

ÜBER DEN ZUCKERGEHALT DER FUTTERWURZELFRÜCHTE

LEO YLLÖ

*Zentrale für Landwirtschaftliche Forschung, Versuchsstation am Polarkreis,
Rovaniemi*

Eingegangen am 23. 4. 1960

Futterwurzel Früchte werden in Finnland verhältnismässig wenig angebaut. Die Anbaufläche betrug z.B. in den Jahren 1957—59 nur 0.7 % der Gesamtackerfläche. Die wichtigsten Wurzel Früchte waren Wasserrüben, 7 820 ha, Kohlrüben, 5 880 ha, und Futterzuckerrüben, 1 570 ha. Von der Wasserrübenanbaufläche entfielen 35 % auf Turnips und 65 % auf Blattrüben (12). Weil die Wurzel Früchte hohe und wertvolle Erträge liefern, ist man bestrebt, ihren Anbau mit Hilfe von Forschungs- und Beratungsarbeit zu erweitern.

An der Versuchsstation am Polarkreis ist der Anbau von Wurzel Früchten in verschiedenen Versuchen erforscht worden (3). Im Zusammenhang mit den Feldversuchen sind im Laboratorium auch Qualitätsbestimmungen der Ernte durchgeführt worden. So wurden für die Ernten der Jahre 1957—59 auch Zuckerbestimmungen gemacht, deren Ergebnisse im folgenden aufgeführt werden. Die Bestimmungen wurden nach der Munson-Walker-Methode angestellt (1). Sowohl Invert- als auch Gesamtsucker des Futters wurden bestimmt. Durch Subtraktion der Invertzucker menge von der Gesamtzucker menge ergibt sich die Rohrzucker menge. Vom Standpunkt der Fütterung aus sind beide Zuckerarten wertvolle Nahrungsmittel. Da die rationelle Planung der Futtergaben die Sicherstellung einer für das Vieh notwendigen Zucker menge voraussetzt, ist die Kenntnis des Zuckergehalts der verschiedenen Futtermittel von Wichtigkeit.

Vergleichsversuch mit Futterwurzel Früchten

Der Versuch wurde auf sandigen Moräneboden angelegt. Versuchspflanzen waren Östersundom-Turnips, Tammisto-Kohlrübe und Ötoftes rote Futterzucker rübe in den Jahren 1957—58, Daenø gelbe Futterzuckerrübe im Jahre 1959. Die Standweite betrug 45 × 20 cm. Der Versuch wurde wie gewöhnlich verhackt und verzogen. Pflanzenschädlinge traten auf, wurden aber mit Insektiziden be-

kämpft. Die Düngung war ziemlich stark, sie entsprach im Mittel 600 kg/ha Oulunsalpeter (25 % N), 570 kg/ha Superphosphat sowie 410 kg/ha 50 %igem Kalisalz. Die Aussaat- und Erntebeträge sowie die Vegetationszeiten waren folgende: 1957 29.5. — 7.10. = 132 Tage, 1958 16. 6. — 26. 9. = 102 Tage und 1959 25. 5. — 29. 9. = 117 Tage. Die Witterungsverhältnisse waren sehr verschieden. Die mittlere Temperatur von Juni—September war zwar nahezu gleich, 11.7—11.9° C (normal 12.2°C). Das Frühjahr 1958 war jedoch kalt, was die Aussaat verzögerte. Die Wachstumszeit 1959 wich wegen starker Nachfröste von den übrigen ab. Die Niederschläge waren Juni—Sept. 1957 reichlicher als normal, im folgenden Jahr etwas geringer (normal 238 mm). Das Jahr 1959 war dagegen ausnahmweise trocken.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 1 angeführt. An den Ernteerträgen kann man die Wirkung der Vegetationszeit und der Witterungsverhältnisse ziemlich klar erkennen. Die Erträge waren am besten in dem günstigen Jahre 1957, als die

Tabelle 1. Anbauversuch mit Futterwurzfrüchten an der Versuchsstation am Polarkreis in den Jahren 1957—59.

| Versuchspflanze | Jahr | Frischertrag t/ha | Davon Blätter % | Tr.-subst.- Ertrag kg/ha | Gesamtzucker | | | Davon Invertz. % |
|------------------|-----------|----------------------|--------------------|--------------------------------|--------------|------|----------------|---------------------|
| | | | | | % i.T. | | Insg. kg/ha | |
| | | | | | Blatt | Rübe | | |
| Turnips | 1957 | 117.2 | 43 | 12 630 | 14.2 | 48.4 | 4 160 | 74.2 |
| | — 58 | 63.3 | 50 | 5 460 | 13.5 | 44.0 | 1 530 | 66.2 |
| | — 59 | 87.8 | 28 | 9 340 | 17.0 | 34.7 | 2 840 | 62.5 |
| | im Mittel | 89.4 | 40 | 9 140 | 14.9 | 42.4 | 2 840 | 67.6 |
| Kohlrübe | 1957 | 109.6 | 47 | 12 160 | 16.6 | 53.0 | 4 360 | 78.4 |
| | — 58 | 29.9 | 59 | 2 890 | 14.8 | 45.0 | 800 | 62.0 |
| | — 59 | 50.5 | 39 | 6 480 | 17.0 | 47.7 | 2 370 | 69.7 |
| | im Mittel | 63.3 | 48 | 7 180 | 16.1 | 48.6 | 2 510 | 70.0 |
| Futterzuckerrübe | 1957 | 79.3 | 68 | 10 580 | 25.7 | 62.6 | 4 430 | 36.6 |
| | — 58 | 55.6 | 67 | 6 150 | 19.0 | 66.2 | 2 490 | 39.6 |
| | — 59 | 47.8 | 56 | 7 160 | 18.3 | 52.3 | 2 750 | 27.2 |
| | im Mittel | 60.9 | 64 | 7 960 | 21.0 | 60.4 | 3 220 | 34.5 |

Gesicherte Diff. (Frischertrag, P = 5 %) 15.8 t/ha

Grünmasse-Erträge auf 79.3—117.2 t/ha anstiegen. Die Futterzuckerrübe konkurrierte erfolgreich mit der Kohlrübe, was jedoch auf die verhältnismässig günstigen Witterungsverhältnisse zurückzuführen ist. Die Rüben enthielten bedeutend mehr Zucker als die Blätter. Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, betrug der Zuckergehalt der Rüben 42.4—60.4 %, derjenige der Blätter dagegen 14.9—21.0 % i.T. Die Unterschiede zwischen den Versuchspflanzen waren ziemlich deutlich. Den niedrigsten Zuckergehalt sowohl in den Rüben als auch in den Blättern hatte Turnips, den höchsten die Futterzuckerrübe. Die Zuckererträge liefen sich auf

2 840—3 220 kg/ha. Vom Zucker waren bei Turnips und Kohlrübe 67.6—70.0 % Invertzucker und Rohrzucker entsprechend 32.4—30.0 %. Vom Gesamtzucker der Futterzuckerrübe waren nur 34.5 % Invertzucker. Das ist darauf zurückzuführen, dass in den Rüben der Futterzuckerrübe sehr reichlich Rohrzucker enthalten war nämlich 79.0 % der Gesamtzuckermenge. Das Blatt dagegen enthält etwas weniger Rohrzucker als die Blätter von Turnips und Kohlrübe.

Versuche mit Blattrüben

Die Ergebnisse der Zuckerbestimmungen der Blattrübenversuche sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Der Sortenversuch 1 wurde am 23. 6. 58. in ziemlich schlecht zersetztes Niedermoor gesät. Die Düngung betrug 1 200 kg/ha Oulu Y-Dünger (12 % N, 9 % P₂O₅ und 17 % K₂O). Das Wachstum litt unter Feuchtigkeit und starken Kohlfliengenschaden, und die Rüben wurden halbausgewachsen am 18.8 geerntet. Zucker-

Tabelle 2. Anbauversuche mit Blattrübe an der Versuchsstation am Polarkreis in den Jahren 1958—59.

| Versuch Nr. | Jahr | Zahl der Versuchsgl. | Wachstums- zeit Tg | Frisch- ertrag t/ha | Davon Blätter % | Tr.-subst.- ertrag kg/ha | Gesamtzucker | | | Davon Invert- zucker % |
|----------------|------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------|------|----------------|---------------------------------|
| | | | | | | | % i.T. | | Insg. kg/ha | |
| | | | | | | | Blatt | Rübe | | |
| 1 | 1958 | 6 | 57 | 30.2 | 82 | 2 700 | 8.6 | 10.4 | 240 | 51.8 |
| 2 | 1958 | 4 | 72 | 32.1 | 76 | 3 180 | 13.3 | 23.7 | 510 | 63.0 |
| 3 | 1959 | 3 | 85 | 39.1 | 48 | 3 950 | 16.2 | 36.2 | 1 040 | 75.2 |
| 4 | 1958 | 3 | 84 | 56.5 | 52 | 4 640 | 13.6 | 36.5 | 1 120 | 72.9 |
| | | 3 | 99 | 58.4 | 41 | 5 150 | 9.3 | 43.5 | 1 470 | 73.8 |
| 5 | 1959 | 2 | 73 | 51.0 | 59 | 4 510 | 14.0 | 37.2 | 1 060 | 78.4 |
| | | 2 | 105 | 53.3 | 35 | 6 070 | 14.8 | 37.5 | 1 690 | 72.7 |
| 6 | 1959 | 3 | 89 | 62.2 | 54 | 6 800 | 11.0 | 38.5 | 1 620 | 77.3 |
| | | 3 | 110 | 71.8 | 42 | 8 390 | 16.1 | 47.3 | 2 730 | 73.8 |

bestimmungen wurden für folgende Sorten gemacht: Teutoburger, Mommersteegs res., Bortfelder, Norfolk, Siloga und Trofee. Der niedrige Zuckergehalt, im Blatt 8.6 % und in den Rüben 10.4 %, ist ausser auf die vorzeitige Ernte auch darauf zurückzuführen, dass das Wachstum wegen der Wurzelbeschädigungen schon vor dem Erntezeitpunkt zum Stillstand gekommen war, so dass die Pflanzen einen Teil ihrer Reservestoffe verbraucht hatten. Zwischen den Sorten kamen Unterschiede im Zuckergehalt vor. Den höchsten Zuckergehalt hatte der Rübenertrag von Teutoburger mit 20.1 % i.T.

Der Düngungsversuch 2 wurde neben dem vorigen Versuch am 26. 4. 58 ausgesät. Die Düngermengen waren 500, 1 000, 1 500 und 2 000 kg/ha Oulu Y-Dünger. Die Versuchssorte war Teutoburger. Der Versuch wurde am 4.9 geerntet, so dass

die Vegetationszeit hier länger war als beim vorigen Versuch. Wegen der unvorteilhaften Wachstumsbedingungen blieben die Erträge besonders bei schwacher Düngung gering. Im Blatt wurden im Mittel 13.3 % und in den Rüben 23.7 % Zucker festgestellt. Die steigende Düngung verringerte den Zuckergehalt sowohl im Blatt als auch in den Rüben, steigerte jedoch den Proteingehalt und den prozentualen Anteil des Blattes.

Der Düngungsversuch 3 wurde am 10. 6. 59 in gut zersetztes Niedermoor gesät. Die Düngermengen betragen 500, 1 000, 1 500 kg/ha Oulunsalpeter, 500 kg/ha Superphosphat und 500 kg/ha 50 %iges Kalisalz. Die Versuchssorte war Teutoburger. Unkraut und wiederholte Nachtfröste störten das Wachstum. Der Versuch wurde am 2.9 abgeerntet, die Vegetationsperiode betrug also 85 Tage. Im Blatt wurden im Mittel 16.2 % und in den Rüben 36.2 % Zucker festgestellt. Die ansteigende Stickstoffdüngung verringerte den Zuckergehalt in den Rüben von 39.4 % auf 35.7 %. Im Blatt jedoch waren die Veränderungen gering. Die den Eiweissgehalt steigernde Wirkung der Stickstoffdüngung war besonders gross.

Der Erntezeitversuch 4 wurde am 17. 6. 58 (die Sorten Teutoburger und Östersundom) und 25. 6. 58 (Hasselhorster Rotkäppchen) in gut zersetztes Niedermoor gesät. Die Turnips Östersundom ist zwar wegen schwachen Blattwuchses weniger für den blattrübenartigen Anbau geeignet, wurde jedoch zum Vergleich in den Versuch aufgenommen. Als Düngung wurden 1 200 kg/ha Oulu Y-Dünger gegeben. Der Versuch wurde am 12.9 und 27.9 abgeerntet. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, verringerte die Verlängerung der Vegetationszeit den Zuckergehalt im Blatt von 13.6 % auf 9.3 %. In den Rüben dagegen stieg der Zuckergehalt von 31.5 % auf 43.5 %. Der Zuckergehalt der Teutoburger war etwas höher als der Turnips Östersundom.

Der Erntezeitversuch 5 wurde am 10. 6. 59 in gut zersetztes Niedermoor gesät. Die Versuchssorten waren Teutoburger und Östersundom, die Düngung 1 500 kg/ha Oulu Y-Dünger. Die Ernte wurde am 21.8 und 22.9 vorgenommen. Die Verlängerung der Vegetationszeit erhöhte, wie auch im vorigen Versuch, die Grünmasse- und Trockensubstanzerträge, verringerte aber den Blattanteil. Die Veränderungen im Zuckergehalt blieben bei diesem Versuch gering. Das Blatt enthielt 14.0—14.3 % und die Rüben 37.2—37.5 % Zucker. Die Teutoburger Blattrübe enthielt mehr Zucker als Östersundom.

Der Aussaat- und Erntezeitversuch 6 wurde im Jahre 1959 auf sandigen Moränenboden gesät. Die Aussaatzeiten waren 25.5, 9.6 und 24.6, Düngung 1 500 kg/ha Oulu Y-Dünger, Versuchssorte Teutoburger. Die erste Ernte wurde 89 Tage und die zweite 110 Tage nach der Aussaat vorgenommen. Die Verlängerung der Wachstumszeit vermehrte die Ertragsmenge sehr beachtlich. Auch der Zuckergehalt stieg an. Er betrug bei der späteren Ernte beim Blatt im Mittel 16.1 % und bei den Rüben 47.3 % i.T. Die auf Mineralboden normal gewachsene Blattrübe enthielt demnach ebensoviel Zucker wie die Turnips im Rübenversuch (vgl. Tab. 1).

Die Zuckererträge schwankten in den oben angeführten Blattrübenversuchen besonders stark. Das ist auf die grossen Schwankungen in den Trockensubstanzerträ-

gen, deren Zuckergehalt und auf den prozentualen Anteil der Blatterträge zurückzuführen. Der Invertzucker betrug 51.8—78.4 % der Gesamtzuckermenge. Im allgemeinen enthielt das Blatt verhältnismässig weniger Invertzucker als die Rüben.

Betrachtung der Ergebnisse

Zum Vergleich ist es angebracht, einige Werte vom Zuckergehalt anderer Futterpflanzen zu erwähnen. In Schweden durchgeführte, umfassende Untersuchungen haben nach SVANBERG und EKELUND z.B. bei Lieschgras im Mittel einen Zuckergehalt von 11 % i.T. ergeben. Die Schwankungen waren ziemlich gross, 3.4 % — 15.8 %. Der Zuckergehalt von Rotklee war um einiges geringer (10). Bei den von KIVIMÄE ebenfalls in Schweden mit verschiedenen Wiesenpflanzen durchgeführten Untersuchungen waren die Schwankungen gleichfalls sehr hoch, abhängig von Pflanzenart, Jahr, Entwicklungsstufe und sogar Tageszeit (5). Nach ODÉN und SJÖBERG enthielten die Rüben ein Mehrfaches an Zucker als das Blatt. Der Zuckergehalt stieg im allgemeinen während des Wachstums, konnte aber im Herbst auch sinken. Der Zuckergehalt von Rotklee und Hafer war gering (8). An der Versuchsstation am Polarkreis wurde bei Lieschgras ein Zuckergehalt von 9.6 % i.T. im Mittel festgestellt. Der Zuckergehalt von verschiedenen Grünfutterpflanzen war ebenfalls verhältnismässig niedrig, meist unter 15 % (14,15).

Wie aus Obigen hervorgeht, enthielten die Rüben bedeutend mehr Zucker. Schon in das Blatt ging verhältnismässig viel Zucker ein. So waren z.B. im Blatt von Futterzuckerrüben 21.0 % Zucker enthalten. Bei Versuchen in Svalöf in den Jahren 1940—43 wurden nach OLSSON im Blatt der Futterzuckerrübe Nova 10.3 % Rohrzucker festgestellt (9). An der Versuchsstation am Polarkreis war der entsprechende Wert 6.7 % (+ 14.3 % Invertzucker). Die Rübe Nova enthielt 63.8 % Rohrzucker. An der Versuchsstation am Polarkreis war der Rohrzuckergehalt der Futterzuckerrübe geringer, im Mittel 48.9 % (+ 11.5 % Invertzucker) (vgl. Tab. 1). In den Svalöfer Versuchen der Jahre 1909—20 war nach SUNDELIN der Zuckergehalt von 7 Futterrübenstämmen ebenfalls hoch, bei der Rübe im Mittel 62 % i.T. Die Schwankungen zwischen den einzelnen Stämmen waren verhältnismässig gering (11). Auch in anderen Ländern ist in den Rüben besonders reichlich Zucker festgestellt worden. Bei in Dänemark schon im Jahre 1885 durchgeführten Untersuchungen betrug der Zuckergehalt der Rübe von Barres Futterrüben 63.0 % i.T. Nach einer von KRISTENSEN veröffentlichten Untersuchung war bei dänischen Versuchen der Zuckergehalt verschiedener Rübenpflanzen wie folgt: Turnips 38.9 %, Kohlrübe 50.2 % und Futterrübe 64.8 %. Der Zucker von Turnips und Kohlrübe war hauptsächlich Invertzucker, der von Futterrüben dagegen Rohrzucker. In den Versuchen der Jahre 1931—33 enthielten Kohlrüben 55.7 %, Futterrüben 65.9 % und Zuckerrüben 71.6 % Zucker (6). Betarüben enthalten demnach mehr Zucker als Brassicarüben (vgl. auch 2, 4), was auch die Untersuchungen an der Versuchsstation am Polarkreis erwiesen. Bei in Deutschland in den Jahren 1924—25 angelegten umfassenden Versuchen schwankte der mittlere Zuckergehalt von 9 ver-

schiedenen Futterrübenstämmen zwischen 57.1 und 69.0 %. Abhängig vom Standort waren die Schwankungen ziemlich gross, z.B. bei der Eckendorfer gelben Futterrübe von 35.9 bis 83.0 % Zucker i.T. (7).

Die oben erwähnten Beispiele aus der Literatur zeigen, dass die Rüben zuckerreiche Futterpflanzen sind, was auch in dieser Untersuchung festgestellt worden ist.

Zusammenfassung

Die an der Versuchsstation am Polarkreis für Futterwurzelfrüchte der Ernten 1957—59 angestellten Zuckerbestimmungen zeigten folgendes:

Die Rübe von Turnips enthielt 42.4 %, die von Kohlrübe 48.6 % und die der Futterzuckerrübe 60.4 % Zucker i.T. Beim Blatt schwankte der Zuckergehalt zwischen 14.9 und 21.0 %. Die normal gewachsene Blattrübe war etwa ebenso zuckerreich wie die Turnips, wie z.B. bei dem Versuch auf Mineralboden 1959. Bei Versuchen auf Moorboden war der Zuckergehalt der Blattrübe dagegen niedriger. Eine reichliche Stickstoffdüngung verringerte im allgemeinen den Zuckergehalt, steigerte jedoch gleichzeitig beachtlich den Proteingehalt der Blattrüben. Eine Verlängerung der Wachstumszeit erhöhte den Zuckergehalt, besonders in der Rübe.

Die Zuckererträge waren in den Vergleichsversuchen (Tab. 1) besonders hoch, bei Kohlrüben 2 510 kg/ha, bei Turnips 2 840 kg/ha und bei Futterzuckerrüben 3 220 kg/ha. In den meisten Blattrübenversuchen (Tab. 2) stiegen die Zuckererträge ebenfalls über 1 000 kg/ha. Die grossen Unterschiede im Zuckerertrag sind auf die Schwankungen der Trockensubstanzerträge, des Blattanteils und des Zuckergehalts zurückzuführen.

Der Zucker von Turnips und Kohlrübe war hauptsächlich für industrielle Verarbeitung unbrauchbarer Invertzucker. Der Rübenertrag der Futterzuckerrübe enthielt dagegen reichlich Rohrzucker. Im Vergleich zu vielen anderen Futterpflanzen waren die Rüben besonders zuckerhaltig.

LITERATUR:

- (1) AOAC. 1940. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists.
- (2) HANSSON, N. 1911. Har torrsubstansen i olika foderrotfrukter samma fodervärde? Kungl. landtbruksakad. handl. o. tidskr. 50: 15—79.
- (3) ISOTALO, A. 1959. Enemmän juurikasveja karjalle. Maaviesti 5: 16—17.
- (4) JUHLIN-DANFELT, H. & SÖDERBAUM, H. G. 1904—1907. Undersökningar af i Sverige odlade rotfrukter. Kungl. landtbruksakad. handl. o. tidskr. 43: 42—95, 44: 81—104, 45: 16—47, 46: 81—106.
- (5) KIVIMÄE, A. 1959. Chemical composition and digestibility of some grassland crops. Acta Agron. Scand. Suppl. 5: 1—142.

- (6) KRISTENSEN, R. K. 1938. Danske Aggrødeanalyser. 323 Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. Tidsskr. f. Planteavl 43: 830—880.
- (7) MERKEL, Fr. & BABOWITZ, K. 1927. Dreijährige Sorten-Vorprüfungsergebnisse mit Futterrüben, Versuchsjahre 1923—1925. Arb. d. D.L.G. 348: 1—99.
- (8) ODËN, S. & SJÖBERG, K. 1931. Ämnesbildning och ämnes omsättning hos några kulturväxter. Kungl. landbruksakad. handl. o. tidskr. 70: 98—151.
- (9) OLSSON, N. 1943. Ligger sockerbetan i särklass som foderproducent? Sver. Utsädesf. tidskr. 53: 351—363.
- (10) SVANBERG, O. & EKElund, S. 1943. Om höskördens sockerhalt och faktorer som inverkan därpå. Kungl. landbruksakad. tidskr. 82: 240—259.
- (11) SUNDELIN, G. 1923. Foderrotfrukterna, deras förädling och odlingsvärde. Sver. utsädesf. tidskr. 33: 20—48, 135—168, 206—238.
- (12) Suomen virallinen tilasto III 50, III 51, III 52.
- (13) YLLÖ, L. 1959. Rehujuurikasvien sokeripitoisuudesta. Koetoim. ja käyt. 16: 17.
- (14) — 1960. Vihantarehukasvien valkuais- ja sokeripitoisuudesta. Referat: Über den Eiweiss- und Zuckergehalt von Grünfutterpflanzen. Maatal. ja koetoim. 14: 148—155.
- (15) — 1960. Rehukasvien sokeripitoisuudesta. Karjatalous 36.

SELOSTUS:

REHUJUURIKASVIEN SOKERIPITOISUUDESTA

LEO YLLÖ

Perä-Pohjolan koeasema, Rovaniemi

Tutkimuksessa on esitetty tuloksia Perä-Pohjolan koeasemalla rehujuurikasveista ja naattinauriista suoritetuista sokerimäärityksistä.

Tutkimus osoitti, että rehujuurikasvit, varsinkin niiden juurisato sisältävät sokeria huomattavasti enemmän kuin useimmat muut rehukasvit. Niinpä oli sokeripitoisuus v. 1957—59 juurikasvien vertailukokeessa turnipsilla keskimäärin 42.4 %, lantulla 48.6 % ja rehusokerijuurikkaalla 60.4 % kuiva-aineesta (taul. 1). Kivennäismaalla kasvanut naattinauris sisälsi sokeria jokseenkin yhtä paljon kuin turnipsi (taul. 2).

Turnipsin ja lantun sokerista oli suurin osa inverttisokeria, rehusokerijuurikas sitä vastoin sisälsi pääasiallisesti ruokosokeria.