

干拓地에 있어서의 사탕무우 栽培에 關한 基礎的 研究

1. 干拓地에서 사탕무우의 糖蓄積에 關하여

任 綱 彬 · 黃 鐘 瑞

(서울대학교 農科大學 農生物學科)

A Basic Study on Sugar Beet Culture in Reclaimed Salty Area

1. On the Sugar Accumulation of Sugar Beet in Reclaimed Salty Area

Im, Hyong Bin and Chong Ser Hoang

(Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Seoul National University, Suwon)

ABSTRACT

In order to investigate the possibility of sugar beet culture in reclaimed area of our country and the salt tolerance of sugar beet, a variety Kawemegapoly was used for experimentation in plots of various salt concentration arranged in Kimpo reclaimed area located at Kyongkido Province. The salt concentration of cultivating layer of the field in the west coast of Korea began to decline from the middle of June and rises again in the middle of October growing season of sugar beet as generally seen in reclaimed paddy fields of Korea. The soil of less than 0.5 % salt concentration is most suitable for the culture of sugar beet has very strong salt tolerance. The sugar accumulation of sugar beet in each plot declined once in the middle part or in latter September and began to proceed again from the early of October. Such temporary retrocession of sugar accumulation was observed.

緒 論

最近 우리나라 國民의 生活向上은 食糧 소비량을 急激히 증가 시키고 있다. 우리나라가 외국에서 전적으로 導入하여 消費하고 있는 原糖은 1975年度에 20萬톤 가량되며 이것을 달러로 換算하면 엄청난 外貨소비가 된다. 이와같은 莫大한 原糖導入은 우리나라 外貨事情에 큰 압력을 加하고 있다.

그 동안 政府는 고구마의 糖化에 의한 포도당 생산으로 食糧공급의 一部를 국내 생산으로 代替하려고 노력하여 왔다. 그러나 高구마의 貯藏 不良性和 불필요한 糖化經費 낮은 甘味度 때문에 그 非經濟性을 알게 되었다. 그뿐만 아니라 최근 세계의 資源競爭으로 말미암아 우리나라에서도 사탕무우를 재배하려는 움직임이

이 시작되었다.

우리나라에 사탕무우 재배가 처음으로 導入된 것은 1906년으로 당시 水原의 勸業模範場을 비롯하여 3개 지역에서 처음으로 시험재배를 하였다. 그후 勸業模範場, 威北種苗場 등에서 주로 재배법을 研究하였으며 평양에 조선제당회사가 설립되어 농민들도 실계되었으나 그후 不況과 褐斑病 때문에 1930년경부터는 재배가 中止되었다(威北種苗場報告, 1911, 1912, 1913, 1914; 農事院, 1960; 平南種苗場報告, 1918, 1919, 1920, 1921, 1922, 1923, 1924).

解放後에도 原糖의 自給을 위하여 작물 시험장에서 는 재배시험을 실시하였는바 그 결과에 의하면 10a당 根生産量이 5~6톤 糖分含量 17~18% 가량의 좋은 성적

을 내고 있다(農事院, 1960; 作試研究報告, 1972, 1973, 1974).

Bernstein(1958, 1964)에 의하면 사탕무우는 가장 耐鹽性이 강한 작물의 하나트 보고 되고있다. 즉 강남콩의 10% 減收點이 鹽分濃度 0.13%이며 50%減收點이 0.33%인데 비하여, 사탕무우의 10% 감수점은 0.64%이고 50% 감수점은 1.1% 내외로서 대단히 耐鹽性이 강하다는 것이다.

본 연구는 우리나라 西南海岸에 광범하게 분포되어 있는 밭상태 干拓地에 사탕무우가 재배될 수 있는가를 究明하기 위하여 干拓地에서 실시한 포장실험을 통하여 사탕무우의 耐鹽性과 糖貯蓄積경과를 연구한바 있어 그 결과를 보고하는 바이다.

材料 및 方法

品種 Kawemegapoly를 供試하여 경기도 김포군 검단면 간척지에 4월말 현재의 耕土層 염분농도 0.1, 0.2, 0.4, 및 0.8%인 4구를 택하고 표준구로서 염분이 전혀없는 인접의 熟田을 선정하여 도합 5처터 4반부, plot의 크기를 4m×3m로 直播하였으며 이랑과 폭 거리는 60cm×20cm로 하였다. 5월 9일 파종하였으며 基肥로 N-P-K : 5.5-11.2-8.6kg/10a를 각각 요소 증과석 염화카리르 시비하였고 堆肥 1,200kg/10a를 주었다. 약 1주일후 發芽하였으며 缺損株는 극히 초기에 移植하여 균등히 길렀다. 3-4엽기에 제 1회 솟음을 하였고 그후 8일후 제 2회 솟음을 하여 株間 20cm를 갖게하였으며 이때 追肥로 N 5.5kg을 요소로 주었다.

경토층의 염분농도 측정은 토양 100gr을 飽和水分點에 이르도록 soil paste를 만들어 30분간 放置한 후에 진공필트 수분을 뽑아 전기전도도를 측정하여 25°C 때의 염분농도로 환산 산출하였다.

Brix도는 Baush & Lomb의 refractometer model ABBE-3L로 측정하였으며 12월 5일 수확하여 根重 糖含量, 不溶性固形物 및 可製糖量을 조사하였다. 根中糖分 분석은 사탕무우 汁液에 鹽基性醋酸鉛溶液을 加하고 濾過한 濾液을 saccharimeter (Atago 檢糖偏光計 No. 44034)를 사용하여 20°C에서 檢光하였으며 不溶性固形分은 α-naphthol 反應으로 실시하였다. 純糖率은 汁液糖度/Brix度 ×100으로 계산하고 可製糖量은 根重×根重糖分/100×純糖率/100으로 계산하였다.

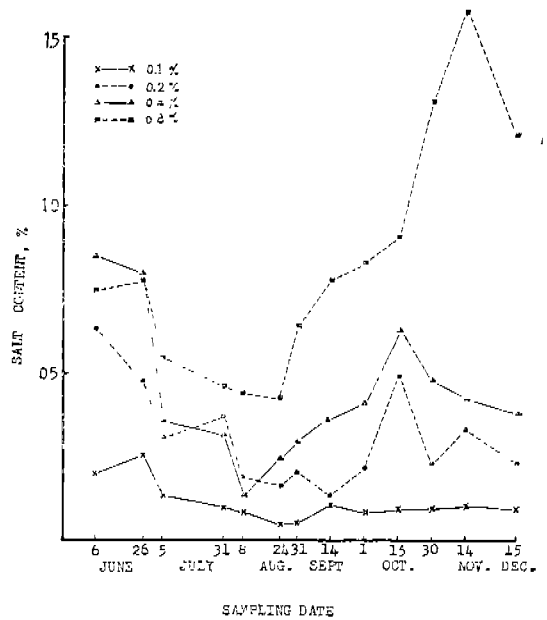


Fig. 1. Seasonal changes of salt content at the experimental farm.

結果 및 考察

干拓地 밭의 鹽分濃度の 年中變化

위에서 말한 바와 같이 4월말 현재의 耕土層 염분농도가 0.1, 0.2, 0.4 및 0.8%인 곳에 사탕무우를 파종하고 그곳 염분농도의 年中變化를 조사한 결과 Fig. 1과 같았다. 염분 농도의 변화 패턴은 서해안 干拓地 畝의 경우와(任, 1967, 1963, 1970; Im, 1974) 비슷하였다. 즉 6월 하순까지는 경토층의 염분농도가 높고 7월 상순에 60mm 정도의 降雨가 있는 후 부터 多雨期에는 계속 염분농도가 下降하다가 10월 중순경부터 강우가 적어짐에 따라 재차 높아졌다. 대체적인 변화경과는 4구 모두 비슷한 경향이였다.

이와같은 변화의 패턴은 사탕무우의 生長盛期에 그 염분농도가 낮아지므로 초기 生長에 피해가 적었을 것이고 가을 登熟期에는 염분농도가 높아져도 사탕무우가 이미 성장하였으므로 生育에 지장이 적었을 것으로 생각된다.

우리나라 간척지 토양은 토층이 깊기 때문에 除鹽된 뒤면 버 뿐만 아니라 기타 작물재배에도 적당하다. 또한 土性이 대체적으로 微砂質이며 점토의 함량도 적당

Table 1. The yield of sugar beet in each plot at Kimpo reclaimed area

Treatment	Yield of root t/10a	Wt. of leaves t/10a	Degree of Bix %	Mark %	Sugar content of root %	Pure sugar content %	Sugar production kg/10a
Control	3.00	1.98	21.1	4.96	17.44	86.76	453.9
0.1%	6.75	1.20	19.58	3.32	16.79	88.48	1002.8
0.2%	3.45	1.05	18.04	3.66	14.89	85.91	441.3
0.4%	3.12	0.99	21.56	4.52	17.15	83.55	447.1
0.8%	—	—	23.65	5.13	18.74	83.74	—

하여 수분보수능력과 鹽基置換能 (任, 1967, 1968, 1970,)이 적당하므로 간척후 경작에 알맞다(河内·米田, 1962).

鹽害의 기작은 (1) 토양 용액의 삼투압이 높아 식물 뿌리의 수분흡수를 阻害하는 물리적 작용과 (2) 염분이 多量 용존된 토양에 있어서 특수이온의 異常吸收에 의한 營養과 代謝를 저해하는 화학적 작용의 두가지 면으로 주르 설명되고 있다(Bernstein and Hayward, 1958; Lagerwerff and Eagle, 1961)

일반적으로 염분간척지 토양에서는 위에서 말한 鹽害 외에도 토양과 염분과의 반응으로 토양성질 자체가 變化하여 所謂 Na-Mg 粘土를 형성하여 수분흡수를 저해하고 가스 交換能을 저하시켜 성장에 장애를 일으킨다고 하는 說도 있다(Yoneda, 1958, 1967).

그런데 위에서 말한바와 같이 우리나라 干拓地의 논 상태와 마찬가지로 밭상태에서도 보통은 강우가 빈번한 6월 하순경 부터 10월 중순경까지는 낮은 염분농도를 維持함으로써 사탕무우 성장시기의 염분농도는 그렇게 높지 않다. 만약 이 시기에 염분농도가 높다면 때때로 고온인 시기이므로 鹽害와 好冷植物인 사탕무우의 高溫에 의한 生理的 대사장애와의 相乘作用으로 그 피해가 클 것이나 다행히 우리나라 간척지는 그 점에 있어서는 사탕무우 재배에 適當하다고 생각된다.

그외에도 우리나라 간척지는 토양酸度가 7~7.8정도까지의 (任, 1967; Im, 1967) 열기성을 나타냈는데 비교적 중성 또는 열기성을 즐겨하는 사탕무우의 生育에는 비교적 좋은 조건이라 할 수 있겠다.

收量과 糖蓄積 經過

각 실험구의 收量성적은 제 1표와 같았다. 0.1% 염분구의 根重生産은 10a당 6.75톤이며 根中糖分 16.79% 純糖率 88.48% 可製糖量 10a당 1002.8kg이다. 0.4% 염분구에서도 근중생산은 10a당 3.12톤 이며 근

중 당분 17.15% 가제당량 10a 당 447.1kg이다. 그리고 0.8%구에서는 염해에 의한 枯死가 심하여 수확량이 거의 없었다. 따라서 0.1~0.4%까지의 근중생산은 표준구를 上廻하는 收量이다.

그런데 0.2% 염분구의 성적이 0.4%의 성적보다는 약간 낮기는 하나 그 차이가 많지 않은 것은 그 plot의 位置로 보아 염해보다는 降雨期의 排水不良이 더 큰 원인인 것으로 생각되었다. 이와같은 성적과 未發表砂 耕성적으로 보아 우리나라 西海岸 간척지에서의 사탕무우 재배가능 염분농도는 0.4~0.5% 정도로 생각되

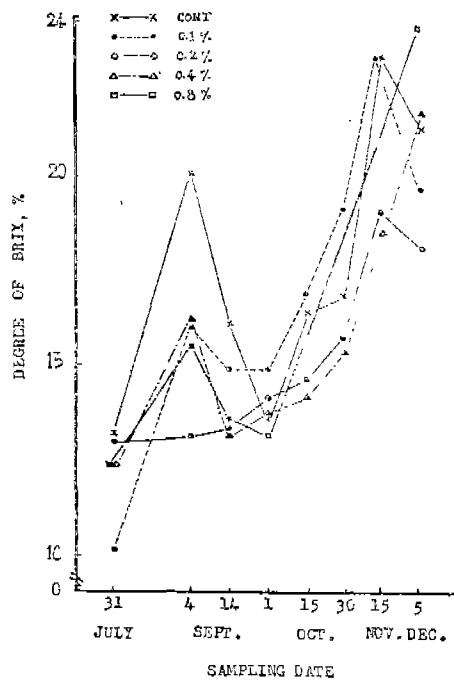


Fig. 2. The sequence of sugar accumulation of sugar beet at various salt content levels.

어 진다.

Brix度는 어떤 경향이 없는 것처럼 보이나 0.2%을 넘는 염분농도에서는 농도가 높을수록 Brix度가 높았다. 純糖率은 염분농도 낮은 區들에서 높은 것같이 보였다. 可製糖量은 염분농도 0.1%가 1000kg/10a을 넘으며 기타 처리구에서는 450kg정도이다. 이와같은 생산은 사탕무우가 염분간척지에서 재배가 가능할 뿐 아니라 생산고도 높음을 말하여 준다.

간척지에서 사탕무우의 糖蓄積 過程을 조사하였던 바 Fig. 2에서 처럼 각 염분농도區에서 糖蓄積경과의 패턴이 비슷하였다. 즉 9월 초까지는 糖이 계속 축적되나 그후 9월 중분에는 떨어졌다가 10월 초부터 糖이 증가하기 시작하여 11월 중순까지 축적되다가 그후는 포 쥘구, 0.1%, 0.2% 염분농도구에서는 糖이 감소되었으나 高鹽分區인 0.4%와 0.8%區는 계속 증가하였다.

이와같이 고염분구들에서는 저염분구와는 달리 11월 중순후의 저온기상하에서도 糖이 계속 축적되는 경향은 흥미있는 문제로 생각되었다. 그리고 우리나라에서의 사탕무우 收穫期는 11월 中旬을 넘기지 않는 것이 좋을 것으로 보였다(작시연구보고, 1972, 1973, 1974).

간척지 토양에 풍부한 Na은 사탕무우에서는 필수원소라는 意見이 있다. 즉 보통 포장에서도 Na을 주면 수량이 증가한다는 보고가 많다(Drycott and Durrant, 1971; Fuehring et al., 1969; 加藤, 1958; 串崎・安田, 1964 a,b; 安田 등, 1968). 실제로 사탕무우는 Na을 다량 요구한다고 한다. 또한 Na와 K가 共存함으로써 효과가 크다는 說(北大甜菜研究, 1964)도 있다. 그래서 오래전 부터 Na을 多量 함유하고 있는 智利硝石을 사용하지 않을 때는 NaCl을 공급함으로써 수량이 증진된다는 것이다(北大甜菜研究, 1964). 그리고 K가 충분히 있다고 해도 NaCl을 공급하면 그 효과가 크다고 한다. 사탕무우의 성숙한 잎에는 Na : K가 1:10~1:2 정도로 들어있다고 하며 특히 잎자루에 Na가 많이 함유되어 있다는 것이다(Kaudy et al., 1953). Lehr (1957)는 Na이 당생산에 유리하게 작용한다고 하였으며 藤原(1956)는 Na가 fructose의 phosphorylation에 co-factor로 관여한다고 하였다.

摘 要

우리나라 干拓地에서 사탕무우 재배의 가능성을 알아보고 또한 그 耐鹽性을 研究하기 위하여 Kawemegapoly를 供試하여 몇 水準의 鹽分濃度 간척지 포장에 재배하였다.

우리나라 西海岸 干拓地는 염분농도가 사탕무우의 完발한 생육기간인 6월 하순부터 10월 하순까지 낮아

지며 또한 사탕무우는 내염성이 대단히 강하므로 염분농도 0.5%까지의 간척지에서는 사탕무우 재배가 가능하다고 생각되었다.

간척지에서 사탕무우는 9월 초순까지 糖이 축적되다가 그후 9월 중순과 하순에서는 축적량이 감퇴되었으며 10월 중순부터는 재차 축적되는 糖量의 일시 감퇴기가 있었다.

參 考 文 獻

Bernstein, L. and H.E. Hayward. 1958. Physiology of salt tolerance. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 9 : 25-46.
 _____ and _____. 1964. Salt tolerance of plants. *U.S.D.A. Agr. Inform. Bull.* No. 283.
 Draycott, A.P. and M.J. Durrant. 1971. Effects of nitrogen fertilizer, plant population and irrigation on sugar beet. II. Nutrient concentration and uptake. *J. Agric. Sci. Camb.* 76 : 269-275.
 Fuchring, H.D., M.A. Hashoni, K.S. Haddad, K.K. Husieni, and M.U. Makhdoom. 1969. Nutritional interaction effects on sucrose yield of sugar beets (*Beta vulgaris*) on a Calcareous Soil. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 33 : 718-721.
 咸鏡北道 種苗場 1911. 甜菜 咸北種苗場報告 3.
 _____ 1912. 甜菜 咸北種苗場報告, 4.
 _____ . 1913. 甜菜. 咸北種苗場報告, 5.
 _____ . 1914. 甜菜. 咸北種苗場報告, 6.
 北海道大學 甜菜研究會編. 1964. 甜菜, 栽培管理.
 藤原彰夫. 1956. 植物榮養の基礎に關する 諸問題[30]. *農及園.* 31 : 1577.
 任綱彬 外三人. 1967. 干拓地에서 水稻 및 其他作物의 耐鹽性에 關한 研究 科技處—유세이드 報告書(1) Code No. (66-27). p. 1-90.
 _____ 外一人. 1968. 干拓地에서 水稻 및 其他作物의 耐鹽性에 關한 研究(2). 科技處—유세이드 報告書(Code No. 68-6). p. 1-54.
 _____ 外三人. 1970. 干拓地에서 水稻 및 其他作物의 耐鹽性에 關한 研究(3) 科學技術處 研究開發事業 報告書. (Most R-70-3-AF). p. 1-57.
 _____ . 1974. A study on the selt tolerance of rice and other crops in reclaimed soil areas. 16. On physical chemical properties and yearly changes of salt content in reclaimed salty paddy field in western coast of Korea. [아카네미] 論叢(第2輯) 別冊. p. 271-289.
 加藤謙信・大久保甲子. 1958. 甜菜問引の精粗が收量及び糖分に及ぼす影響にいて. *北農試彙報* 17 : 114-118.
 Kaudy, J.C., E. Truog, and K.C. Berger. 1953. Relation of sodium uptake to that of potassium by the sugar beet. *Agron. Jour.* 45 : 444-447.
 河内知道・米田繁男. 1962. 干拓地土壤に關する研究(第18報)干拓地新田に於ける土壤性質の經時的變化について. *岡山大學農學部學術報告*, 20 : 89-100.
 串崎光男・安田環. 1964. てん菜の生育過程における物質の消長. (第一報)特に ナトリウム營養中心にして. *北農試彙報* 83 : 71-77.
 _____, _____. 1964. てん菜の生育過程に於ける物質の消長(第二報)ナトリウム缺乏症と體內組成. *北農試彙報*. 84 : 47-51.
 Lagerwerff, J.V. and H.E. Eagle. 1961. Osmotic and

specific effects of excess salts on beans. *Plant Physiol.* 36 : 472—477.

Lehr, J.J. 1957. Is sodium an essential element for plant? Chelian Nitrate Agricultural Service.

平安南道 種苗場, 1918. 甜菜部成績. 平南種苗場事業報告, 4.

_____. 1919. 甜菜部成績. 平南種苗場事業報告, 5.

_____. 1920. 甜菜部成績. 平南種苗場事業報告, 6.

_____. 1921. 甜菜部成績. 平南種苗場事業報告, 7, 1.

_____. 1922. 甜菜部成績. 平南種苗場事業報告, 8.

_____. 1923. 甜菜部成績. 平南種苗場事業報告, 9.

_____. 1924. 甜菜部成績. 平南種苗場事業報告, 11.

安田環・串崎光男・仁榮宏保・吉野昭夫. 1968. てんきに對するナトリウム施用試験. 北海道農試彙報 92 : 45—53.

Yoneda, S. 1958. Salt damage and soil. I. *Agr. Hor. Japan* 33 : 1028—1032.

작물시험장. 1972. 작물시험장 시험연구보고서 특작편. p.159—170.

_____. 1973. 작물시험장 시험연구보고서 특작편. p.131—145.

_____. 1974. 작물시험장 시험연구보고서 특작편. p.159—193.

(1977년 1월 7일 접수)