

Svampeflora og spireevne hos byg

Ved *Boldt Welling*

857. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Det foreliggende arbejde er udført som led i en række undersøgelser over forskellige faktorer, der kan påvirke kornets kvalitet under lagring. Arbejdet er udført ved botanisk afdeling – Statens plantepatologiske Forsøg.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

INDHOLD

	Side
I Problemstilling	291
II Udenlandske undersøgelser	292
III Undersøgelser ved Statens plantepatologiske Forsøg	293
A. Virkning af vandindhold, temperatur og opbevaringstid på svampeflora og spireevne hos byg	293
a. Forsøgsmetodik	293
b. Resultater	295
1. Spireevnen	295
2. Kimbeskadigelser	296
3. Svampevæksten makroskopisk bedømt	296
4. Svampevæksten mikroskopisk bedømt	297
B. Temperaturobservationer i byg med 14, 20 og 26 pct. vand opbevaret i sække ved stuetemperatur. Endvidere iagttagelser over spireevnen og mikrofloraens væsentlige sammensætning	303
a. Forsøgsmetodik	303
b. Resultater	303
1. Temperaturkurver	303
2. Bemærkninger om spireevnen og mikrofloraen	304
IV Diskussion og konklusion	305
V Sammendrag	306
VI Summary	307
VII Litteraturhenviisning	307

I. Problemstilling

Landbruget har i de senere år været udsat for svingende kvalitet af hjemmeavlet korn. Dette skyldes anvendelse af mejetærskeren, der medfører et senere høsttidspunkt og et højere vandindhold i kernerne. På grund af manglende tørringskapacitet og ofte dårligt tørringsapparat opbevares store mængder korn i kortere eller længere tid med et vandindhold, der giver gode vækstbetingelser for skimmelsvampe. Man savner den regulerende faktor, binderhøsten indebærer, med efter-

modning og tørring på marken efterfulgt af opbevaring i laden uden adskillelse af kerner og strå. Mejetærsket korn er med andre ord endnu mere afhængig af lagerbetingelserne, end tilfældet er med binderhøstet korn. Med dette som baggrund har man ønsket nærmere at definere de betingelser, hvorunder der opstår vækst af skadelige mikroorganismer, eller sagt med andre ord undersøge vandindholdets, temperaturrens og lagertidens indflydelse på kornkvaliteten under lagring.

II. Udenlandske undersøgelser

Fra andre lande, navnlig U.S.A., foreligger en righoldig litteratur om dette emne. Der skal indledningsvis kort redegøres for nogle af de vigtigste undersøgelser, væsentligst ifølge Christensen og Kaufmann 1965 (3). På kernerne findes en svampeflora, der fortrinsvis i den vestlige verden deles op i 2 grupper, mark- og lagersvampe.

Marksvampe: Ved begyndende modning på marken udvikles der på og i kernerne vækst af bakterier og svampe. Denne »infektion« er stærkt afhængig af klimatiske faktorer, f.eks. findes *Alternaria*-arter mest på kerner modnet i den tempererede zone og i fugtige områder. Marksvampene kan groft deles op i to kategorier: parasitter og saprofytter. Til første gruppe hører bl.a. *Fusarium*, *Helminthosporium* og *Septoria*, til anden gruppe f.eks. *Alternaria*, *Stemphylium*, *Cladosporium* og *Epicoccum*. Ydre tegn på disse svampes tilstedeværelse kan i nogle tilfælde være mere eller mindre mørkfarvede partier på kernerne, i andre tilfælde er der ingen (7).

Ved undersøgelser omkring høsttidspunktet fandt man, at *Alternaria*, *Cladosporium* og *Fusarium* næsten altid var til stede, og *Alternaria* var den hyppigst forekommende svampeslægt (6, 8, 11, 16). Tuite 1954 fandt af 73200 overfladedesinficerede kerner kun 25, der havde en anden svampeflora end den nævnte, nemlig de såkaldte lagersvampe, der væsentlig består af *Aspergillus*- og *Penicillium*-arter (15). Marksvampene følger med kernerne på lageret, hvor deres fortsatte eksistens afhænger af de forhåndenværende lagerbetingelser. I byg opbevaret tørt ved stuetemperatur »uddøde« *Fusarium*, *Alternaria* og *Helminthosporium* efterhånden i den nævnte rækkefølge, men i de forskellige partier var der store variationer, f.eks. kunne *Fusarium* ikke isoleres efter 20 måneder i nogle og i andre lykkedes det efter 2-3 års opbevaring (5).

Lagersvampe. Disse svampe er karakteriserede ved først at optræde i større mængder, når korn er lagret til senere brug - heraf navnet lagersvampe. Lagersvampene omfatter hovedsagelig *Aspergillus*- og *Penicillium*-arter. Inficerede kerner får i reglen en karakteristisk muggen lugt, og i værste fald bliver de »melede« af udseende. Af de to nævnte slægter er det navnlig *Aspergillus*, der er blevet artsbestemt og har haft interesse i kornkvalitetsundersøgelser, hvorimod *Penicillium* oftest registreres som *Penicillium* spp. Inden for *Aspergillus*-slægten deles arterne i grupper, der omfatter nærstående arter, hvor navnlig *A. glaucus*-gruppen er rigt repræsenteret. Denne gruppe kendetegnes ved at kræve et højt osmotisk tryk for at kunne vokse,

hvorfor der må iblandes ca. 10 pct. salt eller 40 pct. glucose i substratet for at kunne påvise den. Den danner gule perithecier, der for det blotte øje ses som gule kolonier omkring kernerne. I det diagnostiske arbejde er det inden for denne gruppe navnlig ascosporerne, der er af betydning.

Tidspunktet for inoculation og infektion af disse lagersvampe er bl.a. undersøgt af Tuite, Tuite og Christensen (15 og 17). Kerner, indsamlet fra aksene omkring begyndende modenhed, indeholdt i gennemsnit 4,8 pct. lagersvampe, når kernerne blev lagt på salt-agar uden overfladedesinfektion, hvorimod tallet var langt mindre med overfladedesinfektion. Dette kunne tyde på, at inoculum var til stede allerede fra marken i større eller mindre udstrækning, men fandtes i de fleste tilfælde kun på overfladen uden at have manifesteret sig i kernernes dybere lag. Lignende undersøgelser foretaget på korn undervejs til lageret viste en opformering, således at man må regne med, at der på lageret altid findes en rigelig mængde inoculum.

Nedgang i spireevnen under lagring kan skyldes flere forskellige og til dels ukendte faktorer, men sikkert er det, at lagersvampe under visse betingelser er årsag hertil. Det er vanskeligt at foretage ganske nøjagtig forsøg for at få fastslået, hvor stor en rolle lagersvampene spiller, da der som kontrol kræves kerner fri for svampevækst, hvilket i praksis er meget vanskeligt at opnå. Endvidere vanskeliggøres sådanne undersøgelser også af en forøget stofskifteomsætning, der uden tvivl kan influere på spireevnen (3).

Lagersvampenes nedsættelse af spireevnen må formentlig i de fleste tilfælde skyldes en infektion af kimen. Der må altså i disse tilfælde være tale om en op-sugning af næring fra den levende kim, der kan resultere i en svækkelse af denne.

I Frankrig undersøgte man indvirkningen af *Penicillium viridicyclopium* på spireevnen og fandt, at den reducerende virkning skyldtes dannelsen af salicylsyre, som ved svag koncentration er phytotoxisk. Salicylsyre virker som inhibitor på spiringsenzymerne og kan fjernes ved tilsætning af visse metalioner (13).

Armolik et al (1) udførte forsøg med autoklaveret filtrat af blandt andet *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. repens*, *A. amstelodami*, *A. ruber* og *Penicillium chrysogenum*. Neddypning af kernerne 24 timer i disse filtrater gav en reduktion af spireevnen med store variationer de forskellige isolater imellem. Største reduktion gav *Fusarium moniliforme*.

Problemet varmeskade i større kornlagre har været kendt, så længe man har dyrket korn. Denne varmeudvikling ledsages tillige af CO₂-produktion og skyl-

des øget stofskifte. Man hører ofte i praksis, at der tales om kernens ånding, men ifølge en undersøgelse, som Hummel et al foretog i 1954 (9) må denne åndingsintensitet i højere grad skyldes mikroorganismer end kernerne selv. Åndingsintensiteten blev i dette forsøg målt ved kuldioxydudviklingen, og man fandt, at næsten sterile hvedekerner med vandindhold indtil 18 pct. næppe udviklede en målelig mængde CO₂, hvorimod et tilsvarende svampeinokuleret parti havde en betydelig større CO₂-produktion (9).

Temperaturstigning i kornpartier kan være tegn på øget stofskifte forårsaget af mikroorganismer - et tegn på begyndende eller fremadskridende ødelæggelse af kornet. Dog kan der forekomme svampevækst, uden at temperaturen af den grund forøges f.eks. i det tilfælde, hvor der foregår vækst af *Aspergillus restrictus*. Denne svamp vokser ved et vandindhold på 14,5-15 pct. men så langsomt, at den ikke ledsages af nogen målelig temperaturstigning (3).

Lagersvampene vokser ikke under et vist vandindhold. Denne grænse er afhængig af substratets sammensætning, kappestriden med andre svampe, temperaturen og lagertiden (14, 2 og 4).

Som eksempel på nedre grænse for vandindhold ved temperaturer 20-25°C angiver Christensen og Lopez 1963 følgende niveau (4):

Svampearter	% vandindhold, laveste grænse, der tillader svampevækst
<i>Aspergillus halophilicus</i>	13,2
<i>A. restrictus</i>	13,2
<i>A. amstelodami, chevalieri, repens</i> og <i>ruber</i>	14,0
<i>A. candidus</i>	15,0
<i>A. ochraceus</i>	15,2
<i>A. flavus</i>	18,0

III. Undersøgelser ved Statens plantepatologiske Forsøg

Undersøgelserne omfatter to hovedafsnit, der adskiller sig ved:

- 1) Kornkvaliteten undersøges ved opbevaring med forskelligt vandindhold og ved forskellige temperaturer, og
- 2) Måling af temperaturstigninger i kornet ved forskelligt vandindhold under samme ydre opbevaringstemperatur.

Som kvalitetskriterium anvendtes kornets spireevne samt procent kerner (hyppigheden) bevok-

set med *Aspergillus* og *Penicillium*, idet stor hyppighed af disse må formodes at give en dårlig kvalitet. Endvidere blev der givet en supplerende bedømmelse af kernerne udseende og lugt.

A. VIRKNING AF VANDINDHOLD, TEMPERATUR OG OPBEVARINGSTID PÅ SVAMPEFLORA OG SPIREEVNE I BYG

a. Forsøgsmetodik

Det anvendte materiale var Ingridbyg mejetærsket på Tystofte forsøgsstation under bedst mulige forhold. Ved modtagelsen var vandindholdet 12,9 pct. og spireevnen 94 pct.

Ved *indstilling af vandindholdet* tilførtes 1 1/4 liter sterilt vand pr. 100 kg korn pr. procent, vandindholdet ønskedes hævet. Dette stemte pænt overens ved det lavere vandindhold, hvorimod der måtte tilføres ekstra vand ved højeste niveau. Efter hver vandtilsætning opbevarede kornet til dækket ved ca. 5°C indtil 3 døgn med hyppig blanding for at give en jævn fordeling af det tilførte vand, hvorefter vandindholdet blev kontrolleret.

Vandbestemmelser blev foretaget ved hjælp af halvautomatisk tørreovn (Humitherm) efter Statsfrøkontrollens normer (1 time ved 130°C).

Opbevaringsforhold: Kernerne opbevarede ved vandindholdet 15, 18, 21 og 24 pct. og temperaturerne 10, 15, 20 og 30°C i de mulige kombinationer, i alt 16. Længste opbevaringstid var 41 uger. Som opbevaringsemballage anvendtes plasticposer, hver indeholdende 500 g kerner. Denne plastic er af typen højtrykspolyethylen, der omtrent er uigennemtrængelig for vanddampe, men tillader O₂ og CO₂ nogenlunde frit at passere. Dog har åndingsintensiteten ved højeste temperatur og vandindhold været så stor, at kernerne i enkelte tilfælde måtte »luftes« og hældes på nye poser. Hvert forsøgsled omfatter flere (op til 8) gentagelser.

Det fremgår af tabel 1, at der med undtagelse af et enkelt tilfælde har været et generelt fald med tiden i vandindholdet foruden en del variationer. Som helhed kan det dog fastslås, at vandindholdet har ligget på det ønskede niveau forsøgsperioden igennem.

Tabel 1. Vandindholdets variation

Uger	Lagertid og lagertemperatur			
	10° C	15° C	20° C	30° C
Vandindholdet indstillet til 15 %				
0	15,2	15,2	15,2	15,2
5	—	—	—	15,0
11	15,0	15,1	15,0	14,6
15	15,3	15,0	14,9	—
39	14,4	14,1	14,4	12,3
Vandindholdet indstillet til 18 %				
0	18,0	18,0	18,0	18,0
5	—	—	18,0	17,9
11	17,8	17,9	17,9	17,4
16	17,4	17,6	—	—
39	17,3	17,2	17,0	15,2
Vandindholdet indstillet til 21 %				
0	21,6	21,6	21,6	21,6
2	—	—	—	21,4
3	—	—	21,2	21,1
4	—	—	21,0	21,1
7	21,1	21,5	—	20,9
8	20,9	21,1	21,4	—
14	21,2	21,5	21,4	—
17	21,0	21,4	21,3	20,0
19	21,0	21,1	—	—
23	21,2	21,3	—	—
39	21,1	21,1	22,3	—
Vandindholdet indstillet til 24 %				
0	24,1	24,1	24,1	24,1
1	—	—	—	23,9
2	—	—	24,4	24,2
3	23,8	24,2	23,6	—
4	—	—	24,3	23,7
6	24,4	24,4	24,0	23,8
9	—	24,2	—	23,5
10	24,0	—	24,3	—
15	23,7	24,0	—	—
19	23,4	23,9	—	—
23	24,3	23,9	—	—
39	23,7	23,9	—	—

Udtagning af prøver: Med passende mellemrum udtoges prøver til kvalitetsundersøgelser og kontrol af vandindholdet. Tillige bedømtes makroskopisk svampenes mycelvækst, og der gjordes notater om prøvernes lugt. Af arbejdsmæssige grunde er prøveudtagning ikke sket helt samtidig i de forskellige led.

Mikrofloraen undersøgtes ved anvendelse af 2 substrater, maltagar og 10 pct. salt-maltagar (NaCl). Førstnævnte er et standardsubstrat,

Tabel 2. Spireevnes afhængighed af vandindhold, temperatur og lagertidens længde

Lagertid Uger	Lagertemperatur			
	10° C	15° C	20° C	30° C
% spireevne ved 15 % vandindhold				
0	97	97	97	97
5	—	—	—	94
11	97	96	96	91
15	95	97	97	—
39	95	92	87	2
41	93	93	90	1
% spireevne ved 18 % vandindhold				
0	97	97	97	97
5	—	—	91	78
11	95	93	79	33
16	94	87	—	—
39	84	65	57	0
41	86	66	58	0
% spireevne ved 21 % vandindhold				
0	95	95	95	95
2	—	—	—	78
3	—	—	88	86
4	—	—	81	73
7	90	87	—	1
8	90	82	68	1
14	83	74	69	—
17	88	71	62	0
19	87	67	—	—
23	80	69	49	—
39	70	56	0	—
41	65	59	—	—
% spireevne ved 24 % vandindhold				
0	93	93	93	93
1	—	—	—	92
2	—	—	83	74
3	89	83	83	—
4	—	—	71	25
6	91	79	72	0
9	—	63	—	0
10	80	—	50	—
15	78	57	17	—
19	68	60	—	—
23	72	32	0	—
39	32	0	—	—
41	13	—	—	—

hvorpå de fleste svampearter mere eller mindre villigt gror frem og navnlig de forskellige marksvampe. Salt-maltagaren er selektiv med hensyn til visse *Penicillium*- og *Aspergillus*arter.

Til hvert substrat blev 100 kerner overfladedesinficeret 1 min. i 1 pct. NaClO-opløsning med påfølgende skylning i 2 hold sterilt vand og lagt på overfladen af agaren (10 i hver skål). For at fremme sporuleringen hos marksvampene anbragtes skålene under en Black light lampe (3800 Å) i 6 døgn. Kernerne på salt-maltagar inkuberedes 8 døgn ved 25°C (varmeskab). Bestemmelser af svampearter foretoges ved hjælp af stereomikroskop og i vanskeligere tilfælde ved hjælp af et præparatmikroskop.

Spirebestemmelserne blev foretaget ved stuetemperatur med 4×100 kerner i skåle med passende fugtet sand, opgørelse fandt sted efter 10 døgn.

b. Forsøgsresultater

1. *Spireevnen*. Spireevnens afhængighed af vandindhold, temperatur og lagertid er vist i tabel 2 og figurerne 1, 2, 3, 4.

Tabel 2 viser spireevnen ved konstant vandindhold og stigende temperatur, medens de nævnte figurer viser forholdet ved konstant temperatur og stigende vandindhold.

Det ses, at der er en nøje sammenhæng mellem spireevnen, vandindholdet, temperaturen og la-

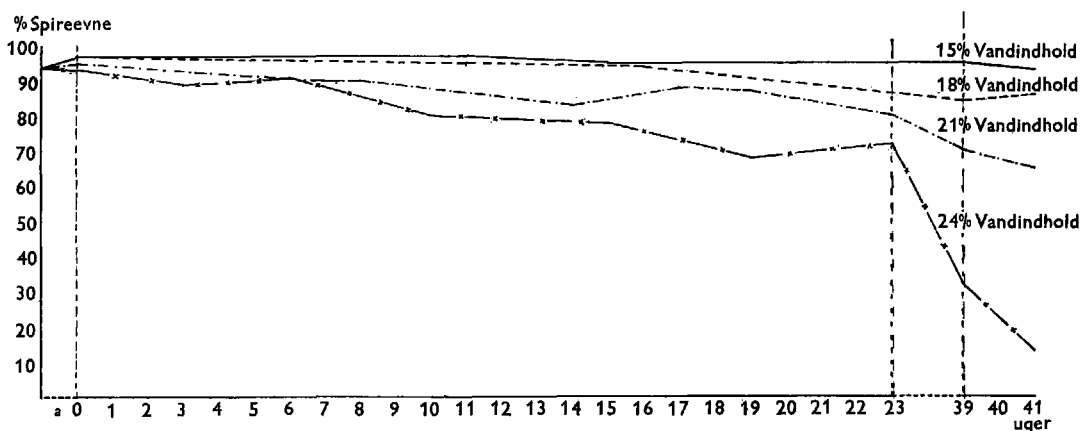


Fig. 1. Spireevnen ved 10° C og vandindholdet 15, 18, 21 og 24%. a = opfugtningsperiode.

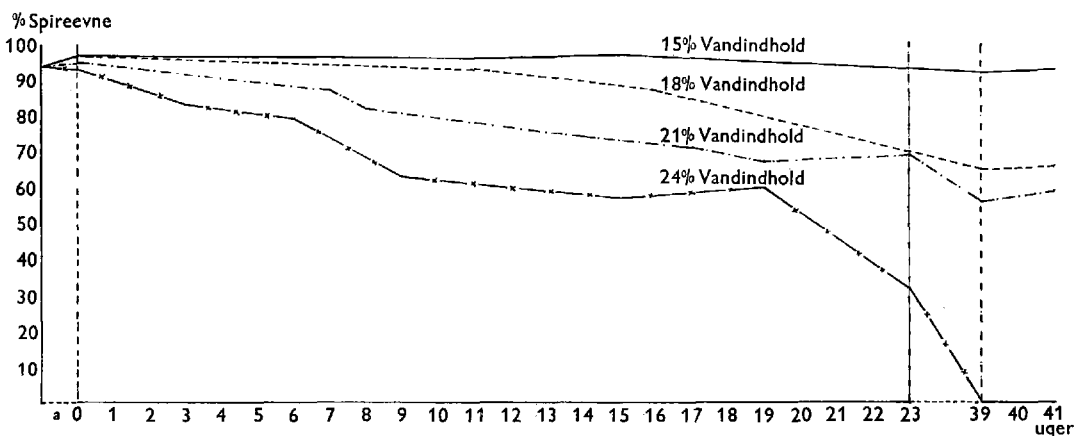


Fig. 2. Spireevnen ved 15° C og vandindholdet 15, 18, 21 og 24%. a = opfugtningsperiode.

gertiden. Figur 5 viser de omtrentlige grænseværdier for lagertidens længde ved forskellige opbevaringsbetingelser, når max. spireevne ønskes bevaret. Som eksempel på benyttelse af diagrammerne viser »18 pct. kurven«, at spireevnen ved 20° C bevares ca. 6 uger, medens den ved 10° C bevares 16 uger. Det bemærkes, at forskellen mellem 15 pct. og 18 pct. kurvernes beliggenhed er meget stor, hvilket betyder, at kornet kan opbevares sikkert betydeligt længere ved 15 pct. vandindhold end tilfældet er ved 18 pct. vand.

2. *Kimbeskadigelser.* I forbindelse med forøget svampevækst foregår der en ødelæggelse af kimen, der viser sig ved skrumpning og mørkfarv-

ning, ofte ledsaget af svampevækst på selve kimen. I nogle tilfælde ødelægges kimen totalt.

Eksempler herpå fremgår af tabel 3. Det bemærkes, at kimødelæggelsen fremmes med stigende vandindhold og temperatur.

3. *Svampevæksten makroskopisk bedømt.* Ved prøveudtagningen blev der som nævnt givet en makroskopisk bedømmelse af svampevæksten og i øvrigt gjort bemærkninger om kernerne lugt. I figur 6 er vist eksempler på bedømmelse af denne mycelvækst.

Det fremgår heraf, at med stigende vandindhold og temperatur forøges mycelvæksten. Denne udvikling forstærkes med forøget lagertid. Den kraf-

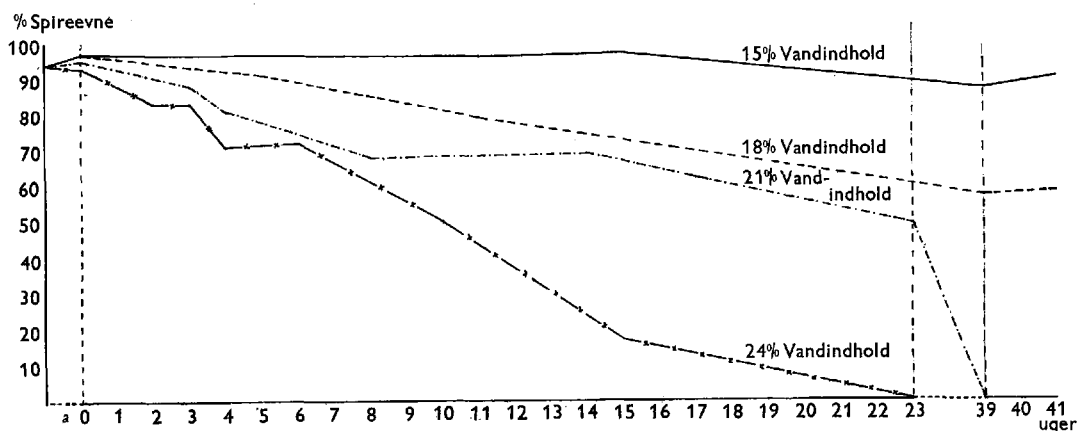


Fig. 3. Spireevnen ved 20° C og vandindholdet 15, 18, 21 og 24%. a = opfugtningsperiode.

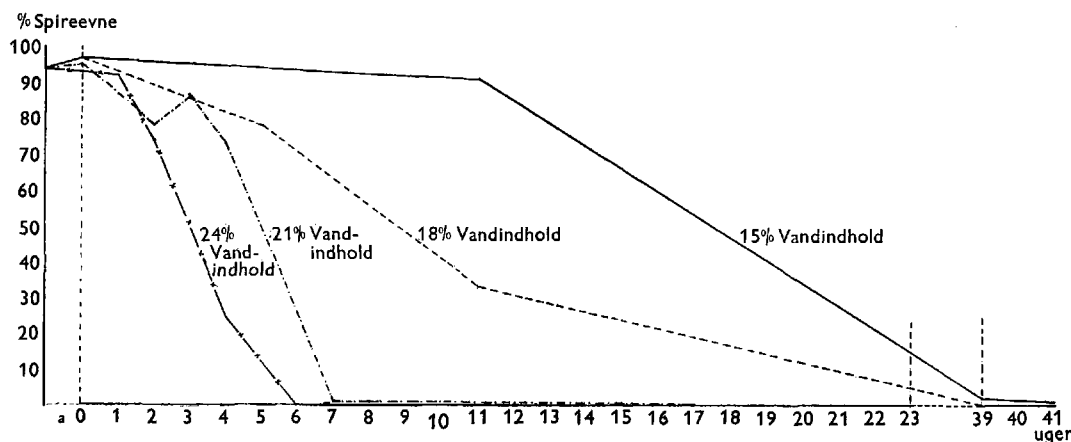


Fig. 4. Spireevnen ved 30° C og vandindholdet 15, 18, 21 og 24%. a = opfugtningsperiode.

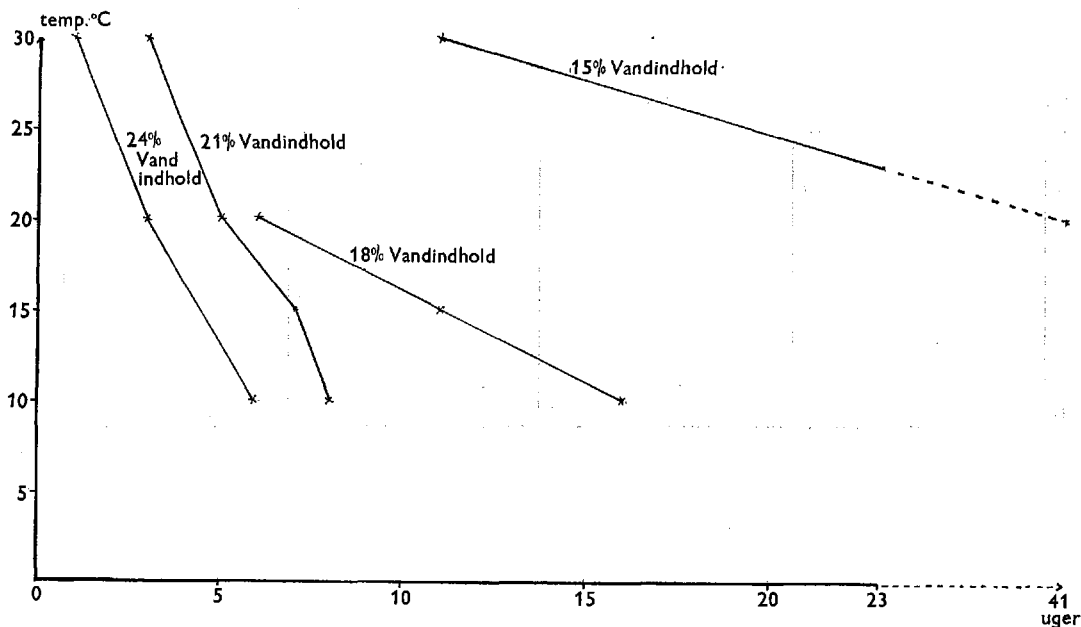


Fig. 5. Grænseværdier for lagertiden når max. spireevne (ca 90%) ønskes bevaret ved forskellig temperatur og vandindhold.

Tabel 3. Opgørelse over kimbeskadigelser i forbindelse med svampevækst

Forsøgsled	Opbevaret uger	% kerner med		
		sunde kim	unormale kim ^a	manglende kim ^b
10° 21 %	17	86	10 (5)	4
15° 21 %	»	24	71 (17)	5
20° 21 %	»	0	92 (13)	8
30° 21 %	»	0	91 (16)	9
10° 15 %	40	88	11 (1)	1
10° 18 %	»	86	12 (4)	2 ^x
10° 21 %	»	67	31 (14)	2
15° 15 %	40	86	12 (0)	2
15° 18 %	»	78	18 (6)	4
15° 21 %	»	14	75 (22)	11

a: Kim der er helt eller delvis indskrumpne og mørkefarvede.

b: Når kimene mangler, er der normalt svampevækst, hvor kimene har siddet.

() Angiver kim med synlig svampevækst.

x: Mideangreb.

tige mycelvækst er som regel ledsaget af muggen lugt, men muggen lugt kan dog også spores ved manglende synlig mycelvækst.

4. Svampevæksten mikroskopisk bedømt. I tabel 4 er givet en oversigt over forekomsten af *Aspergillus*, *Penicillium* og *Alternaria*, og i tabel 5 over artsfordelingen inden for *Aspergillus*-slægten.

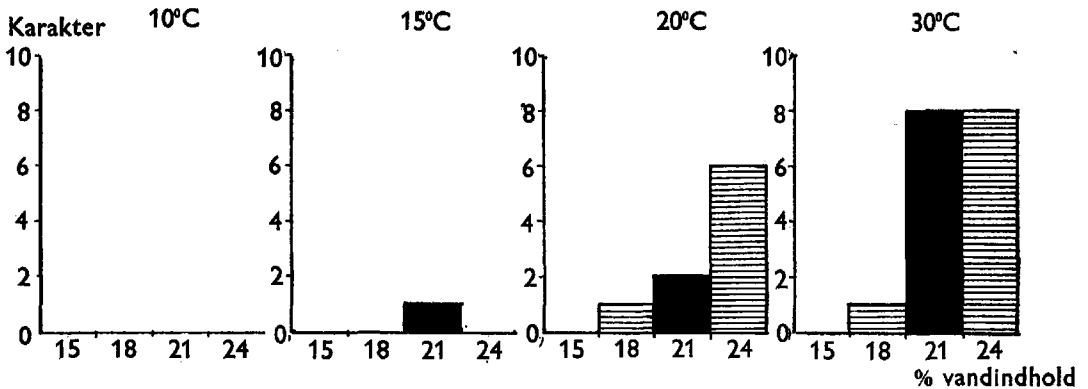
Af hyppigt forekommende svampe skal nærmere omtales *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* og *Fusarium*.

Aspergillus spp. (undersøgt på salt-maltagar).

15 pct. vandindhold: Forekomst af betydning først ved 20 og 30°C. Ved førstnævnte dog kun ved forsøgets afslutning (tabel 4). Ved 20°C registreredes især *Aspergillus glaucus* og *A. candidus*. Ved 30°C dominerede i begyndelsen *A. glaucus*, hvis hyppighed med tiden aftog medens *A. candidus* forekom hyppigere (tabel 5).

18 pct. vandindhold: Ved 10°C forekom *Aspergillus* først af betydning efter 39 ugers lagring. Ved

4- 7 ugers opbevaring



40 ugers opbevaring

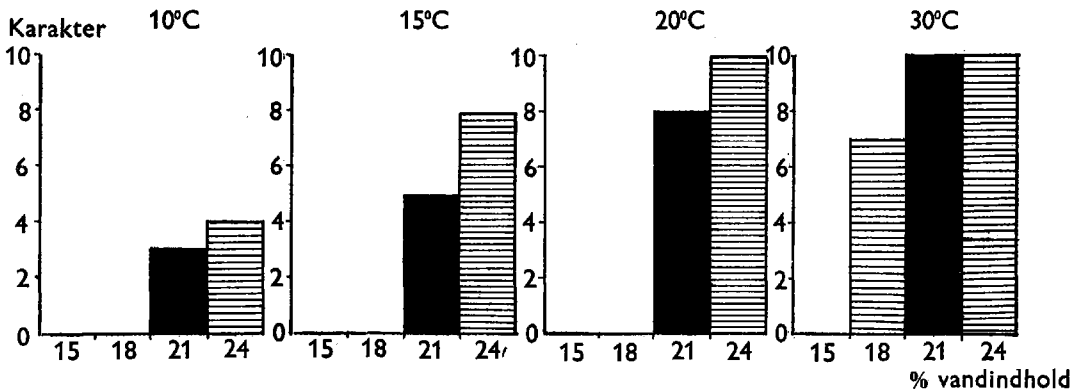


Fig. 6. Makroskopisk bedømmelse af mycelvæksten på kernerne ved prøveudtagning.

Karakter 0 = kerner uden synlig mycelvækst.

Karakter 10 = kerner helt dækket af mycelvækst.

de højere temperaturer var forekomsten hyppig efter kort tids lagring.

A. glaucus var dominerende ved samtlige temperaturer.

A. versicolor forekommer af betydning ved lang tids lagring ved 20°C og sammen med *A. candidus* ret hyppig efter kort tids lagring ved 30°C.

21 pct. vandindhold: Hyppig forekomst af *Aspergillus* ved alle temperaturer dog mindst ved 10°C.

A. glaucus kun dominerende ved 10°C, medens *A. versicolor* er dominerende ved de højere temperaturer.

24 pct. vandindhold: Nogenlunde samme udbredelse som ved 21 pct. men en anden artsfordeling. Ved samtlige temperaturer forekommer *A. glaucus* sporadisk, hvorimod *A. versicolor* her er langt den mest dominerende. *A. candidus* synes at få større udbredelse med stigende temperatur. I tabellen er anført *Aspergillus spp.*, omfattende bl.a.

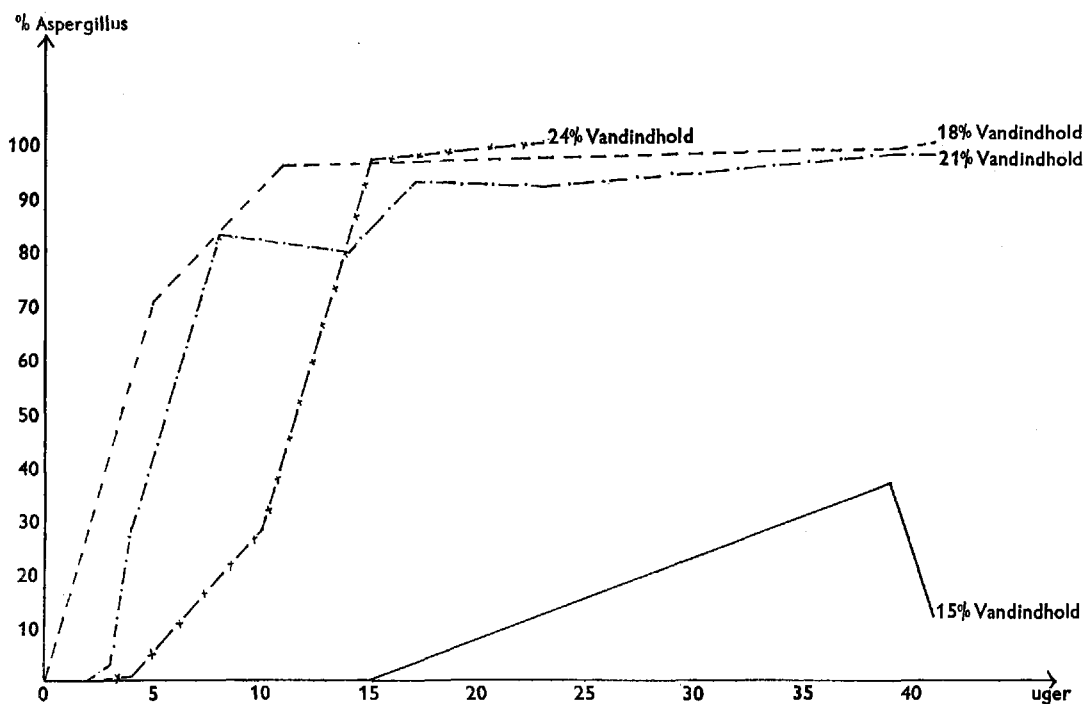


Fig. 7. % kerner med *Aspergillus* spp. i relation til vandindhold og lagertid. Ved temperaturen 20° C.

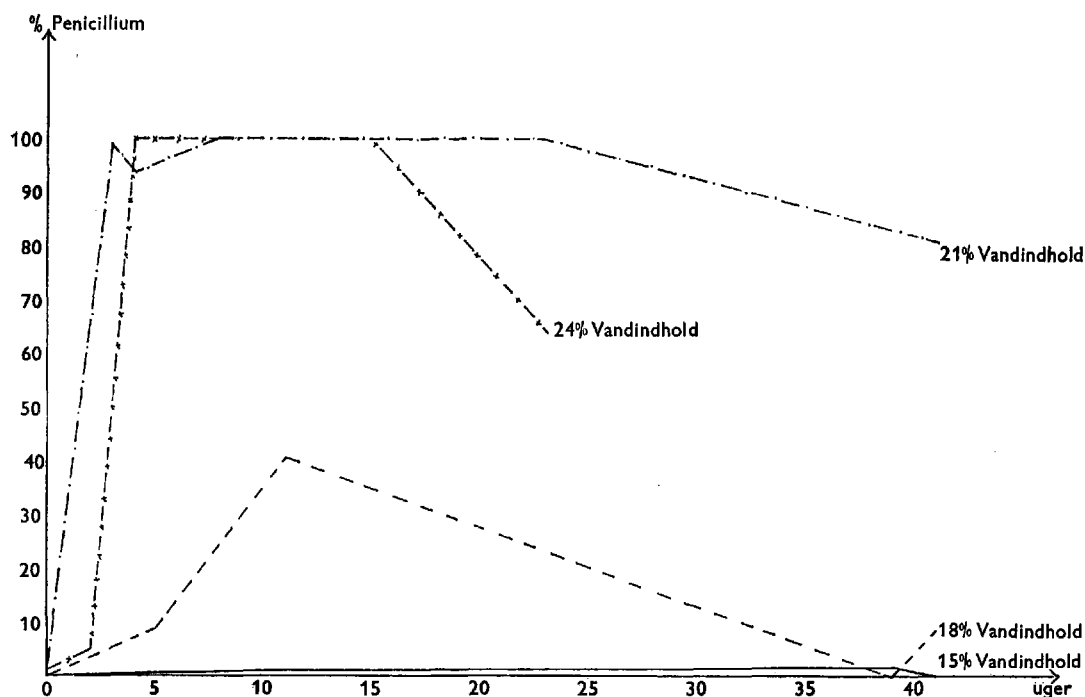


Fig. 8. % kerner med *Penicillium* spp. i relation til vandindhold og lagertid. Ved temperaturen 20° C.

Tabel 4. Opfølgelse over procentisk forekomst af *Alternaria* (Alt.), *Aspergillus* (Asp.) og *Penicillium* (Pen.) på korn afhængig af vandindhold, temperatur og lagertid

Uger	Temperatur											
	10° C			15° C			20° C			30° C		
	Alt.	Asp.	Pen.	Alt.	Asp.	Pen.	Alt.	Asp.	Pen.	Alt.	Asp.	Pen.
Vandprocent 15												
0	99	0	0	99	0	0	99	0	0	99	0	0
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99	3	1
11	100	0	1	100	0	1	100	0	1	21	90	2
15	91	1	0	90	1	1	75	0	1	—	—	—
39	98	0	0	69	1	3	18	37	2	3	67	4
41	85	0	2	98	1	0	4	12	0	0	45	0
Vandprocent 18												
0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0
5	—	—	—	—	—	—	100	71	9	100	100	2
11	100	1	0	100	75	7	100	96	41	99	100	20
16	91	0	0	96	88	7	—	—	—	—	—	—
39	99	22	2	92	92	4	89	99	0	0	100	4
41	100	12	2	100	93	7	100	100	9	0	99	7
Vandprocent 21												
0	100	0	1	100	0	1	100	0	1	100	0	1
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	67	78
3	—	—	—	—	—	—	99	3	99	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	100	29	94	99	95	70
7	95	4	60	91	7	93	—	—	—	100	94	25
8	99	36	92	98	48	100	93	83	100	97	100	28
14	100	9	62	100	60	96	100	80	100	96	99	35
17	92	26	76	79	61	100	45	93	100	41	99	18
19	85	37	74	69	62	96	—	—	—	—	—	—
23	88	17	100	78	83	100	2	92	100	—	—	—
39	83	48	89	61	96	40	25	98	9	—	—	—
41	96	44	73	47	91	85	0	98	81	—	—	—
Vandprocent 24												
0	100	0	1	100	0	1	100	0	1	100	0	1
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	0	4
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	92	38	59
3	—	—	—	—	—	—	90	0	7	99	92	85
4	—	—	—	—	—	—	100	1	100	95	99	57
6	100	1	8	54	4	13	87	11	100	63	100	3
9	—	—	—	95	36	84	—	—	—	92	100	3
10	99	8	100	—	—	—	98	28	100	—	—	—
15	97	3	78	79	72	74	83	97	100	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47	100	0
19	76	8	99	81	82	96	—	—	—	—	—	—
23	86	2	100	68	67	100	29	100	64	—	—	—
39	72	52	28	1	82	22	—	—	—	—	—	—
41	34	40	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Dyrket på maltagar: *Alternaria*.

Dyrket på salt-maltagar: *Aspergillus* og *Penicillium*.

Tabel 5. Artsfordeling og hyppighed af *Aspergillus* spp. i relation til vandindhold, temperatur og lagertid undersøgt på salt-maltagar

Uger	10°C				15°C				20°C				30°C			
	<i>glaucus</i>	<i>versicolor</i>	<i>candidus</i>	<i>spp.</i>	<i>glaucus</i>	<i>versicolor</i>	<i>candidus</i>	<i>spp.</i>	<i>glaucus</i>	<i>versicolor</i>	<i>candidus</i>	<i>spp.</i>	<i>glaucus</i>	<i>versicolor</i>	<i>candidus</i>	<i>spp.</i>
Vandprocent 15																
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	1	28
15	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—
39	0	0	0	0	0	0	0	1	26	0	11	0	57	0	13	0
41	0	0	0	0	1	0	0	0	3	3	5	0	15	3	28	0
Vandprocent 18																
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	—	—	—	—	—	—	—	—	68	5	1	1	100	18	12	0
11	0	0	0	1	74	1	0	1	94	1	0	21	100	66	59	0
16	0	0	0	0	88	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
39	22	0	0	0	92	0	1	0	97	7	6	18	97	15	81	0
41	12	0	0	0	93	0	0	0	100	43	1	0	88	10	83	0
Vandprocent 21																
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	26	40	1
3	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	0	0	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	6	22	1	0	22	88	29	1
7	3	0	1	0	6	0	1	0	—	—	—	—	10	80	32	4
8	23	0	9	6	27	27	0	0	27	75	1	6	82	94	80	1
14	6	2	1	0	14	20	0	35	5	77	2	0	1	88	72	0
17	23	5	0	0	8	57	1	0	8	93	15	0	2	98	27	0
19	33	5	0	0	13	58	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
23	14	5	0	0	32	76	0	0	35	91	1	0	—	—	—	—
39	29	0	0	20	52	85	0	3	24	66	7	35	—	—	—	—
41	14	24	8	0	56	82	0	5	41	96	8	4	—	—	—	—
Vandprocent 24																
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	33	3	2
3	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	4	86	25	0
4	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1	0	0	0	93	43	1
6	0	0	0	1	0	0	4	0	0	10	0	1	0	58	86	14
9	—	—	—	—	0	33	4	0	—	—	—	—	0	92	51	0
10	0	8	0	0	—	—	—	—	0	15	0	13	—	—	—	—
15	2	1	0	0	0	72	0	0	0	97	2	0	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	89	41	0
19	0	8	0	0	0	82	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
23	0	2	0	0	0	67	0	0	0	100	4	0	—	—	—	—
39	0	52	0	0	1	82	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—
41	1	0	0	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

A. flavus, der enkelte steder ved vandindholdet 21 pct. og derover er registreret med ringe hyppighed. I øvrigt omfatter gruppen arter, hvor artsbestemmelsen har været usikker. Generelt gælder, at *Aspergillus*arter indfinder sig hurtigere jo højere vandindholdet og temperaturen er. Dog synes forskellen ved 21 og 24 pct. vandindhold at være af mindre betydning i så henseende.

Figur 7 illustrerer udbredelsen af *Aspergillus* spp. ved 20°C.

Penicillium spp. (undersøgt på salt-maltagar, se tabel 4).

Ved 15 pct. vandindhold ringe forekomst ved de fire undersøgte temperaturer. Ved 18 pct. vandindhold ligeledes ringe udbredelse, dog med et par undtagelser (efter 11 ugers opbevaring og temperaturerne 20 og 30°C). Ved 21 pct. og 24 pct. vandindhold er billedet stort set ens: hyppig forekomst ved temperaturerne op til 20°C med tendens til ringere forekomst mod forsøgets slutning. Ved 30°C er der tendens til ringe forekomst sammenlignet med de øvrige temperaturer.

*Penicillium*forekomsten på maltagar synes i det væsentlige at være den samme som registreret på salt-maltagar, hvorfor tabellen for dette substrat er udeladt.

Til supplerung af tabel 4 viser figur 8 *Penicillium* udbredelsen ved 20°C.

Artsbestemmelser af *Penicillium* er ikke foretaget.

Alternaria spp.

Ved begyndelsen var hyppigheden ca. 100 pct. Hyppigheden aftager med stigende vandindhold, stigende temperatur og forøget lagertid, mest udpræget ved 24 pct. vandindhold.

Artsbestemmelser viste, at *A. tenuis* var langt den hyppigst forekommende.

Fusarium spp.

Ring hyppighed (0-7 pct.) ved vandindhold under og op til 21 pct. uafhængig af temperaturen. Ved 24 pct. er der stærk stigning efter 6 ugers forløb, ligeledes uafhængig af temperaturen, men med store variationer med angrebsprocenter op mod 100.

Følgende arter blev hyppigt iagttaget: *Fusarium culmorum*, *F. graminearum*, *F. avenaceum* samt enkelte *F. poae*.

Svampe med ringe forekomst

Tabel 6 giver en oversigt over de svampearter, der registreredes på maltagar rent sporadisk, formentlig er disse uden større betydning på grund af ringe hyppighed.

På salt-maltagar registreredes praktisk taget ikke andre end de allerede omtalte lagersvampe.

Rutinemæssigt noteredes endvidere forekomst af slimede kolonier (bakterier eller gærsvampe), hvis gennemsnitlige hyppighed var 5 pct.

Tabel 6. Oversigt over svampeslægter forekommende med ringe hyppighed i opbevaringsforsøg ved forskelligt vandindhold og forskellige temperaturer

Organisme	Undersøgt på maltagar	
	Gns. hyppighed %	Største hyppighed %
<i>Ascochyta</i>	1	1
<i>Acremoniella</i>	7	10
<i>Bakterier</i>	5	18
<i>Botrytis</i>	2	8
<i>Cephalosporium</i>	1	3
<i>Chaetomium</i>	1	1
<i>Cladosporium</i> *.....	1	27
<i>Epicoccum</i>	4	11
<i>Gliocladium</i>	1	1
<i>Gonotabotrys</i>	2	6
<i>Gærsvampe</i>	2	5
<i>Helminthosporium</i>	1	2
<i>Mucor</i>	2	2
<i>Papularia</i>	1	1
<i>Phoma</i>	1	1
<i>Pullularia</i>	3	7
<i>Pythium</i>	1	1
<i>Rhizopus</i>	19	50
<i>Stemphylium</i> **.....	1	18
<i>Streptomyces</i>	2	2
<i>Trichothecium</i>	5	21
<i>Ubekendt</i>	2	3
<i>Verticillium</i>	1	1

*. *Cladosporium herbarum*.

** Væsentlig *S. botryosum*.

**B. TEMPERATUROBSERVATIONER I BYG
MED 14, 20 og 26 PCT. VAND OPBEVARET I
SÆKKE VED STUETEMPERATUR.**

**ENDVIDERE IAGTTAGELSER OVER SPIRE-
EVNEN OG MIKROFLORAENS SAMMENSÆT-
NING**

Formålet med denne del af forsøget var at undersøge temperaturvariationerne i korn med forskelligt vandindhold, ved opbevaring i sække. Endvidere undersøgtes spireevnen, og den fremherskende mikroflora blev bestemt, ligesom vandindholdet blev kontrolleret.

Forsøgsmetodik

Hvor andet ikke er nævnt er anvendt samme forsøgsmetodik, som foran beskrevet. Undersøgelserne omfatter 2 forsøg på henholdsvis 4 1/2 og 5 mdr. Det anvendte byg var af god kvalitet og binderhøstet under bedst mulige forhold på Tystofte forsøgsstation. Til opbevaringen er anvendt papirsække i størrelsen 70×35 cm, der indvendig var foret med parafineret papir, således at fordampning ad denne vej var stærkt begrænset. Sæk-

kene rummede hver 32 kg. Vandindholdet var ret konstant ved 14 pct. i de to forsøg, hvorimod det var faldende ved 20 og 26 pct. mod forsøgets slutning, især i sidste forsøgsperiode.

Til registrering af temperaturen inde i sækkene anvendtes en tredobbelt termograf af typen Lambrecht, hvis følere var anbragt midt i sækkene. Rumtemperaturen blev registreret med en ekstra termograf. Prøveudtagningen blev foretaget med et spyd stukket ind i sækkene så nær temperaturføleren som muligt, således at de udtagne kerner repræsenterede det sted, hvor temperaturen målt. Spireevnen er her bestemt ved 2×100 kerner. Til undersøgelsen af mikrofloraen anvendtes 2×10 kerner til hvert substrat.

Forsøgsresultater

Temperaturkurver: De viste kurver (fig. 9 og 10) er en sammentrækning af termografens kurver. For at give et overskueligt billede af kurvernes indbyrdes forløb er gennemsnitsværdierne for 1 uge anvendt som enhed.

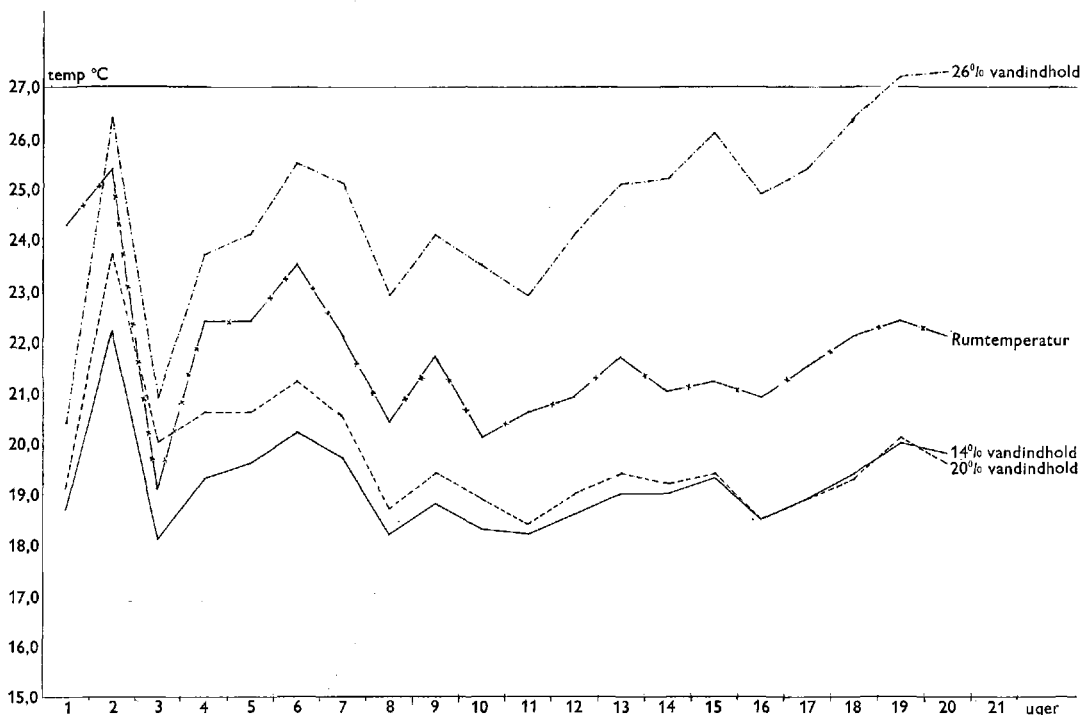


Fig. 9. Temperaturvariationer i byg opbevaret i sække ved stuetemperatur ved vandindholdet 14, 20 og 26 pct. 1. forsøg.

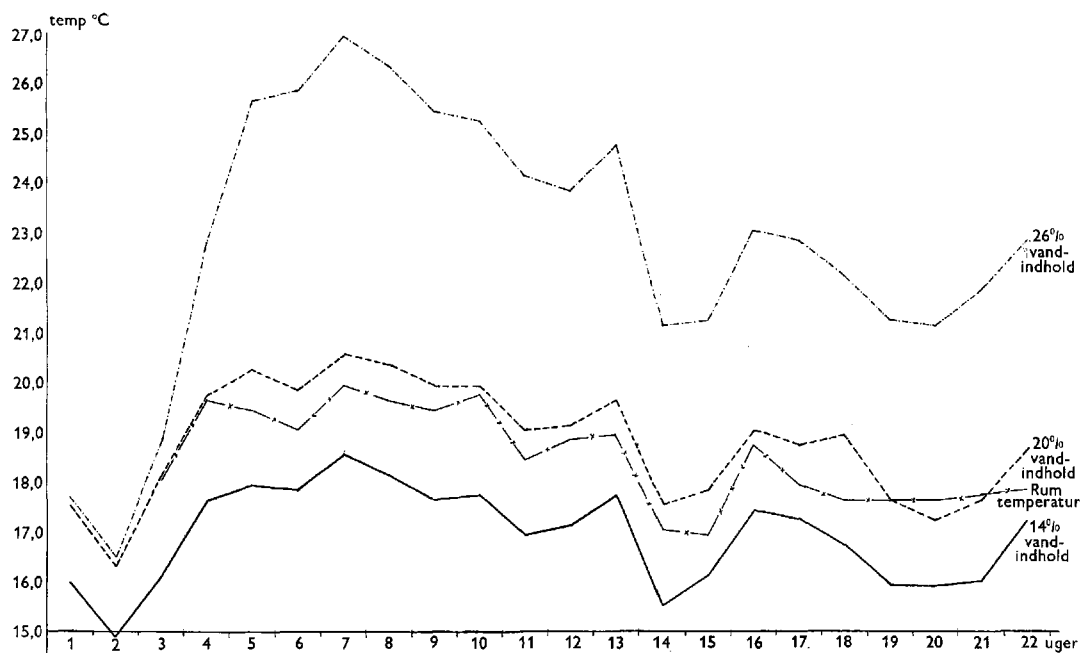


Fig. 10. Temperaturvariationer i byg opbevaret i sække ved stuetemperatur ved vandindholdet 14, 20 og 26 pct. 2. forsøg.

Ved at foretage en sammentælling af de enkelte temperaturer for hver dag får man endvidere angivet en temperatursum, der talmæssigt kan give udtryk for kurvernes beliggenhed, se tabel 7.

Samtlige kurver udviser store svingninger og følger i det væsentligste rumtemperaturen, dog således, at der er forskelligt niveau for kurvernes beliggenhed. Da der er tale om små partier, har der indstillet sig en ligevægt med rumtemperatur og »indertemperatur«, således at man ikke får de store temperaturstigninger, der ofte forekommer i siloer. Som det ses af tabel 7 er der alligevel en

Tabel 7. Temperatursum samt forholdstal for disse værdier

Kurvebetegnelse (se fig. 9 og 10)	Temperatursum C° samt forholdstal	
	1. periode	2. periode
Rumtemperatur	3053 - 100	2622 - 100
14 %	2687 - 88	2419 - 92
20 %	2754 - 90	2683 - 102
26 %	3443 - 113	3304 - 126

stor forskel på temperatursummerne ved 14 og 26 pct. vandindhold. Kurvernes beliggenhed svarer i rækkefølge i øvrigt til 14, 20 og 26 pct., altså stigende vandindhold medfører højere temperatur. I 2. forsøg bemærkes, at stigningen ved 26 pct. er temmelig stor, og tidspunktet falder nogenlunde sammen med stigningen i *Penicillium*udbredelsen efter ca. 5 ugers forløb. At samtlige kurver, mest udpræget ved 26 pct., derefter er faldende, skyldes formodentlig et tilsvarende fald i rumtemperaturen.

I øvrigt bemærkes, at rumtemperaturkurven i de 2 forsøg har forskellig beliggenhed (højest i 1. forsøg), der bevirker et højere niveau for kurverne (større temperatursum), uden at det i øvrigt influerer på kurvernes indbyrdes beliggenhed.

Spireevnen. I tabel 8 er angivet spireevnen i 1. forsøg. Ved 14 pct. ligger spireevnen højt hele tiden, hvorimod den ved 20 pct. viser en tendens til aftagen, og ved 26 pct. er spireevnen gået helt tabt efter 16 uger.

Tabel 8. Spireevnen i byg opbevaret i sække ved 14, 20 og 26 pct. vand indtil 19 uger.

Procent spireevne

Forsøgsled	1. forsøg Opbevaret antal uger				
	6	8	11	16	19
14 %	97	99	98	96	96
20 %	96	93	89	90	84
26 %	80	80	47	0	0

Mikrofloraen

1. forsøg: Ved forsøgets begyndelse dominerede *Alternaria* og *Pullularia*. *Fusarium* registreredes med ringe hyppighed.

Efter 2 1/2 måned fandtes ved 14 og 20 pct. vandindhold overvejende *Aspergillus* tilhørende *A. glaucus*gruppen, og ved 26 pct. dominerede *Penicillium* spp. Ved forsøgets slutning kunne *Alternaria* findes ved 14 og 20 pct. men ikke ved 26 pct. *Aspergillus* under *A. glaucus*gruppen dominerede ved 20 pct., hvorimod der overvejende blev fundet *A. candidus* ved 26 pct. *Penicillium* kunne registreres både ved 20 og 26 pct. vand.

2. forsøg: Ved forsøgets begyndelse var billedet det samme som i 1. forsøg. Hyppig *Alternaria*-forekomst, aftagende med tiden ved 20 og 26 pct. vandindhold og lav *Aspergillus*udbredelse stigen- de til maksimum efter ca. 2 måneder, væsentlig ved 20 pct. vandindhold for derefter at aftage no- get.

Penicillium kunne ikke registreres ved 14 pct. vand selv ikke i slutningen af forsøgsperioden. Ved 20 og 26 pct. var udbredelsen svagt stigende til maksimum efter 3 måneders forløb.

IV. Diskussion og konklusion

Nærværende beretning omfatter 2 hovedafsnit, hvor 1. afsnit indeholder undersøgelser over vand- indholdets, temperaturens og lagertidens indvirk- ning på spireevnen og svampefloraens sammen- sætning. I 2. afsnit er der gjort iagttagelser over de temperaturstigninger, der opstår i kornet ved mug- dannelse, når kornet opbevares med forskelligt vandindhold i sække.

Spireevnen reduceres i takt med stigende vand- indhold, temperatur og lagertid (tabel 2 og fig. 1-4).

Ifølge Christensen og Lopez 1963 (4) anses la- gersvampenes aktivitet som en væsentlig årsag til reduktionen, der kan skyldes en opslugning af næ- ring fra kimen. Men også andre faktorer kan un- der visse forhold spille en rolle i den henseende, bl.a. kan høj CO₂-koncentration være letal for ki- men. Ved lagring kan der i lagerforholdene efter- hånden opstå en sådan høj CO₂-koncentration som følge af mikroorganismers ånding (9). Denne faktor er i disse undersøgelser, som nævnt under forsøgsmetodikken, søgt elimineret ved at benytte plasticposer af typen højtrykspolyethylen, der har stor permeabilitet for O₂ og CO₂. Yderligere blev de kerner, der blev opbevaret ved højt vandind- hold og temperatur, »luftet« og hældt på nye po- ser for at undgå en eventuel ophobning af CO₂.

Ønskes spireevnen bevaret må det være af afgø- rende betydning at opbevare kornet under sådan- ne betingelser, at vækst af skimmelsvampe hindres. Som nævnt afhænger disse af kombinationen vandindhold, temperatur og lagertid. Eksempel- vis kan nævnes, at 15 pct. vandindhold ikke kan anføres som grænse for sikker opbevaring, da spi- reevnen ved dette vandindhold og høj temperatur, 30 °C, i løbet af 11 uger reduceres. I fig. 5 angives omtrentlige grænseværdier for disse 3 faktorer, når max. spireevne (90 pct.) ønskes bevaret.

Udover at reducere spireevnen indvirker svam- pevæksten på kernerens udseende, ved at disse bli- ver skrumpne og mørkfarvede, og ligesom ved spireevnens reduktion sker det i takt med forøgel- sen af vandindhold, temperatur og lagertid (tabel 3). Papavizas og Christensen 1960 iagttog samme forhold hos hvedekerner (12).

Kernerens udseende ændres ligeledes under op- bevaring og varierer fra at være uden mycelvækst til total dækning (sammengroet). Kun ledene med 15 pct. vandindhold var fri for synlig mycelvækst efter 41 ugers opbevaring (fig. 6).

Hyppigheden af de ved forsøgets begyndelse dominerende svampe som *Alternaria*, *Cladospo- rium* og *Stemphylium* (marksvampe) reduceres un- der opbevaringen især ved højere vandindhold og temperatur (tabel 4). Dette stemmer overens med undersøgelser foretaget af Lutey og Christensen 1962 (10), der dog omfattede forholdene ved lavere vandindhold. De enkelte svampes til-

stedeværelse er udtrykt i procent kerner med den pågældende svamp uden hensyn til mycelvækstens udbredelse, der i nogle tilfælde har været lille, således at de anførte tal mest angiver for stor udbredelse med hensyn til infektionsgraden. I disse undersøgelser gælder det navnlig *Alternaria*.

Som ventet øges hyppigheden af *Aspergillus* og *Penicillium* med øget vandindhold og temperatur (tabel 4). Dog har der været nogen forskel i artsfordelingen (tabel 5). Arterne tilhørende *Aspergillus glaucus*gruppen har væsentlig været repræsenteret ved 18 pct. vandindhold og noget mindre ved 21 pct. med størst udbredelse ved højeste temperatur. *A. versicolor* syntes hovedsagelig at være repræsenteret ved 21 og 24 pct. vandindhold stigende med temperaturen. Modsat syntes *A. candidus* at være hyppigst forekommende ved høj temperatur og mindre afhængig af vandindholdet. Andre arter af *Aspergillus* blev kun fundet i mindre omfang. *Penicillium*arter forekommer navnlig ved højt vandindhold (21 og 24 pct.), ved 30°C dog i mindre omfang. Ved højeste vandindhold og 30°C er det derimod navnlig *Fusarium*arter, der dominerer. Ved højt vandindhold kan *Fusarium* i visse tilfælde betragtes som en lagersvamp på linie med *Aspergillus* og *Penicillium*. Om dette vil forekomme i praksis er dog tvivlsomt, da et så højt vandindhold (24 pct.) yderst sjældent forekommer.

Hvis man forsigtigt skal vurdere, hvilke arter af lagersvampe der er mindst skadelige for spireevnen, må det ud fra disse resultater formodes at være visse arter hørende under *A. glaucus*gruppen.

Højt vandindhold i lagret korn kan forårsage temperaturstigninger som vist i figurerne 9 og 10. Man har tidligere antaget, at temperaturstigningen skyldes kernernes åndingsintensitet, men Hummel et al. 1954 (9) fandt, at dette i højere grad skyldes svampevækst. Af de viste figurer fremgår det, at temperaturen i kornet svinger i takt med rumtemperaturen, når kornet opbevares i små mængder. I øvrigt ligger temperaturen ved højt vandindhold over rumtemperaturen, således at der i store kornpartier under tilsvarende forhold ville være en fare for sammenbrænding på grund af kornets isolerende egenskaber.

Som endelig konklusion viser resultaterne, at sikker opbevaring af korn hovedsagelig afhænger af de tre faktorer vandindhold, temperatur og lagertid. Opgives et bestemt vandindhold som grænse for sikker opbevaring, må samtidig den anvendte temperatur og den ønskede lagertid tages i betragtning. Forøges blot en af disse faktorer, er der risiko for skadelig svampevækst med efterfølgende reduktion i spireevnen.

V. Sammen drag

Byg af sorten Ingrid opbevarede indtil 41 uger ved vandindhold 15, 18, 21 og 24 pct. samt temperaturerne 10, 15, 20 og 30°C i mulige kombinationer. Kernerne opbevarede i plasticposer med 500 g i hver, og hvert led bestod af indtil 8 gentagelser.

I takt med stigning i vandindhold, temperatur og lagertid forøgedes udbredelsen af lagersvampe *Aspergillus* og *Penicillium*. Som følge af lagersvampenes skadelige indvirkning reduceredes spireevnen. Kun ved 15 pct. vandindhold og temperaturer indtil 20°C bevarede spireevnen hele forsøgsperioden igennem.

Foruden reduktionen af spireevnen forårsagede lagersvampe misfarvning og skrumpning af kernerne. En makroskopisk bedømmelse af kernerne viste, at med stigende vandindhold og temperatur øges mycelvæksten, og denne udvikling forstærkes ved forøget lagertid. Kun kerner opbevaret ved 15 pct. vandindhold var uden synlig mycelvækst efter 41 ugers opbevaring. Kraftig mycelvækst er som regel ledsaget af muggen lugt, men muggen lugt kan dog også spores i lagret korn uden synlig mycelvækst.

Ved den mikroskopiske bedømmelse af svampevæksten benyttedes to substrater, maltagar og salt-maltagar (10 pct. NaCl). *Penicillium* forekom navnlig ved vandindholdet 21 og 24 pct. ved alle temperaturer undtagen 30°C. Arter tilhørende *Aspergillus glaucus*gruppen var væsentlig udbredt ved 18 pct. og noget mindre ved 21 pct. vandindhold med tendens til størst udbredelse ved højeste temperatur. Hyppigheden af *A. versicolor* var navnlig stor ved 21 og 24 pct. vandindhold stigende med temperaturen. *A. candidus* var hyppigst forekommende ved høj temperatur og noget min-

dre afhængig af vandindholdet. Forskellige *Fusarium* arter var hyppigt forekommende ved højt vandindhold uafhængig af temperaturen.

Undersøgelser over varmeudviklingen i forbindelse med mugdannelse undersøgte i byg opbevaret ved stuetemperatur i sække ved 14, 20 og 26 pct. vand indtil 5 mdr. Undersøgelserne viste, at temperaturen steg med stigende vandindhold og indstillede sig på niveau med ydertemperaturen og fulgte i øvrigt nøje dennes variationer.

Spireevnen bevarede til forsøgets afslutning kun i kerner opbevaret med 14 pct. vandindhold. Vækst af *Aspergillus* og *Penicillium* fandt væsentligt sted ved 20 og 26 pct. vandindhold.

VI. Summary

Fungusflora and germination at barley

Barley of the Ingrid variety was stored for up to 41 weeks with water contents of 15, 18, 21, and 24 per cent and at the temperatures of 10, 15, 20, and 30°C in all possible combinations. The grains were kept in plastic bags of 500 g each. Up to 8 replications were used.

In step with the increase of the water content, the temperature, and storage period, the spreading of the storage fungi *Aspergillus* and *Penicillium* increased. In consequence of the harmful effect of the storage fungi, the germination capacity was reduced. Only at a water content of 15 per cent and at temperatures up to 20°C, the germination capacity was retained during the whole experimental period.

Besides the reduction of the germination capacity, the storage fungi caused discoloration and shrinking of the germs. A macroscopic examination of the grains showed an increase in the mycelial growth in step with increasing water content and rising temperatures, and this development increased by extensions of the storage periods. Only grains stored with 15 per cent water content showed no visible mycelial growth after 41 weeks' storage. A strong mycelial growth is usually accompanied by a mouldy smell, but a mouldy smell may also occur without any visible mycelial growth. At the microscopic examination of the fungal growth two substrates, maltagar and salt-maltagar (10 per cent NaCl) were used. In particular *Penicillium* occurred at 21 and 24 per cent water content at all temperatures except 30°C. Species belonging to the *Aspergillus glaucus* group occurred in considerable numbers at 18 per cent and in somewhat smaller numbers at 21 per cent water content with a tendency to be most

widespread at the highest temperature. The frequency of *A. versicolor* was particularly high at 21 and 24 per cent water content and increasing with rising temperatures. *A. candidus* most frequently occurred at high temperatures, being to a somewhat smaller degree dependent on the water content. Various *Fusarium* species occurred frequently at large water content, independent of the temperature.

Investigations of the generation of heat in connection with the growth of mould were made with barley stored in bags for periods up to 5 months at room temperatures with 14, 20, and 26 per cent water content. The investigations showed that the temperature rose with increasing water content, adapting itself to the surrounding temperature level and closely following its variations. The germination capacity was, after the conclusion of the experiment, only retained in grains stored with a water content of 14 per cent. The growth of *Aspergillus* and *Penicillium* mainly took place at 20 and 26 per cent water content.

VII. Litteratur

1. Armolik, N., J. G. and A. D. Dickson: Deterioration of barley in storage by microorganisms. *Phytopathology* 46:457-461, 1956.
2. Christensen, Clyde M.: Invasion of stored wheat by *Aspergillus ochraceus*. *Cereal Chemistry* 39: 100-106, 1962.
3. Christensen, C. M., and H. H. Kaufmann: Deterioration of stored grains by fungi. *Ann. Rev. of Phytopath.* 3:69-84, 1965.
4. Christensen, C. M., and F. L. C. Lopez: Pathology of stored seeds. *Proceedings of the international seed testing association* 28(4):701-711, 1963.
5. Christensen, J. J.: Longevity of fungi in barley kernels. *Pl. Dis. Repr.* 47:639-642, 1963.
6. Christensen, J. J.: Variability of the microflora in barley kernels. *Pl. Dis. Repr.* 47:635-638, 1963.
7. Dickson, J. G.: Diseases of barley and their control. »Barley and Malt«: 161-205, 1962.
8. Hyde, M. B., and H. B. Galleymore: The subepidermal fungi in cereal grains. II. The nature, identity and origin of the mycelium in wheat. *Ann. appl. Biol.* 38:348-356, 1951.
9. Hummel, B. C. W., L. S. Guendet, C. M. Christensen and W. F. Geddes: Comparative changes in respiration, viability and chemical composition of mould free and mould contaminated wheat upon storage. *Cereal Chemistry* 31:143-150, 1954.
10. Lutey, R. W., and C. M. Christensen: Influence of moisture content, temperature, and length of stor-

- age upon survival of fungi in barley kernels. *Phytopathology* 53:713-717, 1963.
11. *Ostazeski, Stanley A., and Wayne M. Bever*: The microflora of stored and field-collected oats. *Pl. Dis. Repr.* 39: 591-596, 1955.
 12. *Papavizas, G. C., and C. M. Christensen*: Effect of invasion by individual species of *Aspergillus* upon germination and development of discolored germs in wheat. *Cereal Chemistry* 37:197-203, 1960.
 13. *Pionnat, J. C.*: Etude des alterations fongiques des grains d'orge en cours de conservation. *Ann. Epiphytes* 17 (2):203-214, 1966.
 14. *Snow, D.*: Mould deterioration of feeding stuffs in relation to humidity of storage. Part III. The isolation of mould species from feeding stuffs stored at different humidities. *Ann. appl. Biol.* 32:40-44, 1945.
 15. *Tuite, John*: Low incidence of storage moulds in freshly harvested seed of soft red winter wheat. *Pl. Dis. Repr.* 43:470, 1959.
 16. *Tuite, John F., and Clyde M. Christensen*: Grain storage studies XVI. Influence of storage conditions upon the fungus flora of barley seed. *Cereal Chemistry* 32:1-11, 1955.
 17. *Tuite, John F., and Clyde M. Christensen*: Time of invasion of wheat seed by various species of *Aspergillus* responsible for deterioration of stored grain, and source of inoculum of these fungi. *Phytopathology* 47:265-268, 1957.