellinen kosteus noin 25 %.

Kuivien sienten ulkonäkö arvosteltiin seuraavasti:

Lampaankääpä: huono
 Ryppeinen kehnäsieni: huono
 Mustavahakas: huono
 Suomuorakas: kohtalainen

Makuarvostelussa oli mukana suomuorakas, pisteet olivat 10–1, Suomuorakkaan maku oli kohtalainen (4), sähkölämmittimellä kuivattuna se sai arvosanan tyydyttävä (6).

Kuivauskokeen mukaan sähkölieden uunia ei voida pitää suositeltavana sienten kuivaukseen. Hitaan kuivumisen ja huonon kuivaustuloksen syynä on pidettävä riittämätöntä ilman vaihtumista kuivattavien sienten läheisyydessä. Sienten loppukuivaus voidaan ajatella sähkölieden uunissa suoritettavaksi, kun sienten kosteuspitoisuus on saatettu melko alhaiseksi esim. ulkona kuivaten.

3144. Kuivauskoe jatkuvastilämmitetyssä saunassa

Kuivattiin korvasieniä (*Gyromitra esculenta*) ja voitatteja (*Boletus luteus*). Sienet puhdistettiin ja

paloiteltiin. Voitattista irroitettiin limainen pintakelmu, sillä tatin viipaloiminen ei onnistunut pintakelmun ollessa lakissa kiinni. Sienet levitettiin verkolle. Saunan lämpötilan säätämiseksi 55–65° C:een tuli pidettiin melko pienenä.

Kuivumisajat olivat: korvasienet	5 tuntia
voitatti	4 tuntia

Jos kuivattava sienierä on suuri, on ilmeistä, että kuivausaika on jonkin verran pitempi. Ilmankierron lisäämiseksi voisi ajatella jonkin tuuletusaukon pitämistä raollaan.

On välttämätöntä, että sienet on levitetty verkoille, sillä tällöin sienet ovat kuivausilman kanssa kosketuksissa koko haihduttavalla pinnallaan. Saunan lämpötilan kohoaminen 100° C:een aiheutti kosteuden kiehumisen sienistä. Kuivauksen päätyttyä sienet olivat kovia ja kutistuneita.

55–65° C:ssa kuivattujen sienten nautittavuusominaisuudet:

	maku	rakenne
korvasieni	9,5	8
voitatti	7	5

Voitatin keskinkertaisten arvosanojen selitykseksi on mainittava, että muillakin menetelmillä kuivatuna voitatti on ollut huonosti vettyvää ja ruoaksi valmistettuna kovaa. Ainoastaan voitatin pillikerros turpoo hyvin liotuksen aikana. Pehmeiden tattien lakin malto on huonosti vettyvä.

Jatkuvasti lämmitettävä sauna on sienten kuivauspaikkana huomioonotettava. Usein toistuva ja säännöllinen tulipesän täyttäminen kuivauksen kuluessa on jatkuvaa valvontaa vaativa, sillä kuivauksen keskeytyminen ja toisaalta liian korkeat kuivauslämpötilat saattavat pilata kuivattavan tuotteen.

3145. Kokeita Dörrex-kuivauslaitteella

Sienten kuivaamista Dörrex-laitteessa kokeiltiin kaasuliedellä. Lickki säädettiin mahdollisimman pieneksi. Herkästi pyörivä siipilaite jakoi lämmön tasaisesti kuivausseulan koko alueelle ja suojasi sieniä liekin haitalliselta vaikutukselta. Sekä alumiinipelistä valmistettu pyöreä jalusta että kuivausseulojen verkko johtivat kuivattavaan tuotteeseen runsaasti lämpöä.

Sieniä kuivattiin kahdella päällekkäin asetetulla seulalla. Yhdellä seulalla voitiin kuivata noin 250 grammaa sieniä eli 40 g/dm², kun kuivausseulan ala on 6 dm².

Kuivausseulojen paikkaa vuoroteltiin säännöllisin väliajoin kuivauksen kuluessa. Kuvassa (11) on esitetty sienten painon aleneminen kahdella seulalla. Toisella seulalla kuivattiin ohutmaltoisia sieniä, kuilahokkaa (*Naematoloma capnoides*). Sienten alku-

paino oli 200 g. Paksumaltoisia sieniä voitiin kuivata seulalla enemmän, haperoita (*Ruzula*) 300 g. Kuvaajissa esiintyy kuivumisnopeuden vaihtelua kuivausseulan paikan mukaan. Seulojen paikka kuivauksen aikana on merkitty kuvaajiin seuraavasti: seula alimmaisena I ja seula ylimmäisenä II. Ohutmaltoiset sienet kuivuivat 2 tunnissa, paksumaltoisten kuivaus kesti 2 tuntia 50 minuuttia.

Kuivauksen aikana ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden arvot olivat seuraavat:

	lämpötila ° C	suht. kosteus %
alin seula	60—70	26
ylin seula	52	35
huoneilma	24	54

Useamman kuin kahden seulan käyttäminen on kyseenalaista tehokkaan kuivauksen kannalta, sillä on vaara, että tapahtuu vesihöyryn tiivistymistä ylempiin melko viileisiin sienikerroksiin, kun vesihöyry joutuu kulkemaan sienikerrosten läpi.

Dörrex-kuivurissa voidaan kuivata kerralla noin 0,5—0,7 kiloa sieniä ja kuivausaika on 2—3 tuntia.

315. Silikageeli sienten kuivauksessa

Kokeiltiin silikageelin eli piihappohyytelön käytönmahdollisuutta sienten kuivauksessa. Silikageeli kykenee sitomaan 30 % painostaan vettä. Kuivattiin viljeltyä herkkusientä. Kuivauskoe tehtiin 5 litran lasitölkissä, mikä eristettiin ilman kosteudelta polyeteeni-muovikalvolla. Lasitölkkin pohjalle pantiin 1 kilo silikageeliä, ja 200 grammaa herkkusieniä 2—3 mm paksuisiksi viipaleiksi leikattuina ja sijoitettiin verkolle mahdollisimman lähelle kuivausainetta.

Tuoreiden herkkusienten kosteuspitoisuus oli 90,3 %. 40 tunnin kuivauksen jälkeen kosteuspitoisuus oli 48,6—76,6 % eli keskimäärin 62,6 %. 64 tunnin kuivauksen jälkeen sienten kosteuspitoisuus oli noin 20 %. Sienet olivat kuivan tuntuisia.

Silikageelillä kuivatut sienet olivat väriltään vaaleita ja ne olivat sileitä.

Verrattaessa silikageelillä kuivattujen sienten vetymistä ja nautittavuusominaisuuksia samanaikaisesti 60—70° C:ssa kuivattujen herkkusienten ominaisuuksiin saatiin seuraavia arvoja.

Kuivaus	sienten kost. %	vettyminen	maku	pehmeys (rakenne)	kuivien sienten tilavuussuhde
silikageelillä kuiv.	20	4,6	8,5	8	76
60—70° C:ssa kuiv.	18	4,2	9	8	100

Silikageelillä alhaisessa lämpötilassa kuivattujen sienten vetymissuhde (4,6) on korkeampi kuin kaa-suliedellä kuivattujen sienten vetymissuhde (4,2). Silikageelillä kuivatut herkkusienet olivat maultaan jonkin verran huonompia kuin 60—70° C:ssa kuivatut, mutta kuitenkin varsin hyviä. Molemmilla menetelmillä kuivattujen sienten pehmeys oli hyvä. Arvostelua varten liotetut herkkusienet valmistettiin muhennoksiksi.

Kun mitattiin edellä mainituilla menetelmillä kuivattujen sienten tilavuudet, osoittautui, että nopeasti kuivattujen sienten tilavuus oli huomattavasti suurempi kuin hitaasti kuivattujen. Korkeissa lämpötiloissa kuivattaessa tuotteen pinta saa pysyvän muodon kuivauksen alkuvaiheessa, hitaassa kuivumisessa taas tapahtuu kappaleen kutistumista koko kuivauksen ajan.

316. Pakastettujen sienten kuivaaminen

Kokeiltiin eräiden sienilajien kuivaamista pakastettuina. Jäätäneet sienet leikattiin viipaleiksi (herkkutatit), tai lohkoiksi (härmämalikka) tahi kuivattiin kokonaisina (musta torvisieni). Kuivattaessa sulamisvaiheessa sienistä irtosi runsaasti vettä. On ilmeistä, että mukana kulkeutui runsaasti hyödyllisiä ravintoaineita, kuten vesiliukoisia vitamiineja ja kivennäisaineita.

Kuivattuina sienet olivat kovia, peltimäisiä. Herkkutatit viipaleet tarttuivat kiinni kuivausverkkoon. Kuivaus kesti noin 1,5 tuntia Dörrex-laitteessa kaa-suliedellä kuivattaessa. RAUTAVAARA (1947) perustelee pakastuksen käytön epätaloudelliseksi sienten esi-säilytyskeinona ennen kuivaamista. Sieniin pätee sama ohje kuin muihinkin kasvituotteisiin, että ne pakastettuina on paloiteltava valmistettavaan ruokaan jäätäneinä, sillä sulaessa tapahtuu nesteiden valumista ja siitä aiheutuu huomattavia ravintoainneiden menetyksiä. Kuivauskäsittelyn aikana valuminen on runsasta. Jäätymisen on aiheuttanut luonnollisen kudostekniikan tuhoutumisen. Vetytymiskyky oli huomattavasti huonontunut.

317. Kokemuksia kuivauksen teknologiasta

3171. Sopiva kuivauslämpötila

Sienten kuivausta koskevissa tutkimuksissa DAWSON (1950) toteaa sopivaksi kuivauslämpötilaksi 65° C. HEISS (1965) esittää herkkusientien kuivauksessa sopivaksi kuivausilman lämpötilaksi 55—65° C. Sienten kuivausta käsittelevissä ohjeissa suositellaan seuraavia kuivausilman lämpötiloja: FABIAN (1943) 65°

C; CRUESS (1943): kuivauksen lopulla korkein mahdollinen lämpötila, joka ei huononna sienten laatua, on 65° C; TILGNER (1933): kuivausilman lämpötila ei saa ylittää 62–65° C, eikä ilman suhteellinen kosteus saa olla suurempi kuin 25 %, jotta värivirheet eivät huonontaisi kuivaustulosta. BÖTTICHER (1950) suosittelee kuivauksen aloittamista 60° C:ssa. Sen jälkeen kun suurin osa vedestä on haihtunut, lämpötila voidaan kohottaa 70–75° C:een ja sitten hitaasti alentaa. Kuivaustapahtuman lopulla hän esittää korkeimmaksi sallituksi lämpötilaksi 80° C. Sitä korkeammissa lämpötiloissa sienten vettymiskyky ja aromi huononevat.

Kuivausilman lämpötilaa määrittäessä on otettava huomioon mahdollisimman nopea kuivuminen, sillä hitaasti kuivuessa sienet pilaantuvat helposti. Toisaalta on pyrittävä säilyttämään sienten nautittavuusominaisuudet sekä vettymiskyky mahdollisimman hyvinä. Viljellyllä herkkusienellä tehdyissä kokeissa ilmeni, että +80° C on liian korkea kuivauslämpötila, sillä tässä lämpötilassa kuivattujen sienten nautittavuusominaisuudet ja vettymiskyky ovat varsin huonot. Kun kuivauslämpötila on enintään 70° C, sienten nautittavuusominaisuudet ovat hyvät ja vettyminen tyydyttävä. Vain aivan alhaisissa lämpötiloissa, ulkona kuivaten tai n. 25°:sta ilmaa puhallettaessa, herkkusienet vettyivät selvästi paremmin kuin korkeita kuivauslämpötiloja käytettäessä.

Kuivauksen alussa voidaan käyttää n. 70° C:n lämpötilaa, mutta sienten vesipitoisuuden vähennyttä kuivauslämpötila on alennettava 55–60° C:een.

Korkean alkulämpötilan vaikutusta tuotteen kuolettumiseen tarkastellaan kohdassa 321.

3172. Kuivausseulojen täyttömäärä

Kuivausta käsittelevissä julkaisuissa esitetään yleisesti kuivausseulojen täyttömäärän vaikuttavan ratkaisevasti kuivumiseen ja kuivausajan pituuteen. Kuivattavan määrän suurentuessa kuivausaika huomattavasti pitenee.

Huomattavin vaikutus täyttömäärällä on kuivauksen alkuvaiheessa, kun tuotteen tilavuus ei vielä ole pienentynyt. Kuivauksen edistyessä kuivumisnopeudet tulevat yhä yhdenmukaisemmiksi.

Tuotteen paloittelutavalla on vaikutusta edullisesti kuivattavan määrän suuruuteen. Kuivattavan tuotteen leikkaaminen viipaleiksi pidentää kuivumisaikaa, jos seulojen täyttömäärä on suuri, sillä viipaleet pyrkivät tarttumaan toisiinsa, ja siten palakoko ikäänkuin suurenee.

Kuivauskokeissa sienten täyttömäärä oli 25–40 g/dm². Tällöin sienet olivat yhtenä kerroksena, mikä sienten viipale- tai lohkomuodon vuoksi osoittautui edulliseksi.

Paksumaltoisia sieniä voitiin kuivata huomattavasti suuremmat määrät seulayksikköä kohti kuin ohutmaltoisia. Esimerkiksi härmämalikkaa, keltavalmuskkaa, haperoja ja tatteja voitiin kuivata 40–50 g/dm², kun taas esim. kuusilahokkaa voitiin kuivata vain 20–25 g/dm².

3173. Kuivumisnopeuteen vaikuttavia tekijöitä

Kuivattavan tuotteen kemiallinen kokoomus ja fyysikaalinen rakenne vaikuttavat kuivumisnopeuteen. Ryöpätty tuote kuivuu nopeammin kuin ryöppäämätön. Tähän on mahdollisesti syynä se, että kuumnennettaessa kudoksesta kuolee ja solunseinämät muuttuvat vettä helpommin läpäiseviksi. Tämä on ilmeisesti myös syynä siihen, että ennen kuivausta ryöpätty tuote sitoo liotettaessa runsaammin vettä kuin ryöppäämätön.

Eri sienilajien kuivumisnopeuksissa esiintyi huomattavia eroja. Nopeasti kuivuvista sienilajeista on mainittava mm. herkkutatti. Erittäin hitaasti kuivui ryppeinen kehnäsieni.

Ulkona kuivaten mustavahakas saavutti 40,3 %:n kuivuuksasteen kahdessa vuorokaudessa, kun samassa ajassa ryppeisen kehnäsienien kosteuspitoisuus aleni vain 60 %:iin.

Kun kuivattiin eri sienilajeja samoissa olosuhteissa, 2 gramman painoisten sienipalasten kuivumisajat muodostuivat seuraaviksi:

lampaankääpä (<i>Polyporus ovinus</i>)	50 minuuttia
haaparousku (<i>Lactarius trivialis</i>)	60 »
viinihapero (<i>Russula vinosa</i>)	70 »
Punavyöseitikki (<i>C. armillatus</i>)	70 »
punikkitatti (<i>Boletus versipellis</i>)	
lakki	105 »
kanta	120 »

Edellämainitut sieninäytteet olivat eri-ikäisiä, punavyöseitikki ja punikkitatti olivat kookkaista sienistä leikattuja, ja siten jo melko vanhoja. Sienten alkukosteuspitoisuutta ei määritetty.

Nuoret sienet kuivuvat yleensä nopeammin kuin vanhat sienet. Tämä saanee selityksensä nuorien sienten korkeasta vesipitoisuudesta ja alhaisesta kuiva-ainepitoisuudesta.

Kuivumisnopeuteen vaikuttavia, tuotteen laadusta johtuvia tekijöitä ovat sienirihmastoon rakenne, soluseinämien rakenne sekä solunesteiden ominaisuudet, kuten osmoottisen paineen suuruus ja se, kuinka paljon solukoissa on vettä voimakkaasti sitovia, kolloidisia aineita. Kuivausnopeuteen vaikuttavien tekijöiden tutkimiseksi olisi välttämätöntä tutkia monia eri sienilajeja.

Kuivattavien palasten koko vaikuttaa tietenkin kuivumisen nopeuteen. EDE & HALES (1948) osoitti-

vat, että vähäinen muutos kuivattavan palasen paksuudessa aiheuttaa suhteettoman muutoksen kuivumisajassa. Kuivumisnopeuden on todettu muuttuvan kääntäen verrattuna kuivattavan kappaleen paksuuden muutoksen neliöön, joten jos palasen paksuus tulee kolminkertaiseksi, kuivumisaika pitenee yhdeksänkertaiseksi. Palakoon vaikutus on selvä jokaisessa kuivauksen vaiheessa, mutta suurin se on kosteuspitoisuuden ollessa jo varsin alhainen. Kuivauksen lopulla kiinteän aineen paksuus, toisin sanoen matka, mikä veden täytyy diffundoitua, on kuivumisnopeutta rajoittava tekijä.

Kuivumisaika on sekunnin suuruusluokkaa, jos kuivattavan osan kokoa riittävästi pienennetään. Tähän perustuu nestemäisten ruoka-aineiden sumutskuivaus.

Ruoka-aineiden, esim. vihanneksien teollisessa kuivauksessa on pyritty löytämään keskitie kahden vaatimuksen välille. Kuivatut tuotteet on haluttu saatua kuluttajalle mahdollisimman kokonaisina tai mahdollisimman suurina palasina. Toisaalta on pyritty ottamaan huomioon mahdollisimman nopean kuivumisen edullinen vaikutus kuivatun tuotteen laatuun.

Kotikuivauksessa sienten pilkkominen on kuivauksen suuritöisin vaihe, joten olisi kehitettävä sopivia leikkuulaitteita ja -menetelmiä.

Palakoon vaikutus sienten nautittavuusominaisuuksiin tuli esiin verrattaessa kuivauskokeissa kuivattuja viljeltyjä herkkusieniä länsisaksalaisiin viljeltyihin herkkusieniin, jotka oli koneellisesti leikattu erittäin ohuiksi viipaleiksi. Niiden rakenne oli parempi kuin karkeampina viipaleina kuivattujen suomalaisten sienien.

32. Kuivauskäsittelyn vaikutus tuotteen ominaisuuksiin

321. Kuorettuminen

Kuorettumisella eli »case hardening» -ilmiöllä tarkoitetaan kovan, veden haihtumista ehkäisevän ja siten kuivumista hidastavan kuoren muodostumista. Useissa vanhimmissa kuivausta käsittelevissä julkaisuissa esitetään pinnan kovettumista estäväksi toimenpiteeksi kuivausilman suhteellisen kosteuden pitäminen korkeana, niin että pinta ei kuivuisi keskustaa nopeammin. CRANK et al. (1950, 1958) ovat tutkineet pintakovettumislmiöitä sekä matemaattisesti että kokeellisesti ja ovat osoittaneet vääräksi sen oletuksen, että ilman alhainen kosteuspitoisuus aiheuttaisi kuoren muodostumisen kuivuvaan kappaleeseen. He osoittivat, että kuivuvan kappaleen

leen pinta- ja keskiosien kosteuspitoisuuksien mahdollisimman suuri eroavuus on erittäin jyrkän sisäisen kosteusgradientin ilmaus, mikä taas merkitsee erittäin nopeaa kuivumisen edistymistä.

Tämä toteamus ei päde, jos tapahtuu liuenneiden aineiden kulkeutumista kappaleen pintaan, tai tapahtuu kemiallisia reaktioita, mitkä muuttavat pinnan rakennetta niin, että haihtuminen ehkäistyy. Siksi pintakovettumisen välttämiseksi suoritettut toimenpiteet ovat joskus olleet tuloksellisia.

Paloiteltujen kasvien kuivatuksessa kuorettumista ei ilmeisesti esiinny. Niitä kuivattaessa käytetäänkin voimakkaasti vaikuttavia olosuhteita (korkeaa kuivausilman lämpötilaa, alhaista ilman suhteellista kosteutta ja suurta ilman virtaamisnopeutta) kuivauksen alussa. Tällöin pinnan ensin kuivuessa kappale saa pysyvän muodon. Kuivumisen edistyessä kappaleen sisällä kudos kutistuu ja repeilee. Kutistuma-aukkojen muodostuminen taas on omiaan jouduttamaan kuivumista sen loppuvaiheessa. Tällä onkin siis vastakkainen vaikutus kuivumisnopeuteen kuin niinsanotulla kuorettumis- eli »case hardening» -ilmiöllä. (VAN ARSDEL 1963).

322. Kuivan tuotteen tilavuus ja tiheys

Voimakkaasti vaikuttavissa kuivausolosuhteissa kuivattavan tuotteen pintakerroksen todettiin kuorettuvan jäykkään muotoon. Pintakerroksen ollessa jo kuiva kappaleen sisäosien kosteuspitoisuus on vielä suhteellisen suuri. Koska kappaleen koko ja muoto on lopullisesti määräytynyt, kutistuva kudos repeytyy monesta kohdasta. Kun leikataan halki täysin kuivunut palanen, sen havaitaan olevan onkaloinen, keskeltä ontto tai se on kokonaan kennomainen.

Nopeasti kuivattu tuote saa täten suuremman tilavuuden kuin alhaisessa lämpötilassa hitaasti kuivattu tuote.

Kokeissamme mitattiin kuivattujen sienten tilavuuksia. Verrattiin nopeasti ja hitaasti kuivattujen herkkusienien ja mustavahakkaiden tilavuuksia.

Mustavahakkaasta saatiin seuraavia arvoja:

Kuivaus	sienten kosteus%	sienten tilavuus (15 g)	tilavuuksien suhde	vettymis- suhde
55–50° C:ssa	8,44	205	100	4,7
2 vrk ulkona kuiv.	8,91	130	63,4	5,5

Viljellyn herkkusienien tilavuudet eri menetelmillä kuivattuina olivat seuraavat:

Kuivaus	sienten kosteus%	sienten tilavuus (10 g)	tilavuuksien suhde	vettymis-suhde
60–70° C:ssa 1,5 h	18	125	100	4,2
Silikageelillä kuiv. 64 h	20	95	76	4,6

Mitattaessa eri lämpötiloissa kuivattujen herkkusienten tilavuudet saatiin seuraavia arvoja:

Kuivaus	sienten kosteus%	15 g painavan sienien tilavuus ml	vettymis-suhde
Nestekaasulla, 75° C:ssa	7,4	125	2,85
» 70° C:ssa	8,3	120	3,20
» 60° C:ssa	8,6	105	2,90
Sähkölämmittimellä, 65° C:ssa	9,6	125	3,40
Ulkona, 25–40° C:ssa	8,8	115	4,60

Ilmeni, että pienetkin lämpötilan muutokset aiheuttavat kuivatun tuotteen tilavuudessa eroja. Verrattaessa hitaasti silikageelillä kuivattujen herkkusienten tilavuutta samanaikaisesti 60–70° C:ssa nopeasti kuivattujen herkkusienten tilavuuteen ja ulkona kuivattujen ja lämmityksen avulla samanaikaisesti kuivattujen mustavahakkaiden tilavuuksia, käy ilmi, että nopeasti kuivattujen sienten tilavuus on huomattavasti suurempi kuin hitaasti kuivattujen sienten tilavuus.

Kutistuma-aukkojen muodostuminen jouduttaa kuivumista sen loppuvaiheessa ja toisaalta nopeuttaa veden imeytymistä liotettaessa. Kudoksen repeytyminen kuivattaessa aiheuttaa kuitenkin helposti runsasta liukenemista liotuksen aikana. Hitaan kuivauksen etuja on, että saadaan erittäin tiivis, pieniin säilytystiloihin mahtuva tuote. Edellä esitettyihin nopean kuivauksen etuihin on vielä lisättävä tärkeimpänä, että nopeasti kuivattujen sienten maku on parempi kuin hitaasti kuivattujen sienten maku.

323. Kuivattujen sienten vettvyys

Kuivauskäsittelyssä on pyrittävä säilyttämään tuotteen ominaisuudet sellaisina, että liotuksen jälkeen tuote olisi mahdollisimman paljon alkuperäisen tuotteen kaltainen.

Kuivatun tuotteen vedenotto-kyky on huomattavasti heikentynyt. LOGAN (1942) esitti erittäin kasvituotteiden vettymissuhteet (rehydraatiosuhde) ja

vertasi niitä samojen tuotteiden kuivumissuhteisiin (dehydraatiosuhde).

Tuote	Dehydraatio-suhde	Rehydraatio-suhde
Omenaviipaleet	10 :1	1: 8
Sokerijuurikkaat	10 :1	1: 7
Kaali	18,5:1	1: 8,5
Porkkana	10 :1	1: 5,75
Karpalo	10 :1	1:12
Sipuli	10 :1	1: 6
Peruna	6 :1	1: 3,67
Nauris	12 :1	1: 6

Kuten suomalaisetkin kuivausteollisuuden kokemukset ovat osoittaneet, nämä suhdeluvut voivat melkoisesti vaihdella kuivaustekniikan mukaan. Uusimalla kuivaustekniikalla, pakkaskuivauksella saadaan tuotteita, joiden vettymiskyky on edellisiä huomattavasti parempi.

Kuivausolosuhteiden, lähinnä kuivauslämpötilan vaikutus tuotteen vedenotto-kykyyn määritettiin suorittamalla vettymiskokeita. Eri sienilajien erilaisen vettymisen vuoksi oli tehtävä kokeita liotuskäsittelyn standardisoimiseksi. Viljellyille herkkusienille, joilla nämä kokeet pääasiassa suoritettiin, saatiin seuraava edullinen liotuskäsittely:

1. Sienten punnitseminen
 2. Liotussuhde 1:10, 1 osa kuivia sieniä, 10 osaa vettä
 3. Liotusaika 30 minuuttia
 4. Kiettoaika 15 minuuttia
 5. Liotettujen sienten valuttaminen 5 minuuttia
 6. Sienten punnitseminen
- Liotettujen sienien paino:
kuivien sienien paino = vettymissuhde

Liotusveteen liuenneet ravintoaineet muodostavat vettymissuhdetta pienentävän virhetekijän, mitä ei kuitenkaan pidetä merkittävänä, joten sitä ei tavallisesti vettymissuhdetta määritettäessä oteta huomioon.

Liotuksessa pyritään mahdollisimman pieneen liotussuhteeseen ja lyhyeen liotuskäsittelyyn, sillä tällöin liukenemistappiot ovat vähäisimmät.

Kokeiltaessa eri tavoin kuivattujen viljeltyjen herkkusienien vettymistä saatiin seuraavia vettymisarvoja.

Kuivaustapa, kuivauslämpötila, ilman suht. kosteus

	Vettymissuhde
1. lämpimän ilman puhallus	
55–60° C,	4,25
2. auringossa kuivaus	
21–40° C, 67–45 %	4,60
3. sähkölämmittimellä kuivatut	
60–64° C, 17 %	4,20
4. sähkölämmittimellä kuivatut	
51° C 30 %	4,20

5. nestekaasu lämmönlähteenä 70° C, 16–19 %	3,80
6. sähkölämmittimellä kuivatut 58° C, 23 %	3,40
7. lämmittämättömän ilman puhallus 25° C, 64 % loppukuiv. sähkölämmittimellä 58° C, 23 %	4,65
8. nestekaasu lämmönlähteenä 75–80° C, 15 %	3,00
9. nestekaasu lämmönlähteenä 60–70° C, 15–18 %	3,40
10. lämmittämättömän ilman puhallus 24° C, 88 % loppukuivaus sähkölämmittimellä 65° C, 17 %	4,00
11. lämmittämättömän ilman puhallus 24° C, 88 % loppukuivaus sähkölämmittimellä 51° C, 30 %	3,00

Alhaisissa lämpötiloissa kuivattujen sienten vetymissuhde on selvästi korkeampi kuin korkeissa lämpötiloissa kuivattujen sienten.

324. Kuivattujen sienten maitta- vuusominaisuudet

Kuivauskäsittelyn vaikutusta kuivattujen sienten nautittavuusominaisuuksiin määritettäessä arvosteltiin kuivattujen liotettujen sienten maku, ulkonäkö: pehmeys, haju ja keitinliemen maku.

Arvostelussa käytettiin viljeltyä herkkusientä samoin kuin eri metsäsienilajeja maisteltaessa JELLISEKIN (1959) arvostelukaavaa. Se on 10 pisteen asteikko, missä eri pisteluvut saavat seuraavat arvosanat:

- 10 = erinomainen
- 9 = erittäin hyvä
- 8 = hyvä
- 7 = suhteellisen hyvä
- 6 = tyydyttävä
- 5 = keskinkertainen
- 4 = kohtalainen
- 3 = välttävä
- 2 = huono
- 1 = erittäin huono
- 0 = pilaantunut

Arvostelussa päädyttiin tähän yleisluontoiseen laatuominaisuuksien arviointiin. Sienille tyypillisten ja mahdollisten ominaisuuksien huomioon ottaminen arvosanoja määrittäessä olisi aiheuttanut sen, että jokaiselle sienilajille olisi ollut laadittava oma kaavionsa, mikä esim. maun kohdalla olisi edellyttänyt kunkin sienilajin makukomponenttien analysointia ja koemaistajien valmentamista esinäyttein niin, että he tietäisivät eri arvosanoja vastaavat makuvahteet.

Maistamiskokeisiin osallistui sienten maistamiseen

harjaantuneita sekä mielenkiintoa ja keskittymiskykyä omaavia henkilöitä. Maistajia oli keskimäärin neljä. Menetelmän heikkoutena on mainittava, että kaikki maistajat eivät ole yhtä ankaria, toisin sanoen osa arvostelijoista käyttää pääasiassa asteikon yläosaa, osa sen keskiosaa.

Eri tavoin kuivattuja sieniä (näytteet 1–11) ja tuoreita herkkusieniä (näytteet 12, 13) maisteltaessa annettiin seuraavia arvosanoja:

	sieni- näyte	ulkonäkö	maku	haju	pehmeys	keitin- liemen maku	keski- arvo
I	1	6	7		7	5	6,25
	2	5	7		8	6	6,50
	3	8	7		9	9	8,25
	4	8	7		8	9	8,00
II	5	5,3	5,5	5,8	6,1	5,6	5,64
	6	7,2	8,5	7,8	8,7	7,3	8,00
	7	8,3	7,5	7,3	7,5	7,8	8,16
III	8	5	6,3	6	7	6,7	6,20
	9	7,7	7,3	7,3	7,7	7	7,40
	10	6,7	6,7	6,3	6,3	6,3	6,5
	11	6	6,8	6,7	8	5,3	6,6
	12	9,3	9	9,3	9,3	7,3	8,8
	13	8,7	8	8	9,3	7	8,2

Edellä olevat makuarvostelut suoritettiin kolmessa erässä: 1–4, 5–7 ja 8–13. Näytteiden 5–7 arvostelujen keskiarvossa on mukana vain neljä keskimmäistä kuudesta arvostelusta. Näytteet 12 ja 13 ovat tuoreita herkkusieniä ja ne arvosteltiin yhdessä näytteiden 8–11 kanssa.

Eri aikoina maistettujen sieninäytteiden arvostelutulokset eivät ole täysin toisiin verrattavia, mutta kussakin ryhmässä voidaan tuloksia vertailla.

I ryhmässä sähkölämmittimen avulla nopeasti kuivatut sieninäytteet (3 ja 4) ovat ulkoilmassa kuivatuja (1 ja 2) sieniä huomattavasti parempia. Auringon valossa kuivaaminen aiheutti selvästi värin tummenemisen, ja auringossa kuivattujen sienten liotus- ja keitinliemi oli maultaan epämiellyttävä.

II ryhmässä nestekaasulla kuivatut sienet (5) saivat varsin alhaisia arvosanoja. Syynä tähän on todennäköisesti liian korkea kuivauslämpötila, varsinkin kuivauksen loppuvaiheessa, ja se on aiheuttanut mahdollisesti sienien palamisen. Sekä sieniviipaleissa että liotusnesteessä esiintyi kitkerä maku.

Ilman lämmitystä kuivattujen sienten (7) ulkonäkö oli huomattavasti parempi kuin korkeissa lämpötiloissa kuivattujen.

III ryhmässä liian korkeiden kuivauslämpötilojen haitallinen vaikutus sienten maittavuusominaisuuksiin tulee selvästi esille. Sieninäyte 8 on kuivattu

huomattavasti korkeammassa lämpötilassa (75–80° C) kuin sieninäyte 9 (60–70° C). Kaikki 8. näytteen nautittavuusominaisuudet ovat huomattavasti 9. näytteen nautittavuusominaisuuksia huonommat. Sieninäytteiden 10 ja 11 huonot arvostelut verrattuna 7. näytteen samalla kuivausmenetelmällä kuivattujen sienten arvosteluun johtuvat siitä, että 7. näytteen sienet olivat laadultaan parempia kuin 10. ja 11. näytteiden sienet. Tuoreista sienistä näyte 12 edustaa samaa viljellyn herkkusienien lajiketta kuin näyte 7 ja näyte 13 samaa kuin näytteet 10 ja 11.

33. Sienten esikäsitteilyä koskevat kokeet

331. Ryöppäys (blancheeraus)

Suoritettiin alustavia kokeita, joissa tutkittiin ryöppäyksen vaikutusta kuivattujen sienten ominaisuuksiin.

Ryöppäämistä kokeiltiin mustavahakkaalla (*Hypophorus camarophyllus*). Sienet pantiin hetkeksi kiehuvaan veteen. Kuivattuina sienet olivat väriltään tummuneita.

Maittavuusominaisuuksia tutkittaessa maku sai arvosanan kohtalainen (4). Ryöppäys vaikutti erittäin epäedullisesti mustavahakkaan nautittavuusominaisuuksiin. On ilmeistä, että eri sienilajit suhtautuvat eri tavalla ryöppäykseen, joten jokaista sienilajia on kokeiltava erikseen.

Toisessa kokeessa sieniä pidettiin kiehuvan veden yläpuolella 5 minuuttia. Koe tehtiin keltavalmuskalla (*Tricholoma flavovirens*). Verrattiin ilman esikäsitteilyä kuivattujen sienten, höyrytettyjen sienten ja huuhdottujen ja höyrytettyjen sienten vettymistä ja nautittavuusominaisuuksia.

Kuivissa sienissä kiinnitettiin huomiota sienten väriin, säilyteen ja hajuun. Arvosteluasteikon ollessa 4=hvää, 0=erittäin huono, saivat kuivatut sienet seuraavat arvosanat:

höyrytetty	3
huuhdotut ja höyrytetty	1
esikäsittelemättömät	2

Liutuskokeissa edellä mainitut sienet saivat seuraavat vettymisarvot:

	kosteus%	vettymissuhde
höyrytetty	7,0	4,6
huuhdotut ja höyrytetty	7,4	5,2
esikäsittelemättömät	6,4	4,4

Maittavuusominaisuudet (arvosteluasteikko 10–1)

	maku	rakenne
höyrytetty	9,0	9,0
huuhdotut ja höyrytetty	8,0	9,0
esikäsittelemättömät	9,5	9,0

Ennen kuivaamista huuhdotuissa ja höyrytetyissä sienissä maku oli laimein, ilman esikäsitteilyä kuiva- tuissa taas voimakkein. On mahdollista, että kuiva- uksen aikana tapahtuvat entsyymireaktiot aiheut- tavat kuivatuille sienille tyypillisen voimakkaan aro- min muodostumisen. Ryöppäyksen vaikutuksesta entsyymit tuhoutuvat. Se saattaa olla synä siihen, että ennen kuivausta ryöppäytyjen sienten maku on huomattavasti laimeampi kuin ryöppäämättä kuivat- tujen. Ryöppäys vaikutti taas edullisesti sienten vä- rin säilymiseen. Ryöppäytyjen sienten vettymiskyky on parempi kuin ryöppäämättömien sienten.

Miös viljellyllä herkkusienellä, kosteus 90,3 %, tehtiin ryöppäyskokeita. 2 mm paksuisia herkkusie- niivipaleita pidettiin 100-asteisessä vedessä 1 mi- nuutti. Sienet kuivattiin 60–70° C:ssa. Kuivaus kesti 1,5 tuntia. Toinen erä herkkusienivipaleita pidet- tiin kiehuvan veden yläpuolella 5 minuuttia ja kui- vattiin kuten ryöppätyt sienet. Ryöppäytyjen sienten nautittavuusominaisuuksia ja vettymistä verrattiin samoissa olosuhteissa kuivattuihin esikäsittelemät- tömiin sieniin.

Sienet	sienten kost.%	kuiv. sienten tilavuussuhde	sienten maku	rakenne	vettymis- suhde
Vedessä ryöppätyt	22	57,6	9—	8	3,0
Höyrytettyt	18	92	9—	8	3,3
Esikäsittelemättömät	18	100	9	8	4,2

Höyrytetty herkkusienet osoittautuivat maultaan esi- käsittelemättömiä jonkinverran huonommiksi. Ve- dessä ryöppäytyjen herkkusienten maku poikkesi mer- kittävästi ilman esikäsitteilyä kuivattujen sienten mausta. Vedessä ryöppäytyistä herkkusienistä valmiste- tussa muhennoksessa oli ilmeinen sianlihakastikkeen maku. Sienten vedensitomiskyky heikkeni huomatta- vasti ryöppäyskäsitteilyn vaikutuksesta; vettymissu- hteet olivat ryöppätyillä sienillä 3,0, höyrytetyillä sie- nillä 3,3 ja esikäsittelemättömillä herkkusienillä 4,2. Esikäsitteilyt aiheuttivat kuivattujen sienten tilavu- uden pienenemisen. Esikäsitteilyä ei voi katsoa tar- peelliseksi, ellei nimenomaan halua herkkusienimu- hennokseensa sianlihan makua.

332. Happokäsittely

Kokeiltiin pH:n alentamisen vaikutusta sienten värin säilymiseen kuivaamisen aikana, sienten maku- ominaisuuksiin ja vettymiskykyyn. Sienivipaleita pi- dettiin sitruuna- ja askorbiinihappoliuoksissa mi- nuutin ajan ennen kuivausta. Kuivaaminen suori- tettiin 55° C:n lämpötilassa; suhteellinen kosteus

oli noin 25 %. 2–4 %-happoliuokset tehtiin eräitä tapauksia lukuunottamatta vesijohtoveteen, mikä lähinnä vastaa kotitalouksissa käytettävää vettä. Vertailukohteena käytettiin ilman esikäsitellyä kuivattuja sieniä. Kokeet tehtiin viljellyllä herkkusienellä. happokäsittelyn jälkeen (tuoreen herkkusienen pH 5,7):

Kuivattujen sienten pH

Happoliuos		Kuivatun sienen pH
2 % sitruunahappoliuos	pH 2,90	6,500
4 % » » » »	2,50	6,450
2 % askorbiini » »	3,50	6,475
4 % » » » »	3,20	6,450
2 % sitr.h.+2 % ask.h.l. »	2,80	6,525
Esikäsittelemättömät sienet		6,600

Kuivauskäsittelyn aikana tavallisesti sienten pH kohoaa. Happokäsittelyn vaikutuksesta pH:n kohoaminen oli jonkin verran vähäisempää kuin ilman happokäsittelyä kuivattujen sienten kohdalla.

Askorbiinihappokäsittely aiheutti kuivattuihin sieniin punertavan värin, sitruunahappokäsittely aiheutti kellertävän värisävyä. Sitruunahappoon kastetut sienet olivat väriltään hieman vaaleampia kuin esikäsittelemättömät sienet. Rehydraation jälkeen värisävyissä ei enää huomannut mainittavia eroja.

Happokäsittely vaikutti kuivattujen sienten vettymiseen. Kuivattuja sieniä liotettiin suolavedessä (noin 3 % NaCl) 30 minuuttia (liotussuhde 1:10), ja keitettiin samassa vedessä 15 minuuttia. Keitinvesi valutettiin ja sienet punnittiin vettymissuhteen määrittämiseksi.

Happoliuos	vettymissuhde
2 % sitruunahappoliuos	3,65
4 % » » » »	4,40
2 % askorbiinihappoliuos	3,55
4 % » » » »	4,30
1 % sitr.h.+1 % askorb.h.liuos	3,90
2 % » » 2 % » »	4,60
Esikäsittelemättömät sienet	4,60

Alustavien kokeiden mukaan vettyminen oli parempi ilman esikäsitellyä kuivatuilla sienillä kuin happoliuoksiin kastetuilla sienillä.

Happokäsittelyn vaikutus sienten makuun oli tuntuva. Maistettiin rinnan sienten liotus- ja keitinlientä sekä liotettuja sieniä sokkokokeessa. Maistajien tehtävä oli asettaa sieninäytteet paremmuusjärjestykseen. Neljän maistajan arvostelujen keskiarvon mukaan muodostui sienten järjestys huonoimmasta parhaimpaan seuraavaksi:

1. esikäsittelemättömät sienet (6,00)
2. 2 % sitruunahappoliuos happoliuos tislattuun veteen (5,00)

3. 2 % sitr.h.+2 % askorb.h.liuos (4,00)
4. 1 % » 1 % » happoliuos tislattuun veteen (4,00)
5. 4 % sitruunahappoliuos (3,75)
6. 2 % askorbiinihappoliuos (3,25)
7. 4 % » » (1,75)

Happoliuoksiin kastetuissa sienissä makuerot olivat erittäin pienet. Esikäsittelemättömät sienet erotuivat selvimmin maultaan muita huonommiksi.

34. Eri sienilajien sopivuus kuivattavaksi

Kuivattiin herkullisiksi ja hyviksi arvostettuja ruokasienilajeja ja sienten kuivattavuus arvosteltiin — tarkkailemalla kuivien sienten ominaisuuksia, hajua, väriä, ulkonäköä ja kuivuutta — määrittämällä sienten vedensitomiskyky vettymissuhteena — tutkimalla kuivattujen sienten makuominaisuuksia.

Kuivattiin noin 30 sienilajia laboratoriossa tai kotitalouksissa. Eri metsäsienilajeja kuivattiin myös lämmönlähteitä ja kuivauslaitteita sekä erilaisia kuivausolosuhteita ja esikäsitellyjä kokeiltaessa. Näiden kokeiden selostuksiin sisältyy kokemuksia sienilajien sopivuudesta kuivattaviksi.

Kuivien sienten ominaisuudet, haju, väri, ulkonäkö ja kuivuus arvosteltiin kukin pistein 4–0, jolloin

- | | |
|----------|--|
| haju | 4: puhdas, sienelle tyypillinen haju |
| | 0: epäpuhdas, pilaantunut haju |
| väri | 4: muuttumaton, tavallisesti vaalea väri |
| | 0: muuttunut, tavallisesti tummunut väri |
| ulkonäkö | 4: sileä |
| | 0: ryppyinen ja kutistunut |
| kuivuus | 4: kuivan mureneva |
| | 0: nahkea |

Kuivien sienten arvosanat olivat yleensä hyviä (4–3). Ulkonäköön ja väriin kuivauskäsittely vaikutti eräillä sienilajeilla voimakkaasti. Värin tummumista esiintyi mm. punikkitatin, voitatin, lampaankäävän ja haperoiden kohdalla. Mutta sienten tummunut väri ja ryppyinen ulkonäkö eivät ole riittävät perusteet pääteltäessä niiden käyttökelpoisuutta ruoaksi valmistettavaksi. Kuivista sienistä niiden ravinnoksi kelpaamattomuus voitiin päätellä ainoastaan epäpuhtaan, joskus pilaantuneen hajun perusteella. Vastenmielinen haju esiintyi kuivatussa vaaleassa orakkaassa ja ryppyisessä kehnäsienessä, mitkä sitten maistettaessakin osoittautuivat syötäväksi kelpaamattomiksi. Kuivattuja sieniä liotettaessa pyrittiin mahdollisimman pieneen liotussuhteeseen. Tavallinen suhde oli yksi osa kuivia sieniä kymmentä vesiosaa

kohti, 1:10. Tällöin liukenemistappiot olivat vähäisimmät ja liotusveden käyttö ei myöhemmin ollut ongelma.

Eri sienilajien liotuskäsittelyn aikana sitoman veden määrässä, vettymiskyvyssä ja vettymisnopeudessa esiintyi vaihtelua. Edullisimman liotuskäsittelyn määräämiseksi oli suoritettava kokeita lajeittain. Pyrittiin mahdollisimman lyhyeen liotuskäsittelyyn, jotta liukenemistappiot olisivat pienet. Pitkäaikaisen liotuksen aikana saattaa tapahtua myös mikrobien toiminnasta johtuvaa pilaantumista.

Kuivaus ei nimittäin tuhoa sienten mikrobeja, vaan muuttaa ympäristöolosuhteet sellaisiksi, että mikrobien kasvu pysähtyy.

Liotuskokeiden mukaan eri sienilajien paras liotusaika oli kovin erilainen. Joitakin sienilajeja oli edullista liottaa huoneenlämpöisessä vedessä (20–24° C). Joittenkin sienilajien vettymistä joudutti liotusvedessä keittäminen. Eräät sienilajit vettyivät hyvin, kun niitä vain kiehutettiin muutama minuutti, ilman että niitä ensin liotettiin huoneenlämpöisessä vedessä.

Kokeissa kuivatuilla sienillä vettymissuhde (liotettujen sienten paino jaettuna kuivien sienten painolla) vaihteli 2,2:sta 7,5:een. Keskimääräinen vettymissuhde kokeissa kuivatuilla sienilajeilla oli 5,3. Huomattava vaikutus sienten vettymyvyyteen on kuivauslämpötilalla. Taulukossa esitettyjen sienilajien kuivaus ei tapahtunut samassa lämpötilassa, joten vettymisarvot eivät ole täysin vertailukelpoisia, mutta niistä näkyy mitä suuruusluokkaa eri sienisukujen vettymiarvot ovat. Kaikki sienilajit on kuitenkin kuivattu lämmitystä apuna käyttäen, 50–70° C:n lämpötilassa, kuivausilman suhteellisen kosteuden ollessa noin 20–25 %.

Sienet, joiden kosteuspitoisuus oli korkea eli yli 10 %, sitoivat usein vettä runsaammin kuin saman lajin kuivemmiksi kuivatut sienet, joiden kosteuspitoisuus oli noin 5–6 %. Erittäin kuivaksi kuivattaessa, suhteellisen alhaisia kuivauslämpötilojakin käytettäessä, on vettymiskyvyn yleisesti todettu huononevan.

Huonosti vettyviksi osoittautuivat pehmeät tatit, kuten voitatti ja kangastatti, joita ei suositella kuivattavaksi.

Kuivattujen sienten nautittavuusominaisuuksien tutkimiseksi liotetut sienet valmistettiin muhennokseksi tai keitoksi tai ne paistettiin. Eri sienilajeille kuivattuina sopivinta ruoaksivalmistustapaa ei tutkittu.

Muhennoksen valmistuksessa käytettiin rasvaa (voita), vehnä- tai korppujauhoja ja vettä, minkä mukana oli liotusvesi. Maustamiseen käytettiin ainoastaan suolaa. Kerman ja maidon käyttöä muhennosten valmistuksessa vältettiin, sillä ne hei-

kentävät tai kokonaan muuttavat sienilajille tyyppilisen maun, mikä tosin saattaa joskus käytännön ruoanlaitossa olla eduksi.

Paistettujen sienten valmistuksessa käytettiin voita ja mausteena suolaa. Paistamisen yhteydessä lisättiin liotusveden ylimäärä. Jos sieniin ei lisätä liotusvettä, ovat ne maultaan mietoja. Erittäin voimakasmakuisten kuivattujen sienten, kuten härmälikan ruoaksi valmistuksessa liotusvesi voidaan jättää käyttämättä, jos maku tuntuu liian voimakkaalta.

Kuivattuihin sieniin samoin kuin muihinkin kuivattuihin kasviksiin pätee ohje, että niitä ruoaksi valmistettaessa vettä on lisättävä runsaammin kuin tuoreita tuotteita valmistettaessa. Kuivattujen tuotteiden vettyminen ilmeisesti jatkuu vielä keittämisen ja paistamisen aikana. Liotettuja, kuivattuja sieniä paistettaessa on lisäksi otettava huomioon haihtuminen, joten vettä on lisättävä ylimäärin, etteivät sienet haihtumisen vuoksi menetä vähäistä sitoutunutta vesimäärää.

Sieniruoissa arvosteltiin sienten maku ja sienten rakenne kiinnittäen huomio sienten pehmeeyteen. Arvostelumenetelmänä käytettiin JELLISEKIN (1959) arvostuskoetta, minkä 10–0 pisteasteikkoa vastaavat arvosanat on esitetty luvussa 324.

Tuoreina herkullisiksi eli »kolmen tähden» sieniksi arvostetuista lajeista, joita kuivauskokeissa oli mukana 17 lajia, oli kuivattuina erittäin hyviä (9) tai hyviä (8) 10 sienilajia. Tuoreina herkullisista ruokasienistä muodostivat kuivattuina kielteisen yllätyksen erikoisesti orakkaat (vaalea orakas ja rusko-orakas), suppilovahvero ja ryppyinen kehnäsieni. Kaksi viimeksi mainittua olivat vastenmielisen makuisia, ruoksi kelpaamattomia. Keskin kertaisia arvosanoja kuivattuina sai neljä herkullisista ruokasienistä. Punertava kärpäsieni ja renkaaton kärpäsieni olivat maultaan tyydyttäviä. Voitatti osoittautui sekä maultaan että pehmeydeltään keskin kertaisella huonommaksi. Kuivausta ei voitane suositella pehmeiden tattien säilöntämenetelmäksi. Kun kuivattua koivunkantosientä valmistettiin ruoksi paistaen tai muhentaen, se jäi huomattavasti jälkeen tuoreesta. Kuivatut koivunkantosienet olivat sitä vastoin erittäin hyviä keittojen maustajina. Sienen ikä on maittavuuden kannalta erittäin tärkeä tekijä.

Herkullisista ruokasienistä oli yleisen mielipiteen mukaan mm. herkkutatti, keltavalmuska ja korvasieni kuivattuna parempi kuin tuoreena tai pakastettuna.

Tuoreina hyvistä eli »kahden tähden» sienistä olivat kuivattuina hyviä (8) punikkitatti, punertava ukonsieni, härmämalikka ja lampaankääpä. Erittäin edullisesti kuivaus vaikutti mm. punikkitattiin ja punertuvaan ukonsieneen, mitkä kuivattuina osoit-

tautuivat tuoreita paremmiksi. Lampaankääpä oli kuivattuna kovaa, mutta siitä voidaan valmistaa hyvänmakuisia keittoja, sillä maku on puhdas ja herkullinen. Myös kuusilahokka ja mesisieni soveltuvat keittoihin käytettäväksi. Kuusilahokkaa kuivattaessa on tarkoin varottava, ettei mukaan tule kitkerälahokkaa (*Naematoloma fasciculare*), mikä uusimpien tutkimuksien mukaan (VASILJKOV (1964) on vaarallinen myrkkysieni. Mesisieni (*Armillariella mellea*) lienee varmintä ryöpätä kiehuvaassa vedessä ennen kuivausta, koska sekin saattaa joskus olla lievästi myrkyllinen ja usein epämiellyttävän makuisen.

Seuraavassa selostetaan sienilajeittain niistä saadut kokemukset.

Herkkutatti (*Boletus edulis*) osoittautui helposti kuivattavaksi. Edullinen liotuskäsittely oli 3 tunnin liottaminen noin 20-asteisessa vedessä. Keittämistä liotuksen yhteydessä ei suositella mitään tatteja liotettaessa. Vetymissuhde oli 4,5–4,8. Maku oli erinomainen (10) tai erittäin hyvä (9), pehmeys hyvä (8). Herkkutattien maku parani kuivattaessa. Kuivatut herkkutatit olivat parempia kuin pakastetut, mitkä ovat tuoreiden veroisia ja siis tuoreisiin rinnastettavissa.

Punikkitatti (*B. versi pellis*) oli helposti kuivattava. Tatin väri tummui kuivattaessa. Edullinen liotusaika 3 tuntia kuten herkkutatilla. Vetymissuhde 5,0–5,6. Maku oli hyvä (8), pehmeys suhteellisen hyvä (7). Maku parani kuivattaessa.

Lehmäntatti (*B. scaber*) oli helposti kuivattava. Väri tummui kuivattaessa. Edullinen liotuskäsittely noin 3 tuntia kuten herkkutatilla. Vetymissuhde oli tällöin 4,2. Maku suhteellisen hyvä (7) ja pehmeys (8) hyvä paistettuina arvosteltuina.

Voitatti (*B. luteus*) kuivui hyvin, kun ennen paloittelemista limainen pintakelmu poistettiin. Voitatti vettyi erittäin huonosti, 2 tunnin liotuksen jälkeen vetymissuhde oli 2,2. Voitatin maku oli tyydyttävä (6), pehmeys oli vain kohtalainen (4). Voitattia ei voida suositella kuivattavaksi.

Kangastatti (*B. variegatus*) ei ole kuivattavaksi suositeltava kuten eivät muutkaan pehmeät tatit. Pehmeiden tattien malto on kuivattuna kiinteä, kova ja huonosti vettyvä. Kuivatun kangastatin maku oli suhteellisen hyvä.

Akansieni, punertuva ukonsieni (*Lepiota rhaco*). Ukonsienistä kuivattiin ainoastaan punertuvaa ukonsientä. Se oli helposti kuivattava. Sopiva liotusaika on 1 tunti, keittämättä. Vetymissuhde oli tällöin 6,1. Sienen lakki soveltuu paistettavaksi, jolloin maku on tuoreen sienen maku parempi, erittäin hyvä (9) tai hyvä (8) ja pehmeys hyvä (8). Kuivatut kannat ovat sopivia keittojen maun antajaksi.

Ilmeisesti myös **ukonsieni** (*L. procera*) on kuivattavia sieninä ja sille sopii sama käsittely kuin akansienelle.

Keltavahvero (*Cantharellus cibarius*) on helposti kuivattava. Keltavahvero sitkistyy kuivattaessa. Sitkeyttä voidaan kuitenkin poistaa liottamalla keltavahverot maidossa ennen ruoaksi valmistusta. Maito on käytettävä ruokaan, mikä varsinkin muhennosta valmistettaessa on mahdollista. 1 tunnin liotuksen jälkeen vetymissuhteeksi saatiin 3,9. Maku oli hyvä (8) ja pehmeys suhteellisen hyvä (7).

Suppilovahvero (*C. tubaeformis*). Useimpien sienioppaiden mukaan suppilovahvero on herkullinen ruokasieni. Suppilovahveron makuun vaikuttavia tekijöitä ovat sienten ikä (sienen vanhetessa maku huononee) ja mahdollisesti kasvupaikkatekijät. Kuivauskokeissa kuivattiin nuoria suppilovahveroita. Sienet kuivuivat nopeasti ja vettyivät hyvin. 20 minuutin liotuksen jälkeen vetymissuhde oli 7,5. Pehmeys oli hyvä (8), mutta maku oli vastenmielinen, huono (2). Kuivauskokeilujen perusteella suppilovahveroa ei voida suositella kuivattavaksi.

Haperot (*Russula*): kuivattiin toisistaan erotelematta mietoja haperoja, kuten koivu-, viini- ja keltahaperoa. Haperot kuivuivat varsin helposti, mutta hitaammin kuin esim. tatit. Liotusaika oli tavallista pitempi 2–4 tuntia, jolloin vetymissuhde vaihteli 3,8:sta 5,0:aan kuivauskäsittelystä riippuen. Kuivatujen haperoiden maku oli tyydyttävä (6), eräiden näytteiden kohdalla kuitenkin (8), mutta pehmeys oli tyydyttävä (6) pitkästä liotusajasta huolimatta. Kuivaus ei ole paras mahdollinen tapa haperoiden säilömiseksi.

Keltavalmuska (*Tricholoma flavovirens*) on helposti kuivattava sienilaji. 15 minuutin kylmävesiliotusta täydentämään sopii 5 minuutin kiehuminen hiljaisella tulella. Keltavalmuskan vetymissuhde on tällöin 4,6. Sekä keltavalmuskan maku että pehmeys arvosteltiin erittäin hyväksi (9). Maku paranee kuivattaessa, sillä kuivatut keltavalmuskat arvosteltiin paistettuina tuoreita paremmiksi. Kuivattavaksi keltavalmuska on erittäin sopiva.

Sinivalmuska (*Lepista nuda*). Kuivattuna sinivalmuska sai arvostanan hyvä (8) tai suht. hyvä (7) mm. kasvupaikasta riippuen. Pehmeys oli hyvä (8), tällöin sieninä oli liotettu 20 minuuttia ja keitetty 5 minuuttia. Vetymissuhde oli 5,9.

Vaalea orakas (*Hydnum repandum*) on helposti kuivuva sienilaji. Kuivatuissa orakkaissa oli jonkin verran epämiellyttävää maku, mikä muistutti lähinnä eltaantuneen makua. Pehmeys oli tyydyttävä. Vetymissuhde oli 3,6. Vanhojen orakkaiden maku on huono, joten kuivattavien orakkaiden on oltava nuoria.

Rusko-orakas (*H. rufescens*) kuivattuna oli

erittäin pehmeää (8) ja maultaan se oli hyvää (7,5). Kuivattu rusko-orakas oli iältään nuorta.

Suom u o r a k a s (*Sarcodon imbricatum*) on helposti kuivattava sienilaji. Suomuorakas on ennen ruoaksivalmistusta ryöpättävä. Kuivatut suomurakkaat voidaan ryöpätä liotuksen jälkeen Edullisissa olosuhteissa kuivattuina suomurakkaan maku oli kuitenkin vain tyydyttävä (6).

Orakkaiden kuivaaminen ei aina onnistu, vaan kuivaustulos saattaa olla huonon makuinen.

Punertuva k ä r p ä s s i e n i (*Amanita rubescens*) on nopeasti kuivuva sienilaji. 40 minuutin liotuksen ja 5 minuutin hiljaisen keittämisen jälkeen punertuvan karpässien vettymissuhde oli varsin korkea (6,5). Pehmeys oli tällöin hyvä (8) ja maku tyydyttävä (6). Kuivattaessa punertuvan karpässien maku huononi.

Renkaaton k ä r p ä s s i e n i (*A. vaginata*) on punertuvan karpässien tapaan nopeasti kuivuva ja se imee runsaasti vettä liotuskäsittelyssä. Pehmeys on myös hyvä, mutta maku sai arvostelussa arvosanoja tyydyttävä (6) ja kohtalainen (4). Kuivattaessa renkaattoman karpässien maku huononi, joten kuivausta ei voida suositella renkaattoman karpässien säilöntäkeinoksi.

M u s t a v a h a k a s (*Hygrophorus camarophyllus*) nopeasti kuivuva ja taas nopeasti vettyvä sienilaji. 15 minuutin liotuksen ja 5 minuutin keiton jälkeen mustavahakkaan vettymissuhde oli 5,0. Maku oli tällöin hyvä (8) ja pehmeys erittäin hyvä (9). Sienen makuaineita on runsaasti luonneena liotusveteen. Jos mustavahakkaan liotusvettä ei käytetty muhenokseen tai lisätty sieniä paistettaessa, maku oli erittäin laimea.

H ä r m ä m a l i k k a (*Clitocybe nebularis*) on helposti kuivattava sienilaji. 30 minuutin liotuksen ja 5 minuutin kiehumisen jälkeen vettymissuhde oli 5,6. Härmämalikan voimakkaan maun vuoksi arvostelutulokset olivat ristiriitaisia. Paistettuna härmämalikan maku arvosteltiin hyväksi—erittäin hyväksi (8–9) ja pehmeys suhteellisen hyväksi (7). Muhenokseksi valmistettuna härmämaliikka sai arvosanan keskinkertainen (5).

L a m p a a n k ä ä p ä (*Polyporus ovinus*). Huoneen lämmössä hitaasti kuivattu lampaankääpä sitoi runsaasti vettä, sen vettymissuhde oli 6,8, kun taas 60° C:ssa kuivatun lampaankäävän vettymissuhde oli 3,8. Hitaasti kuivatun maku oli tyydyttävä (6), nopeasti kuivatun taas suhteellisen hyvä (7), kun sienet arvosteltiin voissa paistettuina. Kuivatusta lampaankäävästä valmistettu keitto osoittautui maultaan erittäin hyväksi (9).

K u u s i l a h o k k a (*Naematoloma capnoides*) on nopeasti kuivuva sieni. 10 minuutin kiehumisen jälkeen vettymissuhde oli 6,7. Paistetun kuusilahokan

maultaan annetut arvosanat vaihtelivat suht. hyvästä (7) hyvään (8). Pehmeys taas oli erittäin hyvä (9). Verrattaessa pakastettua, tuoretta ja kuivattua kuusilahokkaa, pakastettu oli maultaan erittäin hyvä (9), tuore hyvä (8,5) ja kuivattu hyvä (8,5).

K o i v u n k a n t o s i e n i (*Kuehneromyces mutabilis*). Kuivaaminen on nuorille koivunkantosienille sopiva säilömistapa. Koivunkantosieni on tuoreena parempi kuin kuivattuna, jos se valmistetaan ruoaksi muhentaen tai paistaen, mutta keittojen maun antajana kuivattu koivunkantosieni on erittäin hyvä (9).

V i l j e l t y h e r k k u s i e n i (*Agaricus bisporus*). Herkkusienistä kuivauskokeita suoritettiin ainoastaan viljelyllä herkkusienellä. Ilmeisesti luonnonvaraiset herkkusienet ovat samaan tapaan kuivattavia. Viljelty herkkusieni kykenee sitomaan suhteellisen vähän vettä liotettaessa, varsinkin jos kuivaus tapahtuu korkeissa lämpötiloissa. Vettymissuhde oli noin 3,3–4,0. Herkkusienet saavat kuivauksessa erittäin voimakkaan maun. Huonon vedensitomiskyvyn ja toisaalta voimakkaan, herkullisen maun vuoksi kuivatut herkkusienet ovat hyviä keitoiksi valmistettuina.

K ä n s ä t u h k e l o (*Lycoperdon perlatum*) kuivui hyvin. 40 minuutin liotuksen jälkeen vettymissuhde oli 5,0. Maku oli hyvä ja pehmeys samoin hyvä (8). Kuivaustuloksen ja makuarvostelun perusteella voitaneen päätellä, että nuoret tuhkelot ja mahdollisesti kuukuset voidaan menestyksellä säilöä kuivaamalla.

M e s i s i e n i (*Armillariella mellea*) on helposti kuivattava, nopeasti kuivuva sienilaji. 20 minuutin liotuksen ja lyhyen kiehumisen jälkeen vettymissuhde oli 6,1. Paistettuna mesisieni sai arvosanan suhteellisen hyvä (7).

R y p p y i n e n k e h n ä s i e n i (*Rozites caperata*) osoittautui hitaasti kuivuvaksi. Vettymissuhde oli hyvä, 7,5, mutta kuivatun ryppyisen kehnäsien maku oli vastenmielinen (1–2). Tulos oli sama eri paikkakunnilta kerättyjä sieniä kuivattaessa. Vaikka ryppyinen kehnäsieni tuoreena on erittäin herkullinen ruokasieni, sen kuivaamista ei voi suositella.

P u n a v y ö s e i t i k k i (*Cortinarius armillatus*). Nuoret punavyöseitikit osoittautuivat nopeasti kuivuviksi. Vettymiskyky oli hyvä (7,5) kahden tunnin liotuksen jälkeen. Maku arvosteltiin suhteellisen hyväksi (7) ja pehmeys hyväksi (8). Vanhojen punavyöseitikkien nautittavuusominaisuudet eivät olleet hyvät.

P ö r h ö s u o m u i n e n k a n t o s i e n i (*Pholiotia squarrosa*) pienissä määrin maisteltuna osoittautuivat suhteellisen hyväksi (7–).

R o u s k u t (*Lactarius*). Ryöpättäviä rouskuja; karva-, kangas- ja haaparouskuja kuivattiin ja liot-

tamisen jälkeen rouskuja kiehutettiin ja keitinvesi huuhdottiin kitkerän maun poistamiseksi. Verrat- taessa kuivattuja rouskuja tuoreihin ryöpätyihin rouskuihin, jälkimmäiset saivat arvosanan hyvä (8), kun taas kuivatut rouskut saivat arvosanan suhteel- lisen hyvä (7).

Leppärousku (*L. deliciosus*) on eräs ryöppää- mättä syötäväksi kelpaavista rouskulajeista, ja on li- säksi erittäin hyvän makuinen. Kuivattujen leppä-

rouskujen maussa ei voinut huomata eroa tuoreisiin verrattuna. Rakenteeltaan, pehmeyseltään ja me- hukkuudeltaan kuivatut leppärouskut jäivät jälkeen tuoreista.

Korvasieni (*Gyromitra esculenta*), kuivaamal- la säilöttäväksi suositeltu sienilaji osoittautui hel- posti kuivattavaksi ja nopeasti vettyväksi, vettymis- suhteen ollessa 5,5. Kuivattuna korvasieni oli mau- taan erittäin hyvä, ja sen pehmeys oli hyvä.

Eri sienilajien arvo tuoreena ja kuivattuna ja suositeltavat käsittelytavat.

Sienilaji	tuoreen sienen arvo ¹⁾	kuivien sienten		edullinen liotuskäsittely		vett. suhde
		maku	pehmeys	liotus	keitto	
Herkkutatti (<i>Boletus edulis</i>)	3	10—	8	3—4 t		4,8
Punikitatti (<i>B. versipellis</i>)	2	8	7	3—4 t		5,0—5,6
Lehmäntatti (<i>B. scaber</i>)	2	7+	8	3—4 t		4,2
Voitatti (<i>B. luteus</i>)	3	6	4	1 t		2,2
Viljelty herkkusieni (<i>A. bisporus</i>) . .	3	9	8	1 t	15 min	4,2
Punertava ukonsieni (<i>L. rhacodes</i>)	2	8,5	8	1 t		6,1
Keltavahvero (<i>Cantharellus cibarius</i>)	3	8	7	1 t		3,9
Suppilo » (<i>C. infundibuliformis</i>)	3	2	8	20 min		7,5
Haperot (<i>Russula</i>)	2—3	6—8	6	2—4 t		3,8—5,0
Keltavalmuska (<i>Tr. flavovirens</i>) . . .	3	9,5	9	15 min	5 min	4,6
Sinivalmuska (<i>Lepista nuda</i>)	3	7—8	7	20 min	5 min	5,9
Vaalea orakas (<i>Hydnum repandum</i>)	3	4	6	1 t	10 min	3,6
Rusko-orakas (<i>H. rufescens</i>)	3	7	8	1 t		4,2
Suomurakas (<i>Sarcodon imbricatum</i>)	2	6	8	1,5 t	5 min	7,5
Punertuva kärpässieni (<i>A. rufescens</i>)	3	6	8	40 min	5 min	6,5
Renkaaton kärpässieni (<i>A. vaginata</i>)	3	5—6	8	40 min	5 min	6,4
Mustavahakas (<i>H. camarophyllus</i>) . .	3	8	9	15 min	5 min	5,0
Härmämalikka (<i>Cl. nebularis</i>)	2—3	8—9	7	15 min	5 min	4,7
Lampaankääpä (<i>Polyporus ovinus</i>)	2	9—7	7	30 min	5 min	3,8
Kuusilahokka (<i>N. capnoides</i>)	2	8,5	9	15 min	5 min	6,7
Koivunkantosieni (<i>K. mutabilis</i>) . .	3	9—6	8	30 min		6,3
Pörhösuom. kantos. (<i>Ph. squarrosa</i>)	1	7	6	30 min		4,6
Punavyöseit. (<i>Cortinarius armillatus</i>)	2	7	8	2 t		7,0
Ryppyin. kehnäs. (<i>Rozites caperata</i>)	3	1—2	8	20 min	5 min	7,0
Mesisieni (<i>Armillariella mellea</i>) . .	2	7	7	20 min	1—3 min	6,1
Känsätuhkelo (<i>L. gemmatum</i>)	3	8	7	40 min	5 min	5,0
Rouskut (ryöpättävät) (<i>Lactarius</i>) . .	2—3	7,5	7,5	16 t	1—3 min	5,5
Leppärousku (<i>L. deliciosus</i>)	3	8,5	7	30 min	5 min	4,8
Korvasieni (<i>Gyromitra esculenta</i>) . .	3	9,5	8	20 min	5 min	5,6

¹⁾ Tuoreiden sienten arvo on Tuomikosken (»Sienet värikuvina» 1959) mukaan seuraava:

1=syötävä
2=hyvä
3=herkullinen

*35. Kuivattujen ja pakastettujen sienten
vertaileva makutesti*

Yhteistoimin Helsingin kaupungin kotitalouslau- takunnan kanssa järjestettiin kaksi maistiaistilai-

suutta, toinen lehdistön ja neuvontajärjestöjen sekä kotitalousalan laitosten edustajille, toinen yleisölle, ja näissä tilaisuuksissa maistajat saivat verrata kui- vatuista sienistä valmistettuja ruokia pakastetuista sienistä valmistettuihin ruokiin.

Sienilajeja oli seitsemän. Sekä kuivatuista että pakastetuista sienistä valmistettiin ruoat samalla menetelmällä.

Sienilaji:	Tarjottiin:
Herkkutatti	muhennoksena
Mustavahakas	muhennoksena
Keltavalmuska	paistettuna
Punertuva ukonsieni	paistettuna
Härmämalikka	muhennoksena
Kuusilahokka	paistettuna, munakkaassa
Sinivalmuska	muhennoksena
	(arvosteltiin ainoastaan kuivattuna)
Arvosteluasteikko:	3=hyvä
	2=keskinkertainen
	1=huono

Neljäkymmenenkuuden maistajan mielipiteet kuivatuista ja pakastetuista sienistä valmistettujen ruokien maittavuudesta jakaantuivat prosentteina ilmoitettuna eri arvosanojen kesken seuraavasti:

	hyvä (3)	keskink. (2)	huono (1)
	%	%	%
Herkkutatti, (<i>Boletus edulis</i>) kuivattu	71	27	2
pakastettu	36	52	12
Mustavahakas, (<i>Hygrophorus camarophyllus</i>) kuivattu	49	44	7
pakastettu	51	46	3
Keltavalmuska, (<i>Tricholoma flavovirens</i>) kuivattu	37	48	15
pakastettu	27	40	33
Punertava ukonsieni, (<i>Lepiota rhacodes</i>) kuivattu	30	50	20
pakastettu	11	63	26
Kuusilahokka, (<i>Naematoloma capnoides</i>) kuivattu	19	42	39
pakastettu	27	49	27
Härmämalikka, (<i>Clitocybe nebularis</i>) kuivattu	9	48	43
pakastettu	14	53	33
Sinivalmuska, (<i>Lepista nuda</i>) kuivattu	21	42	37

Parhaaksi osoittautui kuivattu herkkutatti, jonka 2/3 maistajista arvosteli hyväksi. Muiden sienilajien kohdalla mielipiteiden hajonta eri arvosanojen kesken oli suuri.

Osoittautui, että useimmat sienilajit arvosteltiin kuivattuina pakastettuja paremmiksi. Tämä käy ilmi seuraavasta taulukosta, missä esitetään, kuinka

suuri osa vastaajista, prosentteina vastaajien määrää ilmoitettuna, arvostele kuivatut sienet paremmiksi, pakastetut sienet paremmiksi tai molemmat tuotteet samanarvoisiksi.

	Kuivattu parempi	Pakastettu parempi	kuiv. ja pakast. samanarvoiset
	%	%	%
Herkkutatti	56	17	27
Mustavahakas	33	43	24
Keltavalmuska	50	21	29
Punertuva ukonsieni	47	21	32
Kuusilahokka	29	39	32
Härmämalikka	24	43	33

Arvosteluista voidaan päätellä, että yksilöllisillä mielipiteillä on suuri merkitys. Tämä on pidettävä mielessä, kun tulosten perusteella ryhdytään vetämään johtopäätöksiä. Kullekin sienilajille edullisinta ruoaksivalmistustapaa ei ole tutkittu, ja on mahdollista, että jollain muulla tavalla ruoaksi valmistettuina edellä huonoja arvostelutuloksia saaneet sienilajit voisivat olla maultaan parempia. Esimerkiksi kuusilahokka voisi soveltua keittojen mausteeksi. Härmämalikka, joka on erittäin voimakasmainen sieni, olisi maukas pienissä määrin ruokiin lisättynä. Maistamistulokset kuitenkin puoltavat kuivauksen sopivuutta sienten säilömismenetelmäksi. Tosin on mainittava, että »pakastetut» sienet oli vain jäädytetty laboratoriossa, ja niiden laatu olisi ehkä ollut parempi, jos ne olisi käsitelty oikean pakastustekniikan menetelmällä, siis jäädytetty hyvin nopeasti hyvin alhaiseen lämpötilaan.

30. Kotimaisten ja ulkomaisten kuivattujen sienten vertaileva makutesti.

Yhteistoimin SOK:n kokeilukeittiön kanssa järjestettiin Länsisaksasta tuotettujen kuivattujen sienten ja kokeissamme kuivattujen sienten vertaileva makutesti. Rinnakkaisvertailussa olivat mukana seuraavat tuotteet:

Herkkusienet

— tuoreet herkkusienet

— kotimaiset kuivaustutkimuksissa kuivatut herkkusienet

— saksalaiset kuivatut herkkusienet, tuottaja Silva-Werke H. Braeutigam KG, Sandhausen/Heidelberg. Herkkutatit

— pakastetut herkkutatit

— kotimaiset kuivatustutkimuksissa kuivatut herkkutatit

— saksalaiset kuivatut herkkutatit, tuottaja Silva-Werke H. Braeutigam KG, Sandhausen/Heidelberg.

Herkkusienet ja -tatit arvosteltiin muhennoksina sokkokokeessa. Kuivattuja sieniä käytettiin muhennokseen yksi viidesosa tuoreiden sienien painosta. Kuivia sieniä liotettiin kylmässä vedessä kaksi tuntia. Sieniviipaleet ruskistettiin kokonaisina, hienontamatta, jotta sienien rakenne voitiin arvostella. Tuoreet herkkusienet ja pakastetut herkkutatit viipaloitiin. Herkkutatit pantiin ruskistumaan jäisinä. Arvosteluasteikko:

5= kiitettävä

4= hyvä

3= tyydyttävä

2= välttävä

1= huono

Indeksilukuja laskettaessa annettiin arvo 100 tuoreille herkkusienille ja vastaavasti pakastetuille ta-
teille; kuivattujen sienien indeksiluvut laskettiin suhteessa näihin.

Herkkusienet

Tuote	ulkonäkö pist.	makuaromi pist.	rakenne pist.	punnittu keskiarvo pist.	indeksi
kuivattu saksal.	3,60	3,80	3,40	3,60	78
kuivattu kotimainen	3,30	3,55	2,90	3,25	71
tuore	4,70	4,15	4,90	4,58	100

Herkkutatti

tuote	ulkonäkö pist.	makuaromi pist.	rakenne pist.	punnittu keskiarvo pist.	indeksi
kuivattu saksal.	3,25	2,65	2,90	2,93	77
kuivattu kotimainen	3,20	3,25	3,35	3,26	83
pakastettu	4,60	3,95	4,30	3,95	100

Kotimaassa kuivatut herkkusienet ja herkkutatit osoittautuivat saksalaisen maahantuontitavaran rinnalla kilpailukykyisiksi, kotimainen herkkutatit arvosteltiin ulkolaista paremmaksi. Kuivattujen ulkolaisten herkkusienien huomattavasti korkeammat rakennepisteet johtunevat siitä, että herkkusienet oli leikattu erittäin ohuiksi viipaleiksi.

Kuivattuja ja tuoreita sieniä ei oikeastaan voida verrata toisiinsa, sillä sienien maku on kuivauksen

vaikutuksesta voimistunut, jopa saanut uusia maku-
vivahteita. Liottamisen aikana sienet saavat melko
tumman värin. Kuivattujen sienien rakenne sai
alhaisia arvosanoja, sillä sienet olivat sitkeähköjä.
Tavanomaisessa ruoanvalmistuksessa sienien heinon-
taminen ennen ruskistamista vähentää huomatta-
vasti sitkeyden tuntua.

37. Kuivauksen vaikutus sienien ravintoar- voon.

Sienissä on merkittäviä määriä varsinkin valku-
aisaineita, tiettäviä vitamiineja ja kivennäisaineita.
Eri sienilajien ravintoarvo on kuitenkin erilainen.
Kuivauskokeiden yhteydessä kuivauskäsittelyn vai-
kutusta sienien ravintoarvoon ei tutkittu tarkem-
min, sillä sienien merkitys ravintotaloudessa on lä-
hinnä niiden maku- ja aromiaineissa, joten pääasi-
allinen huomio kiinnitettiin kuivattujen sienien ma-
kuun ja rakenteeseen (tekstuuriin), siis nautittavuus-
ominaisuuksiin. Eräissä kokeissa määritettiin sekä
ravintoarvon että makuun vaikuttava tiamiini (B₁-
vitamiini) tämän vitamiinin kuivauskäsittelyssä säi-
lymisen selvittämiseksi.

Sienien tärkein ravintoaine on valkuainen, jota
parhaissa sienilajeissa (herkkutatit, herkkusieni ja
ukonsieni) on 4–5 %. Suotuisan aminohappokoos-
tumuksen vuoksi sienien valkuaisien biologinen arvo
on useiden kasvikunnan valkuaisaineiden bio-
logista arvoa korkeampi. Myös sienivalkuaisen sula-
vuus on todettu kasvivalkuaisaineiden sulavuutta
paremmaksi. Sienien valkuaisien biologinen arvo ja
sulavuus on kuitenkin parhaiden eläinvalkuaisien
vastaavia arvoja jonkinverran huonompi.

Kuivauskäsittelyssä, varsinkin korkeita kuivaus-
lämpötiloja käytettäessä tapahtuu sienien valkuai-
sten denaturoitumista, jolloin sen biologinen arvo
ja sulavuus huononevat. On ilmeistä, että suhteelli-
sen alhaisia kuivauslämpötiloja käytettäessä valku-
aisten biologisen arvon huonontuminen ei ole mer-
kittävää.

Vitamiineista sienissä on merkittäviä määriä ras-
valiukoisia D- ja A-vitamiineja, D-vitamiini on tyypillinen eläinkunnan vitamiini, mitä kasvikunnan tuotteissa ei esiinny. D-vitamiinipitoisuus on eräs ominaisuus, mikä erottaa sienet tyypillisistä kasvi-
tuotteista. Vesiliukoista B-ryhmän vitamiineista on mainittava B₁-vitamiini.

Koska kirjallisuudessa ei esiinny tietoja kuivattu-
jen sienien tiamiinipitoisuudesta, teetettiin Valtion
Maatalouskemiallisessa laboratoriossa kuivattujen
sienien tiamiinimäärityksiä. Koska tiamiini tuhoutuu
vasta yli 100° C:n lämpötiloissa, voitiin olettaa, että
melko alhaisissa lämpötiloissa kuivatuissa sienissä tä-

mä vitamiini säilyi. Tiamiinimäärityksiä tehtiin eri lämpötiloissa kuivatuista viljellyistä herkkusienistä, happoliukseen kastetuista herkkusienistä ja viidestä metsäsienilajista.

Kuivattujen sienten tiamiinipitoisuudet ilmoitetaan mg:nä tiamiinia/kg kuiva-ainetta.

Kuivaustapa ja -lämpötila	tiamiinia mg/kg k.a.
Lämmittämättömän ilman puhallus	7,3
Nestekaasu, lämpötila 60–70° C	8,6
» » 70–80° C	8,2
Sähkölämmitin » 52–56° C	9,4

Seuraavia kuivattujen herkkusienten tiamiinipitoisuuksia voidaan verrata tuoreista sienistä määritettyyn tiamiinin määrään, sillä ne kaikki ovat samasta sieninäytteestä ja molemmat kuivatut sienet on kuivattu samanaikaisesti:

	tiamiinia mg/kg k.a.
4 % sitruunahappoliukseen kastetut sienet	7,6
Esikäsittelemättömät sienet	9,0
Tuoreet herkkusienet	13,7

Sienten kuivaus tapahtui 50–55° C:n lämpötilassa, suhteellisen kosteuden ollessa noin 25 %.

Eräiden kuivattujen metsäsienilajien tiamiinipitoisuudet olivat seuraavat:

	tiamiinia mg/kg k.a.
Mustavahakas (<i>Hygrophorus camarophyllus</i>)	6,34
Herkkutatti (<i>Boletus edulis</i>)	11,36
Kuusilahokka (<i>Naematoloma capnoides</i>)	3,98
Keltavalmuska (<i>Tricholoma flavovirens</i>)	6,39
Lampaankääpä (<i>Polyporus ovinus</i>)	10,40

Kuivatut sienet antavat siis huomattavan lisän ruoka-aineiden B₁-vitamiinin määrään.

Kivennäisaineista kuivatuissa sienissä on runsaasti mm. kalsiumia, fosforia, magnesiumia ja rautaa sekä hivenaineita. Kuivauskäsittelyssä nämä tärkeät ravintoaineet eivät häviä, mutta liotuskäsittelyn aikana tapahtuu näiden aineiden liukenemista. Liukenemistappioiden välttämiseksi on syytä käyttää sienten liotusvesi mukaan sieniruokaan.

38. Kuivattujen sienten säilyvyys

Yli vuoden (noin 14 kk) säilytyksen jälkeen tarkkailtiin kuivattujen sienten ominaisuuksia. Sieniä oli säilytetty lämpimässä komerossa. Säilytystila oli pimeä, kuiva ja sienet oli suljettu polyeteeni-muovipusseihin.

Kuivien sienten ominaisuuksissa, hajussa, värissä

tai ulkonäössä yleensä ei voinut havaita huonontumista tai pilaantumista.

Verrattaessa yli vuoden varastoitujen sienten ja 0–2 kk varastoitujen sienten nautittavuusominaisuuksia, voitiin vanhemmissa sienissä todeta maun huonontumista ja niissä oli todettavissa eltaantunut sivumaku, vaikkakin vähäinen.

Keltavalmuska arvosteltiin heti kuivaamisen jälkeen erittäin hyväksi (9), vuoden säilytettynä se sai arvosanan hyvä (8). Siinä esiintyi lievä epämiellyttävä sivumaku.

Herkkutatti yli vuoden säilytettynä sai arvosanan hyvä (8), kun taas rinnakkaisnäyte, jota oli säilytetty 2 kuukautta oli maultaan erinomainen (10). Yli vuoden säilytetyn kuivatun herkkutatin maku ei ollut puhdas.

Viljelty herkkusieni yli vuoden säilytyksen jälkeen ei ollut maultaan sanottavasti huonompi kuin juuri-kuivattu viljelty herkkusieni. Molemmat saivat maukarvostelussa arvosanan erittäin hyvä (9).

Lampaankäävästä, jota oli säilytetty yli vuoden, valmistettiin keitto, minkä maku oli puhdas.

Maistamiskoe osoitti, että suhteellisen korkeissa lämpötiloissa säilytettäessä tapahtuu kuivattujen sienten laadun huononemista, vaikkakaan sitä ei voinut todeta kaikissa lajeissa. Pitkäaikaista säilytystä varten kuivatut sienet on sijoitettava kylmään tai viileään paikkaan. Myös kuivatun tuotteen korkea kosteuspitoisuus on säilyvyyttä rajoittava tekijä.

Säilytyksen aikana kuivatuissa sienissä tapahtuu muutoksia. Pääasiallinen syy kuivattujen kasviksien huonoon maineeseen toisen maailmansodan aikoihin oli vähäinen tieto niistä syistä, mitkä aiheuttavat kuivattujen tuotteiden pilaantumisen varastoinnin aikana.

Kuivattaessa tuotteen kosteuspitoisuus saatetaan niin alhaiseksi, että mikrobien kasvu ehkäistyy. Kuivatun tuotteen kosteuspitoisuus vaikuttaakin ratkaisevasti säilyvyyteen.

Kuivatut ruoka-aineet ovat hygroskooppisia, joten ne pyrkivät imemään vettä, jos ympäröivän ilman höyrynpaine on korkeampi kuin tuotteen höyrynpaine. Jos ilman kosteuspitoisuus on suuri, absorboituneen veden määrä on mikrobien kasvulle riittävä.

Säilytyspakkaukselle tai -astialle esitetty tärkein vaatimus on, että se ei läpäise vesihöyryä. Säilytyspaikan on lisäksi oltava mahdollisimman kuiva.

Vaikka kuivattu tuote on ilman kosteudelta eristetty, haitallisia reaktioita tapahtuu ilman hapen ja tuotteen välillä. Niistä tärkein on eltaantuminen.

Eltaantumisessa rasvojen tyydyttämättömät rasvahapot muuttuvat tyydytetyiksi, kun ilman molekulaarinen happi liittyy kaksoissidoksiin, ja muodostuu peroksideja, aldehydejä ja ketoneja.

Sienet sisältävät yleensä vähän rasvaa. Sienten rasvapitoisuus on alle 1 % tuorepainosta (0,1–0,7 %) ja kuivattujen sienten rasvapitoisuus on 0,8–7,0 %. Sienten rasvat ovat puolikiinteitä, niissä on runsaasti vapaita rasvahappoja, lesitiiniä ja ergosterolia. Tyydyttämättömistä rasvahapoista sienissä on mm. öljyhappoa.

Hapettavissa olosuhteissa säilytettäessä pientenkin rasvamäärien eltaantuminen on riittävä tekemään tuotteesta syötäväksi kelpaamattoman.

Kun kuivattuja sieniä pakataan pitkäaikaista säilytystä varten, ilman happi on pyrittävä poistamaan pakkauksesta mahdollisimman tarkoin.

Kuivattu tuote olisi pakattava happea läpäisemättömään pakkaukseen mahdollisimman tiiviisti. Pakkauksen täyttäminen tehottomalla kaasulla, kuten typellä tai argonilla, on kotioiloissa vaikeata, joskaan ei täysin mahdollonta.

Happea läpäisemättömät pakkaukset voidaan valmistaa mm. erilaisista laminaateista, kuten kuuma-

saumattavasta alumiinipaperista. Nämä ovat huomattavasti kalliimpia kuin esimerkiksi kuumasaumattava polyeteenikalvo, mikä kuitenkin läpäisee sekä happea että aromiaineita.

Valo huonontaa kuivattujen tuotteiden laatua suuresti, varsinkin hapen läsnä ollessa ja kosteuden myötävaikuttaessa.

Säilytyspaikan lämpötila vaikuttaa kuivatun ruoka-aineen säilyvyyteen, sillä kuivatuissa tuotteissa esiintyvät pilaantumisreaktiot, kuten eltaantuminen, entsymaattiset värinmuutoksia aiheuttavat reaktiot ja ei-entsymaattiset tummumisreaktiot (Maillard-reaktio) ovat lämpötilasta riippuvaisia siten, että lämpötilan kohoaminen 10 asteella kiihdyttää reaktionopeuden noin kaksinkertaiseksi.

Lämpimässä säilytettäessä tuotteen kosteuspitoisuus on säilyvyyteen vaikuttava tekijä. Esim. kuivatun kaalin varastoimis aika 37° C:ssa tulee kaksinkertaiseksi, kun kosteuspitoisuus alennetaan 5 %:sta 3 %:iin (GOODING 1962).

4. Sienten kuivaus kauppaa varten

41. Laatuvaatimukset

Suomessa on kuivattujen sienten kauppa vähäistä. Keräilyliikkeet ostavat yleensä sieniä tuoreina tai keitettyinä suolattaviksi. Suomen Sieniseuran taloudellisessa valiokunnassa on kuitenkin laadittu keräilykauppaa varten kuivattuja sieniä koskeva lajittelu- ja laatuluokitusohje (standardi).

Laatuluokka I: ehdottomasti nuoria ja puhtaita, kokonaisia tai halkaistuja, hyvin kuivattuja sieniä

II: isompia sieniä, epätasaisempia, viipaleita

III: joukossa rikkiäisiä, muruja, kuivaus epätasainen.

Venäjällä ovat kuivattavien herkkutattien laatuvaatimukset

I: pillit valkoiset, kanta 2 cm korkea

II: pillit harmaat, kanta 3 cm korkea

III: pillit keltaiset, kanta saadaan ottaa mukaan 1 cm.

Sveitsissä Knorrin tehtaas asettavat maailman markkinoilta ostamilleen kuivatuille herkkutateille seuraavat vaatimukset:

Kuivattavien sienten tulee olla terveitä ja ruokahalua herättäviä. Viipale ei saa olla liian ohut eikä liian paksu. Tuore sieni on leikattava 3–4 cm:n paksuisiksi viipaleiksi. Jos ne leikataan ohuemmiksi, ne jo leikattaessa murtuvat helposti; paksummiksi leikatuissa esiintyy kuivumisvaikeuksia. Sienet on kuivattava verkoilla, ei missään tapauksessa paperin

päällä. Oikea kosteuspitoisuus on 12–14 %. — Kaupassa tavara hylätään, jos siinä esiintyy

1. madonneikiä,
2. homeinen, harmaa kerros,
3. palaneita kohtia,
4. lahoja, vanhoja sieniä ja
5. liian hienoja murenevia osia.

Sellaiset sienipalaset, missä vahapintaissa päällysketossa on kevyt, tuskin huomattava harmaus, hyväksytään, mutta jos harmaus esiintyy leikkauspinnalla, tavara hylätään.

42. Kuivaustoiminnan ohjeet

Laatuvaatimusten täyttämiseksi on sienten kuivauskäsittelyyn kiinnitettävä suurta huomiota. Seuraavassa esitetään kuivaustutkimusten ja -kokemusten pohjalla lyhyet ohjeet.

Sienten keruu kuivattavaksi.

Kuivattavat sienet on kerättävä mahdollisimman kuivalla säällä, sillä tällöin sienten kosteuspitoisuus on alhaisin ja ne ovat helpoimmin kuivattavia. On kuitenkin huomattava, että kuivalla säällä sienet usein ovat kuivia, mistä syystä kuivauskäsittely on suoritettava mahdollisimman pian sienten keräämisen jälkeen.

Kuivattaviksi kerätään pieniä tai keskikokoisia kiinteitä sieniä varoen myrkyllisten tai vastenmielisen makuisten lajien mukaan ottamista.

Sienten puhdistus ja paloitelu.

Kuivattavat sienet puhdistetaan kuiviltaan, tarvittaessa harjaamalla. Kun multainen tai hiekkainen kanta katkaistaan heti sieniä poimiessa, säästytään suurelta työltä, sillä jos multa ja hiekka pääsevät kuljetuksen aikana heltojen väliin, on puhdistustyö jälkeenpäin melkein mahdotonta. Myös roskien poistaminen sienien pinnalta on syytä suorittaa keräilypaikalla. Sienet paloitellaan kuivumisen jouduttamiseksi. Tatit, käävät ja orakkaat leikataan 4–5 mm paksuisiksi viipaleiksi. Helttasienet lohkotaan sienien koosta riippuen niin, että paksumaltoisen sienien keskiosa ei jää liian paksuksi, hitaasti kuivuvaksi.

Yleissääntö on, että myös sienien kanta voidaan kuivata, mikäli se ei ole puinen ja kuituinen. Tämä tulee erikoisesti kysymykseen tattien kohdalla. Monien lakkisienten kanta on syötäväksi kelpaamaton. Voidaan sanoa, että kuivattavista sienistä poistetaan ne osat, mitkä niistä tuoreinakin käsitellen poistettaisiin.

Esikäsittely

Sienten esikäsittely ryöppäämällä vedessä tai höyryssä on mahdollinen, mutta yleinen käytäntö on kuivata sienet ilman esikäsittelyä. Happokäsittelyä, sienien kastamista esim. 2-prosenttiseen sitruunahappoliuokseen voidaan kokeilla sienien maun hyvänä säilymisen varmistamiseksi.

Kuivaus

Sienet levitetään kuivausseuloille niin, että sieniviipaleet eivät ole päällekkäin. Seulojen täyttömäärä on noin 5 kiloa sieniä/m².

Kuivauksen tapahtuessa monihyllyisessä kuivauskaapissa tasaisen kuivumisen aikaansaamiseksi vaihdetaan kuivausseulojen paikkaa säännöllisesti 1/2 – 1 tunnin väliajoin, niin, että alin seula siirretään askelta ylemmäksi. Kuivaus on suoritettava yhtäjaksoisesti, keskeytymättä. Kuivauksen alkuvaiheessa kuivausilman korkein sallittu lämpötila on noin 70–75° C, kuivumisen edistyessä lämpötila alennetaan 55–60° C:een.

Kuivuuden toteaminen

Sienet ovat kuivia, kun ne ovat murenevia, toisin sanoen kun ne eivät enää ole nahkeita. Sienten paino on tällöin alentunut noin 10 %:iin alkuperäisestä.

Tällöin on mahdollista, että eräät sieniviipaleet ovat jonkin verran muita kosteampia ja vaatisivat kuivauksen jatkamista. Se on kuitenkin tarpeetonta, sillä pakkauksessa tapahtuu kosteuden tasaantumisen kappaleiden hygroskooppisuuden ansiosta. Kovin tuoreet sienipalat kyllä pilaantuvat ja saattavat aiheuttaa koko sienierän pilaantumisen.

Kuivattujen sienien pakkaaminen

Kuivatut sienet pakataan välittömästi kuivaamisen jälkeen astioihin tai pakkauksiin, jotka eivät läpäise vesihöyryä. Kuivattu tuote pakataan mahdollisimman tiiviisti, jotta ilmaa jäisi mahdollisimman vähän säilytystilaan. Huokea pakkausmateriaali on polyeteenimuovikalvo, josta kuumasaumauksella voidaan valmistaa kosteutta läpäisemättömiä pakkauksia. Polyeteeni läpäisee kuitenkin kaasuja, joten ilman happi ja sienien aromiaineet pääsevät polyeteenikalvon läpi. Kaasuja läpäisemättömät laminaatit ja alumiinifoliot ovat pakkausmateriaaleina parempia, mutta kalliimpia.

Lyhytaikaisessa kuivattujen sienien säilytyksessä ilman hapen poistaminen tuotteen pakkauksesta ei ole tarpeen, mutta pitkäaikaisessa säilytyksessä siitä olisi paljon hyötyä.

Säilytyspaikka

Kuivattujen sienien säilytyspaikan on oltava kuiva, pimeä ja viileä, on myös huolehdittava, etteivät hyönteiset, hiiret ja rotat pääse kuivattuja tuotteita turmelemaan. Monet kovakuoriaiset ja niiden toukat pitävät erityisesti kuivatuihin sienistä. Kartongit ja pahvilaatikot eivät suojaa tuholaisilta. Parasta on sulloa pusseihin pakatut sienet tiiviisti suljettaisiin pelti- tai lasiastioihin, jotka tiivistetään teipillä.

Sienten kuivaaminen näyttää Suomessa mahdolliselta vain sienten kerääjien toimesta ja kauppaakin varten etupäässä heidän kotitalouksissaan. Senvuoksi tutkimus keskittyi lähinnä kotikäyttöön soveltuvien yksinkertaisten ja huokeiden kuivurilaitteiden ja tarkoituksenmukaisien kuivausmenetelmien kehittämiseen. Samalla tutkittiin tärkeimpien sienilajien soveltuvuutta kuivattavaksi ja kuivattujen sienien käyttöominaisuuksia.

Kuivauskokeita tehtiin pääasiassa laboratoriossa, mutta myös käytännön olosuhteissa etupäässä Kaiunuun Marttapiiriliiton alueella.

Ilmeni, että Suomen ilmastossa vain aniharvoin voidaan kuivata sieniä ulkoilmassa, kuten on tapana monissa muissa maissa. Loppukesällä ja syksyllä on meillä ilman suhteellinen kosteus niin suuri, että sieniä ei saada kuiviksi tai ainakin kuivuminen on liian hidasta. Ilman puhallus tosin jouduttaa kuivumista, mutta sienet jäävät silti liian kosteiksi. On siis turvaututtava lämmitettäviin kuivauslaitteisiin.

Kokeissa käytettiin etupäässä omatekoisia kuivauskaappeja, mitkä tehtiin alumiinilevystä tai kovallevyistä. Kaapin etuseinä on avattava ovi ja sivuseinissä on pienat, joiden varassa on metalliverkosta puukehyksin tehtyjä helposti liikuteltavia kuivaushyllyjä. Hyllyjen pituus on pienempi kuin kaapin syvyys, jotta kaapin alla olevan lämmönlähteen lämmittämä ilma pääsi virtaamaan vuorotellen hyllyn editse tai taitse ja samalla hyllyjen ylitse ja alitse. Lämmitys riitti aikaansaamaan luonnollisen vedon ja ilman riittävän liikkumisen. — Lisäksi kokeiltiin eräitä pienoiskuivurilaitteita, joita voidaan suosittaa tehdasmaisesti kauppaan valmistettaviksi kotitalouksiin hankittaviksi. Niillä voidaan tietenkin kuivata paitsi sieniä myös marjoja, hedelmiä, maustekasveja, vihanneksia ym.

Eri lämmönlähteistä näyttivät puu- ja kaasuliesi ja nestekaasupoltin taloudellisimmilta. Sähkölämmityslaitteet ja sähköllä lämmitettyä ilmaa puhaltavat laitteet (hiustenkuivaaja) ovat hyvin käyttökelpoisia, mutta tavallisen kotitaloustariffin mukaan epätaloudellisia. Mikäli paikkakunnalla saadaan huokeaa yösähköä, voisi sienien kuivauksen järjestää hyvin tehokkaaksi.

Leivinuunia ja sähkölieden uunia voidaan tutkimuksen mukaan käyttää sienien jälkikuivaukseen ja kuivauksen viimeistelyyn, mutta riittämättömän ilmanvaihdon vuoksi ne eivät sovellu alkukuivatukseen. Jatkuvasti lämmitettävä sauna on erinomainen kuivauspaikka, missä voidaan käsitellä suuriakin sienimääriä.

Kuivauslämpötilasta riippuu kuivumisen nopeus ja toisaalta kuivatun tuotteen laatu. Siksi kokeiltiin

eri kuivausmenetelmien ja ennen kaikkea eri lämpötilojen vaikutusta sienien käyttöominaisuuksiin, niiden vettyvyyteen ja maittavuuteen.

Vettyvyys on sitä huonompi, mitä korkeampi on kuivauslämpötila. Kun herkkusienet oli kuivattu huonelämmössä, vettyvyyskerroin oli 4,6; 60–70° C:ssä kuivattujen oli 3,4 ja 70–80° C:ssä kuivattujen vain 3,0. Samansuuntaisia olivat havainnot luonnonvaraisista sienilajeista.

Kuivattujen sienien tärkein ominaisuus on maittavuus, jonka osatekijöinä tutkittiin makua ja rakennetta (tekstuuria), toisin sanoen sitkeyttä. Kuivausolosuhteiden vaikutusta maittavuuteen tutkittaessa ilmeni, että hidas kuivatus alhaisessa lämpötilassa (huonelämmössä tai ulkoilmassa), joka säilyttää sienien vettyvyyden hyvänä, huonontaa maittavuutta suuresti. Arvosteluasteikon ollessa 1–10 saatiin ilman lämmitystä kuivattujen sienien maittavuuden keskimääräiseksi arvosanaksi 5–6, kun noin 60° C:ssä nopeasti kuivattujen sienien maittavuuden arvosanaksi tuli keskimäärin 8. Mutta jos kuivauslämpötila nousi yli 70° C:n, maittavuuden arvosana aleni nopeasti. Yleisenä sääntönä voidaan pitää, että kuivaus voidaan aloittaa korkeintaan 70° C:n lämpötilassa, mutta kuivauksen edistyessä olisi lämpötila alennettava 60° C:n tienoille.

Kokeiltaessa kuivattavien sienien esikäsittelymenetelmiä ilmeni, että ryöppäys (kastaminen kiehuvaan veteen tai höyrytyks) ei vaikuttanut millään tavoin edullisesti, vaan vain laimensi sienien makua. Tämä oli odottamatonta, kun esimerkiksi vihanneksia kuivattaessa ryöppäystä pidetään välttämättömänä maittavuutta huonontavien entsyymitoimintain estämiseksi. Näyttää siltä, että sieniä kuivattaessa vilkkaina tapahtuvat entsyymitoiminnot parantavat makua, niin että useat sienilajit ovat kuivattuina voimakkaamman ja paremmankin makuisia kuin tuoreina tai muuten säilöttyinä.

Kun useat sienet kuivattaessa tummuvat, kokeiltiin sieniviipaleiden kastamista 2–4 % sitruunatai askorbiinihappoliuokseen. Tämä käsittely paransi jonkin verran kuivattujen sienien näköä ja maittavuutta, mutta huononsi niiden vettyvyyttä.

Tutkittaessa eri sienilajien sopivuutta kuivattavaksi tehtiin kokeita 29 lajilla. Sienilajeja, joiden maku parani kuivattaessa ja jotka sopivat hyvin kuivattavaksi, olivat

herkkutatti
punikkutatti
ukonsieni
keltavalmuska
korvasieni
lampaankääpä.

Kuivattaviksi sopiviksi osoittautuivat myös:
herkkusienilajit
keltavahvero
sinivalmuska
härmämalikka
mustavahakas
syötävät kantosienet (kuten köiyunkantosieni,
kuusilahokka ym.)
kupusienet (tuhkelot ym.).

Pehmeät tatit, kuten voi- ja kangastatti tulivat kuivattaessa sitkeiksi.

Sieniä, joiden maittavuus tuntui huononevan kuivattaessa, olivat:

orakkaat
punertuva karpäsieni
renkaaton karpäsieni
punavyöseitikki
haperot.

Epämiellyttävän makuisiksi kuivattuina tulivat suppilovahvero ja ryppyinen kehnäsieni, jotka molemmat tuoreina kuuluvat parhaimpiin ruokasieniimme.

Kuivauksen vaikutusta sienien ravintoarvoon tutkittiin tarkkailemalla sienien tärkeimmän vitamiinin tiamiinin eli B₁-vitamiinin mahdollista inaktivoitumista. Tämä osoittautui riippuvaksi kuivaus-

lämpötilasta. Nopeassa kuivauksessa suhteellisen korkeassa lämpötilassa tiamiinista tuhoutuu runsas kolmannes. Kun tuoreissa herkkusienissä oli tiamiinia 14 mg/kg kuiva-aineessa, kuivatuissa oli jäljellä 9 mg/kg. Kuivatuissa sienissä oli runsaimmin tiamiinia herkkutatissa (11,36 mg/kg) ja lampaankäävässä (10,40 mg/kg).

Maittavuuskokeilujen yhteydessä määritettiin kulkekin kuivatulle sienilajille kokeilemalla edullisin liotuskäsittely, mikä oli eri lajeille hyvinkin eriainen. Vettymiskerroin liotuksen tuloksena oli eri lajeilla ja erilaisien kuivauskäsittelyjen vaikutuksesta 2,2 — 7,5 ja keskimäärin 5,3.

Syksyisin oli joitakin sienieriä pakastettu varastoon ja talvella ne kuivattiin. Tulokset eivät olleet tuoreina kuivattujen sienien veroisia.

Makuarvostelukokeissa verrattiin kokeissa kuivattuja suomalaisia herkkutatteja ja herkkusieniä vastaaviin saksalaisiin tehdastuotteisiin. Suomalaiset tuotteet osoittautuivat ainakin saman arvoisiksi kuin saksalaiset.

Lopuksi tehtiin vielä kuivattujen sienien säilytyskokeiluja. Neljäntoista kuukauden säilytyksen jälkeen pimeässä kuivassa, mutta lämpimässä komerossa tuotteet olivat muuten moitteettomia, mutta eräiden lajien maku oli huonontunut.

KIRJALLISUUTTA — LITERATURE CITED

- Bulletin No 1918. Bureau Of Human Nutrition and Home Economics, 1942. Drying Foods For Victory Meal. U.S. Dept. Agr. Farmers Bull. 1918.
- BÖTTICHER, W., 1950. Pilzverwertung und Pilzkonservierung, München.
- CHASE, E. M., W. A. NOEL, V. A. PEASE 1942. Preservation of Fruits and Vegetables by Commercial Dehydration. Circular 619, U.S. Dept. Agr. Washington, D. C.
- CRANK, J. 1950. The influence of concentration dependent diffusion on rate of evaporation. Proc. Phys. Soc. (London) 63 B, PT7, No. 367, 484—491. Ref. VAN ARSDEL (1963) s. 75.
- CRANK, J., 1958. Some mathematical diffusion studies relevant to dehydration. In: Fundamental Aspects of the Dehydration of Foodstuffs. Soc. Chem. Ind. 37—41. Ref. VAN ARSDEL (1963) s. 75.
- CRUESS, W. V., G. MACKINNEY 1943. The Dehydration of Vegetables. Bulletin 680, Berkeley, California.
- DAWSON, E. H., E. L. BATHELDER, R. K. TAUBE 1950. Flavor, Texture, Color and Ascorbic Acid Content of Home Dehydrated Vegetables and Fruits. Technical Bulletin No. 997, U. S. Dept. Agr., Washington D. C.
- EDE, A. J., K. C. HALES 1948. The physics of drying in heated air with special reference to fruits and vegetables. Dept. Sci. Ind. Research, Food Investigation Spec. Rep. 53. Ref. VAN ARSDEL (1963) s. 104.
- EIDT, C. C. Dehydration of Fruits and Vegetables. Dominion Dept. of Agr. Ottawa.
- FABIAN, F. W. 1943. Home Food Preservation. New York.
- FAIRBANKS, B. W. 1935. J. Agr. Research 51, 1107. Ref. J. Nutr. 44, 59. 1951.
- GOODING, E. G. B. 1962. The Storage Behaviour of Dehydrated Foods. In: Recent Advances in Food Science, London 1962.
- GÖRLING, P. 1958. Physical phenomena during the drying of foodstuffs. In: Fundamental Aspects of the Dehydration of Foodstuffs. Soc. Chem. Ind. s. 42—53. Ref. VAN ARSDEL (1963) s. 43.
- HAASE, SCHIEDUNG 1953. Konservierung in Haushalt und Grossküche. München.
- HEISS, R. 1955. Fortschritte in der Technologie des Konservierens von Gemüse und Obst. Braunschweig. Ref. KRÖLL 1959, s. 348.
- JELISEK, G., H. D. CREMER, 1959. Methoden der Geruchs- und Geschmacksprüfung. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 1959: 55.
- KRISCHER, O. 1956. Trocknungstechnik I, Berlin/Göttingen/Heidelberg.
- KRÖLL, K. 1959. Trocknungstechnik II, Berlin/Göttingen/Heidelberg.
- LOGAN, P. P. 1942. Canning Age, 23. Ref. MRAK, E. M., G. Mackinney 1951.

- MRAK, E. M., G. MACKINNEY 1951. The Chemistry and Technology of Food and Food products. I—III. New York/London.
- J. L. LONG 1941. Methods and equipment for the sun drying of fruits. Circular 350, Berkeley, California.
- PERR, P. L., E. M. MRAK, H. J. PHAFF, G. L. MARCH, C. D. FISHER 1946. Fruit Dehydration, I. Principles and Equipment. Bulletin 698, Berkeley, California.
- RAUTAVAARA, T. 1947. Suomen sienisato, Porvoo/Helsinki.
- 1954. Elintarvikkeiden valmistus, s. 68—74. Porvoo/Helsinki.
- TALVE, I. 1961. Kansanomaisen ruokatalouden alalta. Suomi 109: 4. Helsinki.
- TILGNER, D. J. 1933. Die Praxis des Trocknens. Braunschweig.
- TUOMIKOSKI, R. 1959. Sienet värikuvina. Porvoo/Helsinki.
- TURPEINEN, O., P. ROINE 1958. Ruoka-ainetaulukko. Helsinki.
- VAN ARSDEL, W. B. 1951. Principles of the drying process with special reference to vegetables dehydration. U. S. Dept. Agr. Cir. AIC—300.
- 1963. Food Dehydration. Vol. I. Principles. Westport, Connecticut.
- VON LOESECKE, H. W. 1955. Drying and Dehydration of Foods. New York.
- ZELLNER, J. Chemie der höheren Pilze. Monatshefte Chemie 1928; 50, s. 193—200, 201—210, 1933; 62, s. 214—219.

Summary:

Dehydration of edible fungi

On the basis of numerous field surveys, it is calculated that in Finland in a mediocre year the crop of the larger fungi (agarics, boleti, clavarias, hydna, puffballs, morels, etc.) amounts at least 1 500 000 tons, about 80 % of the total being edible species. Of this crop, about 125 000 tons is growing in inhabited areas. Thus, about 100 000 tons of edible fungi are potentially available for gathering and utilization (RAUTAVAARA 1947). But, on the average, only about 1000 tons are collected for sale, and an unknown amount, possibly 3000 — 5000 tons are gathered for home consumption. Only very few species occur in the market: *Gyromitra esculenta* in the springtime and *Lactarii*, *Cantharellus cibarius*, and small amounts of *Boletus edulis* in autumn. The canning industry in Finland scarcely uses any wild fungi. Mostly the acid milk caps (especially *Lactarius torminosus* and *L. trivialis*) are preserved by salting for sale and for home consumption.

In the countries, where the utilization of wild mushrooms is a tradition, dehydration is usually the most common method of preservation. Especially in the Eastern and Southern Europe, and in many Asian and South American countries, dried fungi are an important item of commerce, also moving in the international trade. In the modern self-service supermarket shops around the world, in USA, in Germany, in Switzerland, and even in Finland, dried mushrooms are now sold in small retail

packages. Many international food industry corporations are buying large amounts of dried boleti and other fungi for their preparations, especially for dried soups.

Because of the continuous demand from USA, France, Germany, Switzerland, etc., the Finnish Mycological Society has tried to promote the production of dried mushrooms in Finland. In 1950ies, several meetings and discussions were arranged with the trade and rural organizations, including the 4 H-clubs. It was found that in our conditions it would be difficult to establish any industrial, centralized dehydration plants. Most fungus species in question are too tender and perishable to stand the handling, transportation, and the unavoidable delay between gathering and processing. It was concluded, that the families gathering fungi should also take care of the processing, i.e. cleaning and dehydration. The local retailers could then buy the product and pack and ship it to their wholesalers for further handling and export.

The obstacle of such activity is the lack of equipment and methods suitable the Finnish conditions. The traditional methods of drying mushrooms in many other countries can not be adapted in Finland. In continental climates, as in Eastern Europe, the weather in the mushroom season is often dry, warm and sunny, and the mushrooms are simply threaded on a string, which is hung on a wall for drying.

The climate of Finland is characterized by a humid, rainy and cool autumn giving little possibilities for outdoor drying.

A research project was carried out 1963–65 to develop lowpriced equipment and simple methods for dehydration of fungi, and to find out, whether the common species of fungi are suitable for dehydration. The programme was planned and supervised by the senior author. The field and

laboratory work was carried out by the junior author. The cooperation of several members of the Finnish Mycological Society, of Kainuun Marttapiiriliitto (the Martha Organization of housewives, Kainuu District in NE-Finland) and the Home Economics Board of Helsinki, and the grant from Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö Foundation for Research of Natural Resources in Finland) are gratefully acknowledged.

Experiments with dehydrators and different heat sources.

Cabinet type dehydrators were constructed using aluminum plate or »hard plate» made of wood pulp (Fig. 1). Loose racks were made by fastening wire net on frames shorter than the depth of the cabinet, so that the upward flow of heated air could be directed alternatively in front or behind, over and under the racks. To keep the cost low, and having in mind that electricity is not always available where the dehydrator is used, no equipment for forced draft was built in, but the effects of the forced draft were studied experimentally by using a hairdryer for blowing heated air, or a vacuum cleaner for blowing heated or unheated air. In the laboratory, propane gas burner or electric heater were used as heat sources. In the field experiments, the cabinet was placed on the kitchen stove.

In addition, two small dehydrators for home use were tried: Dörrex, a Swiss-made apparatus with an easy-moving turbo plate for promoting the even flow of hot air (Fig. 2), and a »do-it-yourself» apparatus consisting of a support of aluminum plate and trays of veneer frames and loose pieces of wire net. (Fig. 3, 4). Both are intended for common heat sources in kitchen.

In experiments with different heat sources and different temperatures, the relative humidity and the temperatures of the room air, of the air in the lower and upper racks of the dehydrator were continuously measured and the dehydration process followed by weighing and comparing the weights with the initial fresh weight and dry matter content of the fungus lot. The samples were considered as dry when they were brittle, which usually indicates a water content of only a few percent. From each experiment, a graph was drawn, showing the reduction

of weight and drying time in different conditions (temperature and relative humidity of the air). So Fig. 5 shows the dehydration of mushrooms by burning propane gas, in temperatures 63° – 51° C. In Fig. 7, dehydration by electric heater is shown. Fig. 9 shows the course of drying when unheated room air was blown, line 1 from the lowest rack. After 22 hours, electric heating was found necessary. The final quality of the product was poor. Fig. 10 shows results of drying experiments outdoors. The even line describes successful drying of *Agaricus bisporus* in August. The circled line is for *Hygrophorus camarophyllus* in September, and the crossed line for *Rozites caperata* also in September. After 3 days, artificial drying was needed.

Many other household facilities for drying were tried. Baking oven and electric oven were not suitable because of poor ventilation, but they can be used for the finishing products initially dried otherwise. When large lots of mushrooms are to be dehydrated, the Finnish »sauna» can be used, placing the net frames on the upper benches, and heating continuously.

Experiments were made with silica gel in glass jars. The drying process was found to be slow: in 64 hours a water content of 20 % was reached.

Some lots of fungi were frozen for later drying experiments. When melting, the juice flows out and the dried product becomes hard.

Rather high initial temperatures, about 60° C, but not over 70° C were found optimal for the dehydration. Later, it is better to lower the temperature to 55–60° C.

Slicing is important, thinner slices giving better products. The racks or trays are to be filled carefully with an even, single layer.

Different fungus species have different

drying properties. E.g. slices of *Polyporus ovinus* are dried in 50 minutes, but similar slices of stems of *Leccinum aurantiacum* need 120 minutes in the same conditions.

Effects of the drying process on the quality properties

»Case hardening» (CRANK & al. 1950, 1958) and the volume and density of the dehydrated fungi were studied. It was found that slow drying yields a product with considerable smaller volume, while product obtained by fast drying has 10–25 % larger volume, is porous and also has a better taste.

One of the quality properties of dried fungi is the rehydration capacity. Usually, the dehydrated products do not absorb the quantity of water which was lost by drying. A rehydration index was determined by soaking one part of the dried fungi with 10 parts of water (30 minutes), then cooking (15 minutes), allowing to drip (5 minutes) and weighing. The wet weight divided by the dry weight is the rehydration index. This index is higher in products dried in low temperatures and in a high relative humidity.

The palability is the most important of the quality properties. It is evaluated organoleptically. The flavour, smell, the taste of the cooking broth, texture (softness,

toughness), and appearance were judged using the 10 points scale of JELLISEK (1959).

The samples dried fast by using electric heater were more palatable than samples dried in open air. Darkening and an off-flavor of the cooking broth were noted in the fungi dried in the sun. Samples dried in high temperatures were less palatable and often developed a bitter taste. Quality differences between the samples of the same species and the same treatment were found reflecting the initial quality of the fresh fungi, young specimens yielding better product. Even the habitat can make a difference, e.g. *Naematoloma capnoides* from spruce being more palatable than the same species from pine.

Blanching in boiling water or in steam was found unnecessary or impairing.

Treatment with 1–4 % solutions of citric or/and ascorbic acid gave a better flavour in cultivated mushrooms, the 4 % ascorbic acid solution giving the highest grade. But the rehydration was impaired somewhat by the acid treatments.

Suitability for drying of some common fungus species

Dried samples of some 30 common edible fungus species were tested either stewed (with butter, wheat flour and salt), fried (with butter) or as a clear soup (broth) and compared with the same dishes made of fresh specimens of the same species. Also some frozen samples were prepared for comparison.

Boletus edulis was the best, easily dried, easily rehydrated (3 hours in tepid water). Dried sample was significantly more palatable than fresh and frozen samples, which were equal.

B. versipellis: also better as dried than as fresh. Easy to dry, but darkens.

B. scaber: easy to dry, darkens, rather good as fried.

B. luteus is not recommended. The slimy cuticle must be removed. Rehydration is poor. Palatability only acceptable.

B. variegatus: this soft fungus as other soft boleti is not recommended for drying. They become hard and the rehydration is poor. The flavour is acceptable.

Lepiota rhacodes is easily dried and rehydrated (only 1 hour in tepid water). Dehydrated caps, fried, are better than fried fresh samples. Dehydrated stems are good for soup.

Cantharellus cibarius is easily dried, but becomes tough. This can be partially corrected by soaking the dried fungi in milk (one hour), and stewing with the milk. The flavour is good.

C. tubaeformis, considered as one of our best edible fungi as fresh, is easily dried, but develops a very disagreeable taste. It can not be used for drying.

Russula spp., mild species, are not so easily dried as *Boleti*, and they need longer rehydration time. The flavor is acceptable.

Tricholoma flavovirens is easily dried, and rehydrated by soaking 15 min. in tepid water and cooking 5 min. The flavour of the dried sample as fried was very good, better than that of the fresh sample.

Lepista nuda was evaluated much like the foregoing species, but the flavour varies depending on the habitats.

Hydnum repandum is easily dried, but especially the older specimens develop a somewhat rancid off-flavour.

Hydnum rufescens: at least young specimens are very suitable for drying.

Sarcodon imbricatum is easily dried, but has to be blanched after rehydration. Flavour only acceptable.

Amanita rubescens and *Amanitopsis vaginata* are both easily dried and rehydrated, but the flavour is impaired by drying. Not recommended.

Hygrophorus camarophyllus is fast-drying and easily rehydrated. The flavour is good. Most flavour substances are dissolved in the soaking water.

Clitocybe nebularis is easily dried and rehydrated. The flavour is very strong. Most members of the taste panel liked it as fried, not so much as stewed.

Polyporus ovinus: the rehydration index was good for the slowly dried sample, not so good for sample dried fast in higher temperature. But the flavour (tested as fried) was better in the fast-dried sample. The flavour as soup was very good.

Naematoloma capnoides is fast-drying and easily rehydrated by cooking 10 min. Tasted fried, the frozen sample was best, and fresh and dried samples were also good.

Kuehneromyces mutabilis: as young very suitable for drying. As stewed or fried, the fresh fungi are better than the dried ones. But for soups, the dried fungi are very good.

Agaricus bisporus, the cultivated mushroom, is rather easily dehydrated, but not well rehydrated. The flavour is very much

enhanced by drying. The product is especially good for soups.

Lycoperdon perlatum was rather easily dried and rehydrated and the flavour of the product was good.

Armillariella mellea is fast-drying and easily rehydrated, but the flavour is not very good, probably best as fried.

Rozites caperata, as fresh considered to be one of the most delicious fungi, is very slow-drying, but easily rehydrated. The dried product had a very disagreeable taste. This surprising phenomenon was noted consistently in all samples from different parts of the country.

Cortinarius armillatus: young specimens are fast-drying and easily rehydrated (by soaking 2 hours). The palatability was rather good. Old specimens are to be discarded.

Pholiota squarrosa is acceptable.

Lactarius spp.: acrid species (*L. torminosus*, *L. trivialis*, *L. rufus*) were dried, rehydrated and blanched. In cookery, the taste panel considered the fresh milk caps after blanching to be more palatable than the dried ones.

Lactarius deliciosus, the mild species, lost partially the crisp texture when dried. But the flavour was very good, equal in fresh and dried samples.

Gyromitra esculenta is commonly known as very suitable for drying. The flavour of the dried sample was very good.

In a public degustation, 46 housewives and other people compared dishes prepared from dried and frozen fungi. As expected, the subjective opinions were scattered, but several species, as *Boletus edulis*, *Tricholoma flavovirens* and *Lepiota rhacodes*, were considered by the majority to be best as dried.

For many species, special uses for the dried product could be developed.

In a test series, our dried samples were compared with commercial packed samples of foreign dried fungi. The flavour of the domestic product was as good or better than the flavour of the foreign (German) samples. The texture of the foreign dried cultivated mushrooms was better, apparently because of the very thin slices.

Effect of drying on the nutritive value of fungi.

The most important known nutrients in edible fungi are good proteins, minerals, and vitamins. If the fungi are not blanched and not too high temperatures are used in drying, there are no losses and the quality of the proteins is not impaired. Theoretically, thiamin, the most important vitamin of the B group, could be destroyed during the drying process.

The thiamin content of fresh cultivated mushrooms was 13,7 mg/kg. In dried

mushrooms, 9 mg/kg was found, and mushrooms dried after treatment with 4 % citric acid solutions, contained only 7,6 mg/kg.

The thiamin content of dried wild mushrooms was found to be variable:

<i>Boletus edulis</i>	11.36 mg/kg dry weight
<i>Polyporus ovinus</i>	10.40 »
<i>Tricholoma flavovirens</i>	6.39 »
<i>Hygrophorus camarophyllus</i>	6.34 »
<i>Naematoloma capnoides</i> ..	3.98 »

Storage of dried fungi.

Samples of dried fungi were stored 14 months in a warm, dry, dark closet in polyethylene bags. No changes were found in the external characteristics, but the flavour of several species was impaired. No change was observed in the cultivated mushrooms and in *Polyporus ovinus*.

Probably the deterioration of the flavour depends on the oxidative changes in lipids. For long storage, the dried fungi should be packed with an inert gas, hermetically sealed, and stored cool.