

Innhold.

Konservering og oppbevaring av korn.

1. Innledning
2. Kornets livsvirksomhet
3. Tørking av korn
 - a. Innledning
 - b. Rel.luftfuktighet (RH) og vanninnhold i kornet
 - c. Korntørkenes kapasitet og forhold som virker på tørkingen
 - d. Tørking og kvalitet
 - e. Kaldlufttørking - Varmlufttørking
4. Oppbevaring av korn i inaktiv luft.
5. Ensilering av korn
6. Kjøling som konserveringsmetode
7. Konservering med kjemiske midler.

Forord.

Dette forelesningshefte om konservering og oppbevaring av korn er skrevet med tanke på supplerer med følgende skrifter og bøker utgitt av Statens Kornforretning.

1. Behandling og lagring av korn. Oslo 1963.
2. Tørking og lagring av korn. Oslo 1964.
3. Gardstrøker for korn. Oslo 1963.

Institutt for plantekultur 1971

Erling Strand

Konservering og oppbevaring av korn.

1. Innledning.

Korn høstes bare en gang om året, men forbrukes jevnt over hele året. Kornet må derfor lagres i kortere eller lengre tid. Det er viktig at det i denne tiden ikke taper i mengde og kvalitet.

Manglende lagringsdyktighet skyldes primært to hovedforhold, nemlig for høgt vanninnhold og for høy livsvirksomhet. For høgt vanninnhold medfører fare for mikrobiologiske skader og endringer i kjemisk sammensetning. Ved høy livsvirksomhet forbrukes mye stoff og opphopning av stoffskifteproduktene, vann og varme legger forholdene til rette for utvikling av kvalitetsskader.

Hvis kornet skal ha god kvalitet til de fleste anvendelser, må det være levende. Respirasjonen må derfor alltid foregå, men den bør helst være svak. Åndingen er som nevnt både et forbruk av næringsstoffer og den tærer på livskraften hos kornet. Jo mer intens åndingen er og i jo lengre tid den foregår, jo svakere blir kornet. Dette resulterer i at kvaliteten til de fleste anvendelser, og da særlig til såkorn, blir redusert.

I første rekke er det temperaturen og kornets vanninnhold som bestemmer åndingsintensiteten. Hvis respirasjonen er så sterk at de nevnte stoffskifteprodukter ikke ledes eller bringes bort tilstrekkelig hurtig, vil disse hoppe opp i lagervaren og medføre skade. For at kornet skal være lagerfast, må altså respirasjonen holdes under en bestemt terskelverdi, som i sin tur er bestemt av lagringsforholdene (kornmengde, gjennomlufting m.v.)

Korn kan gjøres lagringsdyktig etter flere prinsipielt forskjellige metoder. De mest vanlige er

1. Tørking
2. Oppbevaring i inaktiv atmosfære
3. Ensilering
4. Kjølning
5. Kjemisk konservering

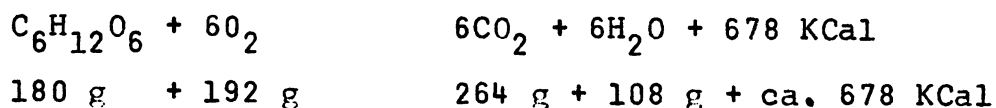
Av disse er tørking den helt dominerende metode her i landet. Naturlig kjøling under vinterlagring bidrar også til at kornet blir mer lagerfast, enn det ellers ville vært. De øvrige metoder brukes mer eller mindre i utlandet, men også der er tørking den dominerende metode.

I tabellen er det gitt en oversikt over de viktigste forhold ved de nevnte konserveringsmetoder for korn.

2. Kornets livsvirksomhet.

På det tidspunkt en kornplante under sin utvikling passerer gulmodningsstadiet dør strå, blad, agner og også frøskall og frøskall på kornet er etter dette tidspunktet å betrakte som dødt organisk materiale. Den livsvirksomhet f.eks. varmgang, som halm og andre døde bestanddeler av en kornplante synes å utvise i tiden etter gulmodning, skyldes mikroorganismer som er vanlige på dødt organisk materiale. Kornet, unntatt frukt- og frøskall, er imidlertid levende og utfolder en livsvirksomhet som i det vesentlige er bestemt av miljøforholdene.

Under åndingen opptar kornet surstoff og utvikler karbondioksyd, vann og varme i følgende forhold.



Når 1000 g stivelse forbrukes med ånding dannes: 600 g vann
+ 1465 g karbondioksyd -
+ 3765 KCal.

Tallene viser at 60 % av vektsvinnet i tørrstoff blir igjen i kornmassen som vann. Hvis det i 100 kg korn med 20 % vann åndes bort 1,0 kg tørrstoff, blir vektsvinnet bare 0,4 kg, mens vanninnholdet i kornet stiger til 20,68 %. Dette under forutsetning av at alt frigjort vann absorberes i kornet og det er det vanlige i lagret korn som ikke luftes.

Metoder for konservering av korn

	Låg temperatur- törking	Hög temperatur- törking	Oppbevaring i inaktiv luft	Ensilering	Kjölling	Kjemisk konservering (propionsyre)
Vanninnhold ved innlegg	→ 40 %	→ 40 %	→ 25 %	ca. 35%	→ 25 %	→ 40 %
Utstyr	Bingetørker, Sattstørker, Konti- tørker.	Trommel-tørke- anlegg	Lufttett silo	Lufttett silo	Isolert kjøle- anlegg	Doseringsutstyr for syre
Temp. under behandling	35-55°C	90-100°C	Som omgivelsene	Som omgiv- elsene	5-10°C	Som omgivelsene
Lagerrom	Ingen spesielle krav	Ingen spesielle krav	Lufttett silo	Lufttett silo	Silo- ev. isolert	Ingen spesielle krav
Transportmulighet	God	God	Vanskelig (konservering opphører)	Vanskelig, (konserver- ing opphører)	Dårlig (konserver- ing opp- hører)	God
Spireevne	Uskadd	Ödelagt	Ödelagt	Ödelagt	Uskadd	Ödelagt
Maling grøppings- egenskaper	M. god	M. god	Dårlig, krever spesiell kvern	Dårlig, krever spesiell kvern	God-där- lig avh. av vann %	God - dårlig avh. av vann %
Törrstoff top	0,2 - 1,0 %	0,2 - 0,5 %	0,5 - 3,0 %	3 - 5 %	0,5 - 1,0 %	0,2-0,5 %
Forverdi	Upåvirket	Upåvirket ev. red. prot. verdi.	Upåvirket	-10 til -15 %	Upåvirket	Upåvirket
Egnet for	Alle anvendelser	Forkorn	Forkorn	Forkorn	Alle an- vendelser	Forkorn

Det er særlig 3 forhold som virker på åndingsintensiteten hos korn, nemlig vanninnhold, temperatur og mengden av mikroorganismer på kornet. Åndingsintensiteten varierer også noe med kornart og kornsort, med modningsgrad og også med andre forhold som virker på kornets livsaktivitet f.eks. mekaniske skader, alder, m.v.

Sett i forhold til det variasjonsområde for vanninnhold som er aktuelt for norsk korn, er vanninnholdet den enkeltfaktor som virker sterkest på åndingsintensiteten.

Åndingsintensitet og vekttap ved ulikt vanninnhold hos 2r.bygg ved 15° C er stilt sammen i følgende tabell. De aktuelle tallverdiene kan dog variere betydelig avhengig av de forhold som er nevnt:

Vann- innhold	mg CO ₂ pr.1000 g tørrst.i 24 timer	mg CO ₂ pr. kg korn i 24 timer	Vekttap pr. dag av 1,0 kg korn	Vekttap pr. dag %
40 %	9000	5400	3,68 g	0,37
33 "	4500	3000	2,05	0,21
30 "	3000	2100	1,43	0,14
25 "	1000	750	0,51	0,05
20 "	150	120	0,08	0,008

Tallene viser at åndingsintensiteten avtar meget sterkt ved lågere vanninnhold. Ved ca. 15 % vann er den så låg at kornet kan oppbevares i store siloer uten regelmessig gjennomlufting.

Temperaturen virker også på åndingen, men innen det temperatur-
område som er vanlig ved kornlagring her i landet opp til omlag
15° C, ^{er ~~vekkningen~~} likevel forholdsvis liten.

Ved temperaturer ned mot 0° C eller lågere er respirasjonen meget svak. For korn med opptil middels vanninnhold kan dette være tilstrekkelig til at kornet er lagerfast. Åndingen stiger med temperaturen og ved høgeste temperaturer, som f.eks. ved varmgang i kornet, stiger åndingsintensiteten sterkt. Noen tall for korn med 14,5 % viser dette.

Temp. C	Mg CO ₂ pr.kg korn pr. døgn
18	1,4
30	7,5
40	20,0
52	249,0

Åndingen er maksimum ved omlag 55° C uansett vanninnhold og avtar igjen sterkt ved høyere temperatur etterhvert som de enkelte korn i partiet dør. Temperaturer over 55-60° C med sjøloppheting skyldes kjemiske reaksjoner på partikler med stor reaktiv overflate. Kornmassen blir da død og steril og mer eller mindre bron og forkullet.

Stabil temperatur i lagret korn forutsetter at den utviklede varme ledes bort etterhvert. Jo større kornpartier eller jo større avstand ut til ytterkanter, jo langsommere ledes varmen bort. Hvis varme ikke ledes bort, får en følgende temperaturstigning i korn med ulikt vanninnhold.

Vanninnhold	Pr. 100 kg korn pr. døgn vann	pr. døgn varme	Temp. stigning pr. døgn.
40 % vann	0,22 kg	1400 cal	22,5° C
33 " "	0,12 "	780 "	13,5
30 " "	0,08 "	546 "	9,8
25 " "	0,03 "	195	3,7
20 " "	0,005	31	0,6

For temperaturstigningen er det regnet med varmekapasitet i korntørrstoff, $K = 0,36$ og ingen bortledning av varme. På den annen side er det heller ikke tatt omsyn til virkningen av den gradvise temperaturstigning på åndingsintensiteten. I store kornpartier må det regnes med at temperaturstigningen går meget raskt så snart varmetviklingen blir større enn det som ledes bort. Det vann som frigjøres og som fukter opp kornet, bidrar ytterligere til at ånding og varme-utvikling tiltar.

Mikroflora på kornets overflate eller i kornets ytre deler kan med sin ånding bidra vesentlig til den utvikling av vann og varme som registreres for et kornparti.

Andingsaktiviteten p.g.a. mikroorganismer varierer med infeksjonsgraden, men kan ofte være like stor eller større enn den som foregår i kornkjernene.

3. Tørking av korn

a. Innledning. Tørking av korn tjener to hovedformål:

1. Gjøre kornet lagringsdyktig
2. Gjøre kornet bedre egnet for videre bearbeidelse, f.eks. for grøpping, maling m.v.

Metodene for tørking av korn kan systematiseres etter den måten hvorpå det nødvendige låge partielle damptrykk i tørkeluften framskaffes, f.eks. kaldlufts- eller varmluftstørker. I andre tilfeller brukes den tørkede varens kvalitet som inndelingsgrunnlag f.eks. lågtemperatur- eller høgtemperaturtørking. I første tilfelle har kornet alle sine opprinnelige kvalitets-egenskaper i behold etter tørking, mens spireevne, bakeevne m.v. blir ødelagt ved høgtemperaturtørking. Endelig kan tørke-metoden få navn etter de tørkeinnretninger som brukes, f.eks. binjetørking, satstørking, kontinuerlig tørking m.v.

For norske forhold er det antagelig mest hensiktsmessig å nytte følgende systematisering.

1. Kaldluftstørking (uoppvarmet luft)
2. Lågtemperaturtørking (temp. i kornmassen 35-55° C, spireevne og bakeevne uskadd)
3. Høgtemperaturtørking (temp. ca. 55° C, spireevne og bakeevne skadet eller ødelagt).

Her i landet er det bare de to første metoder som brukes, som oftest i rein utførelse, men overgangsformer, feks. svakt oppvarmet luft forekommer. Høgtemperaturtørking i typisk utførelse nyttes ikke her i landet, fordi utstyr til dette mangler. Men tørking i ordinære varmluftstørker med så høg temperatur at spireevne og bakeevne skades er etter definisjonen en høgtemperaturtørking. Fordelene ved høgtemperaturtørking er først og fremst høg kapasitet og god varmeøkonomi. Ved tørking av korn i dårlig kondisjon er det imidlertid fare for redusert protein-

kvalitet, særlig nedsatt biologisk tilgjengelighet av lysin. Tørker for grasbrikettering brukt til korn vil måtte bli en høgtemperaturtørking. Denne tørkemetode skal ellers ikke behandles nærmere her.

Prinsippielt er det ingen forskjell på kaldluftstørking og lågtemperaturtørking og begge metoder riktig brukt gir en tørket vare med uendrede kvalitetsegenskaper. Forskjellene mellom de to metodene består mest i ulik teknisk utførelse av tørkene. Kaldluftstørkene er oftest binjetørker, mens varmluftstørkene enten er satstørker eller sjakttørker (kontinuerlige tørker), men andre tekniske utforminger forekommer også. Det er forøvrig heller ingen prinsipiell forskjell mellom kaldluftstørker og lagersiloer med forsert luftgjennomstrømning.

b. Rel.luftfuktighet (RH) og vanninnhold i kornet.

Tørking av korn skjer ved en utjevningsprosess mellom vanninnholdet i kornet og vanninnholdet lufta omkring. Når det partielle damptrykk i lufta er mindre enn de partielle damptrykk på overflata av kornet, tørker kornet. Vann overføres da fra korn til luft. Det omvendte skjer når luftens partielle damptrykk er høgere enn kornet. Det er dog en viss tregghet i denne mekanisme, slik at vanninnholdet i kornet selv etter inntrått likevekt alltid ligger noe etter endringene i luftens fuktighet. Hvis en ser bort fra disse små unøyaktigheter, er det en meget sterk sammenheng mellom luftens relative fuktighet (RH) og vanninnholdet i kornet. Den samme RH i luft tilsvarer dog noe forskjellig vanninnhold i kornet avhengig av temperatur i kornart. I tabellen over dette er de samhørende verdier for vanninnhold og RH stilt sammen.

Av tabellen går det fram at en temperatursenkning fra 20 til 0° C innen det mest aktuelle RH-område 50-90 % i gjennomsnitt for kornartene gir omlag 0,9 % høgere vanninnhold ved samme RH.

Ved lik RH har bygg og rug høgst vanninnhold med hvete omlag 0,5 % og havre omlag 1,0 % under. Forholdet mellom artene endrer seg forøvrig adskillig med nivået av vanninnholdet. Forskjellene er størst ved låge vannprosjenter og avtar med høgere vanninnhold.

Sammenhengen mellom RH og vanninnhold i korn med ulike

Kornart	Temp.	Relativ fuktighet i lufta (RH)							
	C°	20	30	40	50	60	70	80	90
Hvete	0	8,70	10,11	11,19	12,35	13,47	14,99	16,66	21,25
Rug	0	8,92	10,36	11,60	12,70	13,92	15,75	18,33	21,93
Bygg	0	9,20	10,59	12,12	13,12	14,36	16,40	18,33	21,09
Havre	0	7,76	9,06	10,51	11,83	12,92	15,24	17,90	20,72
Hvete	20	7,80	9,24	10,68	11,84	13,10	14,30	16,02	19,95
Rug	20	8,26	9,47	10,88	12,20	13,46	15,18	17,43	20,80
Bygg	20	8,25	9,50	10,90	12,00	13,40	15,20	17,49	20,50
Havre	20	6,74	8,25	9,41	10,75	12,02	14,39	16,82	19,94
Hvete	30	7,41	8,80	10,23	11,41	12,50	13,98	15,72	19,34
Rug	30	7,75	8,96	10,40	11,50	12,78	14,31	16,54	20,30
Bygg	30	7,60	9,06	10,44	12,23	12,24	14,31	16,60	19,04
Havre	30	7,24	7,90	8,74	9,83	11,63	13,83	16,20	19,00

Ved RH over 90 % blir sammenhengen mellom vanninnhold i kornet og luftens RH etterhvert svakere og det blir større forskjell ved tørking i forhold til fukting. RH 95 % svarer omlag til 23-24 % vann. Ved høgere RH kan kornet tilsynelatende være i likevekt med luftens RH og ha vidt forskjellig vanninnhold. Bestemmelse av RH på 95 % og over byr dessuten på betydelige måletekniske problemer.

C. Korntørkenes kapasitet og forhold som virker på tørkingen.

Korntørkenes kapasitet angis vanlig som tonn pr. time ved 4,0 % nedtørking av inngående vekt. Det svarer til at 40 kg vann pr. tonn korn skal tørkes bort. Den angitte 4,0 % nedtørking innebærer imidlertid ikke at vanninnholdet i kornet etter tørking er 4,0 % lågere.

1000 kg korn med 20 % vann inneholder:
800 kg tørrst. og 200 kg vann
Tørking ÷ 40 " "

Etter tørking: 800 kg tørrst. og 160 kg vann. Det gir 960 kg tørket vare som vil ha 16,65 % vann i stedet for 16,0. Hvis varen etter tørking skal ha 4,0 % lågere vanninnhold enn før tørking, må det tørkes bort 47,5 kg vann eller 4,75 % av inngående vekt.

De ulike beregningsmåter kan bety at den virkelige kapasitet hos tørker med den samme oppgitte kapasitet kan variere en del.

Flere andre forhold virker også på kapasiteten av korntørker. De viktigste er:

1. Uteluftens relative fuktighet
2. " temperatur
3. Luftmengden som brukes
4. Temperaturen på tørkeluften
5. Kornets vanninnhold under tørking
6. Hvordan vannet i kornet er bunnet
7. Kornarten
8. Tørketyper.

1. Uteluftens relative fuktighet virker sterkest på kapasiteten av kaldluftstørker, men den har også merkbar virkning på kapasiteten av varmluftstørker. Virkningen av uteluftens relative fuktighet på kapasiteten ved kaldluftstørking kan illustreres ved følgende tall. Det er regnet med 50 tonn korn fylt til 1,0 m høyde, 30,000 m³ luft pr. time, 95 % rel. fuktighet i utgående luft og at viften varmer luften 1,0° C. Temperatur i uteluft 18° C.

Uteluft RH	Borttørket vann kg/time	Tørkekapasitet tonn/time	Rel.tall
60 %	68	1,70	100
80 "	30	0,75	44
90 "	18	0,45	26

Tallene viser at en kaldluftstørke har omlag 4 ganger større kapasitet med 60 % RH i forhold til 90 % RH. Driftsutgiftene ved tørkingen vil følgelig variere tilsvarende. Under gjennomsnittsforhold, ca. 80 % RH vil en 5 % nedtørking (22 - 17%) for et kornparti ta 8-10 dager.

Ved jamføring med varmlufttørking må en være merksam på at en kaldlufttørke bare kan kjøres ca. 8 t pr. dag, mens en varmlufttørke kan ha nesten den samme kapasitet døgnet rundt.

Virkningen av uteluftens RH på kapasiteten ved varmlufttørking er langt svakere. Følgende eksempel viser dette. Det er regnet med en kontinuerlig tørke med 90 % RH i utgangsluft.

Uteluft temperatur 18° C.

Uteluft RH	Borttørket vann kg/time	Tørkekapasitet tonn/time	Rel.tall
60 %	137	3,4	100
90 "	126	3,1	91

Som tallene viser har en forskjell på 60-90 % i RH i uteluften bare redusert tørkekapasiteten med omlag 10 % ved varmlufttørking, mens den samme auke i RH reduserte kaldlufttørkens kapasitet med omlag 75 %.

2. Temperaturen i uteluften virker også på tørkekapasiteten men på forskjellig måte for varmluft og for kaldluftstørken. Ved kaldluftstørking nedsettes kapasiteten ved lågere temperatur i uteluften. Samme eksempel som foran. RH 80 %.

Uteluft temp.	Borttørket vann kg/time	Tørkekapasitet tonn/time	Rel.tall
18° C	30	0,75	100
9 "	26	0,65	87

En senking av temperaturen i uteluften fra 18 til 9° C medfører en reduksjon i kapasiteten med omlag 13 %.

Ved varmlufttørking er virkningen den motsatte. Samme eksempel for varmlufttørking som foran.

Uteluft temp.	Borttørket vann kg/time	Tørkekap. tonn/time	Rel.tall
18° C	131	3,3	100
9 "	149	3,7	112

En senking av temperaturen i uteluften fra 18-9° C har ved varmlufttørking gitt en auke i kapasiteten på omlag 12 % altså tilsvarende nedgangen ved kaldlufttørking. Aukingen i tørkekapasiteten krever selvsagt større varmemengder fordi luften må oppvarmes 9° C ekstra.

3. De luftmengder som blåses gjennom kornet er viktig for tørkekapasiteten. For kaldlufttørker er luftmengdene viktige av to grunner. For det første må det brukes så store luftmengder (så rask gjennomstrømming) at luften kommer ut av kornet før den har RH=100 %. Hvis luften blir vannmettet før den kommer ut av kornsjiktet, vil den p.g.a. avkjøling kondensere vann i det øverste kornsjiktet. Vanninnholdet i kornet vil da auke i det øverste lag av kornet med fare for mugging og annen lagerskade. Ved konstant luftmengde vil kondenseringssjiktet ligge lågere i kornmassen jo fuktigere uteluften er og jo råere kornet er. For å unngå kondens må tjukkelsen av kornlaget (fyllingen av tørka) være mindre jo ugunstigere forholdene er. Det er derfor satt opp regler for den maksimale høyde av kornlaget ved ulikt vanninnhold i kornet.

Ved auking av luftmengden utover minimum for å unngå kondens, vil tørkekapasiteten stige, men utnyttelsen av tørkelufta blir dårligere og det vil gå med mer energi til å tørke kornet. Ved varmluftstørking i porsjonstørker har en helt analoge forhold, men her er tørketiden så kort at eventuell kondens i det øverste lag ved begynnelsen av tørkingen er av mindre betydning. Etterhvert som tørkesonen går oppover vil også et eventuelt kondenssjikt flyttes oppover, for så å forsvinne.

Ved kontinuerlige varmluftstørker kan det også ytterst i tørkesonen forekomme kondensering under ugunstige forhold. Gjennomstrømmingen av korn bør da reduseres slik at tørkefronten rekker gjennom kornet før dette har passert tørkesonen. Ved konstant varmemengde er det lite å vinne i tørkekapasitet ved å auke luftmengdene.

4. Ved varmlufttørking har temperaturen på tørkeluften meget sterk virkning på kapasiteten. Ved samme eksempel på varmlufttørking som tidligere, RH 80 %, 15 ° C i uteluft og 10.000 m³ viftekapasitet er virkningen av temperaturen på tørkeluften følgende. Utgangsluft RH 90 %.

Temp. tørkeluft	Borttørket vann kg/time	Tørkekapasitet tonn/time	Rel. tall
40° C	86	2,2	100
50 "	121	3,0	136
60 "	159	4,0	182
70 "	195	4,9	222
80 "	235	5,9	268

Tallene for auking i tørkekapasiteten ved bruk av høgere temperatur på inngangsluften gjelder bare ved uendret RH i utgangsluften. I praksis vil denne gå noe ned når temperaturen aukes, men dette kan unngås ved at tilsvarende større kormengder mates gjennom tørken.

Når det gjelder kapasiteten på tørken skal en merke seg at den ved 50° C er en 3 tonns tørke, ved 60° C en 4 tonns tørke og at den ved 70° C har en kapasitet på 4,9 tonn. Det er derfor viktig å vite ved hvilken tørketemperatur kapasiteten er angitt for.

Da tørkekapasiteten stiger og varmekonomen blir bedre ved høyere tørketemperatur, er de høyeste tilrådelige temperaturer av interesse. Den høyeste tilrådelige temperatur i kornkjernene under tørking vil avhenge av hva kornet skal brukes til. Sårkorn og brødkorn er mest ømtålig for tørkeskader, mens det for korn til for kan nyttes høyere temperaturer uten lett påvisbare skader. For korn i dårlig kondisjon er det imidlertid fare for at fordøyeligheten av proteinet kan gå ned ved bruk av høge tørketemperaturer.

Den maksimale temperatur i kornkjernene under tørking uten at skader oppstår er avhengig av vanninnholdet i kornet slik som følgende tabell viser.

Vann %	Sårkorn	Brødkorn
35	43° C	37
30	47 "	42
25	51 "	48
20	56 "	56
15	62 "	65
13	65 "	69

Som en huskeregel kan det regnes med at 37,5 % vann svarer til 37,5° C, og at temperaturen kan aukes med like mange grader C som vanninnholdet er lågere. Det vil som eksempel ved 35 % vann gi 40° C og ved 20% vann gi 55° C som høyeste tillatte temperatur for sårkorn og brødkorn.

De temperaturer som er angitt gjelder kornkjernene. Temperaturen på inngangsluften ved kontinuerlige tørker kan da være en del høyere, fordi vannavdunstingen senker temperaturen i kornmassen. Hvor mye høyere temperatur inngangsluften kan ha, vil avhenge av tørketype, gjennomstrømningshastighet for kornet, vanninnholdet i kornet, tørkeluftens RH m.v. For de fleste tørker kan inngangsluften være 15-20° C over den kritiske temperatur i kornkjernen. For porsjonstørker (satstørker) må denne temperaturdifferans være mindre, fordi kornmassen etter hvert får samme temperatur som tørkeluftens. Den mer langvarige oppvarming i porsjonstørke gjør også at kornet ikke tåler så høy temperatur.

På den annen side medfører nedtørkingen at kornet tåler høyere temperaturer. Den kritiske temperatur på tørkeluften i en porsjonstørke vil ellers avhenge av kornlagets tjukkelse, luftmengder m.v.

5. Kornets vanninnhold virker også på tørkenes kapasitet. Ved høgt vanninnhold avgir kornet vannet lettere enn ved lågt vanninnhold. Ved uendret innstilling av tørken vil utgangsluften dessuten ha en lågere RH når kornet ved innlegg har rel. lågt vanninnhold. Dette nedsetter tørkekapasiteten ytterligere. Følgende tall viser dette. Samme forutsetninger som tidligere og med 60° C på inngangsluften.

RH utgangsluft	Borttørket vann kg/time	Tørkekapasitet tonn/time	Rel.tall
90 %	160	4,00	100
80 "	150	3,75	94
70 "	140	3,50	87
60 "	130	3,25	81
50 "	120	3,00	75

Ved siden av at tørkekapasiteten blir mindre vil også varmeøkonomien ved tørkingen bli dårligere ved låg RH i utgangsluften, fordi luftens tørkekapasitet ikke er utnyttet. Varmeøkonomien kan bedres ved å redusere luftmengdene slik at RH i utgangsluften stiger. Dette vil imidlertid senke kapasiteten ytterligere.

6. Hvordan vannet i kornet er bundet virker på tørkekapasiteten. Når kornet har høgt vanninnhold på grunn av tidlig modningsstadium, er storparten av vannet bundet intrasellulært. Vann bundet på denne måten trenger langsommere ut til overflaten av kornet og uttørkingen går ikke så fort. Det gir lågere RH i utgangsluften med nedsatt tørkekapasitet og dårligere varmeøkonomi som følge. Korn som har høgt vanninnhold etter engang å ha vært tørt, er lettere å tørke, fordi vannet i det overveiende er bundet intersellulært og derfor ledes ut til overflaten.

8. Kapasiteten på kaldlufttørker angis best ved areal og luftmengde ved en bestemt motstand. Kapasiteten av varmlufttørker angis vanlig ved tonn korn pr. time ved 4 % nedtørking. Ved jamføring av kapasiteten hos porsjonstørker i forhold til kontinuerlige tørker skal en være merksam på at de siste arbeider kontinuerlig med den oppgitte kapasitet, mens driften av en porsjonstørke må avbrytes for kjøling av kornet og for tømning og fylling. Med varmeagregat av samme yteevne har derfor en porsjonstørke mindre kapasitet enn en kontinuerlig tørke.

e. Kaldluftstørking - Varmluftstørking.

Til tross for den store likhet mellom kaldlufts- og varmluftstørking har disse metodene ofte vært stilt skarpt opp mot hverandre og hver har sine tilhengere. De fordeler eller ulemper som disse metodene har, henger oftest sammen med den tekniske utforming av tørkeanleggene og av bruken av disse.

Hvis en skal sammenligne kaldluftstørking med varmlufttørking i typisk utførelse, er det særlig følgende fordeler og ulemper som anføres for de forskjellige.

Kaldlufttørking.

Fordeler: 1. Oftest billigst tørking
2. Kombinert lagerplass.
3. Oftest god kornkvalitet.

Ulemper: 1. Langsom nedtørking
2. Liten og usikker kapasitet avhengig av værforholdene.
3. Krever tilsyn i lang tid.
4. Kan være vanskelig å få kornet tørt nok for maksimal tørkegodtgjørelse.
5. Vekttap og kvalitetsskader kan oppstå ved for langsom tørking av rått korn.

Varmlufttørking

- Fordeler:
1. Stor kapasitet pr. døgn.
 2. Tørkekapasitet lite avhengig av værforhold.
 3. Lett å tørke til ønsket vanninnhold.

- Ulemper:
1. Oftest noe kostbarere tørking.
 2. Tørkeskader kan oppstå fra såkorn.
 3. Krever betjening under tørking.
 4. Eventuell lagerplass kommer i tillegg.

Når det gjelder tørkekostnadene vil disse variere fra anlegg til anlegg avhengig særlig av anleggskostnader og kornmengde som tørkes. Under forutsetning av at begge tørketyper installeres i allerede eksisterende hus med egnet gulvplass for kaldlufttørker (bingetørker) eller plass nok for varmlufttørker, kan det stort sett regnes med at tørkingen koster like mye ved begge tørketyper når den årlige kornmengde som tørkes er omlag 100 tonn. Tørkeutgiftene er da av samme størrelsesorden som de som brukes i kornforretningens prisavregningstabeller. Ved mindre kornmengder blir ofttest kaldlufttørking billigst og omvendt for større kornmengder.

Ved utstrakt transport av kornet i tørke, elevatorer eller skruer skjer det et vekttap av størrelsesorden 0,5 %. Under den samme behandling av kornet stiger imidlertid H1-vekten slik at vekttapet omlag kompenseres av pristillegget for H1-vekt. Dette under forutsetning av at kornet har en H1-vekt som ligger innenfor området for prisjustering etter denne egenskap. Dette gjelder for kontinuerlig tørker (sjakttørker). I satstørker skjer det meget liten slitasje på kornet og heller ingen aukiing i H1-vekt p.g.a. transport av kornet.

Ved kaldlufttørking hvor kornet ligger i ro, blir det lite slitasjetap, men ved høgt vanninnhold og lang tørketid skjer det et vekttap p.g.a. ånding. Noen tall fra tyske undersøkelser antyder størrelsesorden av slike tap.

Tørkeforhold	Vann % i korn med innlegg		
	18 %	22 %	26 %
10° C i 5 dager	0,02 %	0,04 %	0,09 %
10° C i 15 dager	0,05 "	0,12 "	0,43 "
20° C i 5 dager	0,08 "	0,16 "	0,34 "
20° C i 15 dager	0,26 "	1,06 "	2,66 "

Til sammenligning kan nevnes at norske undersøkelser over åndingsintensiteten hos 2-radslegg antyder at under nedtørking fra 40 til 20 % vann i løpet av 10 dager skjer det et tørrstofftap på 2,0 %.

Det bør derfor etter disse tall regnes med at tap på 0,5-1,0 % er vanlige for rått korn som ligger i kaldlufttørke i mindre godt tørkevær. Ved rask nedtørking av korn fra et midlere vanninnhold blir imidlertid åndingstapene ubetydelige, 0,2-0,5 %.

4. Oppbevaring av korn i inaktiv luft.

som konserveringsmetode foregår ved at kornet oppbevares i lufttette beholdere eller siloer. I de lufttette beholdere ^{forbruker} surstoffet meget raskt og åndingen går over til å bli intramolekylær. Det utvikles CO₂ og alkohol som gjør at kornet får en alkohol- eller gjærsmak og lukt. Varmeutviklingen under intramolekylær ånding er bare ca. 4 % av den som ville foregå ved fri lufttilgang under de samme forhold.

Fordelene med metoden er at korn med vanninnhold over grensen for lagerfast vare kan oppbevares med rel. små tap. Det oppgis at korn med inntil 27 % vann kan oppbevares på denne måten.

Ulempene ved metoden er flere. Det er nødvendig med lufttette siloer eller andre lufttette beholdere eller store plastposer og konserveringsvirkningen opphører ved uttak. Kornet kan bare brukes til for, og grøpping og seinere behandling av varen er vanskelig. En inaktiv atmosfære kan med samme resultat også skapes ved å fylle kornmassen med f.eks. nitrogen.

Oppbevaring av korn med 27-28 % vann i lufttett gummisilo har vært prøvd av Statens Kornforretning. Etter en forbigående temperaturstigning sank den igjen til omgivelsenes temperatur. Det ble imidlertid en del mugg-dannelse og dårlig lukt. Fordi metoden krever lufttette oppbevaringsrom, at konserveringsvirkningen opphører ved uttak og at kornet bare kan brukes til for gjør at oppbevaring av korn i inaktiv luft neppe vil få nevneverdig betydning.

5. Ensilering av korn som konserveringsmetode kan prinsipielt synes å ha mye for seg. Når korn til for høstes med høgt vanninnhold, kan det synes inkonsekvent å koste tørking på det bare for oppbevaringens skyld, hvis det kan oppbevares uten tørking.

Ved ensilering må kornet ha omlag 35-40 % vann og det må legges i lufttette beholdere eller siloer. Surstoffet i siloen vil meget snart være oppbrukt og det blir intramolekylær ånding og seinere mjølkesyregjæring. Likevel har det lett for å bli muggdannelse når helt korn ensileres med nedsatt kvalitet som resultat.

For å oppnå god pakking (lite luft i kornmassen) og et godt resultat, bør kornet knuses eller grøppes før innlegg i silo. Til dette kreves spesielt utstyr som ikke er vanlig tilgjengelig på en gård, heller ikke på møller eller kornsilos. Da konserveringsvirkningen opphører ved åpning av siloen og de oppnådde resultater både med omsyn til varens utseende og forverdi har vært varierende, må ensilering av korn uten tilsetning av konserveringsmidler ansees som en ren nødløsning som vanlig ikke kan konkurrere med andre oppbevaringsmetoder.

6. Kjøling som konserveringsmetode for korn består i at kornet kjøles med 10-12° C f.eks. fra 20° C til 8-10° C eventuelt ned til 5° C. Kjølingen nedsetter kornets livsvirksomhet og gjør det lagringsdyktig ved et høyere vanninnhold, eventuelt reduserer stofftapene.

Metoden anbefales ikke for korn med over 22 % vann. Det oppgis ellers at ved 19 % vann er kornet holdbart i 4 uker ved 15° C.

7 "	10° C
15 "	5° C

Kjølingen av kornet kan foregå i binger eller i silo, men ytterflatene bør helst være diffusjonslette for å undgå kondens på det kalde kornet langs ytterveggene og gulv.

Nedkjøling av korn er lite energikrevende i forhold til den konserverende virkning som oppnåes. Ved 10kWh pr. tonn behandlet vare blir driftsutgiftene neppe mer enn ca. 0,1 øre pr. kg ved første gangs nedkjøling. Anleggskostnadene pr. tonn behandlet vare pr. time (12 graders kjøling) er imidlertid av samme størrelsesorden som for varmluftstørker (4 % nedtørking) med samme kapasitet. Lønnsomheten ved kjøling vil derfor sterkt avhenge av eventuell annen bruk av kjøleagregatet f.eks. til kjøling av grasbriketter, potetlager m.v.

Økonomien ved kjølelagring av korn kan stille seg langt gunstigere i land hvor avregningsprisen gjelder for et vanninnhold som ligger over den sikre grense for lagring. Ved å kjøle kornet på eget lager, kan en i slike tilfelle få solgt en del vann til kornpris.

Kjøling av korn er i alle høve bare en midlertidig konservering, dels fordi konserveringsvirkningen opphører ved uttak og dels fordi kornet likevel må tørkes før grøpping eller maling for at produktet skal være holdbart under transport og fortsatt lagring.

7. Konservering av korn med kjemiske midler kan foretas med propionsyre, som er det eneste middel som ser ut til å kunne brukes til dette.

Propionsyre er den tredje i carboxylsyrerekken maursyre, edikksyre, propionsyre (C_2H_5COOH). Propionsyre er en klar fargeløs væske med stikkende lukt og sur smak. Den er korrosiv omtrent som edikksyre og er aggressiv ovenfor gummi og kunststoffer. Propionsyre er minst og korrosiv ved nær 100 % konsentrasjon og brukes derfor ublandet. Den korrosive virkning av propionsyrebehandlet korn forsvinner imidlertid i løpet av ca. 15 min.

Propionsyre er meget sterkt antiseptisk. Den dreper all mikroflora på kornet og den nedsetter også kornets livsvirksomhet meget sterkt slik at dette dør. Kornet blir da nærmest en steril masse som kan oppbevares meget lenge selv med høgt vanninnhold. Den konserverende virkning bibeholdes etter grøpping og det behandlede korn nedsetter ikke holdbarheten av kraftforblandinger som det inngår i selv om vanninnholdet i blandingen blir høgere.

Etter tyske undersøkelser anbefales tilsetning av følgende mengder propionsyre for full virkning.

Vanninnh. i kornet	Propionsyre i prosent av kornmengde
20 %	0,5
25 "	0,7
30 "	1,0
35 "	1,4
40 "	1,7

Tallene viser at det er en nesten rettlinjet sammenheng mellom vanninnhold i kornet og de mengder propionsyre som er nødvendig for konservering. De minste mengder som synes å ha virkning ligger ca. 25 % under disse tall.

Det er avgjørende for pålitelig virkning at alle korn blir fullstendig dekket av en tynn hinne propionsyre. Det stilles derfor strenge krav til forstøvning av syren og til blanding av kornet under behandlingen. Syre tilsetningen må derfor skje i et spesielt doseringsapparat som kornet passerer.

Doseringsutstyret er relativt billig og har stor kapasitet. Det er derfor en forholdsvis enkel sak å gjøre store mengder rått korn lågringsdyktig ved denne metode. Da propionsyren ødelegger spireevnen og gir kornet en spesiell smak, kan behandlet korn bare brukes til for. Til enmagede dyr synes forverdien å være uendret, mens drøvtyggere også nyttiggjør seg den tilsatte propionsyre som næring idet 1,0 kg propionsyre gir 1,5 f.e.

Her i landet vil likevel ikke konservering av korn med propionsyre bli alminnelig brukt, iallfall ikke under den nåværende korntrygdeordning og med det utstyr vi har til grøpping av korn.

Behandling av korn med 1,0 % propionsyre vil koste 2-3 øre pr. kg. Det tilsvarer omlag tørkeomkostningene ved 10 % nedtørking av kornet. Videre kreves det spesialutstyr. Som metode til bruk i nødssituasjoner kan metoden imidlertid være god å ty til.

Det er foreløpig 2 konserner som framstiller propionsyrepreparater for tilsetning til korn. De går under forskjellige handelsnavn (Luprosil og Propcorn) men inneholder begge nesten 100 % propionsyre.