

樹脂障害の主因物質であるピッチアビエチン酸の化学的研究

黒木, 薫

<https://doi.org/10.15017/14980>

出版情報：九州大学農学部演習林報告. 30, pp.1-102, 1958-03-31. 九州大学農学部附属演習林
バージョン：
権利関係：

このことは Disproportionated product が約 17% 増加しているから蒸解によつて Dehydro- 及び Dihydrogenation が同時に行われた結果である。この様にオレオレジン蒸解した場合と異なるのは、辺材樹脂酸は蒸解によつて第 1 次反応の異性化と同時に進むが、第 2 次反応の Disproportionation はオレオレジンの蒸解の場合より余り進んでいるものである。

斯くの如く亜硫酸蒸解を行つて得た辺材樹脂酸の組成はピッチアビエチン酸の場合と殆んど近似した値を示し、その光学的性状である比旋光度及び紫外線吸収スペクトルも全く同一と見做し得る結果であつた。即ち亜硫酸蒸解によつて異性化と同時に Disproportionation が平衡的に行われ、最も安定な平衡混合酸、即ちピッチアビエチン酸となり、樹脂障害の主因物質が生成されることを解明した。

9. 心材は乾枯により樹脂酸の組成に変化を認めず、心材部の形成に長年月を要しているもので、その間に材幹中で異性化と同時に Disproportionation が行われ、ピッチアビエチン酸に匹敵するが如き安定な平衡混合酸となつたものと思われ、その成分は心材樹脂を蒸解して得た樹脂酸と、亜硫酸パルプ製造工場のノットの樹脂酸は共に蒸解前のものと大差なく、ピッチアビエチン酸の値と同一である。この結果から蒸解により異性化や Disproportionation 等の反応が進行しないことを推断した。

10. 以上を更に簡単に総括すれば、樹脂障害の真因物質として未解決の結晶性成分、即ちピッチアビエチン酸と仮称した物質を解明し、オレオレジン、辺材、心材及びノットの各樹脂酸について、乾枯及び亜硫酸蒸解による挙動と生成の機構及び関連性を攻究した。その結果、従来、樹脂障害の真相とその対策と題して、著者等が逐次報告した点を深く追究し、他面樹脂障害の軽減対策も学術的基礎に立却して確立し得た。

本研究により我国ばかりではなく、諸外国に於ける亜硫酸パルプ工業界で最も有害とされている樹脂障害を、学術的に解決し業界と共に学界にも貢献し得るものと確信するものである。

附 記

本研究に当り御懇篤なる御教導を賜りました九州大学教授西田屹二博士に衷心より感謝の意を表します。

尚実験に際し、橋村信之、三輪隆幸両学士の御助力と供試材料の恵与を忝うした九州大学演習林、岡山営林署、十條製紙坂本工場長石井好一、同工場原質課長小野勉及び高千穂製紙工場長沢正治各氏に対し深謝致します。

引 用 文 献

- 1 西田屹二, 黒木 薫, 宮川竜郎, 小野 勉: 紙, 技協紙, 9, 326 (昭 30).
- 西田屹二, 黒木 薫, 小野 勉: 同 誌, 9, 383 (昭 30).
- 西田屹二, 黒木 薫, 小野 勉: 同 誌, 9, 524 (昭 30).
- 西田屹二, 黒木 薫, 新庄 稔, 北条隆己, 橋村信之, 小野 勉: 同誌, 10, 125 (昭 31).
- 西田屹二, 黒木 薫, 宮城寿太, 北条隆己, 小野 勉: 同誌, 10, 597 (昭 31).
- 西田屹二, 黒木 薫, 橋村信之, 三輪隆幸, 小野 勉: 同誌, 11, 183 (昭 32).
- 西田屹二, 黒木 薫, 小野 勉: 同誌, 11, 437 (昭 32).
- 西田屹二, 黒木 薫, 小野 勉: 同誌投稿中.
- 西田屹二, 黒木 薫, 小野 勉: 同誌投稿中.

- 2 西田屹二, 黒木 薫, 小野 勉: 紙, 工技協誌, 9, 383 (昭30).
- 3 西田屹二, 黒木 薫, 宮川竜郎: 62回日本林学会大会講演集, 272 (昭28).
- 4 Baup : Ann. Chem. Phys. 31, 103 (1826).
Cailliot : J. Pharm. 16, 436 (1830).
Malz : A. 126, 94 (1864) ; 132, 249 (1864) ; 1—49, 244 (1868) ; 161, 115 (1871).
Flückiger : J. pr. (1) 101, 235 (1867).
Fmmerling : B. 12, 1441 (1879).
Perrenoud : Ch. Z. 9, 1590 (1885).
Dietrich : C. 886 (1885).
Mach : M. 14, 187 (1893) ; M. 15, 627 (1894).
Kraemer, Spilker : B. 32, 2593 (1889).
Tschirch, Studer : A. 241, 495 523 (1903).
Vesterberg : B. 36, 4200 (1903).
Fasterfield, Bagley : Proc. Chem. Soc. 20, 112 (1904).
Fahrion : Z. ang. Chem. 17, 239 (1904).
Fndemann : Am Chem. J. 33, 525 (1905).
Levy : Z. ang. Chem. 18, 1739 (1905).
Fahrion : Z. ang. Chem. 20, 356 (1907).
Levy : Z. ang. Chem. 81, 145 (1913).
Ellington : Am. Soc. 36, 325 (1914).
Vorländer, Janecke : Z. physik. Chem. 85, 697 (1913).
Proth : Farben-ztg. 20, 1056 (1915).
Maly, Tschirch : Harze und Harzbehälter. 631, 650 (1906).
Proth : Ang. Chem. Schweiz Apoth. Ztg. 54, 196 (1916).
Cohn : Chem. Ztg. 140, 1916 791 725 (1916).
Johansson : Arch. Kemi. Min. Geol. 6, 19 20 (1917).
Schulz : Soc. 112, 1649 (1917). Chem. Ztg. 41. 666 (1917).
Knecht, Hibbert : J. Soc. Dyers Colourists, 35, 148 (1919).
Tshirch : Schweiz-Ztg. 58, 484 503 (1920),
Virtanen : A. 424, 150 (1922).
Stock : Farben-Ztg. 26, 156 221 287 353 416 (1921).
Ruzicka, Meyer : Helv. 5, 315 (1922).
Ruzicka, Meyer : ibid. 583.
Steele : Am. Soc. : 44, 1333 (1922).
Madinaveitia : Anales soc. espanola Fis. Quim. 20, 183 (1922).
Aschan : B. 55, 2944 (1922).
Ruzicka, Schinz : Helv. 6, 622 (1923):
Melannd, Rosenthal : Z. angew. Chem. 36, 333 (1923).
Schorger : Am. Soc. 45, 1339 (1923).
Ruzicka, Schinz : Helv. 6, 833 (1923).
Ruzicka, Schinz, Meyer : ibid. 1077.
Bunbury : Chem. Age (London), 9, 650 678 (1923).
Dupont, Uzac : Bull. (4), 35, 394 (1924).
Verterberg. Borge : A. 440, 305 (1924).
Dupont, Desalbers, Bernette : Bull. (4), 39, 488 (1926).
Dupont, Dulourg : ibid. 1029.
Dupont, Uzac : Chimie et Industrie Special No. 482 (1925).
Ruzicka, Meyer, Pfeiffer : Helv. 8,637 (1925).
Wolf : Faben-Ztg 31, 1573 (1926).
Fonrobert, Pallauf : ibid. 1848.
Levy : B. 59, 1302 (1926).
Diels, Kaestens : B. 60. 2323 (1927).
Kesler, Lovy, Faragher : Am Soc. 49, 2898 (1927).

- Dubourg : Bull. Inst. Pin. 241 (1927).
Levy : Z. Ang. Chem. 41, 233 (1928).
Wislicenus : *ibid.* 234.
Levy : B. 61, 616 (1928).
Rouin : Bull. Inst. Pin. 121 167 173 (1928).
Dupont, Dubourg, Rouin : Chim. et Ind. 19, 549 (1928).
Rouiu : Moniteur scient. 12, 197 (1908).
Rouin : *ibid.* 221.
Nagel : Chem. Umschn. 36, 33 (1928).
Dupont, Dubeurg : Chem. et Ind. 18, 1691 (1927).
Poell : Paint, Oil Chem. Rev. 87, No. 7, 12 25 (1928).
Balas, Hazukowa : Collect. Trav. Chem. Tchecoslovaguie. 1, 401 (1929) ; (c. 11, 2183 (1929)).
Schulz : Chem. Ztg. 35, 1181 (1911).
Levy : B. 62, 2497 (1929).
Dupont, Levy : C.r. 189, 763 920 (1929).
Goldblatt, Levy, Burnett : Am. Soc. 25, 2132 (1930).
Dupont, Levy, Allard : C.r. 190, 1302 (1930).
Dupont, Allard : *ibid.* 1419.
Dupont, Lrvy, Allard : Blul. Inst. Pin. 25 (1931).
Dupont, Allard : *ibid.* (4), 47, 1216 (1930).
Rouin : *idib.* 155 (1930).
Ruzicka, Goldberg, Huyser, Seidel : Helv. 14, 545 (1931).
Levy : B. 64, 2441 (1931).
Haworth, Letsky, Navin : Soc. 1784 (1932).
Voke : A. 497, 247 (1932).
Ruzicka, Ankersmit, Frank : Helv. 15, 1289 (1932).
Ruzicka, Graaff, Miller : *ibid.* 1300.
Haworth : Soc. 2717 (1932).
Ruzicka, Waldmann, Meier, Hösli : Helv. 16, 169 (1933).
Lande Jr. : Am. Soc. 55, 1536 (1933).
Ruzicka, Wakdmann : Helv. 16, 842 (1933).
Arbusow : Chem. J. Ser. A. J. allg Chem. 2, 806 (1934).
Lander : J. Ind. Eng. Chem. 26, 678 (1934).
Palkin, Harris : Am. Soc. 56, 3677 (1933).
Morton, Gouveia : Soc. 916 (1934).
Wienhaus, Sandermann : B. 69, 2202 (1936).
Lipkin, L ande : Am. Soc. 58, 1310 (1936).
Dupont : Bull. 4, 35, 1209 (1924).
Dupont, Levy : *ibid.* 47, 60 (1930).
Trost : Ann. Chem. applicata. 27, 188 (1937).
Fllick, Palkin : Science, 85, 126 (1937).
Fleck, Palkin : Am. Chem. Soc. 59, 1593 (1937).
Fieser, Campbell : Am. Soc. 60, 159 (1938).
Palkin, Harris : *ibid.* 56, 1935 (1934).
Ruzicka, Sternbach : Helv. 21, 565 (1938).
Littmann : Am. Soc. 60, 1419 (1938).
Ruzicka, Bacon, Sternbach, Waldmann : Helv. 21, 591 (1938).
Raudnitz, Lederer, Kraft : B. 71, 1273 (1938).
Fieser, Campbl : Ar. Soc. 60, 2528 (1938).
Kresstinski, Nowak, Konschilow : J. Chem. appl. 12, 1514 (1939).
Kresstinski, Pressianzewa, Nowak : J. Chem. appl. 12, 1407 (1939).
Hovey, Hodgins : Ind. Eng. Chem. Ind. Edit. 32, 272 (1940).

- Ruzicka, Kaufmann : *Helv.* 23, 124 (1940).
 Ruzicka, Sternbach : *ibid.* 333 (1940) ; 341 (1940) ; 355 (1940).
 Stalloup, Hawkins : *Proc. Florida Acad. Sci.* 4, 124 (1940).
 Ekwall, Lindstrom : *Finnish Paper Timber J.* 23, No. 7A, 64 68 70 (1941).
 Ruzicka, Sternbach, Jeger : *Helv.* 24, 504 (1941).
- 5 Vesterberg : *B.* 18, 3331 (1885). 19, 2167 (1886). 20, 3248 (1887). 38, 4125 (1905).
 Knecht, Hibbert : *J. Soc. Dyers Colourists.* 38, 221 (1922).
 Perrenoud : *Ch. Z.* 9, 1590 (1888).
 Tschugaeff, Teearn : *B.* 46, 1769 (1913).
 Ruzicka, Schinz : *Helv.* 6, 662 (1923).
 Dupont, Uzac : *Bull.* (4), 35, 394 (1924).
 Ruzicka, Balas, Vilim : *Helve.* 7, 458 (1924).
 Dupont : *Bull.* (4), 35, 892 (1924).
 Ruzicka, Balas : *Helv.* 7, 875 (1924).
 Ruzicka, Huyser, Seidel : *Rec.* 47, 363 (1928).
 Ruzicka, Balas : *A.* 460, 202 (1928).
 Levy : *B.* 61, 616 (1928).
 Rcuin : *Bull. Inst. Pin.* 121 (1928).
 Dupont, Dubourg, Rouin : *Chim. et Ind.* 19, 519 (1928).
 Dupont, Dubourg : *ibid.* 555.
 Balas : *Casopis Casopis Ceskoslovenskeho Lekarnictva.* 7, 320 (1927).
 Balas, Brzak : *Collect. Trav. Chim. Tche. coslovaquie.* 1. 306 (1929).
 Novacek *Z. Kr.* 72, 419 (1929).
 Ruzicka, Graaff, Goldberg, Frank : *Helv.* 15, 915 (1932).
 Ruzicka, Ankersmit, Frank : *ibid.* 15, 1289 (1932).
 Ruzicka, Frank : *ibid.* 1294.
 Baedhan, Sengupta : *Soc.* 2520 (1932).
 Haworth : *ibid.* 2248.
 Palkin, Harris : *Am. Soc.* 56, 3677 (1933).
 Dupont : *C. r.* 172, 12 (1933).
 Bacon, Ruzicka : *Chem. and Ind.* 55, 546 (1936).
 Kraft : *A.* 526, 1 (1936).
 Wienhaus, Ritter, Sandermann : *B.* 69, 2198 (1936).
 Hessenland : *Ang. Chem.* 48, 636 (1935).
 Schulz : *Coll. Trav. Chim. Tchechoslovaquie.* 9, 542 (1937).
 Ruzicka, Bacon : *Helv.* 20, 1542 (1937).
 Ruzicka, Bacon, Lukes, Rose : *ibid.* 583.
 Wienhaus, Sandermann : *B.* 71, 1094 (1938).
 Sandermann : *ibid.* 2005.
 Hasselstrom, Mcpherson : *Am. Soc.* 61, 2247 (1939).
 Kresstinski, Nowak, Komschilow : *J. Chim. appl.* 12, 1514 (1939).
 Ruzicka, Sternbach : *Helv.* 23, 124 288 333 (1940).
 Fleck, Palkin : *Am. Soc.* 62, 2044 (1940).
- 6 Vesterberg : *B.* 18, 3331 (1885). 19, 2167 (1886). 20, 3248 (1887). 38, 4125 (1905).
 Knecht, Hibbert : *J. Soc. Dyers colourists.* 38, 221 (1922).
 Ruzicka, Balas : *Helv.* 6, 677 (1923).
 Dupont, Uzac : *Bull.* (64), 35, 394 (1924).
 Ruzicka, Balas, Vilim : *Helv.* 7, 458 (1924).
 Dupont : *Bull.* (4), 35, 892 (1924).
 Rouin : *Bull. Inst. Pin.* 121 (1928).
 Wienhaus, Sandermann : *B.* 71, 1094 (1938).
 Sandermann : *ibid.* 2005.
 Kresstinski, Nowak, Komschilow : *J. Chim. appl.* 12, 1514 (1939).

- Ruzicka, Kaufmann : *Helv.* 23, 1346 (1940).
 Ruzicka, La Lande Jr. : *ibid.* 1357 (1940).
 Stallcup, Hawkins : *Proc. Florida Acad. Sci.* 4, 124 (1940).
 Malewskaja : *J. Chim. appl.* 13, 1085 (1940).
 Sandermann : *B.* 74, 154 (1941).
- 7 Renard : *C.r.* 106, 865 (1887).
 Vesterberg : *B.* 36, 4200 (1903).
 Vesterberg : *B.* 36, 4200 (1903).
 Levy : *Z. anorg. Chem.* 81, 145 (1913).
 Johansson : *Arch. Kemi. Min. Geol.* 6, No. 19, 20 (1917).
 Knecht, Hibbert : *J. Soc. Dyers Colourists.* 35, 148 (1917).
 Aschan : *A.* 424, 117 (1922).
 Aschan, Ekholm : *ibid.* 133.
 Fahrion : *Z. ang. Chem.* 14, 1208 (1901).
 Tschirich, Korischoner : *Arch. Pharm.* 240, 580 (1902).
 Bucher : *Am. Soc.* 32, 374 (1910).
 Fndermann : *Am. Soc.* 33, 523 (1905).
 Wallach : *A.* 360, 85 (1908).
 Schorger : *Am. Soc.* 45, 1339 (1923).
 Ruzicka, Schinz Meyer : *Helve.* 6, 1077 (1923).
 Ruzicka, Schinz : *ibid.* 833.
 Fleck, Palkin : *Am. Soc.* 60, 921 (1938).
 Fleck, Palkin : *Am. Soc.* 60, 2621 (1938).
 Hasselstrom, Pherson, Hopkins jr. : *Paper Trade J.* 110, Nr. 4, 41 (1940).
 Fleck, Palkin : *Am. Soc.* 62, 2044 (1940).
- 8 Vocke. F : *Ann.* 2, 508 (1933).
 Leskiewicz : *J. pr.* 81, 408 (1910).
- 9 Dupont. G : *Bull. soc. chim.* 35, 1207 (1923).
- 10 Schultze : *A.* 356, 138 (1908).
 Bistrzycki : *B.* 39, 53 (1906).
 Aschan, Levy : *B.* 60, 1923 (1927).
 Dupont, Dubourg : *Chim. et Ind.* 19, 552 (1928).
 Dupont, Dubourg : *Moniteur scient.* 12, 205 (1908).
 Fonrogert, Greth : *Chem. Umschau.* 36, 93 (1928).
 Aschan : *A.* 483, 124 (1930).
 Greth : *Ang. Chem* 47, 827 (1934).
 Fleck, Palkin : *Am. Soc.* 59, 1593 (1937) ; 60, 921 (1938) ; 60, 2621 (1938). 61, 247 (1939).
 Sterling, Bogert : *J. Org. Chem.* 4, 20 (1939).
- 11 Tschirch : *Die Harze*, Bd. 1, 342 (1933) ; C. 2, 1270 (1900) ; C. 2, 134 (1902) ; 1, 149 (1915).
- 12 鈴木鈺二 : *薬学*, 49, 367, 888 (大正 14).
 鈴木鈺二 : *理研報*, 4, 721 (大正 15).
- 13 西川英二郎 : *農学会報*, 22, 385 (大正 10).
 慶松勝衛門, 石黒武雄, 福井儀五郎 : *薬学*, 57, 69 (昭 12).
- 14 Fleck, Palkin : *Am. Soc.* 60, 921 (1938) ; 60, 2621 (1938).
 Fieser, Campbell : *ibid.* 2631.
 Fleck, Palkin : *ibid.* 247 (1939).
 Kresstinski, Pressianzewa, Nowak : *J. Chim. appl.* 12, 1407 (1939).
 Hasselstrom, Pherson, Hopkins Jr. : *Paper Trade J.* 110, Nr. 4, 41 (1940).
 Ruzicka, Sternbach : *Helv.* 23, 124 (1940).
 Hasselstrom, Hopkins : *Am. Soc.* 63, 421 (1941).
 Hasselstrom, Hopkins : *Am. Soc.* 63, 421 (1941).
 Campbell, Morgana : *ibid.* 1838 (1911).

- 15 Ruzicka, Meyer : *Helv.* 5, 315 (1922).
Wolf : *Farben-Ztg.* 31, 1573 (1926).
Levy : *B.* 59, 1302 (1826).
Wienhaus : *Z. ang. Chem.* 34, 256. (1921).
Rau, Simonsen : *J. Indian Inst. Soc.* 9, A, 111 (1926).
Dupont, Rouin, Dubourg : *Bull. Inst. Pin.* 157 (1927).
Gubeimann, Weiland, Henke : *Ind. Eng. Chem.* 23, 1462 (1932).
Ruzicka, Waldmann, Meier, Hösli : *Helv.* 16, 169 (1933).
Hasselstrom, Mcpherson : *Am. Soc.* 60, 2380 (1938).
Hasselstrom, Mcpherson : *ibid.* 1230.
Fleck, Palkin : *ibid.* 1230 ; 62, 2044 (1940).
- 16 Virtanen : *A.* 424, 150 (1922).
Meland, Rosenthal : *Z. ang. Chem.* 36, 333 (1923).
Wiehaus : *Z. Ang. Chem.* 34, 256 (1921).
Ruu, Simonsen : *J. Indian Inst. Sci.* 9, A, 111 (1926).
Dupont, Rouin, Dubourg : *Bull. Inst. Pin.* 157 (1927).
Ruzicka, Waldmann, Meier, Hösli : *Helv.* 16, 169 (1933).
Voche : *A.* 508, 11 (1934).
Greth : *Ang. Chem.* 47, 827 (1934).
Hasselstrom, Mcpherson : *Am. Soc.* 60, 2380 (1938).
Fleck, Palkin : *Am. Soc.* 61, 3197 (1939) ; 62, 2044 (1940).
- 17 Unverdorben : *Ann.* 11, 27 230 393 (1923).
Transdorff : *A.* 13, 169 (1835).
Laurent : *A.* 34, 272 (1840).
Siewert : *Z. f. die ges. Naturwiss, von Giebel u. Heintz.* 14, 311 (1859).
Fahrien : *Ang. Chem.* 14, 1197 1221 (1901).
Schkataloff : *Mon. Sci.* 22, 1, 217 (1908).
- 18 Ruzicka. L : *Helv.* 20 1542 (1937).
- 19 Palkin. S : *J. Am. Chem. Soc.* 55, 3677 (1933).
- 20 Palkin. S : *ibid.* 56, 1335 (1934).
Fieser. L : *ibid.* 60, 159 (1938).
- 21 Harris. G. C., Sanderson. T : *J. Am. Chem. Soc.* 70, 334 (1948).
Harris. G. C., Sanderson. T : *ibid.* 2079.
Harris. G. C : *ibid.* 70, 3671.
Harris. G. C : *ibid.* 70, 2077.
- 22 筒井 稔 : *日化*, 70, 203 (昭 24).
筒井 稔 : *日化*, 74, 496, 542 (昭 28).
- 23 浮田忠之進, 積田 亨 : *薬学*, 72, 1324 (昭 27).
- 24 Loeblich. V. M., Baldwin. D. E., Lawrence. R. V. : *J. Am. Chem. Soc.* 77, 2823 (1955).
Loeblich. V. M., Baldwin. D. E., Lawrence. R.V., O' Connor. R. T. : *ibid.* 77, 6311 (1955).
- 25 宮崎 信, 安江 保 : *木材学会誌*, 2, 210 (昭 31).
- 26 Campbell. W. P., Morgana. M. : *J. Am. Chem. Soc.* 63, 1835 (1941).
Campbell. W. P., Todd. D. : *ibid.* 64, 928 (1942).
- 27 Harris. G. C., Sparks. J. : *ibid.* 70, 3674 (1948).
Kraft. K. : *Ann.* 524, 1 (1936).
- 28 西田屹二, 黒木 薫, 橋村信之 : 63回 日本林学会大会講演集, 354 (昭 29).
- 29 西田屹二, 黒木 薫, 宮城寿太 : 62回 同誌, 274 (昭 28).
- 30 Tschirch. A. : *Die Harz and die Harzbehälter*, 2, Aufl. (1906).
- 31 Wolff, Schulze : *Chem. Ztg.* 38, 382 (1914).
- 32 Beadle B. W. : *Oil and Soap.* 23, 140 (1946).
- 33 Ball F. J., Vardell W. G: *J. Am. Oil Chem. Soc. Apr.*, 137 (1951).
- 34 *Prakt. J. Chem.* 143 (1935).

- 35 Diels. O, Gädke, Körden. P. : Ann. 1, 459 (1922).
Diels. O, Karstens. A. : Ber. 36, 2323 (1927).
 - 36 Vesterburg. A. : Ber. 36, 4200 (1903).
Curie. P. : Chem. News. 30, 189 (1874).
 - 37 Ruzicka. L., Balas. Fr. : Helv. 7, 458 (1924).
 - 38 Bamebrger. E., Hooker. S. C : Ann. 229, 102 (1885).
Bucker. T. E., J. Am. Chem. Soc. 32, 374 (1910).
Fortner. F. : Monatsh f. Chem. 25, 4521 (1904).
 - 39 Ruzicka. L., Balas. Fr. : Helv. 6, 677 (1923).
 - 40 Uota. H : J. Department. Agr. K.I.U. 5, 117 (1937).
 - 41 Harris G. C., Sanderson T. F. : J. Am. Chem. Soc. 70, 334 (1948).
 - 42 Steele. L. L. : J. Am. Chem. Soc. 44, 1333 (1922).
 - 43 Palkin S., Harris T. H. : J. Am. Chem. Soc. 55, 3677 (1933).
Palkin S., Harris T. H. : ibid. 56, 1935 (1934).
 - 44 Balas Fr. : Casopis Ceskoslovenskeno Lekarnictua. 7, 320 (1927).
 - 45 Fleck E.E., Palkin S. : Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 14, 146 (1942).
 - 46 Wienhaus W., Sandermann W. : Ber. 69, 2202 (1936).
 - 47 Sandermann W. : Ber. 74, 154 (1941).
 - 48 Woodward R. B. : J. A m. Chem. Soc. 64, 72 (1942).
 - 49 Fieser F., Campbell W. P. : J. Am. Chem. Soc. 60, 159 (1938) ; 2631 2528 (1938) ; 61, 2528. (1939).
 - 50 Campbell W. P. : Hercules Powder Company Report. (1947).
 - 51 Fleck E. E., Palkin S. : J. Am. Chem. Soc. 60, 2621 (1938).
 - 52 Fleck E. E., Palkin S. : J. Am. Chem. Soc. 60,921 (1938).
 - 53 Ruzicka, Bacon, Sternbach, Waldmann : Holv. 21, 591 (1938).
 - 54 Fleck E. E., Palkin S. : J. Am. Chem. Soc. 61, 1230 3197 (1939).
 - 55 Hasselstrom, Brennan, Mc. Pherson : J. Am. Chem. Soc. 60, 1267, 2340 (1938).
 - 56 黒木 薫 : 木材誌, 3, 57 (昭 32).
 - 57 西田屹二, 黒木 薫 : アカマツに関する研究論文集. 430 (昭 29)
 - 58 黒木 薫 : 木材誌, 投稿中.
 - 59 西田屹二, 黒木 薫 : 61回 日本林学会大会講演集, 255 (昭 27)
 - 60 黒木 薫 : 木材誌, 3, 85 (昭 32).
-