

Undersökningar över bokens rödkärna

Untersuchungen über den Rotkern der Buche

av

ERIK RENNERFELT och BERTIL THUNELL

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 39 · NR 4

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
Förord	3
Kap. I. Uppträdande och karakteristik av rödkärnan.....	4
» II. Rödkärnans utbredning i träden	6
» III. Förekomst av vatten och socker i splintveden och rödkärnan ..	12
» IV. Rötresistens hos splint resp. rödkärna	21
» V. Kylans inverkan på uppkomsten av röta	23
» VI. Hållfasthetsundersökningar	25
» VII. Diskussion och sammanfattning av försöksresultaten	32
Zusammenfassung	35

Förord

Som en följd av de stränga vintrarna 1940—42 uppträdde i mycket stor omfattning rödkärna i de svenska bokbestånden. Då man befarade, att förekomsten av rödkärna kunde påverka virkets tekniska egenskaper och dess motståndskraft mot rötsvampar i ogynnsam riktning och därigenom allvarligt försämra bokskogsskötselns ekonomi, vände sig skogsvårdsstyrelsen i Malmöhus län i november 1945 till Statens skogsforskningsinstitut och Svenska Träforskningsinstitutet med en hemställan om en undersökning över hit hörande frågor. I första hand önskade skogsvårdsstyrelsen en utredning av följande uppgifter:

1. Rödkärnans fortsatta utveckling inom trädet.
2. Rödkärnans motståndskraft mot vedförstörande svampar såväl hos det växande trädet som hos det avverkade virket.
3. Undersökning av rödkärnans hållfasthetsegenskaper.

Den förstnämnda frågan kräver en stort upplagd fältundersökning, om ett tillförlitligt svar skall erhållas. De tekniska svårigheterna i fråga om att konstatera en eventuell tillväxt av rödkärnan inom trädet äro även betydande. Detta problem har därför hittills ej kunnat tagas upp till behandling, utan i första hand har undersökningen omfattat de i punkt 2 och 3 angivna frågorna.

Ett gemensamt undersökningsprogram uppgjordes av försöksledarna skog. lic. CH. CARBONNIER och docent E. RENNERFELT vid skogsforskningsinstitutet och docent B. THUNELL vid träforskningsinstitutet. Efter anvisningar av skogsvårdsstyrelsen i Malmöhus län insamlades provmaterial från 4 olika bokbestånd, representerande olika ståndorter, ålder och behandling. Insamlingsarbetet har utförts av skogsbiträdet C.-E. ROGBERG. Med detta provmaterial ha vid skogsforskningsinstitutet undersökningar utförts över rödkärnans utbredning i trädet, dess fuktighetshalt och rötresistens. Resultatet av dessa undersökningar redovisas i kap. I—V, som författats av docent RENNERFELT. Undersökningarna över hållfastheten hos virket ha utförts vid Svenska Träforskningsinstitutet under ledning av docent B. THUNELL, som även författat kap. VI. Prepareringen av provkropparna har utförts av herr E. KJELLGREN och provningsarbetet av jägmästare E. PEREM med biträde av ingenjör H. LARSSON.

För värdefullt bistånd vid insamlandet av provmaterial ber institutet att få framföra ett tack till i första hand länsjägmästare W. Ros, men även till den personal, som vid de olika förvaltningarna biträtt med uttagandet av proven.

Experimentalfältet i mars 1950.

MANFRED NÄSLUND

Kap. I. Uppträdande och karakteristik av rödkärnan

En del träd, såsom ek och tall, utbilda en från splintveden i flera avseenden tydligt avgränsad kärnved medan hos andra träd, t. ex. asp och björk, den inre veden endast fysiologiskt skiljer sig från den unga splintveden i stammens yttre delar. Hos de sistnämnda trädslagen avtar t. ex. vattenhalten endast sakta inåt centrum, medan hos träd med äkta kärnved en språngliknande sänkning av vattenhalten inträffar i och med utbildandet av kärnveden. Boken anses i fråga om kärnbildningen inta en mellanställning mellan dessa båda grupper, och utbildar en kärna med mer eller mindre torr ved endast under vissa patologiska förhållanden. Såsom utlösande moment härvid kunna olika faktorer vara verksamma, såsom lufttillträde eller en kemisk retning till följd av svampinfektion m. m.

Efter den stränga vintern 1941—42 uppträdde s. k. *frostkärna* i mycket stor omfattning i våra bokskogar. Dylik skadegörelse har tidigare endast förekommit i mindre omfattning i vårt land, men har utomlands, t. ex. i Polen och Tyskland, uppträtt i stor skala efter den stränga vintern 1928—29 (JAHN 1931, KRZYSIK 1931, ROHDE 1933). Tidigare talade man om *rödkärna*, och dylik kan uppstå även av andra orsaker än sträng och långvarig kyla, bl. a. som svar på en svampinfektion. I gamla träd utbildas rödkärna dessutom ofta som ett rent ålderssymtom. Den missfärgning, som uppstått i bokveden efter vintern 1941—42, står otvivelaktigt i direkt samband med vinterkylan (LARSEN 1943 a, NILSSON och JOHNSSON 1944), och av denna anledning kunde den lämpligen benämnas frostkärna. De flesta forskare, som sysslat med bokvedens missfärgning äro emellertid angelägna att framhålla, *att det knappast torde råda någon principiell skillnad mellan rödkärna och frostkärna*. Namnet rödkärna hänför sig till vedens färg eller utseende, medan namnet frostkärna betecknar uppkomstsättet. Enligt ZYCHA (1948) kan frostkärnan betraktas som en särskilt kraftig form av rödkärna, utbildad under speciella väderleksförhållanden. Då namnet rödkärna sedan gammalt vunnit burskap och fortfarande i stor utsträckning användes som beteckning på detta slag av missfärgning hos bokveden, komma vi i denna uppsats att bibehålla detta namn, även om benämningen frostkärna med fog skulle kunna motiveras.

Ur anatomisk synpunkt äro två företeelser karakteristiska för rödkärnan. *Det ena är förekomsten av s. k. tyller*. Tyllbildningen som botaniskt fenomen har studerats av många forskare (KLEIN 1923, BÜSGEN och MÜNCH 1927, EBES 1937 m. fl.), och i detta speciella sammanhang av ZYCHA (1948). Tyllerna i rödkärnan utgöras av blåslänkande utstjälpningar i kärnen. Dessa blåsor tränga in i kärnen från parenkymcellerna genom porer i kärnens väggar. Tyllbildningen kan bli så kraftig, att kärnen på större eller mindre sträckor helt

täppas till. Tyllförekomsten är särskilt riklig i den mörka gränsszon, som utbildas mellan rödkärnan och splinten.

Vid uppkomsten av tyllerna spelar lufttillträde till cellerna en viktig, enligt ZYCHA t. o. m. en avgörande roll. Genom att suga luft genom frisk bokved kunde ZYCHA experimentellt framkalla de för rödkärnan karakteristiska tyllbildningarna.

En annan utmärkande egenskap för rödkärnan är missfärgningen. Om rödkärnan undersökes mikroskopiskt, finner man i vedparenkymet och märkestrålecellerna bruna utfällningar av »vedgummi». Även tyllerna äro mörkfärgade. Det är blott cellinnehållet, ej cellväggarna, som äro färgade. Enligt samstämmiga uppgifter från de forskare, som sysslat med denna detalj av rödkärnan, uppstår missfärgningen genom en långsamt fortskridande dödsprocess hos cellerna. Härvid omvandlas stärkelse och andra cellbeståndsdelar i ämnen, som i brist på närmare kemisk karakteristik pläga kallas för vedgummi. Den process, som framkallar denna missfärging, är säkert av oxydativ natur. Härför talar bl. a. det förhållandet, att missfärgningen på en snittyta omedelbart efter avverkningen är ganska svag, men snart därefter blir avsevärt kraftigare.

De många iakttagelser och observationer, som gjordes i Mellaneuropa beträffande uppträdandet av rödkärna efter vintern 1928—29, har med tysk grundlighet sammanställts av ROHDE (1933). Han lämnar även en sammanfattande diagnos över begreppet rödkärna. Då den även i huvudsak torde passa in på våra förhållanden, återgives den här i översättning (ROHDES benämning »Frostkern» har översatts med frostkärna).

»Som frostkärna betecknar man en kärnbildning med mörkare färg än vad splintveden har. Färgschatteringarna variera mellan gråvitt, rött och svartbrunt. De grå färgtonerna äro vanliga. Vid stark uttorkning (frost, sommartid) bleknar färgen, vid fuktig väderlek (regn, töväder) framträder den tydligare. Omedelbart efter avverkningen är färgen vanligen överensstämmande med färgen i torrt tillstånd, efter några timmar däremot är färgen lika med den i vått tillstånd. Frostkärnans begränsningszon mot splinten är betydligt mörkare än kärnan i övrigt. Dylika mörka linjer kunna även förekomma i kärnans inre delar, så att en i flera områden uppdelad yta framkommer. Den innersta delen består ofta av »äkta rödkärna» (frostkärnan utgör alltså i sådana fall blott en ring eller mantel omkring rödkärnan). Begränsningslinjen mot splintveden är i många fall oregelbunden men sammanfaller även ofta med en årsring. Skarpt karakteriserade äro sådana fall, i vilka frostkärnan löper ut i splinten i form av spetsiga tungor eller tänder. Frostkärnans storlek på stamtvårsnittet är ofta betydande, och läget är alltid centralt. På stammens längdsnitt fördelar den sig så, att i flertalet fall den nedersta delen av stammen är fri från frostkärna. Denna börjar på $\frac{1}{2}$ —1 meters höjd och når upp till obestämd höjd, många gånger upp i kronan och in i grenarna. På lagrat bokvirke är frostkärnan rikligare beväxten med svamp än splintveden. Svampkolonierna äro mörkgröna till svarta och utgöras av *Cladosporium entoxylinum*. Frostkärnan kan ha en syrlig lukt.

Frostkärnans vattenhalt avviker ej från den normala vedens. Men hos lagrad ved är vattenhalten efter kort tid högre än i splinten, och denna skillnad bibehålles i fortsättningen. Cellväggarna och tyllhinnorna äro starkt gul- brunfärgade. Anhopningar av vedgummi saknas vanligtvis i de inre delarna men påträffas alltid i den mörkare gränssonen såsom utfyllnad i parenkymceller och märkestrålar. Mera sällan förekommer vedgummi som proppar i kärnen. Tyller finnas alltid i den yttre mörka randen. I frostkärnans inre

del äro de ofta sällsynta eller saknas helt och hållet. Övergångsstadier till en likformig fördelning av tyller över hela kärnan finnas. Stärkelse förekommer blott undantagsvis. Svamphyfer saknas vanligen fullständigt, men kunna understundom påträffas.»

En fullt enhetlig diagnos har tyligen varit svår att uppställa. Som ROHDE framhåller, äro beskrivningarna på rödkärnan mycket varierande, tydande på att beståndens beskaffenhet, kylans långvarighet och styrka m. m. kan sätta sin prägel på rödkärnans uppträdande och utformning.

Kap. II. Rödkärnans utbredning i träden

I syfte att få en närmare uppfattning om rödkärnans utbredning avverkades i januari 1947 ett antal provträd på några olika platser i Skåne. Ur de avverkade träden kapades trissor och uttogos provkroppar för bestämning av vatten och sockerhalt m. m.

Provträden avverkades på följande platser:

- | | |
|-----------------|------------------------------|
| 1. Stubbslunden | } Knutstorps godsförvaltning |
| 1a. Kongalund | |
| 2. Djurhagen | Trolleholms fideikommiss. |
| 3. Skäralid | Kolleberga skolevir. |

Provyta nr 1. Om beståndet ha följande anteckningar gjorts. Beståndet har uppkommit efter självsädd och stubbskott. Trädens ålder varierar mellan 80 och 120 år, bonitet enligt Jonson I—II. Beståndet är fullslutet och har gallrats

Tab. 1. Rödkärnans utbredning i provträd nr 1, provyta 1.

Die Ausbreitung des Rotkerns im Probestamm Nr. 1, Versuchsfläche Nr. 1.

Trissa nr Scheibe Nr.	m från marken m vom Erdboden	Medel- diam. cm Mittel- durch- messer cm	Yta cm ² Fläche cm ² 1	Rödkärna Rotkern		Röd- kärna % av ytan Rotkern % der Fläche	Antal års- ringar Anzahl der Jahres- ringe	Medel- årsrings- bredd mm Mittl. Jahres- ringbreite mm
				Medel- diam. cm Mittel- durch- messer cm	Yta cm ² Fläche cm ² 2			
1	0,20	42,5	1 420	0,7	0,4	0,02	102	2,1
2	1,45	26,8	564	3,9	10	1,8	99	1,3
3	2,25	26,2	539	7,0	37	6,9	88	1,5
5	3,25	25,3	503	6,9	39	7,8	85	1,5
6	4,25	24,5	471	6,5	36	7,6	82	1,5
8	4,95	23,6	436	6,1	33	7,6	79	1,5
9	5,90	23,0	416	6,7	30	7,1	76	1,5
10	6,55	22,6	397	5,8	24	5,9	70	1,6
11	7,70	21,5	362	3,9	12	3,3	63	1,7

¹ Bestämd efter formeln.
Bestimmt nach Formel.

² Bestämd med planimeter.
Bestimmt mit Planimeter.

M = 1,54

Tab. 2. Rödkärnans utbredning i provträd nr 4, provyta 2.

Die Ausbreitung des Rotkerns im Probestamm Nr. 4, Versuchsfläche Nr. 2.

Trissa nr Scheibe Nr.	m från marken m vom Erdboden	Medel- diam. cm Mittel- durch- messer cm	Yta cm ² Fläche cm ²	Rödkärna Rotkern		Röd- kärna % av ytan Rotkern % der Fläche	Antal års- ringar Anzahl der Jahres- ringe	Medel- årsrings- bredd mm Mittl. Jahres- ringbreite mm
				Medel- diam. cm Mittel- durch- messer cm	Yta cm ² Fläche cm ²			
I	0,20	18,5	269	—	—	—	53	1,7
2	1,40	15,1	195	3,6	12,3	6,3	49	1,5
4	2,55	14,0	152	3,7	10,6	7,0	46	1,5
5	3,60	13,1	134	3,5	9,1	6,8	44	1,5
7	4,75	12,6	124	2,7	5,1	4,1	40	1,6
8	5,80	11,7	108	2,1	3,9	3,6	34	1,7
10	6,90	11,6	106	1,5	1,8	1,7	31	1,9
11	7,95	10,6	88	0,4	0,3	0,3	29	1,8

M = 1,65

flera gånger, bl. a. tre gånger under sista 12 åren. Markfuktigheten bedömdes som god till riklig med högt grundvattenstånd. Enstaka fnösketickor iaktogtos på träd, som ingingo i den mot söder fritt exponerade kappan.

Rödkärna förekom i de flesta träd, men den hade i allmänhet liten utbredning. I tab. 1 lämnas exempel på rödkärnans utbredning och utsträckning i ett provträd från denna yta. Den omfattar i detta träd endast en liten del av arealen. Rödkärnans yta är genomgående mindre än tio procent av tvärsnittsytan. Rödkärnans spolförmiga utsträckning framgår tydligt av fig. 1.

I tab. 4 lämnas ytterligare ett par exempel på rödkärnan i träd från denna provyta. Rödkärnan hade i dessa träd en något större omfattning. På trissor, belägna på ca 2 m höjd, utgjorde rödkärnan mellan 14 och 19 procent av stamtvärsnittet.

Provyta nr 1 a. Beståndet har uppkommit genom självsädd. Trädens ålder är omkring 80—120 år, bonitet enligt Jonson I—II. Beståndet är fullslutet men med luckor här och var, som uppkommit på grund av att rötskadade träd måst avverkas i förtid. Markfuktigheten bedömdes såsom god och grundvattnet högt och rinnande. Fnösketickan förekom mycket rikligt, och även honungsskivlingen uppträdde här och var.

Rödkärna förekom i så gott som samtliga träd, och den var ganska stor (ofta $\frac{1}{3}$ av diametern eller mer). Rödkärnan var mest utbredd åt NO. Från detta håll komma även de kalla förhärskande vindarna. Efter de stränga vintrarna 1940-42 blevo stammarna kraftigt mossbelupna. Åren 1942—43 kalåts beståndet av bokspinnaren (SYLVÉN 1943), och år 1945 började fnösketickor bryta fram i stort antal på många av bokarna.

I tab. 4 lämnas ett par exempel på rödkärnans utbredning i träd från Konga-

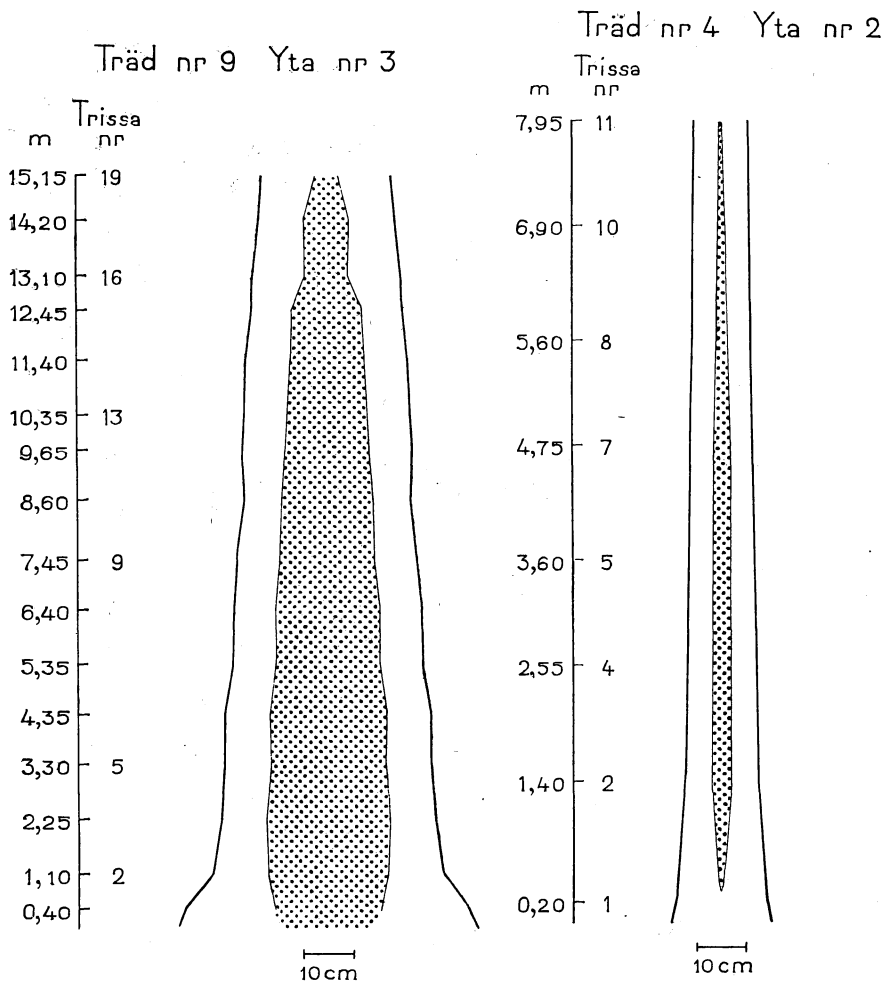


Fig. 1. Rödkärnans utbredning i provträd nr 1, provyta 1.

Die Ausbreitung des Rotkerns im Probestamm Nr. 1, Probefläche 1.

Fig. 2. Rödkärnans utbredning i provträd nr 4, provyta 2.

Die Ausbreitung des Rotkerns im Probestamm Nr. 4, Probefläche 2.

lund. I kap. V behandlas sambandet mellan kölden och förekomst av röta i träden.

Provyta nr 2. Beståndet har uppkommit genom självsådd. Trädens ålder är omkring 60 år, bonitet enligt Jonson II. Beståndet är överslutet men gallrat flera gånger. Markfuktigheten verkade mycket riklig, på flera ställen var marken kärrartad. Tickor på träden saknades nästan helt och hållet, ej heller voro de nämnvärt belupna med mossa.

Rödkärna förekom i omkring hälften av träden och var i allmänhet av

Tab. 3. Röd kärnans utbredning i provträd nr 9, provyta 3.

Die Ausbreitung des Rotkerns im Probestamm Nr. 9, Versuchsfläche Nr. 3.

Trissa nr Scheibe Nr.	m från marken m vom Erdboden	Medel- diam. cm Mittel- durch- messer cm	Yta cm ² Fläche cm ²	Röd kärna Rotkern		Röd- kärna % av ytan Rotkern % der Fläche	Antal års- ringar Anzahl der Jahres- ringe	Medel- årsrings- bredd mm Mittl. Jahres- ringbreite mm
				Medel- diam. cm Mittel- durch- messer cm	Yta cm ² Fläche cm ²			
1	0,40	57,5	2 598	21,5	304	13,2	110	2,6
2	1,10	46,0	1 660	24,2	393	23,7	107	2,2
4	2,25	42,5	1 420	24,5	398	28,0	103	2,1
5	3,30	41,7	1 362	22,9	419	30,7	97	2,1
6	4,35	41,5	1 350	23,8	436	32,2	94	2,2
7	5,35	38,0	1 134	21,0	363	32,0	91	2,1
8	6,40	37,5	1 102	20,8	322	29,2	88	2,1
9	7,45	36,0	1 019	19,0	286	28,1	85	2,1
11	8,60	35,0	962	18,5	242	25,1	81	2,2
12	9,65	34,2	919	16,8	220	24,3	79	2,2
13	10,35	33,1	860	16,0	198	23,0	76	2,2
14	11,40	32,6	835	15,5	199	23,8	73	2,2
15	12,45	30,7	740	14,2	142	19,1	68	2,3
16	13,10	30,0	708	9,0	62	8,7	65	2,3
17	14,20	27,5	594	9,2	59	9,9	61	2,3
19	15,15	26,2	540	4,9	19	3,5	55	2,4

M = 2,23

mycket liten utbredning. Det observerades, att den var vanligare och hade större utbredning i träd, som stodo uteder vägar. I tab. 2 har röd kärnans förekomst i provträd nr 4 på denna yta sammanställts. Röd kärnan har en mycket liten omfattning, den utgör högst 7 % av stamtvärsnittet, och den typiska spolförmen framträder mycket tydligt (fig. 2).

Även i flertalet andra träd på denna yta hade röd kärnan liten utbredning (tab. 4). I ett träd utgjorde röd kärnan ca 22 % och i ett annat 14 % av stamtvärsnittet. I de övriga träden var röd kärnan mindre än 7 % av ytan.

Provyta nr 3. Även detta bestånd har uppkommit genom självsädd. Åldern hos träden varierar mellan 70 och 110 år, boniteten enligt Jonson är I. Beståndet är fullslutet och gallrat flera gånger. Markfuktigheten är normal.

Röd kärna förekom i de flesta träden och hade stor utbredning ($\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ diametern) och föreföll att ha utbildats vid flera olika tillfällen. Två träd utan röd kärna höggos intill en liten bäck. Inga tickor observerades på träden, som ej heller voro nämnvärt bevuxna med mossor.

Av tabell 3 framgår, att röd kärnan har en mycket kraftig utbredning i träd nr 9 på provytan. Även i stubbskåret är utbredningen stor, och röd kärnan avsmalnar blott långsamt uppåt och har ännu på 15 m höjd en diameter på ca 5 cm (fig. 3). På detta träd framträdde även olika zoner mycket tydligt. I

trädet nedre delar kunde ett flertal dylika zoner urskiljas (fig. 4). Högre upp i stammen funnos blott ett par sådana zoner, och längst upp förekom ingen uppdelning av rödkärnan. Dessa zoner uppfattas allmänt som rödkärna, vilken bildats under olika perioder av kyla (JAHN 1931, ROHDE 1933, LARSEN

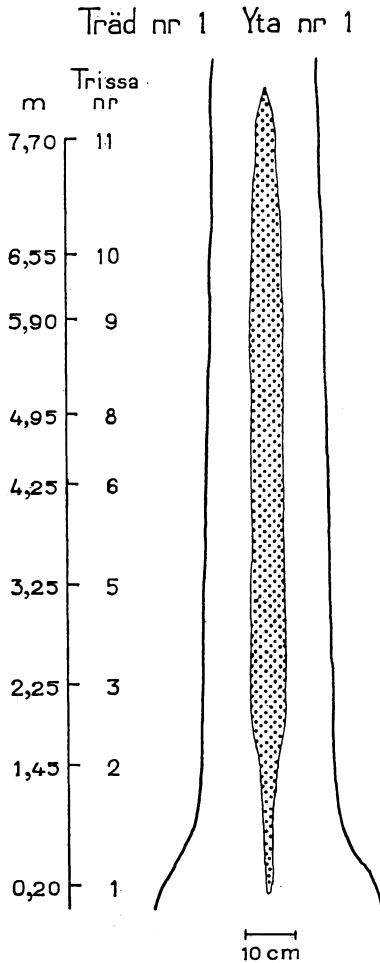
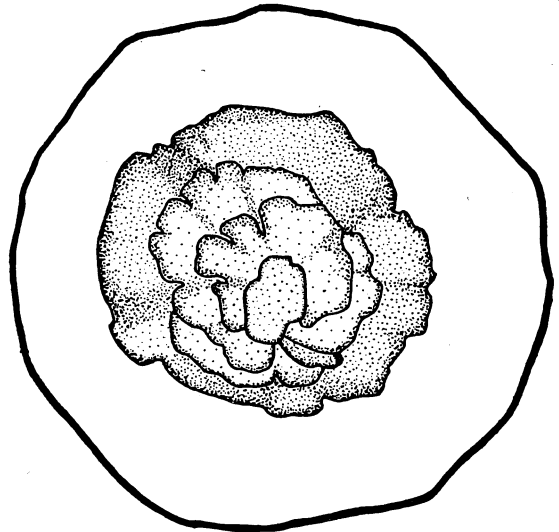


Fig. 3. Rödkärnans utbredning i provträd nr 9, provyta 3.
Die Ausbreitung des Rotkerns im Probestamm Nr. 9, Probestfläche 3.

Fig. 4. Förekomst av olika zoner i rödkärna, träd nr 9, provyta 3.
Das Vorkommen verschiedener Zonen im Rotkern; Stamm Nr. 9, Probestfläche 3.



1943 a]. En mikroskopisk undersökning av ved från en trissa med ett flertal dylika zoner visade även att tyllbildningen var rikligast i dessa gränsområden.

Även i flertalet andra träd från denna provyta hade rödkärnan stor utbredning. Av tabell 4 synes, att rödkärnan i flera träd utgjorde mer än 20 % av stamtvärnsnittet på trissor tagna på mellan 1 och 2 m höjd. I två träd hade

dock rödkärnan obetydlig omfattning. Träd nr 3 på denna yta var praktiskt taget fritt från rödkärna.

På provytan nr 3 hade alltså rödkärnan en genomsnittligt större omfattning än på de båda andra provytorna. Träden på provyta nr 1 äro ungefär lika

Tab. 4. Rödkärnans utbredning i träd från provytorna 1, 1 a, 2 och 3.

Die Ausbreitung des Rotkerns in Stämmen von Versuchsflächen 1, 1 a, 2 und 3.

Prov- yta nr Versuchs- fläche Nr.	Träd nr Stamm Nr.	Trissa m från marken Scheibe m vom Erd- boden	Sektionens		Rödkärna Rotkern		Röd- kärna % av ytan Rot- kern % der Fläche	Antal årsringar i trissan Anzahl Jahres- ringe in der Scheibe	Medel- årsrings- bredd mm Mittl. Jahres- ring- breite mm
			Medel- diam. cm Mittel- durch- messer cm	Yta cm ² Fläche cm ²	Medel- diam. cm Mittel- durch- messer cm	Yta cm ² Fläche cm ²			
1	2	2,20	29,0	661	12,4	125	19,0	103	1,4
	3	2,30	31,0	752	13,3	137	18,2	86	1,8
1 a	4	2,20	28,0	615	11,0	89	14,4	97	1,4
	5	1,85	28,9	656	9,0	53	8,1	74	1,9
	6	1,40	30,5	730	6,0	28	3,9	62	2,5
	7	1,30	35,8	1 008	11,8	114	10,5	91	2,0
	8	1,65	24,2	460	2,9	5,6	1,2	63	1,9
2	1	1,35	15,8	196	4,1	13,6	6,9	49	1,6
	6	1,50	18,6	272	4,1	11,5	4,2	46	2,0
	7	1,45	15,7	194	0,9	0,9	0,5	45	1,8
	11	1,90	14,9	174	6,8	38	21,7	48	1,5
	12	1,20	14,4	163	3,3	8,1	5,0	43	1,7
	13	2,60	19,5	299	4,2	13,7	4,6	52	1,9
	14	1,65	16,8	222	6,6	32	14,4	53	1,6
3	1	2,10	43,0	1 451	19,8	274	18,9	86	2,5
	2	1,00	54,0	2 290	34,5	830	36,2	86	3,5
	3	1,30	41,9	1 755	6,2	29	1,6	84	2,5
	4	1,05	52,5	2 160	16,5	205	9,5	96	2,7
	5	1,05	25,0	490	15,0	177	36,1	80	1,6
	6	0,95	45,0	1 590	23,0	340	21,3	90	2,5
	7	1,00	36,0	1 018	18,0	230	22,6	73	2,5
	8	1,60	18,4	266	9,3	75	27,2	51	1,6

gamla som träden på provyta nr 3, men på sistnämnda yta har tillväxten försiggått snabbare. Medelårsringsbredden är där 2,2 mm mot endast 1,5 mm på provyta nr 1. På provyta nr 2 äro träden betydligt yngre, omkring 60 år, och årsringsbredden är 1,6 mm eller ungefär som på provyta nr 1. Enligt LARSENS undersökningar (1943 b) stiger rödkärnans omfattning dels med åldern och dels med tjockleken hos träden. Av lika gamla träd ha alltså sådana med stor diameter mer rödkärna än dylika med liten diameter. Det material, som redovisas i tabellerna 1—4, synes stödja LARSENS resultat.

Kap. III. Förekomst av vatten och socker i splintveden och i rödkärnan

a. Vattenhalten

Vattenhalten i bokveden har tidigare undersökts av bl. a. KRZYSIK (1931), NILSSON och JOHNSON (1944) och ZYCHA (1948). De funno samtliga, att fuktkvoten var högst i den yttre splinten och lägst i rödkärnan. Med vattenhalten i veden sammanhänger intimt vedens innehåll av luft. Då *proportionen mellan vatten och luft i bokveden synes ha en avgörande betydelse för uppkomsten av rödkärnan*, kan det vara på sin plats att här något närmare beröra denna fråga.

Redan HARTIG (1882, 1888, 1901) ansåg, att lufttillträde till cellerna utgjorde det utlösande momentet för uppkomsten av rödkärna. Senare forskare ha i flertalet fall hävdad den åsikten, att rödkärnan framkallats som svar på en kemisk retning, utgående från i veden inträngande svamphyfer. Först på sista tiden har av ZYCHA åter med kraft framhållits, att lufttillträde torde vara den väsentliga orsaken till uppkomsten av rödkärna. Han visade, att fuktkvoten vid kärngränsen uppgick till omkring 60 % och längre in i kärnan uppnådde ännu lägre värden. Ur värdet på bokens torrvolymvikt (omkring 0,60) beräknade ZYCHA, att vid nyss nämnda fuktkvot endast omkring en tredjedel av vedens porvolym var vattenfylld. Enligt en uppskattning av HUBER och PRÜTZ (1938) utgöra märke- och vedparenkymcellerna, alltså vedens levande element, omkring 32 volymprocent av den totala vedvolymen. De levande cellerna äro i regel tunnväggiga, och man kan alltså anta, att deras håligheter uppta i runt tal omkring en tredjedel av den totala porvolymen. Så länge dessa celler äro levande, äro de fullt turgescenta, d. v. s. vattenfyllda, och fasthålla detta vatten osmotiskt. *Vid kärngränsen*, där som nyss nämnts endast en tredjedel av porvolymen är vattenfylld, *torde sålunda det fria vattnet vara lokaliserat i de levande cellerna*, medan det i kärl och trakéider endast finnes hygroskopiskt bundet vatten i cellväggarna. De sistnämnda vedelementens håligheter äro i stället fyllda med luft (eller annan gasblandning). I och med att vatten börjar avgivas även från de levande cellerna, inträder den kritiska punkten för bildningen av rödkärna. Vid denna ändring i förhållandet mellan vatten och luft i bokveden inträffa de förändringar, som ge upphov till rödkärnan, bl. a. tyllbildningen och anhopningen av vedgummi.

Man talar allmänt om lufthalten i cellhåligheterna. Genom undersökningar av framför allt amerikanska forskare (MAC DOUGAL och medarbetare 1926, 1933) har emellertid fastslagits, att luften i vedens inre delar vanligen har en helt annan sammansättning än normal luft. Gasutbytet i den levande veden kan ske på tre olika sätt: 1) gasavgivning från vattnet i vedcellerna,

2) diffusion i intercellularerna genom barken, kambiet och märkestrålarna, 3) direkt inträngning av ytterluft genom döda grenar, bladarr o. dyl. Under inträngandet förändras emellertid luftens sammansättning. De levande cellerna i märkestrålarna och parenkymet förbruka syre och avgiva i stället kolsyra. Härigenom ökas kolsyrehalten i luftblandningen och ända upp till 26 % kolsyra har påvisats inne i träden. Vad speciellt bokens rödkärna beträffar, så antar ZYCHA, att blott den centrala delen av rödkärnan, som genom döda kvistar står i någorlunda direkt förbindelse med ytterluften, innehåller luft med tämligen normal halt av kolsyra och syre. I den övriga delen av veden däremot, särskilt den yttersta, torde »luften» till väsentlig del bestå av kolsyra.

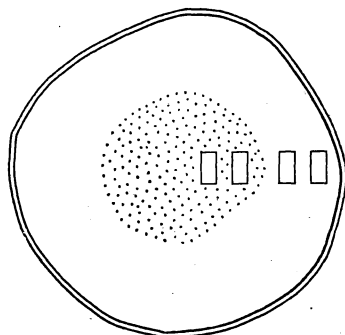


Fig. 5. Uttagning av provkroppar för bestämning av vattenhalt m. m.
Die Entnahme der Probekörper für die Bestimmung des Wassergehaltes u. a.

Även på det i samband med föreliggande undersökning insamlade materialet ha bestämningar av vattenhalten i veden gjorts. Samtidigt med avverkningen av provträden uttogos ur trissor medelst yxa provkroppar, vilka vägdes omedelbart efter uttagningen på en i skogen medförd våg. Provkropparna uttogos enligt vidstående fig. 5, dels ur yttre och inre splint, dels ur perifer och central rödkärna. Provkroppar togos även ur helt friska träd, där dylika påträffades, eller också ur trissor fria från rödkärna. Efter torkning under 18 timmar vid 105° C vägdes provkropparna ånyo.

Av tab. 5 framgår, att fuktkvoten är störst i den yttre splintveden, och lägst i den centrala rödkärnan. På ett större antal klotsar, som ingingo i ett rötningsförsök, bestämdes torrvolymvikten v_0 till 0,64. Med tillhjälp av detta värde och värdena på fuktkvoten i tab. 5 kan volymen av vedsubstans, bundet och fritt vatten samt luft beräknas i bokvedens olika delar (NYLINDER 1950). I diagrammen på fig. 6 återgivas dessa värden schematiskt. Den maximala fuktkvoten u_{max} , varvid alla celler äro helt vattenfyllda, uppgår till 120 %. Detta värde uppnås kanske blott i den allra yngsta årsringen. Redan i den yttre splinten har i varje fall fuktkvoten i medeltal sjunkit till 97 %, och

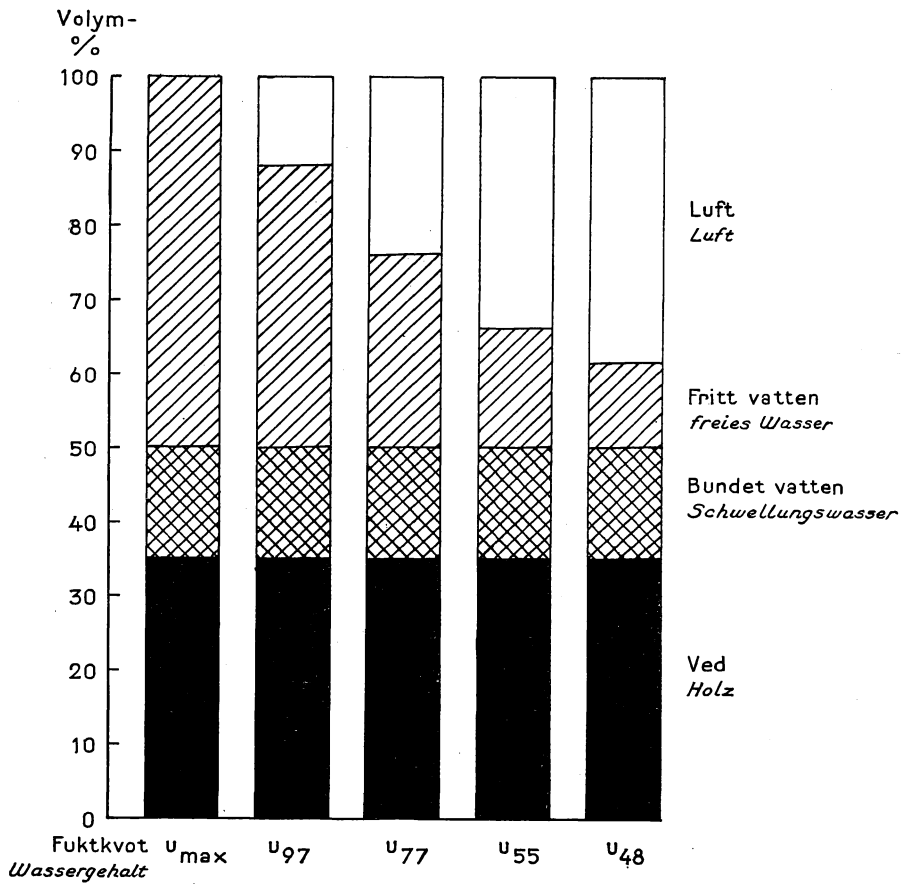


Fig. 6. Förhållandet mellan vedsubstans, bundet och fritt vatten samt luft i bokved med r_0 0,64 vid olika fuktkvot.

Das Verhältnis zwischen Holzsubstanz, Schwellungswasser, freiem Wasser und Luft im Buchenholz mit r_0 0,64 bei verschiedenem Wassergehalt.

Tab. 5. Fuktkvoten i bokved med rödkärna, medeltal av ca 80 provkroppar. Der Wassergehalt in Buchenholz mit Rotkern, Mittelwerte von za. 80 Proben.

Yta Versuchsfläche		Splintved Splintholz		Rödkärna Rotkern	
Nr.	Namn Name	yttre äusseres	inre inneres	yttre äusserer	central zentraler
1	Stubbslunden..	94,8	70,7	54,1	47,2
1 a	Kongalund	97,9	74,1	57,5	50,1
2	Trolleholm.....	95,9	72,4	51,6	46,8
3	Skäralid.....	100,6	77,5	57,5	47,7
Medeltal Mittel		97,3	73,7	55,2	48,0

längre in i splinten är den endast 74 %. Strax innanför kärngränsen är fuktkvoten 55 %. Detta betyder, att endast en knapp tredjedel av porvolymen är vattenfylld (fig. 6), medan resten utgöres av luft. Om ZYCHAS nyss refererade resonemang håller streck — för vilket mycket talar — skulle sålunda vid kärngränsen endast parenkym- och märkestråcellerna vara vattenfyllda, medan kärl och trakeider innehålla luft. Längre in i kärnan har ännu mer fritt vatten försvunnit, vilket resulterat i att märkestrå- och parenkymcellerna i stor omfattning dödats.

Bok med rödkärna är i regel svår att impregnera. Detta sammanhänger

Tab. 6. Vattenupptagning hos splint och rödkärna av bok.
Wasseraufnahme bei Splintholz und Rotkern der Buche.

Prov nr Probe Nr.	Yta nr Ver- suchs- fläche Nr.	Träd nr Stamm Nr.	Trissa nr Scheibe Nr.	Slag av ved Holzart	Fuktkvot i procent Feuchtigkeitsgehalt in Prozent						
					efter ... timmar i vatten nach ... Stunden im Wasser						efter vacuum- impreg- nering nach Vaku- uum- imprä- gierung
					0	½	1	2	6	24	
1	1	4	2	yttre splint.....	9,5	19,8	22,1	24,9	32,6	44,8	107
2				inre splint.....	9,3	17,6	19,9	22,5	29,5	42,0	106
3				rödkärna.....	10,0	16,6	19,2	22,1	29,1	42,5	86
4	1 a	2	8	splint.....	8,5	16,2	18,4	22,0	30,5	42,7	125
5				rödkärna.....	8,2	26,8	32,4	39,5	52,2	62,1	120
6	3	9	7	yttre splint.....	8,6	14,3	15,9	18,0	21,8	36,0	94
7				inre splint.....	8,9	16,2	18,8	20,7	28,2	40,9	115
8				yttre rödkärna..	9,1	16,0	17,6	20,4	27,5	40,1	59
9				inre rödkärna...	9,0	14,9	17,2	19,6	26,1	37,0	67

givetvis med tyllbildningen, vilket demonstrerats av såväl KRZYSIK som NILSSON och JOHNSON. Eftersom tyllerna vanligen äro rikligast förekommande i gränssonen mellan splint och kärna, är impregneringsmotståndet störst där. I den inre delen av rödkärnan däremot kan vattenupptagningen t. o. m. försiggå lättare än i splintveden, såsom framgår av följande försök.

Ur trissor från några av provträden (jfr. tab. 6) utsågades ett antal provklotsar. Dessa vägdes och höllos därefter nedsänkta i vatten. Med vissa intervaller bestämdes vattenupptagningen, och sedan klotsarna legat 24 timmar i vattnet, vakuumimpregnerades de. Av tab. 6 framgår, att rödkärnan hos träden på ytorna nr 1 och 3 var mindre genomsläpplig än splintveden. Detta beror säkerligen på tyllförekomsten. Särskilt hos träd nr 9, som hade flera gränssoner (fig. 4), var tyllbildningen riklig. Hos träd nr 2 på yta 1 a var däremot rödkärnan stor och enhetlig, och tyllerna voro koncentrerade till gränssonen. Rödkärnan från detta träd har tagit upp vatten betydligt snab-

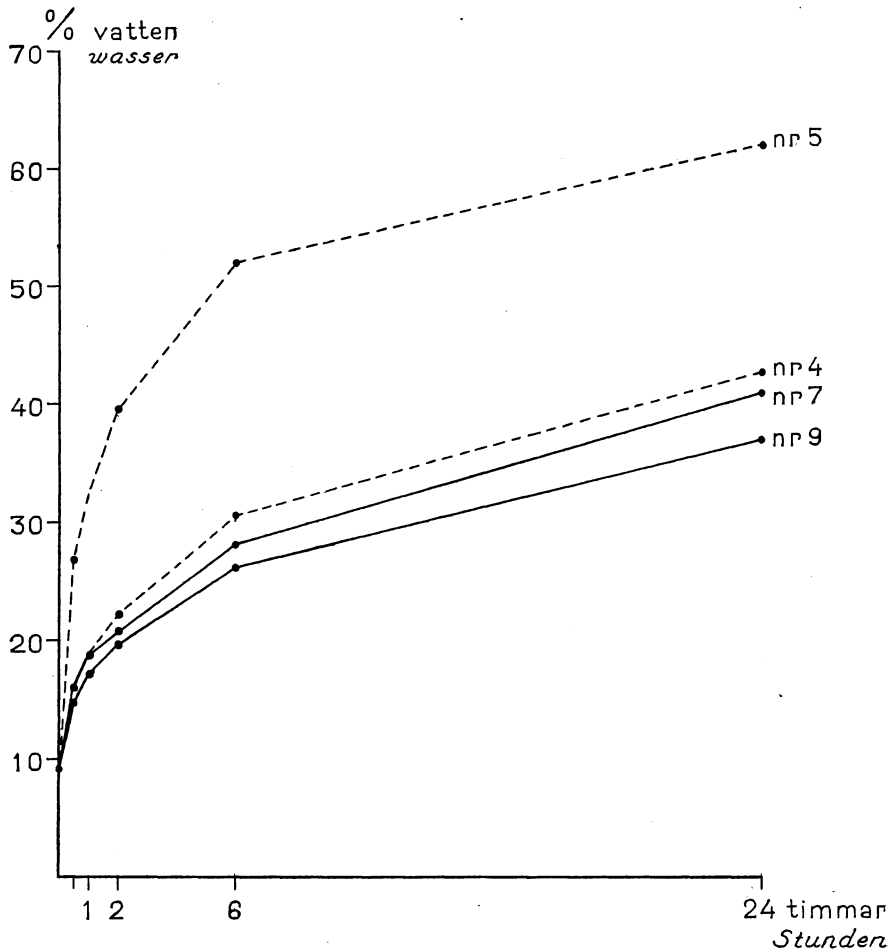


Fig. 7. Upptagning av vatten hos splint och rödkärna (jfr. tab. 6).
Die Wasseraufnahme bei Splint und Rotkern (vgl. Tab. 6).

bare än splinten (fig. 7), och efter vakuumimpregnering är vattenhalten lika hög som i splinten.

Denna i en del fall konstaterade snabbare vattenupptagning sammanhänger kanske med en annan förändring av rödkärnan jämfört med den friska splinten. Det förefaller, som om de enskilda fibrerna åtminstone delvis skulle spjälkats isär, så att veden liksom luckrats upp (ytterligare ett par försöksresultat, vartill vi återkomma i andra sammanhang, tyda härpå).

En sådan uppluckring kan troligen uppstå genom sönderfrysning av de vattenförande levande cellerna och de angränsande kärlen och trakeiderna i stammens inre delar. Även direkta sprickor kunna uppträda i den av frost förorsakade rödkärnan. Härpå tyder den ofta taggiga eller stjärnformiga kon-

turen av rödkärnan (fig. 8). Även stora sprickbildningar, s. k. frostsprickor som gå från barken och in i vedens inre delar kunna uppstå till följd av kylan (jfr. kap. V). Genom dessa större eller mindre sprickor i veden kan luften tränga fram hastigt och effektivt. Tyllbildningen och utfällningen av färgämnen sättes i gång, och därmed utbildas snabbt den speciella form av rödkärna, som går under namnet frostkärna.

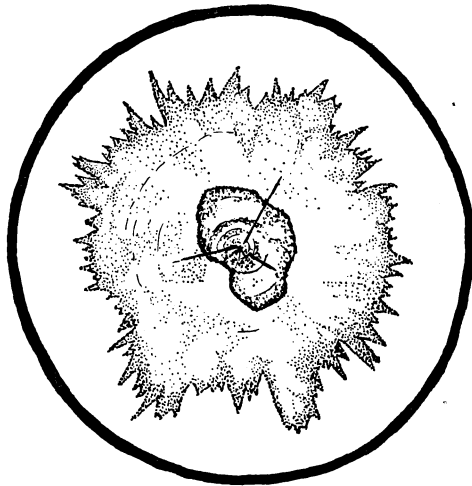


Fig. 8. Rödkärna med taggig kontur, utbildad efter kyla, frostkärna (Efter Zycha 1948).
Rotkern mit gezähnter Kontur, entstanden nach Kälte, Frostkern (Nach Zycha 1948).

b. Sockerhalten

Sockerhaltens betydelse för uppkomsten av rödkärna diskuteras ingående av NILSSON och JOHANSSON. De funno, att sockerhalten var lägre i rödkärnan än i splintveden, och likaså att frisk bokkärna hade mer socker än rödkärna, men likväl mindre än i splintveden. Denna lägre sockerhalt i vedens inre delar medför en mindre motståndskraft mot kyla hos dessa celler till följd av minskat osmotiskt tryck. Cellinnehållet fryser till is, varvid cellerna dödas, och sedermera uppkomma de för rödkärna karakteristiska symtomen. Skillnaden mellan sockerhalten i splinten och rödkärnan är hos det av NILSSON och JOHANSSON undersökta materialet fullt tydlig, men ej särskilt stor.

En del sockeranalyser ha utförts även på det av skogsforskningsinstitutet insamlade materialet, varvid intressanta resultat erhållits. Analyserna ha utförts av fröken M. JOHANSSON enligt Hagedorn-Jensens mikrometod för bestämning av blodsocker. Sockret extraherades med vatten ur malet vedpulver, taget dels av splint, dels av frostkärna.

Av tab. 7—9 framgår, att sockerhalten i detta försöksmaterial uppvisar mycket stora skillnader mellan splinten och rödkärnan. I tab. 7 har en sam-

Tab. 7. Sockerhalten i frisk och frostskadad ved.

Der Zuckergehalt des gesunden und frostbeschädigten Holzes.

Y t a Versuchsfläche		Träd nr Stamm Nr.	Ålder Alter	% red. substans % red. Substanz		% efter invertering % nach Invertierung	
Nr	N a m n Name			splint Splint	rödkärna Rotkern	splint Splint	rödkärna Rotkern
1	Stubbslunden	I	102	1,15	0,28	1,27	0,34
2	Trolleholm ..	II	59	0,81	0,22	1,10	0,25
3	Skärälid	9	110	1,70	0,18	2,28	0,23
Medeltal Mittel				1,22	0,23	1,55	0,27

Tab. 8. Sockerhalten i träd nr 9, Skärälid.

Der Zuckergehalt des Holzes im Stamme Nr. 9, Skärälid.

Provets höjd över marken m Höhe der Probe über Erdboden m	% r e d . s u b s t a n s % red. Substanz				% e f t e r i n v e r t e r i n g % nach Invertierung			
	splint Splintholz		kärna Kernholz		splint Splintholz		kärna Kernholz	
	yttre äusseres	inre inneres	yttre äusseres	inre inneres	yttre äusseres	inre inneres	yttre äusseres	inre inneres
0,4	2,83	1,98	0,15	0,19	3,90	2,43	0,17	0,20
1,1	2,62	1,34	0,18	0,16	3,41	1,96	0,25	0,23
3,3	1,00		0,18		1,39		0,24	
7,4	2,42		0,18		3,52		0,25	
10,3	1,52		0,20		1,89		0,25	
13,1	0,88		0,18		1,24		0,28	
15,1	0,83		0,24		1,13		0,27	
Medeltal Mittel	1,73		0,19		2,35		0,24	

Tab. 9. Sockerhalten i träd nr 2, Kongalund.

Der Zuckergehalt des Holzes im Stamme Nr. 2, Kongalund.

Provets höjd över marken m Höhe der Probe über Erdboden m	% r e d . s u b s t a n s % red. Substanz		% e f t e r i n v e r t e r i n g % nach Invertierung	
	frisk ved gesundes Holz	rödkärna Rotkern	frisk ved gesundes Holz	rödkärna Rotkern
1	0,53	0,19	0,70	0,21
2	0,20	0,08	0,27	0,09
3	0,17	0,08	0,22	0,11
4	0,25	0,09	0,29	0,11
6	0,24	0,11	0,29	0,14
8	0,41	0,04	0,43	0,03
10	0,56	0,13	0,69	0,12
Medeltal Mittel	0,34	0,10	0,41	0,12

manställning av den genomsnittliga sockerhalten i ett träd från vardera provytan gjorts. I träden från Stubbslunden och Trolleholm är sockerhalten i splinten 3 à 4 gånger högre, i trädet från Skäralid ända till 10 gånger högre än i rödkärnan. Dessa skillnader äro betydligt större än de, som NILSSON och JOHNSON funno. I deras material var sockerhalten i splintveden endast omkring dubbelt så stor som i rödkärnan.

I träd nr 1 från Stubbslunden var den nedersta trissan, tagen på 0,20 m höjd, nästan frisk (av en yta om 1 420 cm² var endast 0,4 cm² frostkärna). Sockerhalten har analyserats i såväl splinten som i den rödkärnan motsvarande inre delen av veden. Följande värden erhöles: i splinten 1,04 resp. 1,30 % före och efter invertering; i den inre delen 0,72 resp. 0,96 %. Värdena i den inre delen av veden visa alltså större överensstämmelse med värdena i splinten än med värdena för rödkärnan i den övriga delen av trädet (tab. 7).

I tab. 8 finnas detaljanalyser på sockerhalten i träd nr 9, Skäralid, sammanställda. Sockerhalten är i splinten mycket hög, den varierar mellan 0,83 och 2,83 %. I splintens yttre delar finnes mer socker än i den inre. Sockerhalten förefaller vidare att vara högre i stammens nedre del än längre upp mot kronan. I rödkärnan är sockerhalten mycket låg och även jämn. Halten reducerande substans varierar mellan 0,15 och 0,24 %.

Denna olikhet i sockerhalt mellan frisk och frostskadad ved belyses ytterligare av undersökningsmaterial från Kongalund. I februari 1948 avverkades därstädes en del träd, vilka samtidigt som de hade rödkärna även voro angripna av rötsvamp. Till svampskadorna återkommer jag längre fram och skall nu endast beröra sockerhalten i veden. Provträd nr 2 på denna yta hade ett angrepp av honungsskivlingen, *Armillaria mellea*, som åstadkommit att barken lossnat kring en del av stammen. Vid fällning av trädet visade det sig, att rödkärnan innanför den barkskadade delen av stammen gick ända fram till kanten (jfr fig. 13). Sockeranalyser gjordes på provkroppar ur detta träd, dels av frisk ved, dels av frostskadad ved, även perifer sådan. På fig. 9 synes hur provkropparna tagits ut i en trissa på 10 m höjd. Sockerhalten är överallt i den frostskadade veden avsevärt lägre än i splintveden. Provkroppar ur den yttre splinten, som endast ligga på ett par cm avstånd från provkroppar i rödkärna, innehålla ca 10 gånger mer socker än de sistnämnda. I tab. 9 har sammanställning gjorts av sockerhalten i detta träd. Den är genomgående betydligt lägre i rödkärnan än i splintveden.

År 1942, då rödkärnan sannolikt utbildades, torde sockerhalten ha varit ungefär lika hög överallt i den perifera veden. Men därefter har någon nytillförsel av socker till rödkärnan ej kunnat äga rum, detsamma har undan för undan förbrukats på ett eller annat sätt. Påpekas bör, att sockret bestämts på torrvikten. Om det i stället beräknas på vattnet i veden, blir halten socker i rödkärnan något högre, men dock fortfarande avsevärt lägre än i splintveden.

Sockerhalten är alltså genomgående betydligt lägre i rödkärnan, oavsett om denna ligger centralt — vilket är det normala — eller även går ut till kanten, vilket kan inträffa under särskilda omständigheter. Jämförda med de värden på sockerhalten i rödkärnan, som NILSSON och JOHNSON erhöles 1944, äro dessa värden från 1947—48 avsevärt lägre. Sannolikt är det nog också fråga om en verklig minskning i rödkärnans sockerhalt. Vid uppkomsten av rödkärnan bildas ju tyller, särskilt i gränzonen, varigenom nytillförsel av socker förhindras. Under den långvariga kylan dödas dessutom cellerna i stammens

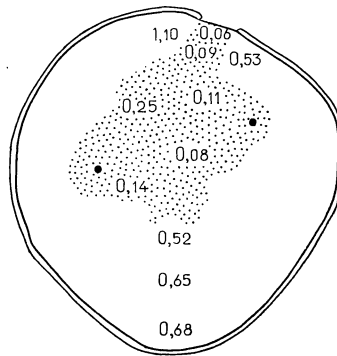


Fig. 9. Sockerhalten i olika delar av splintveden och rödkärnan.
Der Zuckergehalt in verschiedenen Teilen des Splint- und Kernholzes.

centrala vävnad. Detta medför att de ej på samma sätt som de levande cellerna i splinten kunna lagra och behålla socker. En fortgående förlust av socker äger rum i rödkärnan, medan i splinten alltjämt en nytillförsel och upplagring av assimilat kan ske. Enligt ROHDE (1933) ha flertalet forskare, som sysslat med denna del av problemet, likaledes funnit, att rödkärnan är påfallande fattig på upplagsnäring.

På trissorna gjordes dessutom en annan iakttagelse, som tyder på att sockret är mycket lättillgängligt och ligger »öppet» i rödkärnan. Trissorna fingo efter ankomsten från skogen ligga i institutets källare en tid för att torka. Efter någon vecka utbildades på rödkärnan en ymnig mögelbeläggning, medan splintveden var fri från dylik. Mögelsvamparna, som leva av i vedcellerna lösta sockerarter, hade tydligen mycket lättare att komma åt socker i rödkärnan än i splintveden, trots att den sistnämnda innehöll avsevärt mycket mer socker. Sannolikt spela även andra ämnen, som uppstått under utbildningen av rödkärnan, en viss roll för svamputvecklingen.

De svampar, som uppträdde på trissorna, tillhörde släktet *Penicillium*. Även andra svampar ha iakttagits under liknande omständigheter. Sålunda beskrev JAHN (1931) en beläggning som utgjordes av *Cladosporium entoxylinum*, och

vid andra tillfällen har en *Coryne*-art omnämnts (ROHDE 1933). I samband med mögelbeläggningen kunde en syrlig, något oangenäm lukt, tydande på någon sorts jäsningsprocess, förnimmas från rödkärnan.

Kap. IV. Rötresistens hos splint resp. rödkärna

En fråga av stor praktisk betydelse är om rödkärnan har större benägenhet att angripas av rötsvamp än normal ej omvandlad ved. Härvidlag får man skilja på dels svampar, som växa i träden, dels på sådana, som angripa det avverkade virket. Med svampar av sistnämnda slag ha en del undersökningar utförts tidigare. BUCHWALD (1939) utsatte splintved och rödkärna för angrepp av rötsvamparna *Coniophora puteana*, *Merulius lacrymans* och *Poria vaporaria*. Han fann, att rödkärnan i genomsnitt angreps mindre än splintveden. För det förra vedslaget uppgick vikt förlusten till 17—29 %, medan splintveden förlorade 22—48 av torrsubstansen efter 7½ månaders rötning. Mot BUCHWALDS försök kan invändas, att de använda svamparna äro typiska barrvedsförstörare, som visserligen i laboratorieförsök kunna angripa även lövved, men knappast göra det under naturliga förhållanden.

Tab. 10. Rötningförsök med bokved (siffror inom parentes angiva det antal klotsar, varmed rötningen utförts).

Versuche über die Zerstörung des Buchenholzes (Zahlen in Klammern beziehen sich auf die Anzahl Klötze, womit der Versuch durchgeführt wurde).

S v a m p Pilz	Prov- yta nr Ver- suchs- fläche Nr.	Träd nr Stamm Nr.	Viktförlust hos provkropparna Gewichtsverlust der Klötzchen							
			i procent in Prozenten				i g in g			
			splint Splint		rödkärna Rotkern		splint Splint		rödkärna Rotkern	
			yttre äusserer	inre innerer	yttre äusserer	inre innerer	yttre äusserer	inre innerer	yttre äusserer	inre innerer
<i>Coniophora puteana</i> , källarsvamp	1	5	17,3 (9)	27,6 (9)	32,1 (4)		2,16	3,50	4,27	
	3	2, 3, 9	23,4 (9)	26,2 (9)	28,8 (9)	18,4 (8)	2,78	3,12	3,57	2,26
<i>Polyporus fomentarius</i> , fnösketicka	1	5	38,3 (9)	39,2 (9)	40,4 (9)		5,09	5,45	5,58	
	3	2, 3, 9	33,2 (9)	38,9 (9)	30,6 (9)	23,6 (9)	4,49	4,68	4,06	3,13
<i>Polyporus hirsutus</i> , borstticka	1	5	39,9 (9)	36,8 (7)	41,6 (2)		5,06	4,86	5,70	
	3	2, 3, 9	36,6 (9)	36,3 (9)	22,6 (9)	19,9 (16)	4,39	4,24	2,88	2,62
<i>Polyporus versicolor</i> , sidenticka	1	5	38,4 (9)	39,5 (7)	39,9 (2)		4,81	5,02	5,23	
	3	2, 3, 9	37,6 (9)	36,3 (9)	33,1 (9)	36,5 (6)	4,32	4,10	3,99	4,56

Tab. II. Viktförlust hos splint och rödkärna från provträd nr 2, Kongalund. Medeltal av 20 klotsar, rötade med *Polyporus fomentarius* under 4 månader.

Gewichtsverlust des Splintes und des Rotkerns von Probestamm Nr. 2 Kongalund. Mittel von 20 Klötzchen, während 4 Monate von *Polyporus fomentarius* angegriffen.

Trissa m över marken Scheibe m över Erdboden	Viktförlust hos provklotsarna Gewichtsverlust der Klötzchen							
	i procent in Prozenten				i g in g			
	Splint Splint		Rödkärna Rotkern		Splint Splint		Rödkärna Rotkern	
	Medeltal Mittel	Medel- avvikelse Mittlere Abweich- ung	Medeltal Mittel	Medel- avvikelse Mittlere Abweich- ung	Medeltal Mittel	Medel- avvikelse Mittlere Abweich- ung	Medeltal Mittel	Medel- avvikelse Mittlere Abweich- ung
2	30,15	± 7,93	29,14	± 8,09	3,04	± 0,77	2,99	± 0,90
8	31,66	± 8,77	29,15	± 9,11	3,11	± 0,85	2,99	± 0,97

GÄUMANN(1946) utförde rötningsförsök med till sågspån söndermald splint resp. rödkärna. Han kom till ganska egendomliga resultat. Nybildad rödkärna var nämligen i regel motståndskraftigare än motsvarande splintved. Viktförlusten hos rödkärnveden utgjorde endast ca 50—80 % av splintvedens. Gamal rödkärna däremot förstördes lätt av rötsvampar. Detta skulle enligt GÄUMANN bero på att i samband med uppkomsten av rödkärnan vissa ämnen med fungicida egenskaper skulle bildas. Med tiden skulle dessa ämnen förstöras. KNUCHEL (1943) kunde dock i försök med boksyllar ej konstatera någon större motståndskraft mot rötsvampar hos rödkärnan.

En del rötningsförsök ha utförts vid skogsforskningsinstitutet med det ma-

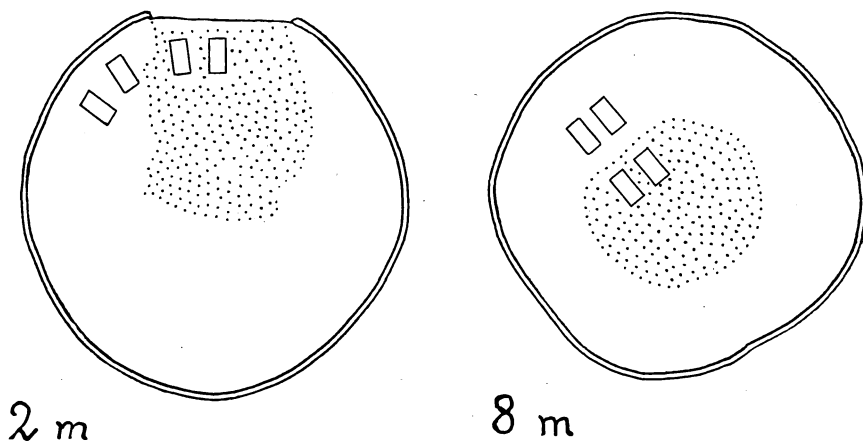


Fig. 10. Uttagning av provkroppar för rötförsök (jfr. tab. II).
Die Entnahme der Probekörper für Versuche mit holzzeretzenden Pilzen (vgl. Tab. II).

terial, som insamlades på de olika provvytorna. Ur trissor utsågades provklotsar i storleken $5 \times 2,5 \times 1,5$ cm på sätt, som framgår av fig. 5. Klotsarna uttogos ur trissor belägna på olika höjd i träden. Efter torkning och vägning lades klotsarna in i Kollekolvar innehållande mycel av följande svampar:

Coniophora puteana, källarsvampen
Polyporus fomentarius, fnösketickan
Polyporus hirsutus, borsttickan
Polyporus versicolor, sidentickan
Schizophyllum commune

Någon tydlig skillnad i rötresistensen hos splintveden resp. rödkärnan kan ej märkas (tab. 10). I några fall angreps splintveden mera än rödkärnan, i andra fall var det tvärtom. Dessa röttningsförsök utfördes med ett rätt stort antal klotsar. Dessa voro emellertid uttagna ur olika trissor, delvis även ur olika träd, och möjligen kan detta ha bidragit till variationerna i försöksresultaten. Ett nytt försök gjordes därför med ett större antal klotsar (20 st av varje sort), uttagna ur tvenne trissor, den ena på 2 m höjd och den andra på 8 m höjd i provträd nr 2, Kongalund. Hur klotsarna uttagits, framgår av fig. 10. Rötningen utfördes med *Polyporus fomentarius*. Av tab. 11 synes, att viktförlusten är nästan lika stor hos både splintveden och rödkärnan. Medelavvikelsen är dock något större hos rödkärnan. *Under rådande försöksbetingelser är det tydligt, att rödkärnan varken är mera mottaglig eller motståndskraftigare mot angrepp av lagringsrötesvampar än den friska splintveden.* De ämnen, som bildas vid förkärningen, ha sålunda icke några fungicida egenskaper, såsom fallet är med t. ex. garvämmen i ek eller pinosylvinet hos tallkärnveden. Å andra sidan ha tydligen ej heller substanser bildats, som direkt underlätta nedbrytningen av rödkärnan.

Kap. V. Kylans inverkan på uppkomsten av röta

Tidigare hyste man ganska allmänt den uppfattningen, att rödkärnan i stor utsträckning hängde ihop med en svampinfektion. I senare undersökningar har det emellertid visats, att svamparna ej spela någon roll för uppkomsten av rödkärnan. Sålunda tog ZYCHA (1948) ett stort antal prover av rödkärna och undersökte dem med avseende på förekomst av svampmycel. Endast i ett mindre antal påträffades mycel och icke alls i en sådan utsträckning, att ett direkt samband skulle kunna föreligga mellan en svampinfektion och uppträandet av rödkärna. Ej heller i det av oss insamlade materialet har svampmycel påträffats annat än under speciella omständigheter, vartill jag strax återkommer. Bokar med rödkärna behöva sålunda icke a priori vara mer infekterade med svampmycel än bokar utan denna kärnbildning.

Av stor praktisk betydelse för skötseln av bokbestånden är däremot frågan om en rötsvamp, som på vanligt sätt, t. ex. genom en avbruten gren, kommit in i trädet, kan tillväxa fortare i en bok med rödkärna än i en bok utan sådan kärna. Denna fråga torde vara mycket svår att besvara experimentellt, t. ex. genom att undersöka tillväxthastigheten hos i träden inborrade mycel (LARSEN 1943 b). Som vi sett av det föregående är rödkärnan tydligen icke i och för sig mer benägen att angripas av svamp. I trädet kunna emellertid ytterligare en del faktorer spela in. Rödkärnan har lägre vattenhalt än normal central bokved, och följaktligen blir det plats för mera luft i veden. I rödkärnan är även den normala cellandningen nedsatt. På så sätt kunna de syrekrävande

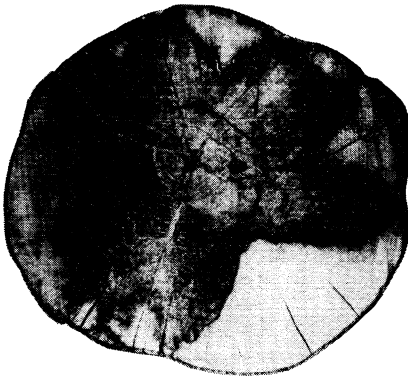


Fig. 11. Stjärnförmig röta, förorsakad av fnösketickan, *Polyporus fomentarius*.

Sternförmige Fäule, verursacht durch den echten Zunderschwamm, *Polyporus fomentarius*.



Fig. 12. Från en barkskada utbildad röta, förorsakad av fnösketickan, *Polyporus fomentarius*.

Aus einer Borkebeschädigung entstandene Fäule verursacht durch den echten Zunderschwamm, *Polyporus fomentarius*.

rötsvamparna måhända få bättre tillväxtbetingelser i rödkärnan än i ej omvandlad bokved. Å andra sidan försvåras genom tyllförekomsten såväl gasdiffusionen som vattentransporten i horisontell riktning från splinten till den centrala veden. I längden kan detta möjligen verka hämmande på inträngande svampmycel. Närmare erfarenhet härom saknas dock ännu.

Svåra skador kunna dock uppstå i bokbestånden samtidigt med uppkomsten av rödkärna, men sannolikt utan direkt samband med densamma. Sålunda iakttog KRZYSIK (1931), att åren närmast efter den stränga vintern 1928—29 hela bestånd i Polen dogo bort till följd av svamp- och insektangrepp (*Polyporus fomentarius*, *P. igniarius* m. fl. svampar samt vedborrarna *Xyloterus domesticus* och *X. signatus*). Även ZYCHA (1943) rapporterar skadegörelse.

Dylika omfattande skador ha, mig veterligt, ej uppstått här i Sverige.

Emellertid gjordes på provytan vid Kongalund en iakttagelse, som visar ett direkt samband mellan den stränga kylan 1942 och svampskador. I detta bokbestånd ha under åren 1946 och 1947 kraftigare gallringar än normalt måst företagas på grund av ett starkt angrepp av fnösketickan. Angreppen upptäcktes 1945, då tickan bröt fram, ofta i långa rader längs stammen. Företrädesvis sutto de på NO-sidan av stammen. Vid ett besök i Kongalund i februari 1948 fälldes ett par angripna träd. På fig. 11 synes en typisk angreppsbild med stjärnformigt utbredd röta. Infektionsportarna utgjordes av ett flertal långsgående sprickor i stammen. Dessa sprickor kunde följas flera meter upp efter stammen. De uppstodo under vintern 1942, då stark ihållande kyla rådde. Smällar kraftiga som kanonskott kunde då höras i skogen. Genom sprickorna ha sedan svampsporer trängt in, och svampmycelet har därinne haft gynnsamma betingelser både ifråga om vatten och syre. I sprickorna förekom så gott som rent mycel, närmast påminnande om sämskskinn. Rödkärna fanns även i dessa träd. Den var centralt utbildad och framträdde till följd av rötan ganska otydligt (fig. 11). Vid ensidig förekomst av röta fanns svampmycel endast i en del av rödkärnan (fig. 12). I detta fall har både rödkärnan och rötan uppstått som en direkt följd av kylan, men utan omedelbart samband med varandra. Först så småningom har rötan spritt sig, så att den vid avverkningstillfället även förekom i en del av rödkärnan.

På ett annat träd i Kongalund iakttogs en skada, som förorsakats av honungsskivlingen, *Armillaria mellea*. Huruvida svampen varit primär eller inträngt efter en barkskada, har ej kunnat avgöras. Skadan kan emellertid ledas tillbaka ungefär till 1942. Då dödades nämligen kambiet på ett ganska stort område, och detta ledde till att barken lossnade från marknivån och ett par m upp. I den yttre delen av splinten kunde en svag röta iakttagas, som gick något mer än 2 m upp (fig. 13). Omedelbart innanför fanns emellertid en rödkärna, som gick ända ut till periferien så långt upp i trädet, som barken gått av eller lossnat. På 8 m höjd var barken oskadad, och där hade rödkärnan krupit in i centrum, så som den normalt brukar förekomma. På 10 m höjd grenade stammen sig, och där fanns även en mindre barkskada. Innanför denna skada gick rödkärnan åter ända ut till periferien. Om barken är borta eller skadad, kan sålunda även den yttre splintveden överföras i rödkärna, vilket givetvis underlättas av att veden innanför barkskadan undergår en viss uttorkning.

Kap. VI. Hållfasthetsundersökningar

Undersökningar över de tekniska egenskaperna hos rödkärna ha utförts tidigare i viss omfattning. ROHDE har i den ovan omnämnda utförliga sammanställningen även behandlat olika forskares resultat i detta avseende.

Hållfasthetsundersökningar ha sålunda utförts av MÖRATH (1931) samt

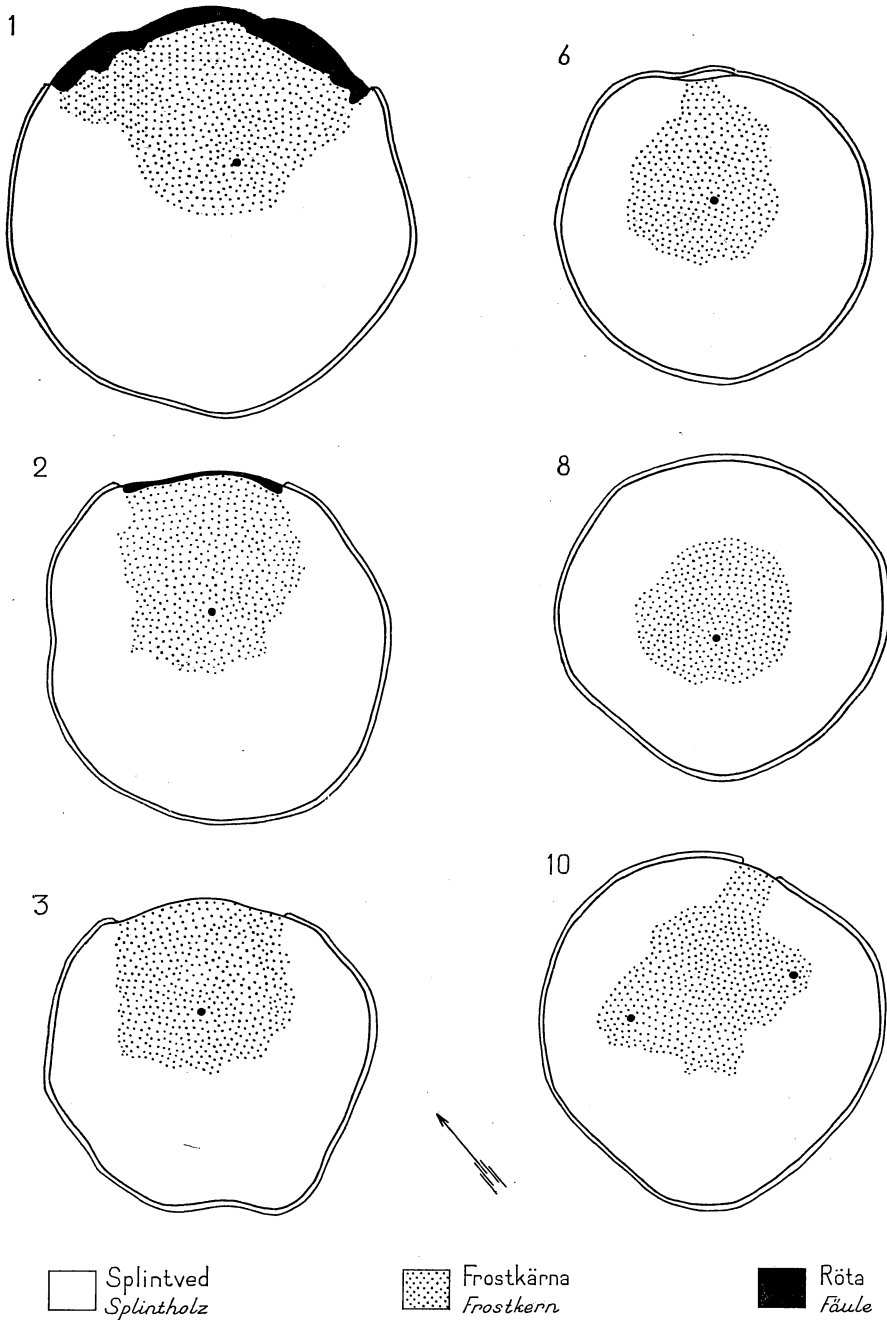


Fig. 13. Sambandet mellan barkskada, förorsakad av honungsskivlingen, *Armillaria mellea*, och rödkärna. Siffrorna ange trissans höjd i m över marken.

Der Zusammenhang zwischen Borkenbeschädigung, verursacht durch Hallimasch, *Armillaria mellea*, und dem Rotkern. Die Ziffern geben die Höhe der Scheibe über Erdboden in m an.

Tab. 12. Data för stamdelar, avsedda för hållfasthetsprovning.
Daten för zur Festigkeitsprüfung bestimmte Stammteile.

Stam- del nr Stamm- teil Nr.	Växtort Standort	Prov- yta nr Ver- suchs- fläche Nr.	Träd nr Stamm Nr.	Höjd över marken m Höhe über Erdboden m	Diameter i cm Durchmesser in cm							
					Rotända Wurzelende				Toppända Zopfende			
					ub. unter Rinde		rödkärna Rotkern		ub. unter Rinde		rödkärna Rotkern	
					NS	OV	NS	OV	NS	OV	NS	OV
1	Stubbs- lunden	I	I	2,10—3,40	27,5	28,0	7,0	7,0	26,3	27,9	7,4	7,3
2	»	I	I	6,60—7,60	23,3	23,5	4,5	5,3	22,2	22,8	5,3	3,5
3	»	I	5	0,85—1,85	34,0	30,9	8,5	7,6	29,7	28,3	7,9	9,0
4	»	I	5	2,75—3,75	29,2	27,2	6,9	7,8	26,4	28,5	5,1	8,5
5	»	I	8	0,65—1,65	28,0	26,1	2,3	2,6	26,3	24,4	2,5	2,4
6	Skäralid	3	I	2,20—3,20	43,8	44,2	17,9	16,8	41,3	41,5	16,0	19,2
7	»	3	I	5,70—6,70	35,8	38,1	13,8	16,6	35,7	38,0	11,5	17,2
8	»	3	3	1,45—2,45	43,9	42,9	2,8	2,8	42,8	38,0	2,5	2,4
9	»	3	9	1,25—2,25	46,1	48,9	25,8	25,2	46,5	44,4	24,1	24,1
10	»	3	9	11,45—12,45	35,0	32,9	16,0	11,3	38,5	29,7	16,2	10,6
11	Djurhagen	2	4	1,55—2,55	15,1	15,5	3,2	3,6	14,4	14,4	3,2	3,4
12	»	2	4	3,75—4,75	13,5	13,2	4,0	4,1	13,4	12,9	2,0	2,5
13	»	2	7	1,60—2,60	17,2	17,1	5,4	5,4	16,8	17,0	3,8	4,2
14	»	2	II	0,90—1,90	16,6	16,5	8,5	5,9	15,1	14,9	7,5	5,9
15	»	2	II	2,90—3,90	13,8	13,5	4,5	4,3	13,0	12,8	3,7	3,6

KRZYSIK (1931). Den senare har därvid påvisat en nedsättning av bl. a. tryckhållfastheten i fiberriktningen, medan MÖRATH anger en höjning. Emellertid är dels provmaterialet litet, dels saknas väsentliga hjälpdata såsom fuktkvot, varför inga slutsatser kunna dragas med tillfredsställande säkerhet från dessa undersökningar.

Trots att sålunda väsentliga utländska arbeten ha behandlat rödkärnebildningens inverkan på virkets hållfasthetsegenskaper, ansågs det på grund av dessa arbetens bristfällighet lämpligt att i samband med föreliggande utredning om rödkärnan i svenska bokbestånd företaga vissa hållfasthetsundersökningar på virke hämtat från dessa, bl. a. för att möjliggöra en direkt korrelation av egenskaperna hos det svenska materialet.

Data för de stamdelar, varur hållfasthetsprovkropparna uttagits, framgå av tabell 12. Vidare har rödkärnans form och storlek i varje stamdels rotända samt läget i förhållande till väderstrecken inritats i fig. 14—16. Avsikten var, att uttaga lika orienterade provkroppar, dels 3 st. ur splinten, dels 3 st. ur rödkärnan i vardera av de fyra väderstrecken. Dessa provkroppar, vilka måste vara fria från strukturella och andra fel, voro svåra att inplacera i tillgängligt material, beroende på rödkärnans oregelbundna form, kvistar etc. Trots att i vissa fall ersättningsprovkroppar istället uttogos mellan de angivna huvudriktningarna, visade det sig icke möjligt uttaga såväl tryck- som böjhållfast-

hetsprovkroppar till fullt antal. I synnerhet i den senare gruppen, för vilken provkroppsdimensionerna äro större, måste antalet reduceras väsentligt.

De uttagna provkropparna fördelade sig enligt följande:

	Antal (kärna + splint)	Dimensioner
Tryckhållfasthet (i fiberrikt.).....	146 + 146	20 × 20 × 40 mm
Böjhållfasthet	24 + 24	20 × 20 × 380 mm

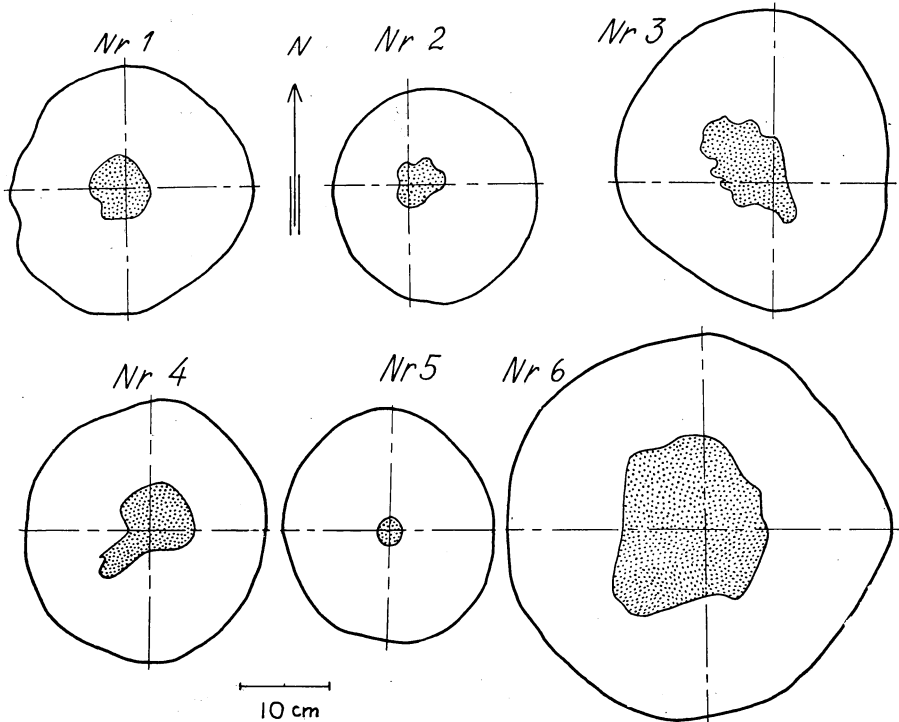


Fig. 14. Rödkärnans utformning i trissorna nr 1—6 (jfr. tab. 12).
Die Grösse des Rotkerns in den Scheiben Nr. 1—6 (vgl. Tab. 12).

Före den slutliga bearbetningen till exakta dimensioner konditionerades provkropparna till ca 12 % fuktkvot vid + 20° C och 65 % rel. luftfuktighet.

Omedelbart före hållfasthetsprovningen bestämdes provkropparnas dimensioner.

Tryckhållfastheten bestämdes i tryckprovningssmaskin (Amsler) med fasta tryckdynor och en belastningsökning av 100 kgf/cm² min. till dess max.-lasten P_b nåtts. Efter hållfasthetsprovningen bestämdes fuktkvot och volymvikt genom vägning före och efter uttorkning till full torrhet.

Böjhållfastheten bestämdes i böjprovningssmaskin (Amsler) med belastning i mittpunkten av 320 mm spännvidd och en belastningsökning av 200 kgf/cm²

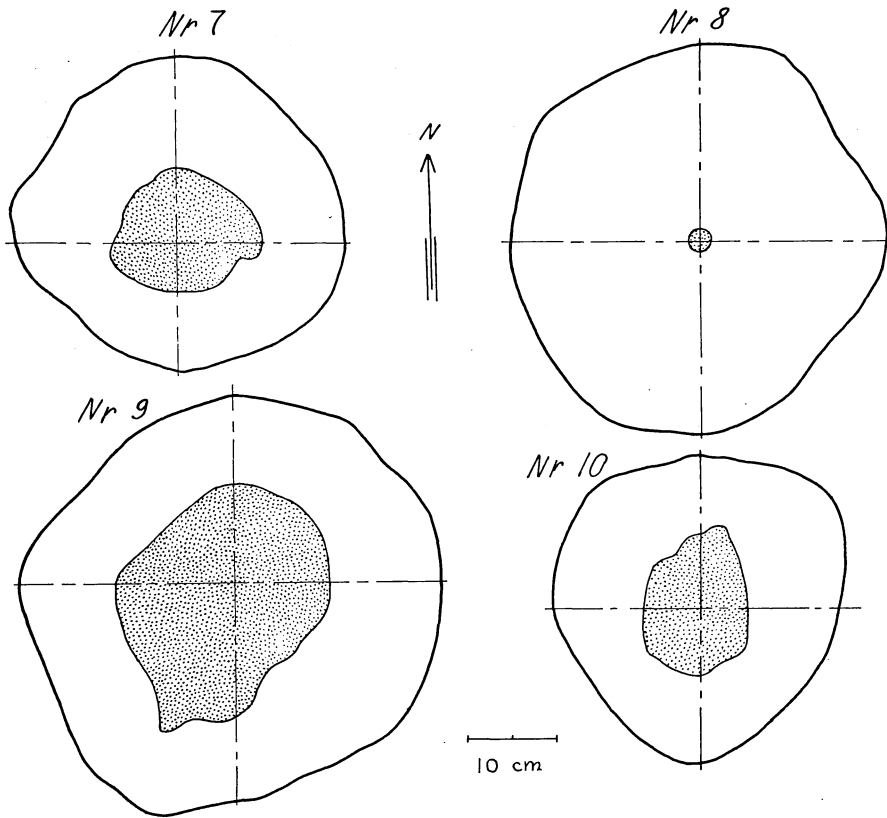


Fig. 15. Rödkärnans utformning i trissorna nr 7—10 (jfr. tab. 12).
Die Grösse des Rotkerns in den Scheiben Nr. 7—10 (vgl. Tab. 12).

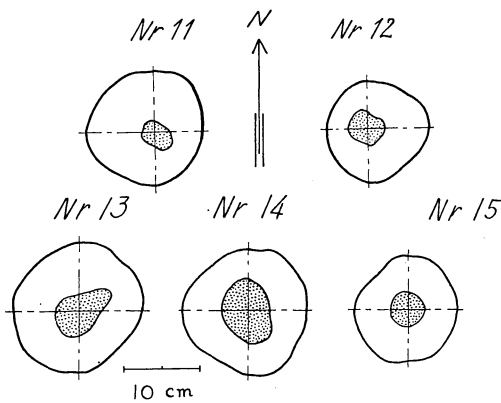


Fig. 16. Rödkärnans utformning i trissorna nr 11—15 (jfr. tab. 12).
Die Grösse des Rotkerns in den Scheiben Nr. 11—15 (vgl. Tab. 12).

min. och under samtidig registrering av kraftdeformationsdiagram. Erhållna data voro max.-last P_k och ur diagrammet bestämda proportionalitetsgräns P_s och tillhörande deformation δ_s . Fuktkvoten och volymvikten bestämdes på ur provkroppen uttagna mindre särskilda provstycken.

Ur de vid provningarna bestämda värdena ha följande data beräknats:

u = fuktkvot i % av torr vikt vid provningstillfället

γ_{ou} = volymvikt i g/cm³ = $\frac{\text{vikt vid } u=0}{\text{volym vid } u \%}$

$\sigma_{t|B}$ = tryckhållfasthet i kgf/cm², tryckriktningen parallell med fiberriktningen = $\frac{P_k \text{ (brottbelastning)}}{F \text{ (provkroppsarea)}}$

Tab. 13. Tryckhållfasthet hos splint och rödkärna.

Druckfestigkeit bei Splintholz und Rotkern.

Stamdel nr Stammteil Nr.	Antal provkroppar Anzahl Probestkörper	R ö d k ä r n a Rotkern			S p l i n t v e d Splintholz			Tryckhållfasthet hos kärna i % av tryckhållf. hos splint Druckfestigkeit des Kernes in % von der des Splintholzes
		Fuktkvot u % Wassergehalt	Volymvikt γ_{ou} g/cm ³ Volumgewicht	Tryckhållf. $\sigma_{t B}$ kgf/cm ² Druckfestigkeit	Fuktkvot u % Wassergehalt	Volymvikt γ_{ou} g/cm ³ Volumgewicht	Tryckhållf. $\sigma_{t B}$ kgf/cm ² Druckfestigkeit	
1	12+12	11,5	0,676	590	11,3	0,645	678	87,0
2	12+12	11,3	0,612	575	11,1	0,632	632	91,0
3	12+12	11,2	0,724	557	11,0	0,675	679	82,0
4	8+8	11,7	0,714	590	11,0	0,699	663	89,0
5	12+12	11,5	0,677	520	11,3	0,687	620	83,9
6	12+12	11,2	0,646	555	10,6	0,636	585	94,0
7	12+12	11,5	0,640	561	11,1	0,620	599	93,7
8	9+9	11,7	0,661	539	11,2	0,647	604	89,2
9	12+12	11,7	0,683	546	11,2	0,640	594	91,9
10	12+12	11,7	0,638	593	11,3	0,593	563	105,3
11	2+2	11,5	0,577	473	11,2	0,637	682	69,4
12	3+3	11,9	0,604	621	11,1	0,652	649	95,7
13	4+4	11,6	0,675	594	11,5	0,727	825	72,0
14	12+12	11,9	0,620	550	11,7	0,651	676	81,4
15	12+12	11,8	0,604	555	11,7	0,659	716	77,5
Medeltal		11,5	0,655	562	11,3	0,649	641	87,7
Min.		10,7	0,558	438	10,5	0,576	511	
Max.		12,1	0,759	681	12,0	0,731	834	
Medelfel				$\pm 3,66$			$\pm 5,19$	

$$t = 12,5 \quad P < 0,001$$

Tab. 14. Böjhållfasthet och elasticitetsmodul hos splint och rödkärna.

Biegefestighet und Elastizitätsmodul bei Splintholz und Rotkern.

Stamdel nr Stammteil Nr.	Antal provkroppar Anzahl Probe-Körper	R ö d k ä r n a Rotkern				S p l i n t v e d Splintholz				Böj- hållf. hos kär- na i % av böj- hållf. hos splint Biege- festighet des Kerns in % von dem des Splint- holzes	Emodul hos kärna i % av Emodul hos splint Elast- modul des Kerns in % von dem des Splint- holzes
		Fukt- kvot u % Wasser- gehalt	Volym- vikt γ_{ou} g/cm ³ Volum- gewicht	Böj- hållf. $b \parallel B$ kgf/ cm ² Biege- festig- keit	Emodul $E_{b \parallel}$ kgf/cm ² Elast.- modul	Fukt- kvot u % Wasser- gehalt	Volym- vikt γ_{ou} g/cm ³ Volum- gewicht	Böj- hållf. $b \parallel B$ kgf/ cm ² Biege- festig- keit	Emodul $E_{b \parallel}$ kgf/cm ² Elast.- modul		
6	7+7	11,7	0,641	1 045	108,1 ¹⁰³	11,4	0,623	1 080	115,1 ¹⁰³	96,8	93,9
7	6+6	11,7	0,652	1 114	119,1	11,2	0,629	1 131	122,2	98,5	97,5
9	9+9	11,7	0,666	1 067	99,9	11,5	0,646	1 206	124,5	88,5	80,2
10	2+2	12,2	0,628	1 159	111,9	11,7	0,609	1 095	120,2	105,8	93,1
Medeltal Mittel		11,8	0,652	1 080	108,1	11,4	0,632	1 141	120,9	94,7	89,4
Max.		11,1	0,598	768	79,9	10,9	0,590	908	108,0		
Min.		12,2	0,728	1 233	127,7	11,9	0,666	1 305	137,9		
Medelfel				± 25,3	± 2,29			± 21,4	± 1,7		

Böjhållf. $t = 1,8$ $P < 0,1$ Emodul $t = 4,5$ $P < 0,001$

$\sigma_{b \parallel B} =$ böjhållfasthet i kgf/cm² = $\frac{P_k \cdot l}{4W}$ vari $l =$ spännvidd i cm och W mot-
ståndsmoment i cm³.

$E_{b \parallel} =$ elasticitetsmodul vid böjning i kg/cm² = $\frac{P_s \cdot l}{48 \delta_s I}$ vari $P_s =$ belast-
ning vid prop.-gränsen i kg, $\delta_s =$ motsvarande mittpunktsnedböjning
och $I =$ tröghetsmom. i cm⁴.

Tab. 15. Tryckhållfasthet, ordnad efter färgskala.

Druckfestigkeit, nach der Missfärbung geordnet.

Färg- grupp Färbung	Antal prov- kroppar Anzahl Probekörper	Fukt- kvot u % Wasser- gehalt	Volym- vikt γ_{ou} g/cm ³ Volum- gewicht	Tryck- hållf. $\sigma t \parallel B$ kgf/cm ² Druck- festigkeit	Rel. avvikelse hos $\sigma t \parallel B$ i förh. till grupp 1, % Rel. Abweichung bei $\sigma t \parallel B$ im Verhältnis zu Gruppe 1, %
1 ofärgade*	146	11,3	0,649	640	0
2 svagt missfärgade	23	11,7	0,618	567	— 11,4
3 måttligt »	88	11,5	0,656	562	— 12,2
4 starkt »	30	11,6	0,674	560	— 12,5
5 mycket starkt missfärgade.	5	11,7	0,681	528	— 17,5

* 1. ungefärbt. — 2. schwach missgefärbt. — 3. mässig missgefärbt. — 4. stark
missgefärbt. — 5. sehr stark missgefärbt.

Resultaten från tryckhållfasthetsprovningen ha sammanställts i tabell 13. Av tabellen framgår, att jämviktsfuktkvoten hos rödkärnan är några tiondelar högre än hos splinten hos samtliga stamdelar, trots att utgångsfuktkvoten hos splinten legat högre än hos rödkärnan. Vidare är volymvikten i allmänhet störst hos rödkärnan. Trots detta är hållfastheten i medeltal 12 % lägre hos rödkärnan än hos splinten. Antalet årsringar per cm var hos splintveden i medeltal 7,3 och hos rödkärnveden 4,3 men med hänsyn till vad som är känt om årsringstäthetens inverkan vid samtidig kännedom om volymvikten, kan detta icke ha haft någon betydelse. Beräknas kvoten mellan skillnaden mellan medelvärdena och medelfelet för medelvärdenas skillnad, erhålles en storhet, som bör betecknas med t och som finnes införd i tabellen. I denna har även angivits det ur sedvanliga statistiska tabeller (se t. ex. Bonnier—Tedin 1940) hämtade statistiska sannolikhetsvärdet P , vilket anger sannolikheten för att skillnaden mellan erhållna medelvärden skulle vara slumpmässig. En tydlig och signifikativ *nedläggning av tryckhållfastheten kan alltså konstateras hos rödkärnans ved* gentemot splintveden.

Resultaten från böjhållfasthetsprovningen ha sammanställts i tabell 14. Även härvidlag kunna samma förhållanden som förut konstateras beträffande fuktkvot och volymvikt. Framtagas sannolikhetsvärdena P på samma sätt som vid tryckhållfastheten för såväl böjhållfasthet som elasticitetsmodul (se tabell 14) framgår därav, att någon signifikativ skillnad icke förefinnes hos böjhållfastheten men väl hos elasticitetsmodulen. Omdömet bör dock i detta fall tagas med en viss försiktighet på grund av det ringa provkroppsantalet.

I tydligt samband med rödkärnans utvecklingsstadium kunde en *färgskillnad* förmärkas. De olika tryckprovkropparna uppdelades därför i fem grupper på basis av en godtyckligt vald skala enligt:

- 1 ofärgad = splint
- 2 svagt missfärgad
- 3 måttligt missfärgad
- 4 starkt missfärgad
- 5 mycket starkt missfärgad

Uppdelningen skedde subjektivt efter okulär granskning. För resp. grupp beräknades medeltalet av vissa provningsvärden, se tabell 15.

Gången hos värdena i tabellen ger ett intressant bidrag till belysning av sambandet mellan missfärgningen och virkets tekniska egenskaper.

Kap VII. Diskussion och sammanfattning av försöksresultaten

Rödkärnan förekommer nu i så gott som alla medelålders och äldre bokbestånd. Dess uppträdande står i övervägande antalet fall utan tvekan i samband med de stränga vintrarna 1940—42, särskilt vintern 1942, som utmärktes

av stark och ihållande kyla. Med hänsyn till uppkomstsättet skulle även namnet frostkärna kunna användas. Av flera skäl torde det emellertid vara lämpligt att bibehålla det gamla namnet rödkärna.

Anatomiskt utmärkes rödkärnan av förekomsten av tyller, vilka äro särskilt talrika i gränzonen mellan splinten och kärnan. I parenkym- och märkestrålecellerna förekomma bruna utfällningar av s. k. vedgummi. Sockerhalten är i genomsnitt betydligt lägre i rödkärnan än i splinten.

Rödkärnan är ett ålderssymtom hos boken. Den förekommer ofta i gamla träd med nedsatt förmåga till vattentransport. På det föreliggande undersökningsmaterialet var den kraftigast utbildad i äldre bokar, över 100 år, som hade relativt breda årsringar. Hos bokar med smala årsringar och hos yngre träd, omkring 50 år, hade rödkärnan ej lika stor utbredning i de enskilda träden.

Fysiologiskt sett spelar för uppkomsten av rödkärnan en förändring av förhållandet mellan vatten och luft i veden den avgörande rollen. Fuktkvoten är högst i den yttre splinten, 100—120 %, och lägst i rödkärnans centrala partier, 50—60%. Vid gränsen mellan splint och kärna är fuktkvoten omkring 60 %, vilket betyder, att det fria vattnet där försvunnit ur kärl och trakeider, och att endast parenkym- och märkestråleceller innehålla vatten. Sjunker vattenhalten ytterligare uppträda de för rödkärnan karakteristiska förändringarna, och samtidigt börja de levande cellelementen att dö.

Den under kylans inverkan utbildade rödkärnan utmärkes av att relativt stora vedpartier på en gång omvandlats. Detta har sannolikt gått till så, att genom den starka kylan en viss sönderfrysning av de enskilda cellerna ägt rum, och därjämte ha större eller mindre sprickor uppstått i veden. Detta resulterar i en kraftig tillförsel av luft till de berörda vedpartierna, varigenom de fysiologiska förutsättningarna för uppkomsten av rödkärna bli uppfyllda.

Rödkärnan är i regel fri från röta. Något belägg för att rödkärnan skulle angripas lättare av rötsvampar, som förorsaka lagringsröta, har ej kunnat förebringas. I laboratorieförsök har normal ved och rödkärna angripits i samma omfattning av de använda rötsvamparna, däribland fnösketickan. Röta i stående bokar har påträffats under olika omständigheter. I åtminstone ett par fall torde röt förekomsten stå i direkt samband med den stränga vinterkylan, men likväl ha uppträtt oberoende av rödkärnan. Om en rötsvamp, som trängt in i rödkärnan på en stående bok, har förmåga att tillväxa hastigare därstädes än i normal bokved, har ej kunnat undersökas.

Impregnering av bok med rödkärna är mycket försvårad på grund av tyllförekomsten i gränzonen. Den inre delen av rödkärnan däremot kan ofta ta upp vätska lika lätt som splintveden, ja ibland t. o. m. lättare, sannolikt beroende på den nyss omtalade uppluckringen och sönderfrysningen.

Hållfasthetsundersökningarna ha visat, att böjhållfastheten ej påverkats

av kärnbildningen. Däremot har rödkärnans tryckhållfasthet nedgått med i medeltal 12 % jämfört med splintvedens. Denna nedgång i tryckhållfastheten sammanhänger också troligen med uppluckringen och söndersprickningen av rödkärnan. Ett starkt samband synes råda mellan missfärgningen och tryckhållfastheten. Ju starkare missfärgningen är hos rödkärnan, desto lägre är dess tryckhållfasthet.

Litteraturförteckning.

- BONNIER, G. och TEDIN, O., 1940. Biologisk variationsanalys. — Stockholm.
- BUCHWALD, N. F., 1939. The capacity of red-heart beech wood for resistance to timber fungi. — Dansk Skovforen. Tidsskr., 238.
- BÜSGEN, M. och MÜNCH, E., 1927. Bau und Leben unserer Waldbäume. — Jena.
- EBES, K., 1937. Vorming van Thyllen in geveld Beukenhout. — Wageningen.
- GÄUMANN, E., 1946. Über die Pilzwiderstandsfähigkeit des roten Buchenholzes. — Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen, Nr 1/2.
- HARTIG, R., 1882. Über die Verteilung der organischen Substanz, des Wassers und Luft- raumes in den Bäumen. Unters. Forstbot. Inst. München 2. — Berlin.
- 1901. Holzuntersuchungen, Altes und Neues. — Berlin.
- HARTIG, R. und WEBER, R., 1888. Das Holz der Rotbuche. — Berlin.
- HUBER, B. und PRÜTZ, G., 1938. Über den Anteil von Fasern, Gefässen und Parenchym am Aufbau verschiedener Hölzer. — Holz als Roh- und Werkstoff, 1, 377.
- JAHN, 1931. Die Frostkern der Rotbuche. — Ztschr. f. Forst- und Jagdw., 43, 429.
- KLEIN, G., 1937. Zur Ätiologie der Thyllen. — Ztschr. f. Bot., 15, 417.
- KNUCHEL, H., 1943. Ergebnisse eines Versuches mit nichtimprägnierten Buchenschwellen verschiedener Fallzeit. — Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen.
- KRZYSIK, FR., 1931. Untersuchungen über den Frostkern in Rotbuchenbeständen in biologischer und technischer Hinsicht. — Sylwan, 49, 177.
- LARSEN, P., 1943 a. Vinterkuldens betydning for kernerdannelse hos bøg. — Dansk Skovforenings Tidsskrift, 141.
- 1943 b. Undersøgelser over dannelsen og væksten af rødkerne hos bøg. — Dansk Skovforenings Tidsskrift, 437.
- MACDOUGAL, D. T., 1926. The hydrostatic system of trees. — Carn. Inst., Washington, publ. No. 373.
- MACDOUGAL, D. T. and WORKING, E. B., 1933. The pneumatic system of plants, especially trees. — Carn. Inst., Washington, publ. No. 441.
- MÖRATH, E., 1931. Der Frostkern der Rotbuche. — Der deutsche Forstwirt, 13, 213.
- 1931. Beiträge zur Kenntnis der Quellungserscheinungen des Buchenholzes. — Kolloidchem. Beihefte, 33, 131.
- NILSSON, T. och JOHNSSON, H., 1944. Massuppträdande av frostkärna hos bok under 1942. — Svensk Papperstidning, nr. 1—3.
- NYLINDER, P., 1950. Studier över barr-rundvirkets torkning och vattenupptagning. — Norrl. Skogsvårdsförb. Tidsskr.
- ROHDE, THEO, 1933. Die Frostkernfrage. — Mitt. aus Forstwirtschaft und Forstwissen- schaft, 4, 591.
- SYLVÉN, E., 1943. Bokspinnaren, *Dasychira pudibunda* L., en storätare på bok. — Fauna och Flora.
- ZYCHA, H., 1943. Die Buchenrindenfäule. — Der deutsche Forstwirt, 265—266.
- 1948. Über die Kernbildung und verwandte Vorgänge im Holz der Rotbuche. — Forstwiss. Centralbl., 67, 80—109.

Zusammenfassung

Untersuchungen über den Rotkern der Buche

Der Rotkern kommt jetzt in Schweden sowohl in allen mitteljährigen wie in älteren Buchenbeständen vor (NILSSON und JOHNSON 1944). Das Auftreten desselben steht in einer überwiegenden Anzahl Fälle zweifellos in Zusammenhang mit den strengen Wintern 1940—42, insbesondere dem Winter 1942, welcher sich durch die starke und andauernde Kälte auszeichnete. Mit Rücksicht auf die Entstehungsweise könnte man auch die Bezeichnung Frostkern anwenden. Aus verschiedenen Gründen wird es jedoch zweckmässig sein, die alte Benennung, Rotkern, beizubehalten.

Anatomisch ist der Rotkern durch das Vorkommen der Thyllen gekennzeichnet, welche besonders zahlreich in der Grenzzone zwischen Splint- und Kernholz sind. In den Parenchym- und Markstrahlzellen kommen braune Niederschläge von sog. Holzgummi vor. Der Zuckergehalt ist durchschnittlich im Rotkern bedeutend niedriger als im Splint (Tab. 7—9).

Der Rotkern ist ein Alterssymptom bei der Buche. Er kommt oft in alten Stämmen mit herabgesetztem Wassertransportvermögen vor. Bei dem vorliegenden Untersuchungsmaterial war er am kräftigsten ausgebildet in älteren Buchen, über 100 Jahre, welche verhältnismässig breite Jahresringe besaßen. Bei Buchen mit schmalen Jahresringen und bei den jüngeren Stämmen, um 50 Jahre, hatte der Rotkern keine so grosse Ausbreitung in den einzelnen Stämmen (Tab. 1—4).

In physiologischer Hinsicht spielt für die Entstehung des Rotkerns eine Veränderung in dem Verhältnis zwischen Wasser und Luft in dem Holze eine entscheidende Rolle (ZYCHA 1948). Der Wassergehalt (Tab. 5) ist am höchsten in dem äussersten Splintholz (100—120 %) und am niedrigsten in den zentralen Teilen des Rotkernes (50—60 %). Auf der Grenze zwischen Splint- und Kernholz ist der Wassergehalt ungefähr 60 %, was darauf hindeutet, dass das freie Wasser aus den Gefässen und Tracheiden verschwunden ist, und dass nur Parenchym- und Markstrahlzellen Wasser enthalten. Wenn der Wassergehalt noch weiter sinkt, treten die für den Rotkern charakteristischen Veränderungen auf, und gleichzeitig fangen die lebenden Zellelementen an abzusterben.

Der unter dem Einfluss der Kälte ausgebildete Rotkern ist dadurch ausgezeichnet, dass verhältnismässig grosse Holzpartien auf einem Male umgewandelt sind. Es ist allem Anschein nach so zugegangen, dass durch die strenge Kälte eine gewisse Zerfrierung von einzelnen Zellen stattgefunden hat, und ausserdem kleinere oder grössere Risse in dem Holze entstanden sind. Daraus resultiert eine kräftige Zufuhr von Luft zu den erwähnten Holzpartien,

wodurch die physiologischen Voraussetzungen für die Entstehung des Rotkerns erfüllt sind.

Der Rotkern ist in der Regel frei von Fäule. Einen Beweis dafür, dass der Rotkern leichter von den Fäulnispilzen, welche Lagerungsfäule verursachen, angegriffen wird, haben wir nicht erbringen können. In Laboratoriumsversuchen wurden das normale Holz und der Rotkern in gleichem Masse von den verwendeten Fäulnispilzen, darunter auch von dem echten Zunderschwamm, angegriffen (Tab. 10 und 11). In einigen Fällen wenigstens wird das Vorkommen der Fäule in direktem Zusammenhang mit der strengen Winterkälte stehen, aber dabei ist sie unabhängig von dem Frostkern aufgetreten. Ob ein Fäulnispilz, der in den Rotkern einer stehenden Buche eingedrungen ist, darin rascher weiter zu wachsen vermag als in dem normalen Holze, konnte nicht untersucht werden.

Die Imprägnierung der Buchen mit Rotkern ist sehr erschwert durch das Vorkommen der Thyllen in der Grenzzone. Der innere Teil des Rotkerns kann dagegen oft Flüssigkeiten ebenso leicht wie das Splintholz aufnehmen, ja, bisweilen sogar leichter, aller Wahrscheinlichkeit nach infolge der soeben erwähnten Auflockerung und Zerfrierung (Tab. 6).

Die Untersuchungen über die Festigkeit haben gezeigt, dass die Biegefestigkeit nicht von der Kernbildung beeinflusst wird (Tab. 13). Dagegen wurde die Druckfestigkeit um 12 % im Vergleich mit der des Splintholzes herabgesetzt (Tab. 14). Dieser Rückgang der Druckfestigkeit hängt auch wahrscheinlich mit der Auflockerung und dem Zerspringen des Rotkerns Zusammen. Ein enger Zusammenhang scheint zwischen der Missfärbung und der Druckfestigkeit zu herrschen. Je stärker die Missfärbung bei dem Rotkern ist, desto geringer ist seine Druckfestigkeit (Tab. 15).