

Stokløbning i kinakål
(*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr.)

Et litteraturstudium

Bolting in Chinese cabbage
(*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr.)

A literature review

Niels Poulsen
Institut for Grønsager
Årslev

Statens
Planteværnscenter
Lottenbergvej 2
2800 Lyngby, 02-872510

Tidsskrift for Planteavl's Specialserie



Statens
Planteavlsforsøg

Beretning nr. S 1972, 1988

Stokløbning i kinakål

(*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr.)

Et litteraturstudium

Bolting in Chinese cabbage

(*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr.)

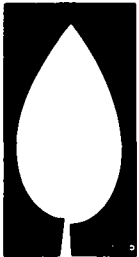
A literature review

Niels Poulsen

Institut for Grønsager

Årslev

Tidsskrift for Planteavl's Specialserie



Statens
Planteavlsvforsøg

Beretning nr. S 1972, 1988

STOKLØBNING I KINAKÅL (Brassica pekinensis (Lour.) Rupr.)

Et litteraturstudium

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Resume og nøgleord	4
Summary and keywords	4
1. Indledning	5
1.1 Opgavens målsætning	5
1.2 Udvælgelseskriterier for litteraturmaterialet	5
1.3 Definition på plantematerialet Hvad forstås ved kinakål?	6
1.4 Definition på stokløbning Hvad forstås ved stokløbning?	6
2. Plantens karakteristika	7
2.1 Historie	7
2.2 Kinakåls morfologi	9
2.2.1 Hovedtyper	9
2.2.2 Vurdering af graden af stokløbning	11
2.3 Kinakåls vækst	11
3. Bestræbelser på at undgå stokløbning og blomstring	12
3.1 Sortsvalget ved tidlig produktion af kinakål	12
3.2 Lysets og daglængdens betydning	13
3.3 Induktion af stokløbning	15
3.3.1 Rodtemperaturens betydning	15
3.3.2 Temperatur og daglængde.....	18
3.3.3 Vernalisationens faser	21
3.4 Antivernalisation	21
3.5 Opbygning af matematiske modeller til vurdering af stokløbningsinduktion	21
3.6 Beskyttelse mod lave temperaturer efter udplantning .	23
3.7 Bladantallets betydning	24
3.8 Bortskæring af bladareal	27
3.9 Plantealderens betydning	28
3.10 Ernæringens betydning	28
3.11 Vandmangels betydning	28
3.12 Plantehormoner	29
3.13 Planteforædling	30
4. Konklusion	32
5. Litteratur	34
6. Ordliste	40

RESUME

Litteraturen om kinakål er blevet gennemgået med henblik på undgåelse af stokløbning i tidlige hold, forår og tidlig sommer.

Gennemgangen viser, at man primært skal vælge en stokløbningsresistent sort, og at det er nødvendigt med en tiltrækning ved gennemsnitlig 20-22°C i op til 3 uger for at undgå stokløbning. Kortdagsbehandling kan ikke forhindre stokløbning, men lange dage (12-14 timer) vil forstærke stokløbning og blomstring.

Antivernalisation (varmebehandling efter induktion) giver kun beskedne resultater. Matematiske klimamodeller kan være til nogen hjælp i vurderingen af stokløbningsinduktionen. Bladantallet ser ud til at beskrive plantens udviklingstrin godt. Et hvert tiltag som kan øge væksthastigheden modvirker stokløbning. Ved indkrydsning af turnips vil stokløbningstendensen sandsynligvis kunne reduceres.

Nøgleord: Kinakål, Brassica pekinensis, stokløbning, fotoperiodicitet, temperatur, tiltrækning, bibliografi, blomstring, daglængde, planteforædling.

SUMMARY

The literature concerning bolting in chinese cabbage has been reviewed to avoid this problem in spring and early summer.

The results of the review indicate that it is of primary importance to choose a bolting resistant cultivar, and it is necessary to raise the plants at a mean temperature of 20-22°C in about 3 weeks to eliminate the bolting. Short-day treatment cannot eliminate the bolting, but long days (12-14 hours) will enhance bolting and flowering.

Antivernalization (heat treatment after induction) has only a very limited effect. Mathematical models can be of some help in evaluation of the bolting induction. The number of leaves seems to define the ontogenetic stage well. All treatments which can enhance the growth rate inhibit the bolting. Possibly crossing with turnips could reduce the bolting.

Key words: Chinese Cabbage, Brassica pekinensis, bolting, photoperiodicity, temperature, propagation, bibliography, flowering, plant breeding, day length.

1. INDLEDNING

I de senere år er produktionen af kinakål i Danmark vokset ganske betydeligt. Dette skyldes dels at forbrugerne har været interesseret i produktet, og dels at det har vist sig muligt at levere danskproducerede kinakål det meste af året.

Imidlertid er det vanskeligt at dyrke kinakål. Ganske vist er der fremkommet et bedre sortsmateriale, men produktionen forstyrres af flere alvorlige problemer. Heriblandt kan nævnes blomstrings- og stokløbningsproblemer, tipburn (nekrotiske bladrande), sorte misfarvninger af forskellig art, angreb af skadedyr og svampe, blødråd, og endelig kålbrot. Det kan diskuteres, hvilke der er de alvorligste, for undertiden kan blot en enkelt af disse næsten helt ødelægge et hold kinakål. I det tidlige forår og forsommeren, hvor der netop er mulighed for en ganske god indtjening på kinakål, er stokløbning hvert år et stadigt tilbagevendende problem.

1.1 OPGAENS MÅLSÆTNING

Formålet er at gennemgå emner vedrørende stokløbning i kinakål (Brassica pekinensis (Lour.) Rupr.) med henblik på at fjerne denne.

1.2. UDVÆLGELSESKRITERIER FOR LITTERATURMATERIALET

Litteraturen om kinakål er omfattende. Dette skyldes uden tvivl den store succes, som planten har fået de sidste 10 år i Europa og Nordamerika efter fremkomsten af F1-hybrider fra Japan i 1970'erne.

Materialet omfatter såvel videnskabelige som populære tekster om planten. Vurderingen er især baseret på primærkilderne af videnskabelig karakter.

1.3 DEFINITION PÅ PLANTEMATERIALET

Hvad forstås ved kinakål?

Kinakål har i lidt ældre litteratur omfattet såvel den ikke-hoveddannende pak-choi (Brassica chinensis) som den hoveddannende kinakål, pe-tsai (Brassica pekinensis). Det er dog nu ved at være almindeligt at navngive begge arter nationalt, hvor de anvendes, med hver sit navn. Plantefysiologisk set vil det være særdeles uheldigt, at undlade artsdelingen. Derfor omfatter søgningen kun den hoveddannende kinakål, Brassica pekinensis.

1.4 DEFINITION PÅ STOKLØBNING

Hvad forstås ved stokløbning?

Blomsterstandens hovedakse kaldes stilken eller stokken. Ved begrebet "indre stilklængde" forstås: længden fra hovedets basis til det øverste af stilken. Når andelen af denne i det enkelte hoved overstiger ca. 30% i forhold til total hovedhøjde, er der tale om en uacceptabel stor stokløbning.

I meget forsøgsarbejde betegnes planter med frie knopper eller blomster helt uden for hovedet som stokløbere. Denne sidste definition anvendes kun fordi den stiller små krav til behandling af forsøgsmaterialet og dermed er arbejdsbesparende. Den egner sig ikke til at give mere nøjagtige oplysninger om en behandlings effekt. På dette sene tidspunkt vil det almindeligvis være mere korrekt at tale om blomstring end om stokløbning.

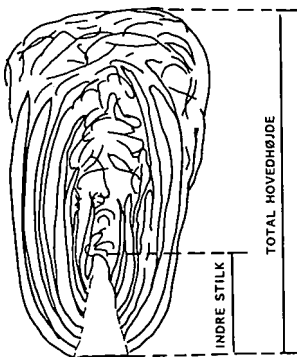


Fig. 1. Gennemskåret kinakål med indre stilk.

Fig. 1. Longitudinal section of chinese cabbage head with inner stalk.

2. PLANTENS KARAKTERISTIKA

2.1 HISTORIE

For at vurdere en arts muligheder på en given lokalitet er det ofte værdifuldt at vide noget om, hvor den stammer fra. Herudfra kan forskelle i klimabetingelser bedømmes. Hvis man desuden ved noget om, hvor den i øvrigt bliver dyrket, er man godt hjulpet. Sammenskrivning af kinakåls ældre historie findes bl.a. hos Bremer (1935) og Helm (1961). Desværre er denne næsten umulig at udrede. Således nåede allerede Bailey (1894) frem til, at Brassica chinensis er så uadskilleligt knyttet til pe-tsai (B. pekinensis) i havebrugs litteraturen, at han var ude af stand til at adskille deres individuelle historie.

Bretschneider (1898) fandt ved studium af kinesiske værker ud af, at man i Kina havde brugt planten som kulturplante i al fald siden det 5. århundrede. Ducros (1838) nævnede, at den stammer fra området mellem 35. og 40. nordlig bredde i Kina. Nakamura (1977) nævnede, at den blev indført i Japan fra Kina såvel i 1873 som i 1894 uden større held. Først efter et tredje forsøg i 1904 blev den accepteret og blev vidt udbredt i hele det centrale Japan. Dette bekræftes til dels af Marukawa (1975), som mente, at den kom til Japan i 1875, og at man forædlede planten i Kina op til århundredeskiftet, hvor frøkvaliteten var blevet så høj at grundlaget for plantens videre succes var skabt. Cirka 1915 kom den japanske frøproduktion i gang. I begyndelsen kunne man dog kun så frøene i sen-sommeren hen til efteråret, men i slutningen af 30'erne efter fremkomst af den såkaldte Nozaki-forårssort, blev det muligt også at så om foråret. Det ser ud til at hovedresultatet af dette forædlingsarbejde var bortselektion af en del af plantens kuldefølsomhed og den dermed tilknyttede tendens til stokløbning, idet Marukawa (1975) fandt, at man også kunne dyrke Nozaki-sorten i kølige bjergegne, og her afveg daglængden ikke fra lavlandet.

I det 18. århundrede, Ducros (1838) nævnede 1770, kom de første frøprøver af "Pekingkål" til Europa med missionærer og blev dyrket i forskellige botaniske haver (Paris, Leiden, St. Petersburg) (Helm 1961). I første omgang var der dog ingen, der tænkte på planten som en bladgrønsag. Det franske frøfirma "Vilmorin" fik således allerede i 1836 en frøprøve uden at det medførte at planten blev en grønsag. Hovedårsagen hertil har formentlig været, at man forsøgte at dyrke planten først på året, og derfor ikke blev klar over, at stokløbningen overhovedet kunne forhindres. Man var enige om, at denne plante egnede sig bedst som olie- eller foderplante, og aldeles ikke som grønsag! Dyrkningsforsøg adskillige steder i Europa i slutningen af 1800-tallet ændrede ikke herved. Den 13. oktober 1904 lykkedes det en parisisk grønsagsgartner, Curé, at høste et 3,5 kg tungt eksemplar, som blev udstillet af "Societe nationale d'Horticulture de France" (Bois 1927), men heller ikke denne begivenhed gav anledning til ønske om dyrkning. Sådan forblev det i Frankrig op til 1927, hvor Bois skrev, at planten kun var en kuriositet i franske haver. Hvad der skete med den første frøsending til St. Petersburg er ukendt. Men i England vides, at resultatet var nøjagtigt det samme som i Frankrig. Planten blev stort set kun dyrket i den botaniske have i Kew.

Der findes ingen forsøgsbeskrivelser fra Tyskland før i midten af det 20. århundrede. Men i 1942 anbefalede Wetsel (1942) at anvende denne plante i højere grad. På dette tidspunkt var planten kendt i Østrig, Schweiz og Sydtykland (Seitz 1974), hvor såkaldte Cantoner- og Granat-typer var udbredt.

I Nordamerika fik planten langt tidligere sit gennembrud som grønsag. Allerede i slutningen af 1800-tallet tiltrak den sig opmærksomhed. Herklots (1972) nævnede, at Bailey først dyrkede den i 1883 fra frø fra Kew og endvidere i 1890, -91 og 92 fra frø fra Japan, så der må åbenbart trods alt have eksisteret en smule dyrkning eller en frøkollektion i Japan. Fairschild (1918) gjorde en stor indsats for at få den accepteret som frisk salat i USA. Dette lykkedes faktisk, sikkert hjulpet af de mange indvandrere fra Sydøstasien, som var bekendt med den fra deres hjemlande, og i næsten

hele dette århundrede har den været udbredt i store dele af Nordamerika. I plantens oprindelige udbredelsesområde, Sydøstasien, gik den ikke af brug i mellemtiden. Planten har i dag en særdeles dominerende position i Japan.

En af hovedårsagerne til at planten i lang tid havde svært ved at blive optaget som grønsag på den nordlige halvkugle har utvivlsomt været dens store tilbøjelighed til at løbe i stok i disse områder. Det genetiske materiale var også for uensartet, så der var al mulig grund til at sætte et forædlingsarbejde i gang, der kunne tilpasse materialet til klimabetingelserne og gøre materialet ensartet. I 1970'erne lykkedes det at lave F1-hybrider i Japan. Herved opnåede man umiddelbart, at materialet blev langt mere ensartet. Fortsat var det vanskeligt at dyrke kinakål om foråret og forsommeren i Nordeuropa på grund af det kølige klima og de ret lange dage, som begge fremmer stokløbning. Men blandt de producerede F1-hybrider ser det nu ud til, at nogle enkelte har en vis resistens mod stokløbning. Et fortsat forædlingsarbejde vil utvivlsomt føre til endnu større stokløbningsresistens.

2.2 KINAKÅLS MORFOLOGI

2.2.1 Hovedtyper:

Noget af det mest karakteristiske ved kinakål er hovedet og bladernes form og størrelse. Der har endnu ikke dannet sig nogen sædvane til beskrivelse heraf. Nedenfor angives derfor nogle eksempler på beskrivelsesmetoder.

I en inddeling anføres følgende (Lee, 1984; Helm, 1961):

1. var. laxa: Danner et løst åbent hoved kendt som "den blomsterhjernede type". Bladspidserne og den øverste del af hovedet kan være oprette eller udaf afrundet og er gule eller lysegule i farven.
2. var. cylindrica: Danner et kompakt hoved som er opret og

aflangt i formen, og eventuelt med en god lukning. Hovederne er mere eller mindre spidse i toppen og bladene er spiralsnoet sammensvøbt.

3. var. cephalata: Den mest almindelige type. De store kompakte hoveder kan enten være ægformede eller omvendt ægformede. Svøbbladene og de ydre hovedblade runder indad og overlapper toppen. Afhængig af hovedformen af sorten kan den også inddeles i den runde, spids ægformet eller flade type.

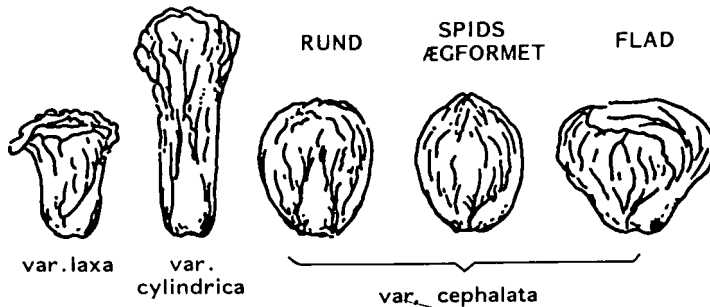


Fig. 2. Forskellige hovedtyper af kinakål (Lee, 1984).

Fig. 2. Different types of chinese cabbage (Lee, 1984).

En anden inddeling tager udgangspunkt i bladenes vægt og antal (Lee, 1984; Ito og Kato, 1957):

1. "Den bladtunge type", hvor bladene består af forholdsvis få, men temmelig tunge blade.
2. "Den mangebladede type", hvor hovederne består af mange blade med en mindre enkeltvægt.
3. "Mellemtypen".

2.2.2 Vurdering af graden af stokløbning.

Ideelt set vil man gerne ned på maksimalt 5-10% indre stilk. Dette hænger ikke blot sammen med, at der ellers er en stok til stede, men også at hoveder med begyndende stokdannelse erfaringsmæssigt er forholdsvis løse hoveder, altså hoveder med en ringere kvalitet. I Belgien er anvendt følgende figurer til vurdering af stokløbningsgraden (Benoit et al., 1981):

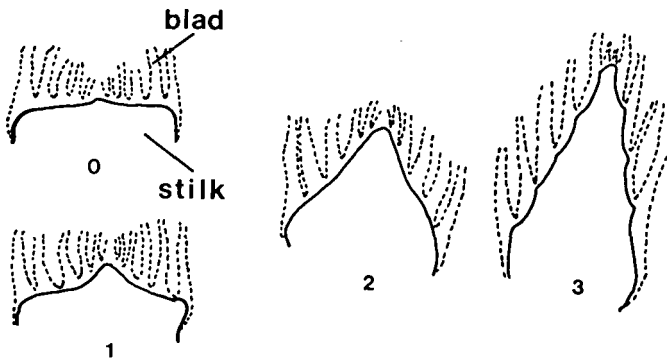


Fig. 3. Forskellige stadier som blomsterudviklingen kan inddeles i (Benoit et al., 1981).

Fig. 3. The development of flowerstalk can be divided in separate states (Benoit et al. 1981).

Men se også fig. 1.

2.3 KINAKÅLS VÆKST

Man har i lang tid været klar over, at kinakål vokser hurtigt (Bremer, 1935). Dette hænger sammen med, at kinakål høstes på et ungt stadium og således næppe når at forlade den første vækstfase, som forløber eksponentielt.

3. BESTREBELSER PÅ AT UNDGÅ STOKLØBNING OG BLOMSTRING

3.1 SORTSVALGET VED TIDLIG PRODUKTION AF KINAKÅL

Desværre er der en del forvirring omkring sortsnavnene i kinakål. Det vil derfor være til stor hjælp at få kinakål på EF's sortslister.

Ved produktion, hvor udplantningen sker før ca. 15. juli, risikerer man let stokløbning. Dette har længe været kendt. Problemet har været det samme i hele Nordeuropa. Udvikling af bedre sorter vil sandsynligvis kunne reducere dette problem.

Der er allerede lavet en del sortsforsøg. Ideelt set burde der kun nævnes resultater fra Danmark. I flere tilfælde ser det dog ud til, at det er nogle af de samme sorter, man har fundet mest stokløbningsresistente i nabolandene, hvorfor også materiale herfra er medtaget.

I Tyskland blev følgende sorter tidligere betegnet som anvendelige til tidlig produktion: cvs. Early Top, Spring A1, Early Market, Nagaoka WR 50 og Hongkong (Buschmann og Heinen, 1978; Cleve et al., 1981).

Ved sortsforsøg i Storbritannien fandt man, at til tidlig produktion var cv. Spring A1 bedst, men cv. Tip Top var også rimelig god (Wood, 1980).

I Norge anbefales cv. Nagaoka 50 (Holst, 1979), men her ønskede man (Balvoll, 1985), at få sorter som var endnu mere resistente mod stokløbning end 'Nagaoka 50'. Under norske forhold skulle det gælde cv. Early Jade Pagoda og Kinap. Den første var her lige så tidlig som cv. Nagaoka 50.

I Danmark (Blankholm 1982) var sorterne Ally og Kinap anerkendt til tidlig brug indtil anerkendelsessystemet ophørte i 1983. Forsøgene, som førte til denne anerkendelse, blev udført i 1979 og 1980. Desværre indgik cvs. Nagaoka 50 og TS 1 ikke i disse forsøgsserier. I forsøg i 1984 (Larsen, 1985) kom de med. Man fandt at sorterne TS 1, Hongkong og Nagaoka 50 var de mest velegnede til det tidlige fiberdugsdækkede hold udplantet den 2. april. "30% indre stilkklængdereglen" overskred de dog alle. I et senere udækket hold udplantet den 24. april var TS 1 langt den bedste. Den indre stilkklængde var

her helt nede på 14%. Hongkong og Ally klarede sig også rimeligt godt i denne henseende, men havde andre kvalitetsproblemer, som trak ned.

Konklusionen på den gennemførte gennemgang af materialet vedrørende sorterne er, at i Danmark pegede forsøgene på sorten TS 1, som den bedste sort til tidlig produktion. Ikke blot på grund af dens resistens mod stokløbning, men også på grund af flere andre gode egenskaber. Det skal dog nævnes, at der er nogen utilfredshed med dens hovedform, som gør den vanskelig at pakke i visse standardkasser! Men da udviklingen på sortsområdet nu sker meget hurtigt, vil der snart findes adskillige alternativer til denne sort både hvad stokløbningsresistens angår og flere andre forhold, så der er grund til optimisme.

3.2 LYSETS OG DAGLÆNGDENS BETYDNING

Lys er elektromagnetisk stråling. Denne kan have forskellig spektralsammensætning (lyskvalitet), og ved de enkelte bølgelængder kan intensiteten være forskellig.

I forbindelse med fotosyntese har alene området mellem 350 og 740 nm interesse. Det gulgrønne lys i området fra 500-600 nm er inaktivt, hvis der ikke tilføres lys med andre bølgelængder. Fotosyntesens vigtigste stoffer i højere planter er klorofyl a og klorofyl b.

Lys kan have fotomorfo-genetisk effekt. Dvs. plantens udvikling afhænger af lysets kvalitet, intensitet og daglængden. Det vigtigste stof i forbindelse med disse processer menes at være fyto-krom. Dette optræder i to former, hvor den rødt-absorberende blå form (Pr) absorberer omkring 667 nm og den lang-rødt absorberende form (Pfr) absorberer omkring 724 nm. I praksis har det derfor betydning, hvordan forholdet er i lyset mellem disse bølgelængder.

Kinakåls fotosyntese er ringe undersøgt. I et af de få bidrag undersøgtes fluktuerende lys virkning på fotosyntesen. Et sådant lys kunne dog ikke øge effektiviteten (Kurata et al., 1984).

Angående bladernes lysfølsomhed fandt man i en anden undersøgelse, at hverken helt nye eller de ældste blade reagerede fotomorfo-

genetisk over for lys. Derimod var bladene her imellem overordentlig følsomme. Især drejede det sig om disse blades øverste del og hovednervens adaxiale (ventrale) side, men også resten af bladarealet var mere følsomt end de helt nye eller de ældste blade (Kato, 1966).

Det er påvist, at bladene blev indadstræbende, når planten blev flyttet fra fuld lysintensitet til mindre end 20% lysintensitet og omvendt stræbte de gradvist udad, hvis man flyttede planter fra mørke rum til steder med lidt mindre end 20% lysintensitet. Endelig fandt man, at blått lys forsinkede den indadstræben som skygningen kunne fremprovokere. Det omvendte blev ikke påvist for rødt lys (Kato, 1966).

Ved forskellig lysintensitet er fundet (Lee, 1984), at såvel bladvæksten som hoveddannelsen afhænger heraf. Lange bølgelængder (rødt lys) skulle svare til lave lysintensiteter, medens korte bølgelængder (blåt lys) skulle svare til en høj lysintensitet. Da det er væksten af brede blade, som er nødvendig for hoveddannelsen, og disse dannes under en stor lysintensitet, må man ud fra dette konkludere, at det i hoveddannelsesfasen gælder, at blått lys og stor lysintensitet fremmer hoveddannelsen. Der synes dog at være modstrid mellem resultaterne (Kato, 1966; Lee, 1984).

Brug af glødelamper under tiltrækningen bør undgås, da det må frygtes, at det store indhold af langrødt lys i dette kan fremme stokløbning (Balvoll, 1984).

I en anden undersøgelse blev såvel temperatur som lysets betydning under tiltrækning undersøgt (Krug og Kling, 1982). Man fandt, at stokløbning især forekom, når det relativt svage lys som her anvendtes til daglængdeforlængelse blev givet ved en højere temperatur (20°C i stedet for 10°C) eller med en højere lysintensitet (500 lx i stedet for 80 lx). Den kraftigste stokløbningsreaktion på lang dag blev fundet ved en kombination af høj temperatur og høj lysintensitet (20°C , 500 lx) under daglængdeforlængelsen.

Man bør altså ikke blot interessere sig for gennemsnitstemperaturen for døgnet, når man vil tolke effekten af forskellige tiltrækningsmetoder, men må nødvendigvis vide noget om hvilke temperaturer og lysintensiteter, der har været i den lyssvage del af

døgnet.

Som det fremgår af ovenstående er lysets betydning for stokløbning ikke færdigundersøgt.

Hvis tiltrækning af kinakål sker ved høj temperatur er en kortdagsbehandling nytteløs (Krug og Kling (1982), Elers (1982)). Den vil blot forsinke plantevæksten på grund af den ringere lystilførsel. Derimod vil en kortdagsbehandling være gavnlig, hvis man ikke er i stand til at give en høj temperatur. Men en kortdagsbehandling kan aldrig helt erstatte en tiltrækning ved høj temperatur.

I følge norske undersøgelser har daglængden betydning for hvilken temperatur der er kritisk for stokløbning (Moe og Guttormsen, 1985). Hvis planterne blev tiltrukket under normal daglængde (her 15-17 timer), var den kritiske temperatur ca. 15°C. Under kortdagsforhold (10 timer) var den kritiske temperatur for henholdsvis stokløbning og blomstring 12 og 15°C. I danske undersøgelser er ikke påvist nogen effekt af kortdagsbehandling (Jensen, 1978).

3.3 INDUKTION AF STOKLØBNING

3.3.1 Rodtemperaturens betydning.

På et hvilket som helst trin i kinakålsplantens udvikling er den følsom for kuldepåvirkning og kan danne blomsterknopper og løbe i stok (Elers 1982). Man har i lang tid antaget, at denne kuldefølsomhed var knyttet til bladenes vækstpunkt, som det er almindeligt i mange plantearter. Imidlertid har forsøg udført i Israel (Pressman og Negbi, 1981) vist, at denne antagelse måske har været forkert eller i al fald mangelfuld, idet man fandt, at blot roden blev holdt ved en høj temperatur (i disse forsøg 30°C), kunne man ikke inducere stokløbning eller blomstring ved en daglængde på ca. 13 timer. Ved en daglængde på 16 timer lykkedes det dog selv under disse forhold at inducere stokløbning, men der forekom ingen blomstring. Hvis disse forsøgsresultater viser sig at kunne underbygges i fremtidige forsøg, har man fået en meget nyttig viden, med hensyn til hvad man skal være opmærksom på under tiltrækning. Det kan dog ikke helt udelukkes, at den høje rodtemperatur simpelthen har opvarmet bladvækstpunktet til trods for isolering mellem luft og rod.

Tabel 1. Rodtemperaturens og daglængdens betydning for stokløbning og blomstring^{e)} af vernaliserede^{f)} kinakål cv. Michihilli (Dagtemperatur 10°C, nattemperatur 5°C).

Table 1. Bolting and flowering^{e)} of vernalized^{f)} Chinese cabbage cv. Michihilli as affected by root temperature and day length (Day temperature 10°C, night temperature 5°C).

Behandling Treatment	Stokløbere Bolting		Stilklængde cm Stem length cm		% blomstring Flowering (%)	
	(%)		ND	LD	ND	LD
	ND ^{g)}	LD ^{g)}				
(a) Top vernaliseret rødder ved 30°C Tops vernalized roots at 30°C	0	88	0	3.9 ± 0.5	0	0
(b) Top vernaliseret rødder ved 10°/5°C Tops vernalized roots at 10°/5°C	100	100	2.6 ± 0.4	29.3 ± 4.1	0	70
(c) Kontrol vernaliseret planter Control vernalized plants	100	100	6.8 ± 1.1	47.8 ± 5.2	14	100
(d) Kontrol ikke-vernaliserede planter Control non-vernalized plants	0	50	0	13.7 ± 2.1	0	16

e) 55 døgn efter vernaliseringsbehandling.
55 d after end of vernalization treatment.

f) 10 døgn ved 10°/5°C
For 10 d at 10°/5°C

g) ND - Naturlig daglængde ca. 13 timer, LD - Langdag ca. 16 timer.
ND - Natural day length, LD - Long day.

(Efter Pressman & Negbi, 1981)

Tabel 2. Rodtemperaturens betydning for stokløbning og blomstring^{e)} af vernaliserede^{f)} kinakål cv. 'Spring A' under LD (dagtemperatur 10°C, nattemperatur 5°C).

Table 2. Bolting and flowering^{e)} of vernalized^{f)} Chinese cabbage cv. Spring A under LD, as affected by root temperature (day temperature 10°C, night temperature 5°C).

Behandling Treatment	Stokløbere Bolting (%)	Stilklængde cm Stem length cm	% Blomstring Flowering (%)
(a) Top vernaliseret rødder ved 30°C Tops vernalized roots at 30°C	0	0	0
(b) Top vernaliseret rødder ved 10°/5°C Tops vernalized roots at 10°/5°C	100	15.9 ± 3.8	50
(c) Kontrol vernaliserede planter Control vernalized plants	100	17.0 ± 4.6	50
(d) Kontrol ikke-vernaliserede planter Control non-vernalized plants	0	0	0

e) 55 døgn efter vernaliseringsbehandlingen.
55 d after end of vernalization treatment.

f) I 30 døgn ved 10°/5°C.
For 3 d at 10°/5°C.

(Efter Pressman & Negbi, 1981)

3.3.2 Temperatur og daglængde.

Allerede i 1946 (Lorenz) fandt man ud af, at kinakål ville forblive i det vegetative stadium i længst tid, hvis de blev dyrket ved høj temperatur. Man anbefalede godt 21°C. Temperaturen betydning for kinakåls vækst og morfologiske og anatomiske udvikling har siden været genstand for mange undersøgelser, som havde til formål, at kvantificere vernaliseringen. Således fandt en gruppe i Japan (Matsui et al., 1978), at man kunne vurdere temperaturens effekt på blomsterstilkudviklingen ud fra følgende udtryk (let omskrevet):

$$dV = (\log_{10}(dT^{0.5})) \times dt^2$$

hvor dV er enkeltbidraget til induktionen, dT er temperaturforskellen mellem 20°C og den lave vernaliserende temperatur og dt er varigheden af den enkelte temperaturbehandling.

Den samme gruppe udbyggede snart efter (Mori et al. 1979) denne formel for blomsterstilkudvikling ved at indsætte følgende enkeltbidrag

$$dV = \log_{10}(P \times dT^{0.5}) \times dt^2$$

hvor den nye faktor P er en funktion, der beskriver fotoperioden (daglængden).

Umiddelbart er det lidt svært at se, hvilken betydning sådanne matematiske formler kan have for praksis. Men som det fremgår af formlerne, tager de udgangspunkt i en bestemt inducerende temperaturetærskel (f.eks. 20°C), hvorudfra dT let kan findes på et givet tidspunkt. Endvidere indgår erfaringer (funktionsforløb) for fotoperiodens induktion og den enkelte tidsperiode dt indgår med stor vægt nemlig som kvadratet. Den samlede induktion f. eks. under tiltrækning findes ved at integrere dV i hele det tidsrum som til-

trækningen varer.

Temperaturens betydning for den interne morfologi og bladudviklingen er også blevet undersøgt (Ootake, 1981, 1982). Målet var at beskrive udviklingen af hoveder. Arbejdet resulterede i en lang række resultater, der beskriver hovedudviklingen. Den inducerende faktor, kunne dog ikke uddrages heraf. Hovedudvikling synes dog at være et resultat af en hæmmet strækningsvækst i cellerne ind mod hovedaksen (den adaksiale side). Denne udvikling forløb lettere ved 10-15°C end ved 18-23°C eller 25-30°C.

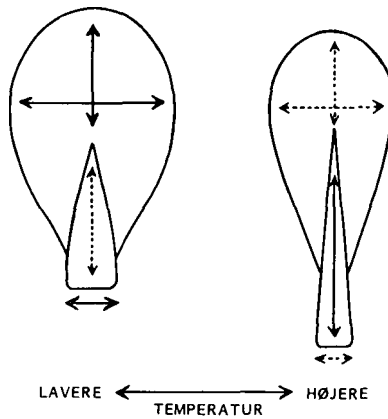


Fig. 4. Effekt af temperatur på vækst af bladplade og midtribbe. Bladplade-udfoldelsen er større, når temperaturen bliver lavere, og modsat ringere, når temperaturen bliver højere. Men midtribbe-strækningen er større ved højere temperatur og lavere ved lavere temperatur. De fuldt optrukne pile illustrerer kraftigst vækst og de stibede pile illustrerer mindre vækst. (Efter Ootake 1981).

Fig. 4. The effect of temperature on the growth of the lamina and midrib. Lamina expansion is larger as the temperature becomes lower and, conversely, smaller as the temperature becomes higher. Bug midrib elongation is larger at higher temperatures and smaller at lower. Arrows represented with solid lines show large growth, and the ones with broken lines show smaller growth. (From Oorake 1981).

Nogle af de mest grundige undersøgelser vedrørende stokløbning i kinakål er udført ved Hannovers Universitet. Især er betydningen af vernalisation (kuldebehandling) blevet undersøgt. Dette er sket såvel i klimakammerforsøg som under frilandsbetingelser. Af det ret omfattende materiale konkluderede man (Elers, 1982), at under vedvarende kuldebehandling (vernalisation) blomstrer kinakål også under kortdagsbetingelser (8 timer). Ved kortvarig kuldebehandling (vernalisation) havde langdag (14 timer) en fremmede effekt på såvel blomsterdannelsen som måske især stokløbningen. Den afgørende påvirkning for blomsterdannelsen var kuldebehandling (vernalisation), lang dag havde blot en fremmede virkning.

Det blev påvist, at kinakål er modtagelig for vernalisation på alle stadier. Følsomheden tiltog svagt med stigende plantealder. Det virksomme temperaturområde for blomsterinduktion lå mellem 0°C og 18°C , og -3°C havde ingen virkning. Området fra 5°C til 8°C viste sig at være det aller mest følsomme temperaturområde. En fuldstændig vernalisation blev ved $5-8^{\circ}\text{C}$ fundet allerede efter 16 dages behandling. Ved henholdsvis konstant temperatur og vekseltemperatur (høj dag- lav nattemperatur), men ved samme middeltemperatur for døgnnet, er fundet en forsinkende effekt af vekseltemperatur (Elers, 1982; Guttormsen og Moe, 1985b).

I Hannover blev ovennævnte forsøgsserie fulgt op af flere. Det blev fundet (Elers og Wiebe, 1984b), at en forøget vernalisationsvirkning kunne afløses af et faldende bladantal. Det blev bekræftet, at vernalisation kunne begynde allerede under spiring af frøet. Men i modsætning til tidligere resultater (Elers, (1982) fandt man nu en konstant vernalisationsfølsomhed fra spiring og til høst. Inducerende temperaturer blev fundet i hele området fra 0 til 20°C , og den korteste vernaliseringsvarighed blev igen fundet i området fra 5 til 8°C . I dette område var blot 1 uges vernalisering nok til en let stokløbningsinduktion! For fuldstændig vernalisering krævedes 3 uger. For at opnå den samme effekt uden for dette temperaturområde fandt man, at den nødvendige vernaliseringsvarighed forøgedes ganske betydeligt, ved temperaturer under 5°C , her var altså en lavere følsomhed, medens den ved temperaturer over 8°C kun forøgedes moderat. Lange dage forøgede stokløbningstendensen,

når temperaturen steg efter en ufuldstændig vernalisation. Under konstant lave eller høje temperaturer blev der ikke observeret nogen daglængdevirkning.

3.3.3 Vernalisationens faser.

Vernalisationen kan opdeles i to faser (Mero og Honma, 1984a):

1. fase: Lav temperatur er hovedklimafaktoren, og denne inducerer reproduktiv (generativ) vækst.
2. fase: Udvikling af reproduktive organer, herunder blomsterstilk (stok). Påvirkelig af faktorer som daglængde, temperatur, fugtighed, ernæring o.s.v.

3.4 ANTIVERNALISATION

Antivernalisationsmulighederne, altså det at ophæve en vernalisation med en efterfølgende varmebehandling er også blevet undersøgt i Hannover (Elers og Wiebe, 1984a). Udgangspunktet var resultater opnået med kepaløg (Heath, 1943) og med bladselleri (Sachs og Rylski, 1980) med høj temperaturbehandling. Man fandt, at en temperaturforøgelse fra 18 til 26°C under tiltrækning af kinakål forsinkede stokløbning, selv om det kun forøgede bladantallet meget lidt. Resultaterne var dog ikke særlig markante.

3.5 OPBYGNING AF MATEMATISKE MODELLER TIL VURDERING AF STOKLØBNINGSINDUKTION

Formålet med at opbygge matematiske klimamodeller for stokløbning i kinakål kan være flere. For det første ønsker man at vide hvilke klimakrav den enkelte sort stiller for ikke at løbe i stok. Alle hidtil kendte sorter kan, især efter kuldepåvirkning, løbe i stok. Det er kun et spørgsmål om hvor lang tid, der går inden de gør det. Hvis hovedudviklingen ikke kan være tilendebragt forinden en given temperatursum er overskredet, er sorten uanvendelig.

For det andet kan det være værdifuldt at kunne følge klimaud-

viklingen under dyrkningen, således at man henholdsvis kan dække planterne til eller fjerne dækkematerialet, eller høste dem lidt tidligere (3-4 dage), hvis visse klimagrænser overskrides.

Bestræbelserne på at opbygge matematiske prognosemodeller er ikke af ny dato. Allerede i 1956 offentliggjorde Yamasaki en sådan i Japan. Ved at summere enkeltbidrag af formlen: $T = (A - B/k) n$ hvor

T: en konstant ($^{\circ}\text{C}$) med forskellig værdi afhængig af sort

A: den lufttemperatur som inducerer blomstring i sorten

B: lufttemperaturer lavere end A

k: en værdi som refererer til plantens udviklingstrin

n: antal dage som planten udsættes for lavere temperaturer end A.

For sorten 'Nozaki Harumaki 1' er $T = 87^{\circ}\text{C}$, $A = 13^{\circ}\text{C}$ og k fremgår af følgende tabel:

Antal dage efter såning	7	14	21	28	42	49
k	1,02	1,02	1,03	1,06	1,10	1,28

Formlen beskriver forløbet af blomstringsinduktionen. Når summen når op på T eller overskrider denne, har blomstringsinduktionen fundet sted.

Efter flere års diskussion af anvendeligheden af Yamasakis formel forenkledede Nakamura (1977) den, således at summens enkeltbidrag var af formen: $T = (13 - x)y$ hvor

x: lufttemperaturer under 13°C .

y: antal dage med minimumslufttemperaturer under 13°C .

Blomstringsinduktionen angives også ifølge denne formel at have

fundet sted, når summen af lave temperaturer (kuldesummen) når op på eller overskrider 87°C .

Såvel Yamasaki som Nakamura opnåede deres resultater under japanske klimabetingelser. Det var således usikkert, om man blot kunne overføre deres resultater til europæiske forhold. Derfor inddrog Robier (1979) dette spørgsmål i en serie forsøg i Østrig, som bl.a. fik til formål at undersøge anvendeligheden af Nakamuras formel. Han benyttede de 3 sorter: 'Granat' (Vilmorin), 'Spring A1' (Takii) og 'Nagaoka WR 60' (Takii). Han nåede herved frem til, at Nakamuras formel var anvendelig. Det var blot ikke muligt, som hævdet af Nakamura, generelt at anvende en kuldesum på 87°C , man måtte finde den kritiske kuldesum for hver enkelt sort.

I praksis anbefalede Robier (1979):

1. Hvis den kritiske kuldesum overskrides inden hoveddannelsen er begyndt, vil det pågældende hold kinakål aldrig blive salgsklare inden stokken bryder igennem, hvorfor man må kassere dette hold straks.
2. Hvis den kritiske kuldesum overskrides efter at hoveddannelsen er igang, bør kålene høstes hurtigst muligt, da man i modsat fald risikerer strækningsskader i kålene, hvorved mange kål vil gå tabt.

Den kritiske kuldesum for de 3 sorter blev fundet til: 'Granat' og 'Nagaoka 60': 120°C , 'Spring A1': $250-270^{\circ}\text{C}$.

Et andet resultat af Robiers arbejde var påvisning af, at blomstringsinduktionen resulterede i ophør af bladdannelsen, hvilket støttede Nakamura (1977), som fandt at den vegetative og generative fase konkurrerede i planten.

3.6 BESKYTTELSE MOD LAVE TEMPERATURER EFTER UDPLANTNING

Som det fremgår af ovenstående, er det ikke i det tidlige forår nødvendigvis tilstrækkeligt at planter er tiltrukket varmt. Efter udplantning er det stadig en fordel at sikre så høj en temperatur som muligt. Dette kan gøres med flere forskellige dækkematerialer.

Det anbefales, at dække i 4-5 uger, f.eks. ved udplantning fra 2. uge i april. 2-4% hulareal i plastfolie var bedst (Henriksen, 1985). Men anvendelse af plastfolie kan være problematisk på varme dage på grund af faren for overophedning og fysiologiske skader. Anvendelse af fiberdug, som giver en mindre temperaturforøgelse end plastik, vil kunne formindske denne risiko. Helt tidlig i sæsonen kan fiberdug og plast evt. kombineres.

3.7 BLADANTALLETS BETYDNING

Som nævnt er det vigtigt at få dannet så mange blade som muligt for at modvirke stokløbning. Imidlertid har det også en vis betydning for hovedudviklingen, at undgå at ødelægge de engang dannede blade. Således viste en undersøgelse, at de enkelte sorter havde et bestemt antal svøbblade (Lee, 1984). Hvis man fjernede nogle af disse, udviklede nogle af de indre blade sig til svøbblade, hvorfor man advarede mod at beskadige de ydre (svøb-)blade under trafik i marken. Dette forsøgs resultat er i overensstemmelse med forsøg udført med "indsnøring" ("tying up") eller "svøbning" ("wrapping") af blade (Bailey, 1894, 1930; Sajjapongse og Roan, 1983). Man fandt, at en sådan ikke alene gav blegere inderblade, men også forøgede høstudbyttet, og forbedrede smagen. Denne praksis er dog af ældre dato, idet det allerede blev refereret i 1838, at det var almindelig praksis i Kina (Ducros, 1838).

Flere forsøg har berørt begrebet "bladantal". Især har man interesseret sig for dette i forbindelse med udplantningstidspunktet, idet man har ønsket et kriterium til vurdering af den nødvendige tiltrækningsperiode, således at en bestemt "fysiologisk alder" var opnået. Over en vis fysiologisk alder kan kinakålene nemlig ikke nå at løbe i stok inden høst, selv om de udsættes for inducerende forhold.

Desværre er begrebet "bladantal" ofte ikke defineret. Det kan således såvel betyde samtlige blade over en vis minimumsstørrelse (1 cm?, 1 mm?) som samtlige blade, som overhovedet kan ses i mikroskop ved en forstørrelse på ca. 100x. Man møder betegnelser som "makroskopiske blade", "mikroskopiske blade", "ægte blade"

osv. uden definition. Det kan altså være vanskeligt at udnytte sådanne oplysninger.

Med hensyn til bladudviklingshastigheden har man fundet (Nakamura, 1977), at kinakål kunne udvikle 0,7-1 blade/døgn de første 30 dage, og senere 1,5-2,0 blade/døgn. Hastigheden nåede sit maksimum 40-45 dage efter såning. Ved begyndende hoveddannelse havde planten 10-15 store "yderblade". Den optimale væksttemperatur (middel) lå ved 18-20°C (Stadium I og halvdelen af stadium II) (se figur nedenfor), under hoveddannelsen ved 15-16°C (anden halvdel af stadium II og stadium III) og for den fuldstændige hovedudvikling ved 10-13°C (stadium IV og V). Dette er dog formentlig afhængig af sorten.

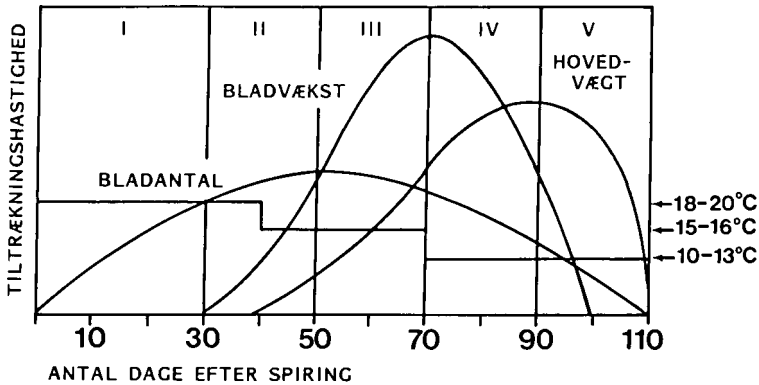


Fig. 5. Sammenhæng mellem middeltemperatur, bladudvikling, bladvækst og hovedvægt i forskellige stadier af kinakåls udvikling.

(Efter Nakamura 1977).

Fig. 5. Relationship between mean temperature, leaf development, growth of leaves and weight of heads at different states in the ontogenetic development of Chinese cabbage.

(From Nakamura 1977).

Hvis kulde inducerede stokløbning, så stoppede udvikling og vækst af blade, således at der ikke dannedes hoved (Nakamura, 1977). For de fleste handelssorter gjaldt det, at hvis de blot var nået op på 50-60 blade, som var fuldt udviklede (f.eks. 20-35 yderblade og 30-35 inderblade), så var hoveddannelsen sikret. Lave temperaturer, som måske inducerede blomstring, kunne på dette tidspunkt ikke hæmme hoveddannelsen. Men stokløbningen og bladvæksten konkurrerede med hinanden, hvorfor man stærkt anbefalede enhver kulturmessig foranstaltning, som kunne øge bladvæksten.

I en anden undersøgelse fandt man, at kinakål især var følsom over for kulde indtil 10-blads stadiet (Cleve et al., 1981). Igen manglende definition på bladantallet.

Hos Elers (1982) findes en definition. Ved bladantal forstås her "samtlige løvblade" på hovedaksen, altså også de mikroskopiske. Blade, som var faldet af eller indtørret, blev også talt med. Der nævnes en mængde oplysninger om bladantal ved forskellige behandlinger. Men bestemte bladantal inddrages ikke i konklusionerne. Hun nøjes her med at nævne, at det gælder om at opnå så højt et bladantal som muligt under tiltrækningen, hvis man skal få høsttjenlige kål inden de løber i stok.

En japansk frøhandler anbefalede plantning på 8-10-blads stadiet efter tiltrækning ved 18-20°C. Ved at akkumulere en høj "temperatursum" under tiltrækningen skulle bladdannelsen fremmes snarere end blomsterdannelsen, hvorved stokløbning skulle forhindres (Jones, 1982).

Nye forsøg i Hannover (Elers & Wiebe 1983) viste tydeligt, at kinakål kan vernaliseres allerede når kimroden lige er kommet ud af frøet. Ved spiring ved 5°C indtil priklestadiet blev der dannet færre end 20 blade, og planten løb i stok uden nogen hoveddannelse. Ved 8°C aftog virkningen allerede noget, og ved 17°C løb planten først i stok efter det tidspunkt, hvor den var høsttjenlig. Ved 2°C kunne kimbladet ikke folde sig ud og efter 5 ugers spiring ved denne temperatur inden overførsel til varmere forhold dannedes der færre blade end ved 5°C. Man konkluderede, at for at opnå en god hovedkvalitet var udvikling af gennemsnitligt 60 blade inden blomstring nødvendigt.

En ny forsøgsserie i Hannover bekræftede at området fra 5-8°C var det mest følsomme. Blot 12 dages induktion ved denne temperatur førte til fuldstændig vernalisation (Elers og Wiebe, 1984a) med lavt bladantal til følge.

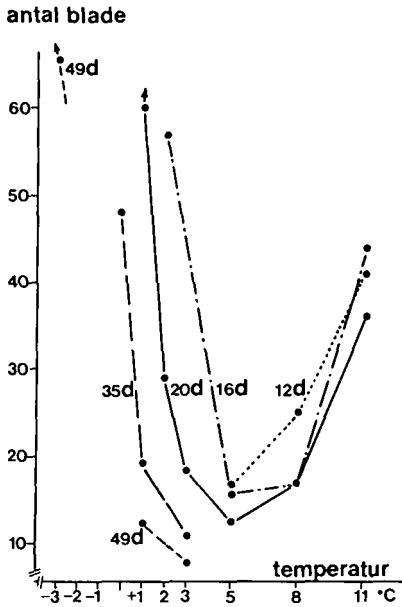


Fig. 6. Effekt af temperatur og vernaliseringens varighed på bladantallet i sorten 'Early Market'. (Efter Elers & Wiebe 1984a).

Fig. 6. Effect of temperature and the vernalisation time on the leaf development in the cultivar 'Early Market'. (From Elers & Wiebe 1984a).

Reduktion i bladantal kan bruges som et mål for graden af stokløbningsinduktion (Elers, 1982; Elers og Wiebe, 1983, 1984a). Et sådant mål kan bruges både i forædlingsøjemed og ved optimering af kulturmetoder. Herudover vil det være nyttigt at undersøge kinakål for synlige blomsterknopper (Mero og Honma, 1984a).

3.8 BORTSKÆRING AF BLADAREAL

I en forsøgsserie prøvede man at bortskære henholdsvis 0%, 25% og 50% af bladlængden på planter, for dels at undersøge effekten på udplantningschok og på stokløbningstendensen (Fritz og Honma, 1984). Der udplantedes planter med henholdsvis 3-4, 5-6 og 7-8 "ægte" blade og disse planter blev dyrket i plastiktunneler. Bort-

skæring af bladareal havde ikke i dette forsøg nogen effekt på stokløbning.

3.9 PLANTEALDERENS BETYDNING

Bladantallet og plantealderen ved tiltrækningens afslutning hænger naturligvis nært sammen. Men det første udtryk er måske det mest håndgribelige, idet det kan ligestilles med det man kalder "fysiologisk alder", medens det sidste udtryk under selv mindre klimaforskelle under tiltrækningen kan resultere i flere forskellige bladantal.

I forsøg i Norge undersøgte man betydningen af forskellige tiltrækningsperioders længde (1-3 uger) og fandt, at en forøget plantealder forsinkede stokløbning i tilfælde af koldt vejr efter udplantning. 3 uger var den bedste tiltrækningslængde (Guttormsen og Moe, 1985a).

3.10 ERNÆRINGENS BETYDNING

Til trods for at man ofte hører fremført, at kinakål skal have en "god" ernæring for at undgå stokløbning, er denne faktors betydning for induktion af stokløbning dårligt undersøgt. Der kan derfor ikke her refereres artikler af relevans for denne. Men da det generelt gælder om at få planten i god vækst for at undgå stokløbning, bør mangler eller overdoseringer undgås.

3.11 VANDMANGELS BETYDNING

Der synes ikke at være udført forsøg, der belyser samspillet mellem vandmangel og stokløbning. Generelt anbefales det dog at vande kinakål godt, hvis man skal have en vellykket produktion. Generelt giver vandmangel langsom vækst, så alene dette forhold vil formentlig kunne fremme stokløbning; om der også er indvolveret hormonale påvirkninger vides ikke (se dog afsnittet om hormoner).

3.12 PLANTEHORMONER

I bestræbelserne på at trænge ind i de fysiologiske mekanismer, som ligger bag begyndende blomsterudvikling, stokløbning m.v., er der lavet nogle forsøg til belysning af hormoners effekt. I langdagsplanten turnips, som er nært beslægtet med kinakål, har man således fundet (Krekule og Seidlova, 1977), at såvel auxiner (IAA og NAA) som cytokininer (kinetin og benzylademin) hæmmede blomstring, når de tilførtes til kimknoppen eller via rødderne umiddelbart før en inducerende fotoperiode. Denne hæmmende effekt var begrænset til blomsterknopdannelsen, medens hastigheden af bladdannelsen var næsten uændret. Høje hormonkoncentrationer kunne dog også påvirke væksten af rødder og blade.

I skudspidsen af kinakål er der fundet stigende auxinkoncentrationer under hovedets udvikling (Kato, 1964).

Ved videre arbejde med turnips (Krekule, 1979), nåede man frem til, at hormoner kunne have en virkning på organudviklingen (organogenesen) bl.a. blomstring, på flere forskellige niveauer:

- a) som "herskere" over organer, idet udifferentieret væv instrueres på en bestemt måde,
- b) som igangsætter eller hæmmere af væv som allerede er kodet i en bestemt retning, og
- c) som organkorrelationsfaktorer som enten kontrollerer effekten af induktive eller udtryksmåden af en induceret tilstand.

Giberellintilførsel kunne ikke inducere blomstring i ikke-vernaliserede planter (Suge, 1982). Derimod kunne den forstærke den i vernaliserede planter. I sådanne planter observeredes en stigning i giberellinindhold, når de blev overført fra kortdagsforhold til langdagsforhold. Stoffet Ancymidol kunne reducere giberellinindholdet, men kunne alligevel ikke reducere blomstringen.

Som allerede nævnt hæmmede cytokininer og auxiner blomstringen. I dette tilfælde skete denne hæmning ved undertrykkelse og vækst af akselknopper. I modsætning hertil fremmede gibberelliner og absci-

sinsyre blomstringen ved at forøge hastigheden og væksten af akselknopper.

På baggrund af den ophobning af abscisinsyre der sker under vandstress og under forudsætning af, at man kan drage paralleller fra B. campestris til den nærtbeslægtede kinakål, må ud fra ovenstående antages, at vandstress kan bevirke blomstring i kinakål alene på grund af abscisinsyreakkumuleringen.

3.13 PLANTEFORÆDLING

Som tidligere nævnt skyldes kinakåls store succes, at man fremstillede F1-hybrider i Japan. I det lange løb vil de problemer man i dag har med planten, bl.a. stokløbning, forhåbentlig også kunne løses ved planteforædling.

I kål skelner man mellem to typer vernalisation (Kagawa, 1971): a) grøn-plante vernalisationstypen og b) frøvernalisationstypen. Kinakål skulle høre til den sidstnævnte af disse typer.

Under studier af en række artskrydsninger fandt man ud af, at frøvernalisationstypen dominerer over grøn-plantevernalisationstypen. Man konkluderede endvidere i modstrid med andre arbejder (Elers og Wiebe (1984a), at daglængdeforholdene dominerede over temperaturforholdene.

Kendskab til vernalisationstyperne kan måske i fremtidigt forædlingsarbejde bruges til bortselektion af stokløbningstendensen, da man herudfra kan lave et meget målrettet forædlingsarbejde.

Med hensyn til varmetolerans, som er en egenskab, der kan formindske vandstress i kinakål, har man ved studier af F2-generationen fundet (Opena og Lo, 1979), at varmetolerans sandsynligvis blot er kontrolleret af et enkelt vigende (recessivt) gen, så det skulle være enkelt at indarbejde en sådan ved forædlingsarbejde.

Ved studier af en række arter og artskrydsningers blomstringsmønstre i kål, fandt man, at man kunne inddele i "A", "B" og "C" genomer (Inouye og Kuo, 1981). Kinakåls genom var et "A" genom. Dette var karakteriseret ved at danne blomster enten ved høje eller lave temperaturer. "B" kunne kun danne blomster ved høje temperaturer, medens "C" slet ikke kunne blomstre.

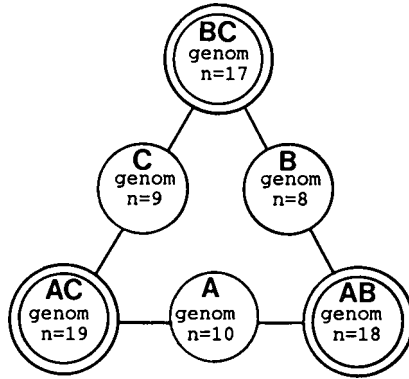


Fig. 7. Oversigt over sammenhæng mellem de forskellige genotypen i henholdsvis de monogenomiske og de sammensatte genomiske varieteter inden for slægten Brassica. (Efter Iwasaki 1971).

Fig. 7. Genetic relationship between monogenome and compound genome varieties in Brassica. (From Iwasaki 1971).

Oversigt over nogle Brassica-arters (varietetens) kromosom- og genomtype-forhold (efter Iwasaki 1967).

Materiale

Genom type	Kromosom antal (2n)	Varietet (latin)	Danske artsnavne
------------	------------------------	------------------	------------------

A	20	<u>Brassica pekinensis</u> RUPER <u>B. rapa</u> L.	kinakål, majroe, turnips
B	16	<u>Brassica nigra</u> KOCH	sort sennep
C	18	<u>Brassica oleracea</u> <u>var. capitata</u> L.	hovedkål
AB	36	<u>Brassica juncea</u> HEMSL <u>B. cernua</u> COSS	sareptasennep
AC	38	<u>Brassica napus</u> L.	raps
BC	34	<u>Brassica carinata</u> BRAUN	

Ved krydsning af kinakål (n = 10) og grønkål (n = 19) har man fundet indicier for at kinakåls vernalisationsfølsomhed er styret af en række additive gener (Mero og Honma, 1984b). Oprindeligt mener man, at kål har haft 6 kromosomer (n = 6), kinakåls ekstra 4 kromosomer (n = 10) skulle være opstået ved fordobling af nogle af de andre. Herved kan et vernaliseringsfølsomt gen være blevet flerdoblet.

Ved undersøgelse af artskrydsninger mellem kinakål og turnips, kunne udledes, at stokløbningen skulle være et resultat af 2 additive gener. Tilsyneladende var der en stærk sammenhæng mellem stor stokløbningsresistens og turnips fænotype (Mero og Honma, 1985).

I en større undersøgelse af kinakålssorter og de nærtbeslægtede Brassica campestris varieteter vedrørende deres stokløbningstendens kunne konkluderes, at temperatur og genotype er de vigtigste faktorer for stokløbningstendensen. Daglængden er derimod af mindre betydning (Van der Meer, 1984).

I fremtidigt forædlingsarbejde foreslås en indkrydsning af turnips, hvorved man formentlig vil kunne reducere stokløbningstendensen ganske betydeligt (Van der Meer, 1985; Mero og Honma, 1985).

Den opsamlede viden vedrørende kinakåls genetik kan forhåbentlig i løbet af en kortere årrække føre til at stokløbningsproblemet bliver elimineret.

4. KONKLUSION

Litteraturen vedrørende stokløbningsproblemet i kinakål har vist, at problemet altid har eksisteret. Man har længe vidst, at blot man dyrkede kinakål sidst i vækstsæsonen og undgik de mere kølige egne af verden, kunne man nogenlunde undgå blomstring og stokløbning.

Udvidede dyrkningsmuligheder skyldes især forædlingsarbejde. F1-hybrider er bl.a. blevet fremstillet i Japan. I Danmark har sorten TS 1, som stammer fra Japan, været en af de mest stokløbningsresistente sorter. Da kinakåls genetik nu systematisk bliver kortlagt, og man allerede kan påpege så simple muligheder, som en forbedret stokløbningsresistens ved indkrydsning af turnips, er det sandsynligt, at der vil ske store forbedringer af det genetiske materiale

inden længe.

Som et supplement til forædlingsarbejdet udføres en lang række forsøg for at forbedre kulturpraksis. Hovedparten af resultaterne peger på temperaturens store betydning, og daglængden synes at være af sekundær betydning.

Lave temperaturer kan i hele produktionstiden inducere stokløbning. For at undgå denne må kinakål tiltrækkes ca. 3 uger ved enten en konstant temperatur på 20-22°C eller vekseltemperatur med et gennemsnit på 20-22°C. Temperaturen bør kun kortvarig komme under 19°C om natten eller over 23°C om dagen. Høje temperaturer tåles dog langt bedre end lave temperaturer. Området fra 5-8°C er det kraftigst inducerende.

Det ser ud til, at en høj rodtemperatur kan modvirke stokløbning selv ved lav lufttemperatur. Måske skyldes det en mindre akkumulering af det stokløbningsfremmende hormon abscisinsyre, som netop kan forekomme ved lave rodtemperaturer.

Lysintensitet og lyskvalitet synes at have betydning for såvel hoveddannelse som stokløbning, men der foreligger endnu kun få resultater herom.

Bortskæring af bladareal, som undertiden kan være nødvendig for at håndtere planter, som er blevet for store, synes hverken at fremme eller hæmme stokløbningstendensen. Tælling af blade vil måske i de enkelte sorter kunne anvendes til vurdering af den fysiologiske alder. I en given sort gælder det om at få dannet så mange blade som muligt for at undgå stokløbning.

Udvikling og brug af matematiske klimamodeller baseret på data fra automatiske klimastationer vil måske kunne være en hjælp i fremtiden. Det vil herved være muligt at følge vernaliseringens forløb, således at tab ved den tidlige produktion yderligere kan reduceres. Formentlig vil man også bedre kunne vurdere behovet for dækkemateriale og evt. en fremskyndelse af høsten.

Med hensyn til faktorer som ernæring og vandtilførsel findes der endnu kun ganske lidt materiale, der vedrører blomstring og stokløbning. Generelt kan man sige, at vegetativ og generativ vækst konkurrerer i planten. Alle dyrkningstiltag som kan fremme den vegetative vækst virker stokløbnings- og blomstringshæmmende.

LITTERATUR

- Bailey, L.H. (1894): Recent Chinese vegetables. Bull. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. Hort. Div. 67, 177-201.
- Bailey, L.H. (1930): The cultivated Brassicas. Gentes herbarum 2(5), 211-267.
- Balvoll, G. (1984): Stokkrenning i toårige vekster. Fylkeslandbrukskontoret i Vestfold/Buskerud. Fylkesgartneren i grønnsakdyrking. Nr. 62, 4 pp.
- Balvoll, G. (1985): Sortstilråding i kinakål. Gartneryrket 75, 289-290.
- Benoit, F.; Ceustermans, N.; Calus, A. (1981): Reduction of bolting in self-blanching celery, celeriac, endive and Chinese cabbage. Acta Hort. 122, 121-131.
- Blankholm, E. (1982): Sorter af kinakål. Meddelelse, Statens Planteavlsvforsøg 84(1685), 4 pp.
- Bois, D. (1927): Les Plantes alimentaires chez tous les peuples et à travers les ages. p. 30-51.
- Bremer, A.H. (1935): Chinesischer Kohl oder Selleriekohl (*Brassica pekinensis* Rubr.) - eine Langtagspflanze. Gartenbauwissenschaft 9, 325-330.
- Bretschneider, M.D. (1898, genoptrykt 1962): History of European botanical discoveries in China. Leipzig, (Zentral-Antiquariat der Deutschen Demokratischen Republik, p. 45 m.fl.
- Buschmann, H.; Heinen, B. (1978): Chinakohl. Anregungen für Produktion und Absatz, Heft 11, 32 pp. Landwirtschaftskammer Rheinland.

- Cleve, M.; Lindner, U.; Lubitz, B. (1981): Anbauerfahrungen mit Chinakohl. Gartenbauliche Versuchsbericht 1981 der Versuchsanstalten für Gartenbau der Landwirtschaftskammer Rheinland. 20, 216-225.
- Ducros, (1838): Mittheilung über die Pe-Tsaie oder chinesischen Kohl, *Brassica chinensis* L. Allg. Gartenztg. 6, 109-110.
- Elers, B. (1982): Die Wirkung von Temperatur und Tageslänge auf die Blüteninduktion von Chinakohl (*Brassica pekinensis*). Doktordisputats, Universität Hannover, 70 pp.
- Elers, B.; Wiebe, H.-J. (1983): Wann schosst der Chinakohl? Gemüse 19, 320-322.
- Elers, B.; Wiebe, H.-J. (1984a): Flower formation of Chinese cabbage. I. Response to vernalization and photoperiods. *Sci. Hort.* 22, 219-231.
- Elers, B.; Wiebe, H.-J. (1984b): Flower formation of Chinese cabbage. II. Antivernalization and short-day treatment. *Sci. Hort.* 22, 327-332.
- Fairchild, D. (1918): The Chinese Petsai as a salad vegetable. *J. Hered.* 9, 291-295.
- Fritz, V.A.; Honma, S. (1984): Effect of row covering, transplant size, and partial defoliation in the production of early Chinese cabbage. *HortScience* 19, 84-86.
- Guttormsen, G.; Moe, R. (1985a): Effect of plant age and temperature on bolting in Chinese cabbage. *Sci. Hort.* 25, 217-224.
- Guttormsen, G.; Moe, R. (1985b): Effect of day and night temperature at different stages of growth on bolting in Chinese cabbage. *Sci. Hort.* 25, 225-233.

- Heath, O.V.S. (1943): Studies in the physiology of the onion plant. I. An investigation of factors concerned in the flowering ('bolting') of onions grown from sets and its prevention. Part 2. Effects of day length and temperature on onions grown from sets and general discussion. *Ann. Appl. Biol.* 20, 308-318.
- Helm, J. (1961): Die "Chinakohle" im Sortiment Gatersleben I. 1: *Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr. *Kulturpflanze* 9, 88-113.
- Henriksen, K. (1985): Dyrkning af kinakål under plast. Meddelelse. *Statens Planteavlsvforsøg* 87, 1812, 4 pp.
- Herklots, G.A.C. (1972): Celery cabbage. *Fra: Vegetables in South-East Asia*. - London, p. 195-201.
- Holst, B. (1979): Varmt planteoppal er nøklen til en vellykket kinakålkultur. *Gartneryrket* 69, 341-342.
- Inouye, J.; Kuo, C.G. (1981): Flower initiation of *Brassica* species under total darkness. *HortScience* 16, 192-193.
- Ito, H.; Kato, T. (1957): Studies on the head formation of Chinese cabbage. *Histological and physiological studies on head formation*. *J. hort. Ass. Japan* 26: 154-162.
- Iwasaki, F.; Hosoda, T. (1967): Studies on bolting in *Brassica*. II. Relationship between structural change of the shoot apex and bolting in compound genome varieties (japansk). *Jap. J. Breed.* 17, 297-301.
- Jensen, J. (1978): Kinesisk kål, daglængde og temperaturkrav ved forskellige så- og planteterminer. *Nord. Jordbrugsforsk.* 60, 586-587.
- Jones, S. (1982): Earlier start for chinese cabbage. *Grower* 98 (18), 25-26.

- Kagawa, A. (1971): Studies on the inheritance of flower inductive habits in Brassica crops (japansk). Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. 31, 41-62.
- Kato, T. (1964): Studies on the head formation of Chinese cabbage (III). Physiological studies on the earliness of head formation. Research reports of the Kochi University of Natural Science II 13, 205-210.
- Kato, T. (1966): Studies on the head formation of Chinese cabbage (V). Effects of environmental factors on the nasty movement of leaves. Research reports of the Kochi University of Natural Science II 15, 149-157.
- Krekule, J.; Seidlova, F. (1977): Brassica campestris as a model for studying the effects of exogenous growth substances on flowering in long day plants. Biol. Plant. 19, 462-468.
- Krekule, J. (1979): Possible role of growth substances in multiple control of flowering. Acta Hort. 91, 55-64.
- Krug, H.; Kling, M.F. (1982): Reaktion von Chinakohlpflanzen (Brassica oleracea pekinensis) auf Temperatur- und Lichtbedingungen während der Anzucht. Gartenbauwissenschaft 47, 225-227.
- Kurata, K.; Nagano, T.; Takakura, T. (1984): Effects of fluctuating light on photosynthesis of some vegetables. J. Agr. Met. 40, 269-272.
- Larsen, J. (1985): Sorter af kinakål - Meddelelse. Statens Planteavlfsforsøg. 87(1839), 15 pp.
- Lee, S.-H. (1984): Factors affecting the leaf growth and leaf head formation of Chinese cabbage. Gartenbauwissenschaft 49: 112-116.

- Lorenz, O.A. (1946): Response of Chinese cabbage to temperature and photoperiod. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 47, 309-319.
- Marukawa, S. (1975): Chinese cabbage culture in Japan. Farming Japan 9(6), 28-37.
- Matsui, T.; Eguchi, H.; Mori, K. (1978): Mathematical model of flower stalk development in Chinese cabbage in response to low temperature. J. Fac. Agr., Kyushu Univ., 22: 233-241.
- van der Meer, Q.P.; van Dam, R. (1984): Determination of the genetic variation in the effect of temperature and daylength on bolting of *Brassica campestris* L. Euphytica 33, 591-595.
- Mero, C.E.; Honma, S. (1984a): A method for evaluating bolting-resistance in *Brassica* species. Sci. Hort. 24, 13-19.
- Mero, C.E.; Honma, S. (1984b): Inheritance of bolt resistance in an interspecific cross of *Brassica* species. J. Hered. 75, 407-410.
- Moe, R.; Guttormsen, G. (1985): Effect of photoperiod and temperature on bolting in Chinese cabbage. Sci. Hort. 27, 49-54.
- Mori, K.; Eguchi, H.; Matsui, T. (1979): Mathematical model of flower stalk development in Chinese cabbage affected by low temperature and photoperiod. Environ. Control in Biol. 17, 17-26.
- Nakamura, E. (1977): Der Anbau von Chinakohl in Japan. Gemüse 13, 194-198.
- Ootake, Y. (1981): Effect of temperature on the gross morphology of leaves in Chinese cabbage (*Brassica campestris* L) (japansk). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 50, 199-207.

- Ootake, Y. (1982): Effect of temperature on the internal morphology and development of leaves in Chinese cabbage (*Brassica campestris* L.) (japansk). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 51, 329-337.
- Opena, R.T.; Lo, S.H. (1979): Genetics of heat tolerance in heading Chinese cabbage. HortScience 14, 33-34.
- Pressman, E.; Negbi, M. (1981): Bolting and flowering of vernalized *Brassica pekinensis* as affected by root temperature. J. Exp. Bot. 32, 821-825.
- Robier, J. (1979): Entwicklungsphysiologische Untersuchungen an Chinakohl - unter Österreichischen Temperatur- und Tageslängenverhältnissen. Doktordisputats. Lw. Fachschule Silberberg, Leibnitz 139 pp.
- Sachs, M.; Rylski, I. (1980): The effects of temperature and daylength during the seedling stage on flower-stalk formation in field-grown celery. Sci. Hort. 12, 231-242.
- Sajjapongse, A.; Roan, Y.C. (1983): Effect of shading and leaf-tying on summer Chinese cabbbage. HortScience 18(4), 464-465.
- Seitz, P. (1974): Chinakohl und chinesischer Jägersalat - die Kultur begann bereits im Juni. Gemüse 10, 253-258.
- Suge, H.; Takahashi, H. (1982): The role of gibberellins in the stem elongation and flowering of Chinese cabbage, *Brassica campestris* var. *pekinensis* in their relation to vernalization and photoperiod. Rep. Inst. Agr. Res. Tohoku Univ. 33, 15-34.
- Wetzel, (1942): Mehr Beachtung dem Chinakohl! Obst- und Gemüsebau 88(7), 55.
- Wood, M. (1980): The long & short of a new crop. Grower 94(1), 14-16.

Yamasaki, K. (1956): Thermo-stage for the green plant of Chinese cabbage grown in spring (japansk). Bull. Hort. Div., Tokai-Kinki Nat. Agr. Exp. Stn. 1(3), 31-47.

ORDFORKLARING

abscisinsyre	et plantehormon
absorbere	optage ind i
adaxial	referere til den side af bladet som vender ind mod plantens akse - synonymt med ventral
auxin	et plantehormon
cytokinin	et plantehormon
eksponentiel vækst .	vækst hvor vækstraten er eksponentiel (eks., tallene 2,4,8,16,32 vokser eksponentielt)
F1-hybrid	genbesætningen er fremkommet ved krydsning af 2 rene linier (eller i det mindste meget rene linier)
fotoperiodicitet ...	samlebetegnelse for forhold vedrørende daglængde og lyskvalitet
fotosyntese	den proces hvorved grønne planter laver organiske stoffer ud fra vand, kuldioxid og energi fra solen (lyskilden)
fluktuerende lys ...	lys som ikke lyser kontinuerligt; der er et stadigt skifte mellem lys og mørke
generativ	kønnet
giberellin	et plantehormon
induktion	indledning
klorofyl	det grønne lysabsorberende farvestof i planter
kromosom	DNA-strengene som kan iagttages under mitose eller meiose
kuriositet	sjældenhed
log ₁₀	10-tals logaritmen, hvor grundtallet er 10
morfologi	plantens grovere bygningstræk i modsætning til anatomen som beskriver de små ofte mikroskopiske bygningstræk
nekrotisk	vissent
nm	nannometer = 10^{-9} m
reproduktiv	genskabende
(lysets) spektral-sammensætning	mængden af lys ved de forskellige bølgelængder
$T^{0.5}$	kvadratroden af T
ventral bladside ...	adaxial (se dette)
vernalisering	kuldepåvirkning

Institutter m.v. under Statens Planteavlsforsøg

Administrationscentret

Statens Planteavlskontor, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Informationstjenesten, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Afdeling for Biometri og Informatik, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Afdeling for Bisydomme, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Jordbrugsmeteorologisk Tjeneste, Forsøgsanlæg Foulum, 8830 Tjele	06 65 25 00

Landbrugscentret

Fagligt Sekretariat, Forsøgsanlæg Foulum, 8830 Tjele	06 65 25 00
Afdeling for Industriplanter og Frøavl, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	02 36 18 11
Statens Forsøgsareal, Bornholm, Rønnevej 1, 3720 Åkirkeby	03 97 53 10
Statens Biavlsforsøg, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	02 36 18 11
Statens Forsøgsstation, Rønhave, Hestehave 20, 6400 Sønderborg	04 42 38 97
Statens Forsøgsstation, Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup	08 26 13 99
Afdeling for Sortsafprøvning, Teglværksvej 10, 4230 Skælskør	03 59 61 41
Afdeling for Grovfoder, Forsøgsanlæg Foulum, 8830 Tjele	06 65 25 00
Statens Forsøgsstation, Vestergade 46, Borris, 6900 Skjern	07 36 62 33
Statens Forsøgsstation, Oddesundvej 65, Silstrup, 7700 Thisted	07 92 15 88

Afdeling for Landbrugsplanternes Ernæring, Vejenevej 55, Askov, 6600 Vejen	05 36 02 77
Statens Forsøgsstation, Kongeåvej 90, Lundgård, 6600 Vejen	05 36 01 33
Afdeling for Kulturteknik, Flensborgvej 22, St. Jydevad, 6360 Tinglev	04 64 83 16
Statens Forsøgsstation, Amdrupvej 22, Ødum, 8370 Hadsten	06 98 92 44
Statens Planteavls-Laboratorium, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	02 93 09 99
Centrallaboratoriet, Forsøgsanlæg Foulum, 8830 Tjele	06 65 25 00

Havebrugscentret

Institut for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev	09 99 17 66
Institut for Væksthuskulturer, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	09 99 17 66
Institut for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	09 99 17 66
Institut for Landskabsplanter, Granlidevej 22, Hornum, 9600 Års	08 66 13 33

Planteværnscentret

Institut for Pesticider, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	02 87 25 10
Botanisk, Virologisk og Zool. Afd. og Oplysningstjen., Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby ..	02 87 25 10
Planteværnsafdelingen i Skejby, Udkærvej 15, Skejby, 8200 Århus N	06 10 30 88
Institut for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	03 58 63 00
Analyselaboratoriet for Pesticider, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	03 58 63 00