

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE
Institutt for grønnsakdyrking, Ås

Stensiltrykk nr. 90

ISBN 82-576-5550-3

Bevegelse, tid og strekningsvekst av rot
og stengel hos ert (*Pisum sativum* L.)
under spiring.

Motion, time and elongation of root and
epicotyl in pea (*Pisum sativum* L.) during
germination.

Av

Ottar Røeggen

Juli 1976

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE

Institutt for grønnsakdyrking, Ås

Stensiltrykk nr. 90

ISBN 82-576-5550-3

Bevegelse, tid og strekningsvekst av rot
og stengel hos ert (*Pisum sativum* L.)
under spiring.

Motion, time and elongation of root and
epicotyl in pea (*Pisum sativum* L.) during
germination.

Av

Ottar Røeggen

Juli 1976

INNHold

	Side
I. INNLEDNING	2
II. BEGREPENE BEVEGELSE OG TID	2
III. VÅR FORSTÅELSE AV DIMENSJONER	3
IV. RIKTIG VALG AV UTGANGSPUNKT	5
A. Det uriktige utgangspunktet	5
B. Det riktige utgangspunktet	6
C. En analyse av det uriktige og det riktige utgangspunktet	6
V. BESKRIVELSE AV TEMPERATURENS VIRKNING PÅ STREK- NINGSVEKSTEN AV ROT OG STENGEL	8
VI. OPPSPIRINGSTIDEN	8
VII. TEMPERATURENS VIRKNING PÅ STREKNINGSVEKSTEN UNDER SPIRING ER OFTE FORSKJELLIG FRA TEMPERATURENS VIRKNING PÅ VEKSTEN SENERE I PLANTENS LIV	9
VIII. LITTERATUR	9

I. INNLEDNING

Etter to års erfaringer med spireøvelser for hagebruksstudentene (HAB₂-studentene) ser det ut til at det er nødvendig å skrive noe om begrepene bevegelse og tid. En bedre forståelse av disse begrepene vil formodentlig gjøre det lettere for studentene å forstå hvordan man matematisk skal beskrive temperaturens virkning på strekningsveksten til en rot eller stengel.

I dette ligger ingen kritikk av studentenes manglende forståelse og innsikt. Det er kanskje snarere et utslag for det faktum at vi mennesker ikke har en klar forståelse av de mest elementære begreper som angår oss alle hver eneste dag. Det antydes her at en av grunnene til dette kan skyldes at ledende vitenskapsfolk har relativisert begrepene for oss på en feilaktig måte.

II. BEGREPENE BEVEGELSE OG TID

Konsekvensene av Einsteins relativitetsteori er at bevegelsehastigheten til et himmellegeme virker inn på tiden til dette legemet og på de som eventuelt måtte befinne seg der. Tiden avtar med legemets hastighet inntil null tid når legemet (f.eks. et romskip) beveger seg med lysets hastighet dvs. nesten 300 000 km/sek. Dette volder selvfølgelig veldig tankebesvær for et vanlig menneske. La meg her bare gi tre eksempler på dette.

1. Hvordan kan et romskip som beveger seg med lysets hastighet ha null tid når det går nesten 300 000 km/sek. Det har jo ikke gått et sekund men null tid, følgelig kan ikke romskipet ha gått. Relativitetsforkjemperne kommer seg ut av dette dilemmaet ved å referere til et legeme i ro og opererer dermed med to tider dvs. vanlig tid og null tid.
2. Det som interesserer oss mest her er at man i relativitetsteorien bruker legemets bevegelsehastighet til å beskrive tiden for dette legemet, mens menneskene alltid så lenge de har hatt et tidsbegrep har brukt tiden til å beskrive bevegelsehastigheten til et legeme, og det gjør man fortsatt.

3. Man tar en teoretisk romreise med en hastighet så nær opp til lysets hastighet at et sekund ombord i romskipet svarer til 1000 sekunder hos et referanselegeme i ro. Da vil en slik romreise på ett år (sett fra romskipet) føre et menneske 1000 lysår ut i rommet. Det vil igjen si at de som er ombord i romskipet opplever en hastighet 1000 ganger lysets hastighet. Her gjelder det at jo fortere det går, desto fortere går det. Fremtidig forskning kan komme til å vise at dette er et bedrag.

Selv om våre øvelser ikke har noe med relativitetsteorien som sådan å gjøre, skal vi se at vi i virkeligheten kan komme opp i betydelige bedrag hvis vi velger feil dimensjon som utgangspunkt i våre øvelser. Dessuten må vi ha en annen forståelse av begrepet dimensjoner enn den man får som følge av relativitetsteorien. Dvs. at begrepet bevegelse, som denne øvelsen dreier seg om, må få status som en egen selvstendig dimensjon.

III. VÅR FORSTÅELSE AV DIMENSJONER

De som vil bygge opp vår forståelse av dimensjoner, starter med de tre rom-koordinatene lengde, bredde og høyde definert som tre rette linjer som står loddrett på hverandre. Dette er en utmerket, enkel og klar definisjon av rommets dimensjoner. Dermed er det etter min mening også slutt på klarheten. Ifølge relativitetsteorien blir nemlig ikke bevegelse oppfattet som egen dimensjon, mens tiden blir det og da som en fjerde relativ dimensjon. I sin ytterste konsekvens blir alle fire dimensjoner relative ifølge relativitetsteorien.

Bevegelse som 4. dimensjon

Etter min oppfatning må bevegelse komme inn som fjerde dimensjon. En tilstrekkelig forklaring kan ikke gis her, men to viktige argumenter blir nevnt:

1. argument: Vi må ta i bruk bevegelsen for å oppfatte rommet.
1. eks. Et hus kan oppfattes som et rom, og vi ser straks at vi må bevege oss rundt huset for å oppfatte det riktig.
2. eks. Menneskene oppfattet Jordens romdimensjoner da de beveget seg rundt den.

3. eks. Å beskrive Jorden som et rom uten dens bevegelse gir knapt nok halv mening. Det er Jordens roterende bevegelse og dens bevegelse i banen rundt Solen vi må oppfatte for å få tilstrekkelig forståelse av vårt plan og det rom den har i universet.

2. argument: Omtrent alt vi kan tenke oss er i en eller annen form for bevegelse.

Bevegelsen kan være egenbevegelse pluss andre legemers bevegelse eller bare en bevegelse som følge av andre legemers bevegelse.

Man ser således at det er naturlig og meningsfylt for oss å oppfatte bevegelsen som en 4. dimensjon vi må ta i bruk for i det hele tatt å kunne oppfatte og forstå noe tilstrekkelig. Bevegelsen må inn i vår bevissthet som en størrelse, et begrep - en dimensjon.

Tiden som 5. dimensjon

På samme måte som vi må ta i bruk bevegelse for å oppfatte rommet riktig, må vi ta i bruk tiden for å oppfatte bevegelsen. Ved å gjøre tidsintervallet stadig mindre, vil man se at bevegelsens lengde også blir tilsvarende mindre. Ved å la tiden på denne måten gå mot null, ser vi at også all bevegelse - ja selv lysets bevegelse - går mot null. Følgelig må vi ta i bruk tiden som 5. dimensjon for å oppfatte og beskrive bevegelsen og dens hastighet.

Det er trolig at alle vanlige mennesker oppfatter disse 5 dimensjonene. En videre utvidelse av vår erkjennelse til en høyere dimensjon for å gi dimensjonen tid et eksakt innhold, faller utenfor det vi behøver å erkjenne for vår øvelse.

Hva må vi så erkjenne? Det må bli dette:

1. Vi må oppfatte og erkjenne dimensjonene lengde, bredde, høyde (de tre romkoordinatene) samt bevegelse og tid.
2. Ingen av de fem dimensjonene kan påvirke eller forandre noen annen dimensjon.
3. Dimensjonene må oppfattes i riktig rekkefølge. Vi beskriver altså ikke tiden ved hjelp av bevegelseshastigheten, men vi beskriver bevegelseshastigheten ved hjelp av tiden. Altså er tiden en dimensjon som ligger over bevegelsen.

4. Når dimensjonene kan oppfattes fra den laveste til den høyeste i en logisk rekkefølge, er det viktig å skjønne at man kan komme fram til vidt forskjellige resultater dersom man tar utgangspunkt i den høyeste dimensjon i stedet for en lavere i rekken.
5. Man må kunne velge riktig dimensjon som utgangspunkt og se hvilke konsekvenser det kan få hvis vi tar utgangspunkt i feil dimensjon.

IV. RIKTIG VALG AV UTGANGSPUNKT

Når man skal beskrive temperaturens virkning på rotens eller stengelens strekningsvekst, gjelder det altså å ta det riktige utgangspunktet. Roten eller stengelen er nå rommet og deres lengde er rommets høydedimensjon. (Lengde- og breddedimensjonene kan vi holde utenfor da de ikke inngår i undersøkelsene.) Det gjelder nå å bestemme temperaturens innvirkning på roten eller stengelens bevegelseshastighet - på dens strekningsvekst.

Først velges et uriktig utgangspunkt, dernest velges et riktig utgangspunkt. Til slutt følger en analyse av det uriktige og det riktige utgangspunktet.

A. Det uriktige utgangspunktet

Her tar man utgangspunkt i tiden (5. dimensjon) og fastsetter at vår undersøkelse skal være en bestemt tid.

Dernest følger man roten eller stengelens vekst (bevegelsen som 4. dimensjon).

Til slutt fastsetter man rotens eller stengelens lengde (høyde som 3. dimensjon) ved tidens utløp.

Fra studentenes øvelse skal vi se hva dette resulterer i. All spiring foregår i mørke.

1. eks. Margertsorten 'Surprise' ble sådd i passe fuktig sand, og stengelens lengde ble undersøkt 4 døgn etterpå. Resultatene er gitt i fig. 1. Etter dette kan det se ut som om stengelen begynner å vokse ved $11,7^{\circ}\text{C}$.

2. eks. Samme sort ble undersøkt 7 døgn etter såing. Stengelens lengde er gitt i fig. 2. Etter denne tiden kan det se ut som om stengelen begynner å vokse ved $10,2^{\circ}\text{C}$.
3. eks. Sorten 'Surprise' ble i dette tilfellet undersøkt 4 døgn etter såing. Rotens lengde ble registrert. Resultatene er gitt i fig. 3. Her ser det ut som om roten begynner å vokse ved $9,6^{\circ}\text{C}$.

B. Det riktige utgangspunktet

Her tar man utgangspunkt i 3. dimensjon. Dvs. at man fastsetter en distanse som roten skal strekke seg over. I fig. 6 er denne distansen 30 mm (fra 10 mm til 40 mm).

Dernest følger man rotens strekningsvekst (bevegelsen som 4. dimensjon).

Til slutt registreres hvor lang tid (tiden som 5. dimensjon) det har tatt for roten å strekke seg over den fastsatte distanse. Fig. 6 viser eksempelvis hvordan dette er gjort.

Fra studentenes øvelser og egne undersøkelser skal vi se hva dette utgangspunktet gir til resultat.

1. eks. Margertsorten 'Igloo' ble sådd ved 6 ulike temperaturer. Rotens strekningsvekst (mellom 10 og 40 mm) i mm/døgn er gitt i fig. 7. I temperaturintervallet $11,4$ til $25,3^{\circ}\text{C}$ synes strekningsveksten å øke lineært med økende temperatur. Forlenges regresjonslinjen mot null vekst, får man temperaturen $2,4^{\circ}\text{C}$.
2. eks. En nesten fullstendig undersøkelse av temperaturens virkning på rotens strekningsvekst for margertsorten 'Alma' er gitt i fig. 8. Denne undersøkelsen samt undersøkelse av 6 andre margertsorter viser at disse ertene begynner sin strekningsvekst ved -1°C eller en til to $1/10^{\circ}\text{C}$ lavere: (Røeggen 1975).

C. En analyse av det uriktige og det riktige utgangspunktet

Hvorfor det er galt å ta utgangspunkt i en bestemt tid, går fram av fig. 4, 5 og 6. Fig. 4 viser spiringens forløp etter såing, og i fig. 5 er fire avsnitt i spiringen skjematisk fram-

stilt. (Avsnitt 2 fra svelling til rotspissen trenger gjennom frøskallet er noe usikkert og gjelder kanskje bare for lavere temperaturer).

Fig. 6 viser at rotens strekningsvekst begynner til ulik tid ved ulike temperaturer. Strekningsveksten kommer først igang ved de høyeste temperaturene (opp til 27-30°C for margerter). Følgelig vil strekningsveksten ved disse temperaturene ha kommet langt før strekningsveksten ved de lavere temperaturene kommer i gang. Dessuten viser fig. 6 at strekningsveksten akselererer med tiden. Den som kommer først i gang med strekningen vil altså tjene mest på akselerasjonen. Her kan man også si at jo forttere det går desto forttere går det, og jo forttere man kommer i gang desto forttere går det.

Når man tar utgangspunkt i en bestemt lengde for strekningsveksten slik dette er vist i fig. 6, vil alle temperaturer få samme start og samme avslutning på sin vekst. Dermed faller både akselerasjonen og tiden før strekningen bort som feilkilde.

Dette er et viktig poeng. Mange temperaturforsøk med planter har vært utført med småplanter hvor veksten akselererer sterkt med tiden.

Når forsøksleddene avsluttes samtidig, vil det ikke være mulig å skille akselerasjonseffekten ut fra temperatureffekten.

Ved å fastsette en bestemt distanse for strekningen - og ikke en bestemt tid - elimineres alle grove feil.

Velger man en bestemt tid som utgangspunkt, blir resultatet riktig kun når strekningsveksten er en lineær funksjon av tiden. Det forutsettes da at starten av undersøkelsene skjer ved en og samme lengde for alle forsøksledd (altså ikke før strekningen begynner). I praksis vil dette bli uhyre kompliserte forsøk, og dessuten kan vi sjelden forutsette at strekningsveksten er en lineær funksjon av tiden.

Flere forskere har valgt å starte undersøkelsene ved såing og avslutte når stengelen kommer til syne over vekstmediet i en definert lengde. Da gjelder det å være klar over at forholdet mellom temperaturens innvirkning på utviklingshastigheten kan være noe forskjellig i de ulike fasene i utviklingen, og at det bare er stengelens strekningsvekst som registreres.

V. BESKRIVELSE AV TEMPERATURENS VIRKNING PÅ STREKNINGSVEKSTEN AV ROT OG STENGEL

Det er ikke nok å ha utført et forsøk på beste måte. Man skal også kunne beskrive det som har skjedd på beste måte og mest mulig fullstendig.

Fig. 7 kan være et godt eksempel på utilstrekkelig beskrivelse. For det første er temperaturintervallet altfor lite. Derneft skulle man ikke ha forlenget regresjonslinjen helt ned mot null vekst. En slik forlengelse kan i beste fall gi en grov indikasjon.

Det gjelder først og fremst å dekke hele det aktuelle temperaturintervallet med observasjoner slik som man f.eks. ser det i fig. 8. Derneft bør man velge riktig funksjon. Fig. 8 viser at det ikke passer hverken med 1. grad eller 2. grad funksjon. En 3. grad funksjon passer godt fra begynnende vekst til toppen av kurven. Her får man en R på 0,995 (Røeggen 1975). Det viktigste her er imidlertid å være klar over at selv en såpass god beskrivelse er helt utilstrekkelig når det gjelder å fastsette minimumstemperaturen for vekst. En 3. grad funksjon som spenner over et stort temperaturintervall, vil p.g.a. variasjonen ved de høyeste temperaturene og funksjonen som sådan gi en helt utilstrekkelig beskrivelse ved de lave temperaturene.

Man kan, etter min mening, bare komme seg ut av dette dilemmaet ved å dele opp kurven i mindre deler. Dette er gjort ved f.eks. å ta ut observasjoner ved 0-, 1-, 3- og 5°C. Da kan man tillate seg å forlenge regresjonslinjen lineært ned mot null vekst uten å gjøre større feil enn f.eks. et par 1/10°C.

VI. OPPSPIRINGSTIDEN

I praksis er man først og fremst interessert i oppspiringstiden. Det ønskelige er ofte at oppspiringstiden er kortest mulig uten at dette skjer på bekostning av plantens kvalitet senere.

I våre øvelser har vi ikke konsentrert oss om oppspiringstiden, men denne kan jo langt på veg bestemmes nøyaktig ut av de data

man får fra øvelsen (etter samme prinsipp som f.eks. i fig. 6). Man må huske på at så snart lyset begynner å virke på stengelen, blir strekningsveksten en helt annen.

VII. TEMPERATURENS VIRKNING PÅ STREKNINGSVEKSTEN UNDER SPIRING
ER OFTE FORSKJELLIG FRA TEMPERATURENS VIRKNING PÅ VEKSTEN
SENERE I PLANTENS LIV

Et godt eksempel på dette kan være ert hvor plantene blir størst ved omkring 12°C , mens det er liten forskjell på vektøkningen (i gjennomsnitt pr. døgn for vekstperioden) ved temperaturer fra 12°C til 24°C . Strekningsveksten under spiring er derimot størst ved ca. 28°C .

VIII. LITTERATUR

- EINSTEIN, A.: Relativitetsteorien. Oversatt av Brynjulf Valum, Gyldendal, Norsk Forlag, Oslo, 1968
- Ottosson, L. 1958: Growth and maturity of peas for canning and freezing, Almqvist & Wiksells Boktrykkeri AB, Uppsala.
- Røeggen, O. 1975: Grønnsakenens spiretemperatur i relasjon til dyrkingsmulighetene. Nordisk jordbr. forskn. 57. 433-440. Rettl. 119. Institutt for grønnsakdyrking. ISBN 82-576-5524-4.

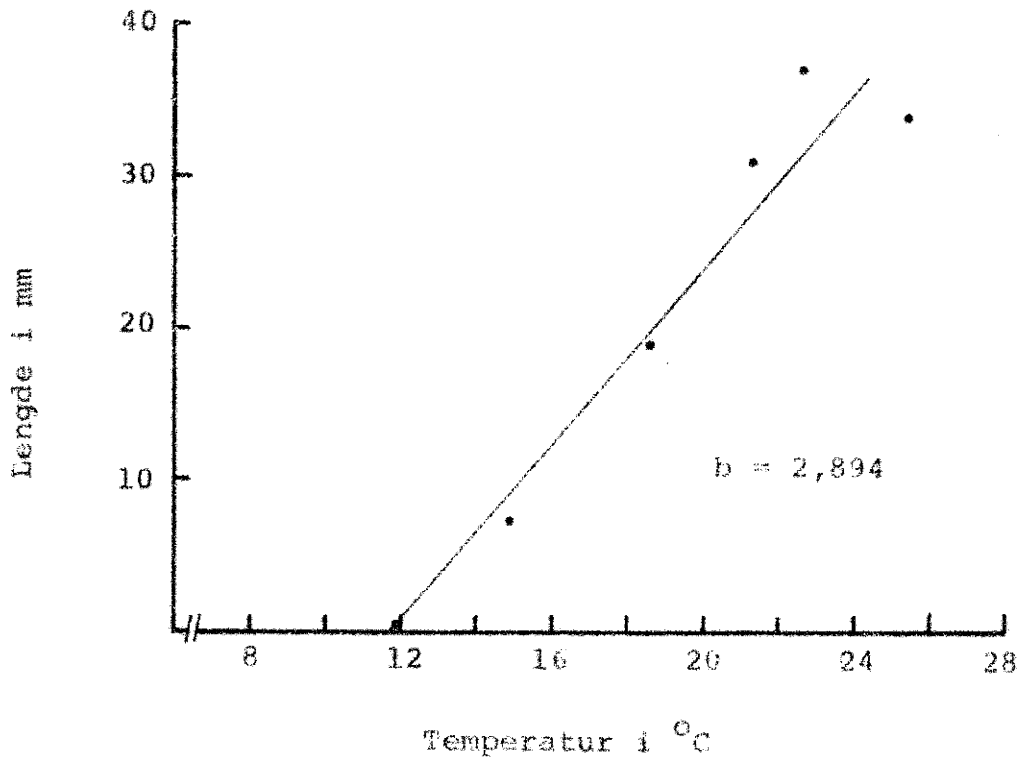


Fig. 1. Stengelens lengde 4 døgn etter såing.
Sort: 'Surprise'

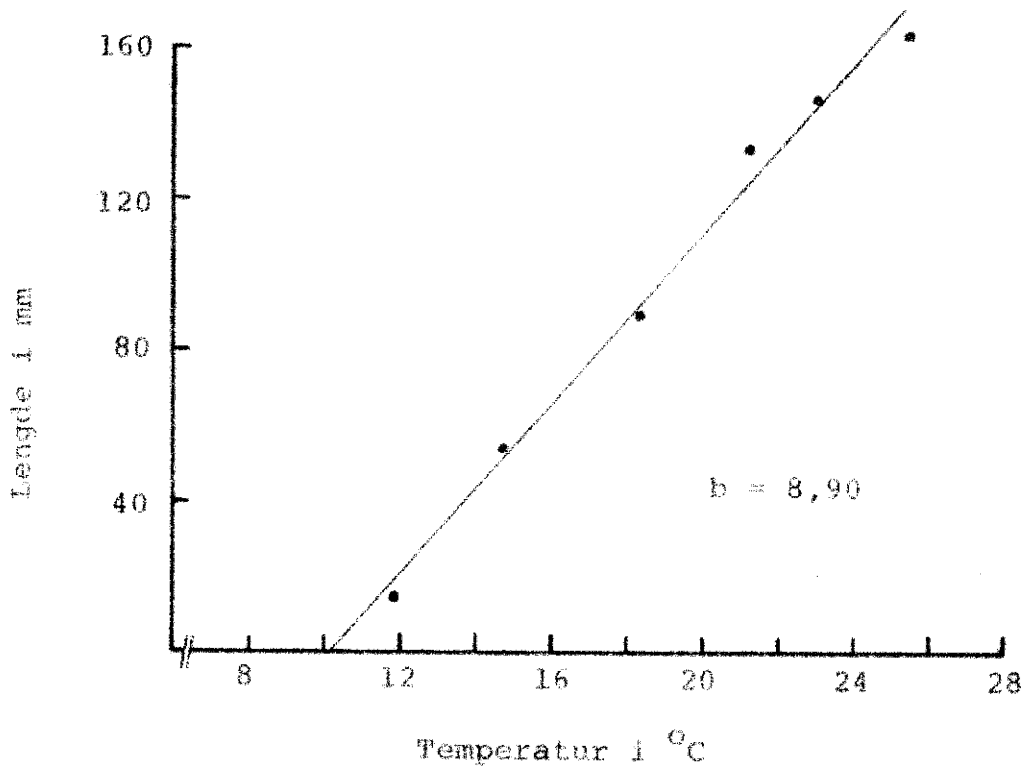
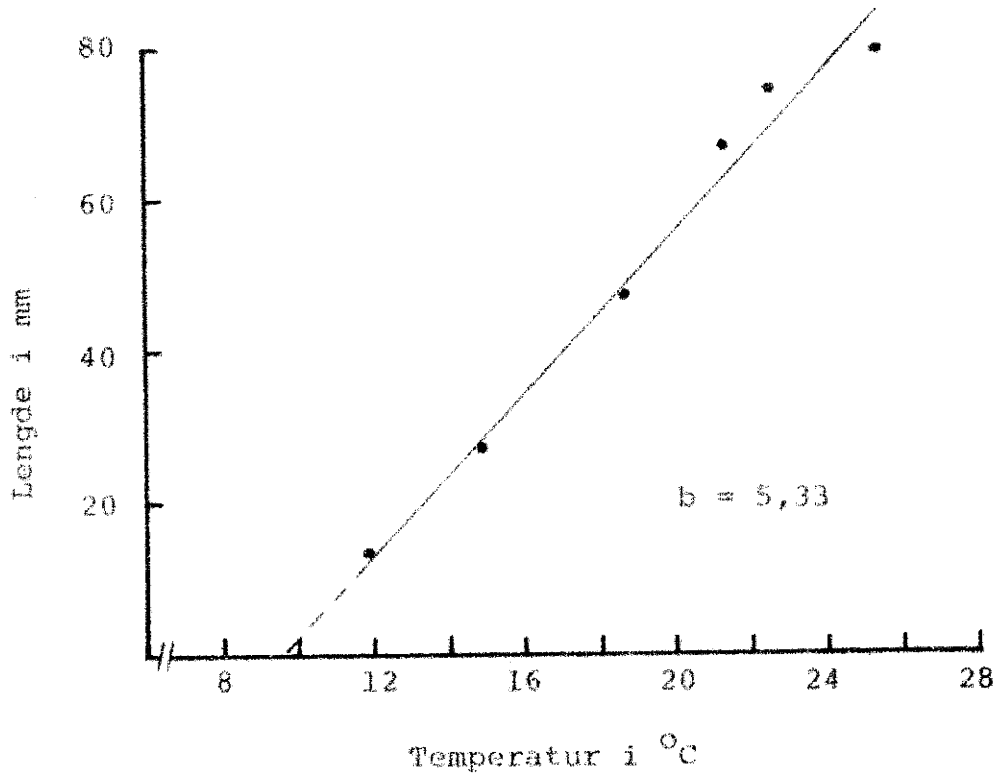


Fig. 2. Stengelens lengde 7 døgn etter såing.
Sort: 'Surprise'



Rotens
Fig. 3. ~~Stengelens~~ lengde 4 dogn etter såing.
Sort: 'Surprise'

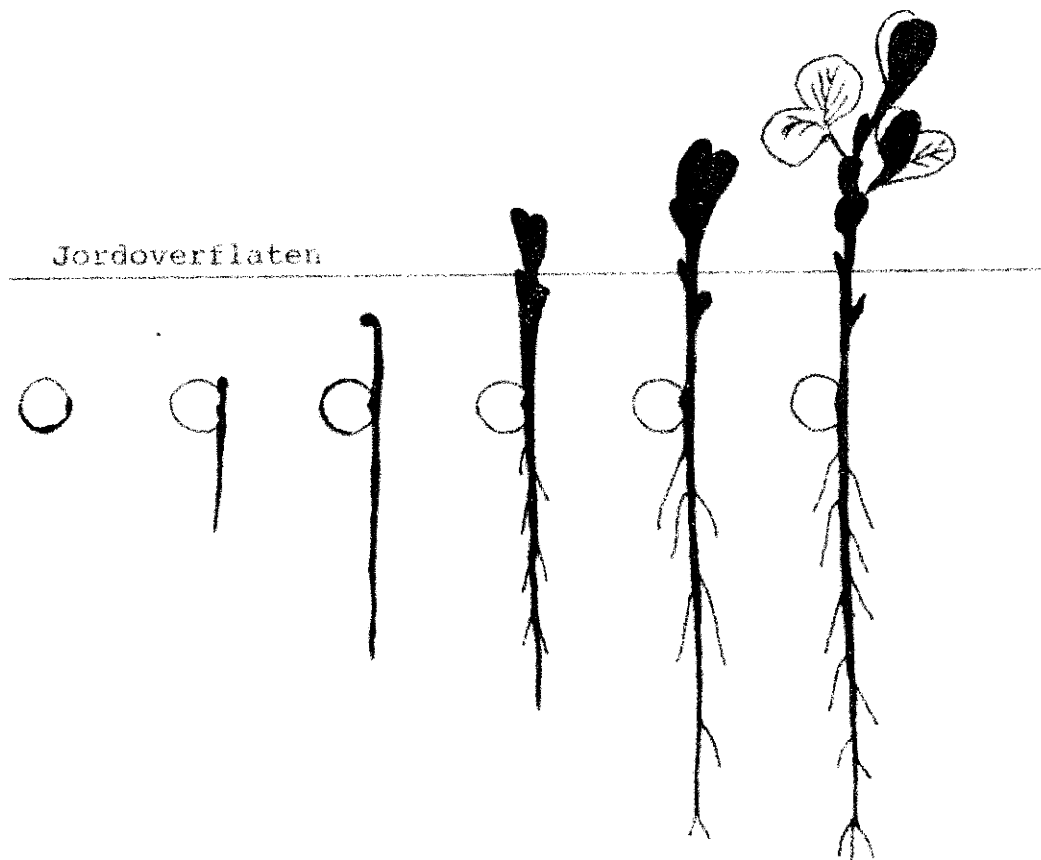


Fig. 4. Spiringens forløp illustrert av Ottosson.



Fig. 5. Skjematisk framstilling av utviklingen etter såing hos en erteplante.

1. Fra såing til ferdig svelling.
2. Fra svelling til rotspissen trenger gjennom frøskallet.
3. Rotens første strekningsvekst inntil stengelen begynner sin strekningsvekst.
4. Strekningsvekst av både rot og stengel.

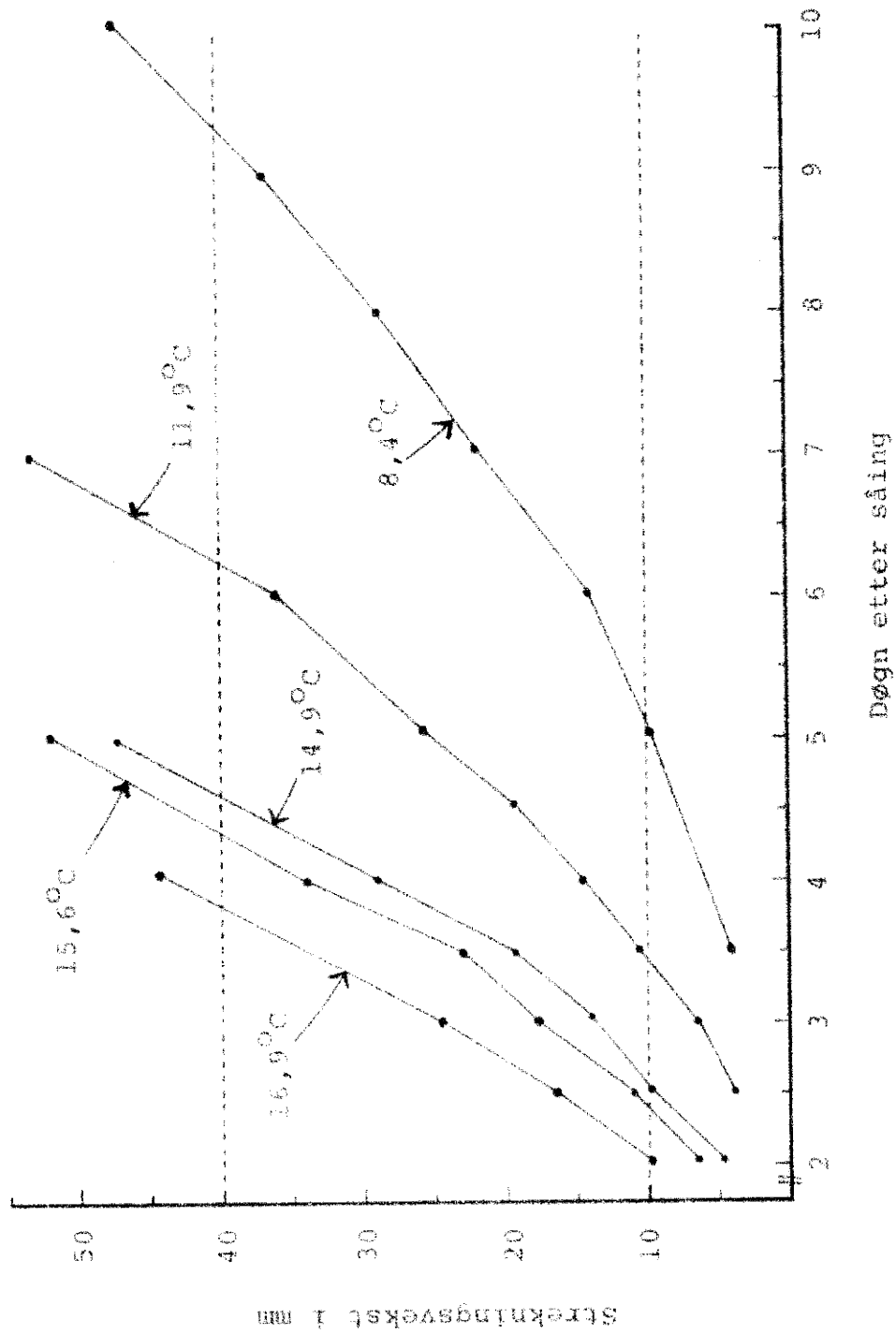


Fig. 6. Rotens strekingsvekst ved ulike temperaturer og tid for mærgertsorten 'Alma'.

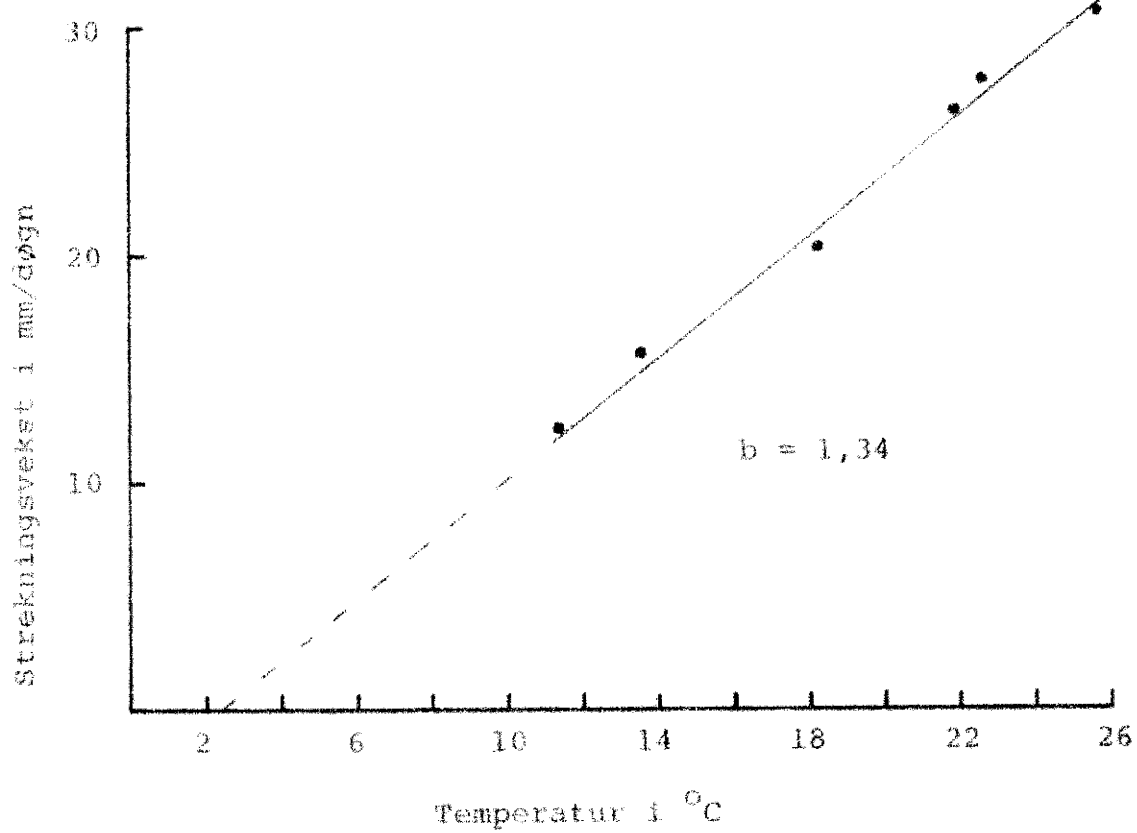


Fig. 7. Rotens gjennomsnittlige strekningsvekst i mm pr. døgn mellom 10 mm og 40 mm.
Sort: 'Igloo'

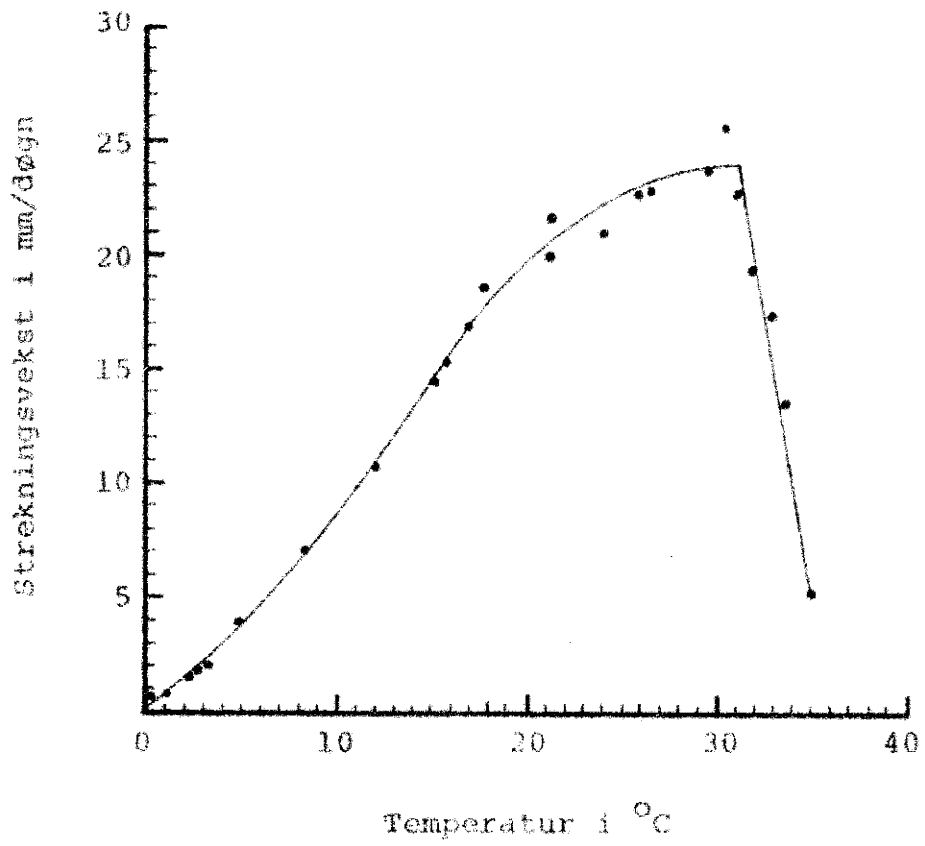


Fig. 8. Temperaturens innvirkning på rotens strekningsvekst mellom 10 og 40 mm lengde hos margertsorten 'Alma'.