

den 1906 ein ungenannter Autor — ebenfalls in Gardener's Chronicle als a potato "mutation" kurz anführt (3rd ser., 40, 305, Fig. 122) unter Hinweis, daß normale Blüten neben solchen mit petaloiden Staminodien innerhalb derselben Infloreszenz angetroffen wurden.

Zur Bezeichnung dieser Mutante wird der Name *staminodea* und das Symbol *stam* vorgeschlagen.

Für Überlassung des Materials beider Mutanten bin ich Herrn Prof. Dr. STUBBE sehr zu Dank verpflichtet. Frl. R. Kilian danke ich für Ausführung der Zeichnung.

Literatur

1. V. GUTTENBERG, H.: Die physiologischen Scheiden. Handb. Pflanzenanatomie, herausg. v. K. LINSBAUER, 1. Abt. V. 173 ff. (1943). — 2. HELM, J.: Vergleichende

Betrachtungen über die Entwicklung der Infloreszenz bei *Lycopersicum esculentum* Mill. und bei einer Röntgenmutante. Der Züchter 21, 89—95 (1951). — 3. MARSHALL in Gardener's Chronicle S. 1021 (1870). — 4. MARSHALL in Gardener's Chronicle S. 151 (1876, II). — 5. MASTERS, M. T.: Pflanzen-Teratologie. Deutsche Übersetzung von UDO DAMMER. Leipzig 1886. — 6. MOROT, L.: Recherches sur le péricycle ou couche périphérique du cylindre central chez les Phanérogames. Ann. des sciences nat. bot., sér. 6, t. 20, 217—309 (1885). — 7. NÄGELI, G., und H. LEITGEB: Entstehung und Wachstum der Wurzeln. Beitr. z. wiss. Bot. v. C. NÄGELI, Heft 4, 73—160. Leipzig 1868. — 8. N. N.: A potato "mutation" in Gardener's Chronicle 3rd ser., 40, 305 (1906). — 9. PENZIG, O.: Pflanzen-Teratologie, systematisch geordnet. III. 2. Aufl. Berlin 1922. — 10. STUBBE, H.: Mutanten der Wildtomate *Lycopersicon pimpinellifolium* (Juslen.) Mill. I, II. Die Kulturpflanze 8, 110—137; 9, 58—78 (1960/61). — 11. VAN TIEGHEM, PH.: Sur quelques points de l'anatomie des Cucurbitacées. Bull. Soc. Bot. de France 29, 277—283 (1882).

Aus der Kleinwanzlebener Saatzucht AG., vormals Rabbethge & Giesecke, Einbeck/Hann.

Über die Bedeutung des Assimilationsvermögens als züchterisches Merkmal Untersuchungen an Zuckerrüben

Von GERNOT SCHULTZ

Mit 5 Abbildungen

Über Fragen des Assimilationsvermögens¹ in physiologischer und ökologischer Hinsicht wurde in den letzten Jahrzehnten intensiv gearbeitet. Hierbei wurden wesentliche Grundlagen erarbeitet, die als Voraussetzung für die Bearbeitung von züchterischen Fragen der Assimilation notwendig sind. Wertvolle Vorarbeit liegt z. B. in den mehr ökologischen Untersuchungen über die Abhängigkeit des Assimilationsvermögens von der Beleuchtungsintensität, der Lufttemperatur, weniger der des Bodens, des Wassergehaltes von Boden und Atmosphäre, der Luftturbulenz und der mineralischen Ernährung der Pflanze. Auch dem Vorleben der Pflanze wurde in vielen Fällen Beachtung geschenkt (Zusammenfassungen über die einzelnen Gebiete im Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band V/2, dazu ferner GAASTRA 1959). Bei dieser Aufzählung sollen nicht die Arbeiten in physiologischer Hinsicht über den Tages- und Jahresrhythmus des Assimilationsvermögens sowie dessen Abhängigkeit von den Entwicklungsstadien der Pflanze fehlen. Angaben darüber liegen über einige Coniferen, laubabwerfende und immergrüne Gehölze sowie

einige Einjährige vor (Zusammenfassung ebenfalls im Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band V/2, dazu ferner BELIKOV und MOTORINA 1958, SAEKI und NOMOTO 1958, BOURDEAU 1959, FRIEDRICH und SCHMIDT 1959, LARCHER 1961, Y. OSHIMA 1961).

Dagegen liegen nur wenige Untersuchungen über das Assimilationsvermögen als allgemeines Sortenmerkmal vor (BEYSEL 1957, MURATA und OSADA 1958, BJÖRKMAN, FLORELL und HOLMGREEN 1960, WINKLER 1961), insbesondere dessen Auswirkung auf die Produktion, d. h. die Trockensubstanzbildung (SILIN und FALKOVA 1960 bei einigen Mais-, WINKLER 1961 bei einigen Kartoffelsorten). Das hat mehrere Gründe:

1. Die Sortenunterschiede des Assimilationsvermögens sind geringer als die durch die Umwelt bedingten Unterschiede. Das macht lange Meßreihen erforderlich.

2. In vorliegenden Untersuchungen zeigte sich, daß das in vitro gemessene Assimilationsvermögen nicht mit dem in vivo herrschenden korrelieren kann. Abgesehen von den Umwelteinflüssen, die auf alle Sorten an einem Standort gleichermaßen einwirken und die maximale mögliche Leistung mindern, ergibt sich rein morphologisch eine unterschiedliche Beeinträchtigung des Assimilationsvermögens. Durch Vergrößerung der Blattfläche auf der Bodenflächeneinheit tritt zwar eine Erhöhung der Gesamt-Assimilation pro Bodenfläche ein, jedoch wird gleichzeitig infolge zunehmender Beschattung der Blätter die Assimilationsintensität pro Blattflächeneinheit gemindert. Daraus ergibt sich, daß bei Vergleich des in vitro gemessenen Assimilationsvermögens mit dem am Standort herrschenden auf gleiche Beschattungsgrade der Blätter bezogen werden muß.

Das Assimilationsvermögen am Standort wurde nicht bestimmt. Als korrespondierende Größe für

¹ Erklärung der hier gebrauchten Termini:

Assimilationsvermögen: Netto-Assimilationsintensität unter definierten Bedingungen, in vitro gemessen (in mm³ CO₂/cm² Blatt (einseitig)/Stunde);

ferner die Größen der Produktion (Stoffproduktion der Gesamtpflanze);

Produktion: Trockensubstanzbildung pro Flächeneinheit (in dz Trockensubstanz/ha);

Produktivität: auf die Bodenflächeneinheit bezogene Trockensubstanzzunahme in der Zeiteinheit (in dz Trockensubstanz der Gesamtpflanze/ha Bodenfläche/4 Wochen);

Assimilationsleistung AL: auf die Blattflächeneinheit bezogene Trockensubstanzzunahme in der Zeiteinheit (in derselben Dimension wie die Produktivität, jedoch auf die Blattfläche bezogen: dz/ha Blattfläche/4 Wochen);

Blattflächen-Index: Blattflächen/Bodenflächen-Verhältnis (in ha Blattfläche/ha; dimensionslos).

das Assimilationsvermögen am Standort ließ sich in erster Näherung mit Erfolg die Produktionsgröße Assimilationsleistung AL verwenden. Zum Vergleich der Werte der Assimilationsleistung AL der einzelnen Sorten war es notwendig, diese auf den gleichen Beschattungsgrad zu beziehen. Das wurde in unserem Fall bei Zuckerrüben durch Umrechnung der Werte auf einen bestimmten Blattflächen-Index erreicht. Für Sortenvergleiche wurden damit die sog. blattflächenkorrigierten Werte verwendet.

Ganz allgemein hat sich bei unseren Versuchen herausgestellt, daß das Assimilationsvermögen nur einen geringen Einfluß auf Sortenunterschiede in der Produktivität, d. h. die Trockensubstanzzunahme von Wurzel und Sproß in der Zeiteinheit pro ha ausübt. Eine Reihe anderer Faktoren, besonders die Assimilatverteilung und der Wachstumsrhythmus zeigen einen viel stärkeren Einfluß, zwar nicht auf die Produktivität, jedoch auf den nutzbaren Ertrag. Gerade die relativ hohen Unterschiede in der Assimilatverteilung machen eine Vergleichbarkeit von Produktion (als Gesamt-Trockensubstanzertrag) und Ertrag (z. B. Zucker-, Stärke- oder Korntrug) von Sorten in den meisten Fällen unmöglich. Bei den hier untersuchten Sorten sind zum großen Teil spezifische Unterschiede in der Verteilung der gebildeten Assimilate auf ertragsbildende und nicht-ertragsbildende Teile der Pflanze zu finden.

Methodik

1. Standorte und Versuchsmaterial

Die Untersuchungen wurden 1958 in Einbeck/Hann., 1959 in Einbeck und bei Wien-Schwechat und 1960 in Einbeck und auf dem Zeiselhof/Burgenland durchgeführt. Die Versuche konnten wegen des hohen Aufwandes und z. T. beschränkter Saatgutmengen, besonders der Familien, nur nicht-orthogonal durchgeführt werden. Zur Untersuchung gelangten Familien (Fam.) (= F_1 -Nachkommenschaften von Geschwisterkreuzungen), Großvermehrungen (Grv.) (im allgemeinen F_2 -, aber auch F_3 -Nachkommenschaften von Geschwisterkreuzungen) und Originale (auf der Grundlage der Heterosiszüchtung entstandenes Handelsaatgut) verschiedener Zuchtrichtungen der Zuckerrübe.

2. Anlage der Feldversuche

Die Anlage der Versuche erfolgte im wesentlichen nach der Doppelstandardmethode mit 4 Wiederholungen, aber zufälliger Anordnung der Glieder innerhalb der Wiederholungen (Größe der Parzellen 25 m², Länge 10 m, Reihenzahl 6, Bezugssorte als Anfangs- und Endglied von je 5 Parzellen). Die Aussaat erfolgte im Jahr 1958 am 21. April, in den Jahren 1959 und 1960 jeweils am 4. April.

3. Ermittlung der Produktionsdaten

Probenahme: Die Versuche stellten Zeitstufenversuche dar, d. h. in bestimmten Zeitabständen wurden aliquote Teile jeder Parzelle (hier 5 m²) — unter Fortlassung der Parzellenenden — geerntet und verarbeitet. Die erste Probenahme in jedem Versuch sollte sehr frühzeitig stattfinden, was aber erstmalig im Versuch Einbeck 1960 geschehen konnte, und zwar in der ersten Junihälfte, als der Blattflächen-

Index den Wert von etwa 1 erreicht hatte. Die weiteren Probenahmen erfolgten in 4–6 wöchigen Abständen, wobei für jede Rodung einschließlich der gesamten Verarbeitung 3 bis maximal 5 Tage Zeit benötigt wurden. Je Probenahme und Versuchsglied gelangten 4 × 45 bis 50 Pflanzen zur Untersuchung.

Verarbeitung: Das Blatt wurde schon auf dem Feld von der Rübe getrennt und beides zur weiteren Verarbeitung in einen kühlen Raum verbracht.

a) Trockensubstanzbestimmungen von Rübe und Blatt des Bestandes: Diese setzt sich aus Einzelbestimmungen von Rübe, Blattfläche (Spreite) und Blattstiel zusammen. — Bei der Trockensubstanz der Rübe wurde die sog. lösliche (Rohrzucker, organische Säuren, lösliche Stickstoffverbindungen u. ä.) und sog. unlösliche Trockensubstanz (Zellwand- und Plasmabestandteile u. ä.) einzeln bestimmt. Das Gewicht der jeweiligen Trockensubstanz wird aus dem prozentualen Gehalt in dem betreffenden Pflanzenteil (Rübe bzw. Spreite bzw. Stiel) mal dessen Frischgewicht errechnet. Der Gehalt an löslicher Trockensubstanz wurde refraktometrisch im Preßsaft von mit der „Breisäße“ entnommenen Proben ermittelt, die unlösliche Trockensubstanz der Rübe dagegen nach Erfahrungswerten der Zuckerindustrie mit durchschnittlich 3% des Rübenfrischgewichtes angenommen. — Das Frischgewicht der Blattspreite wurde an von der Mittelrippe abgestreiftem Laub bestimmt. Als „Blattstiel“ galten in diesen Untersuchungen die beim Abstreifen des Laubes zurückbleibenden Rippen und der Stiel einschließlich des sehr flach geköpften Rübenkopfes. Die Ermittlung des Trockensubstanzgehaltes von Spreite bzw. Stiel erfolgte jede für sich an Proben von 500 g Frischgewicht pro Parzelle, die im Ventilator-Trockenschrank vor- und bei 105 °C nachgetrocknet wurden. — Die Gesamt-Trockensubstanz (Σ TS) setzt sich damit aus: Σ TS = lösliche TS der Rübe + unlösliche TS der Rübe + TS der Blattspreite + TS des Blattstiels zusammen.

b) Blattflächenbestimmungen: Mit einem Stanz-eisen bekannter Größe wurden aus Spreiten von 40 Blättern von jeder Parzelle je ein Ausstich entnommen und gewogen. Die Berechnung der Blattfläche des geernteten Teilstückes erfolgte aus:

Gewicht der Spreite des geernteten Teilstückes	: pro Blattflächen- einheit (durch Ausstanzen ermittelt)	= Blattfläche des geernteten Teilstückes
--	---	--

Die dabei auftretenden Fehler sind relativ groß: Blattspreiten-Frischgewicht 5–7%, Gewicht pro Flächeneinheit etwa 4%, Blattfläche etwa 8%.

c) Auswertung der Trockensubstanz- und Blattflächenbestimmungen: Die bei jeder Probenahme gewonnenen Werte wurden auf den Standard bezogen, um weitgehend die Ungleichheiten des Bodens auszu-nivellieren. Die so korrigierten Werte dienten graphisch als Funktion der Zeit aufgetragen für die weitere Berechnung der Assimilationsleistung und Produktivität. Hierfür wurden die jeweils notwendigen Einzelwerte von Trockensubstanz und Blattfläche aus diesen Darstellungen entnommen.

d) Die Berechnung der Assimilationsleistung erfolgte für die 2-Wochen-Abschnitte nach der Glei-

chung:

Assimilationsleistung $AL =$

$$= \frac{\text{Trockensubstanzzunahme } \Delta TS}{\text{mittl. Blattfläche m. BF} \times \text{Zeitdiff. } \Delta t}$$

für längere Zeitabschnitte jedoch allgemein nach folgender Gleichung:

$$AL = \frac{\Delta TS_1 + \Delta TS_2 + \dots \Delta TS_n}{\Delta t (m. BF_1 + m. BF_2 + \dots m. BF_n)}$$

wobei $\Delta t = \Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_n$.

Die Assimilationsleistung gibt numerisch weitgehend übereinstimmende Werte mit der nach einer anderen Gleichung errechneten Netto-Assimilationsrate (BRIGGS, KIDD und WEST 1920), die besonders im angelsächsischen Schrifttum benutzt wird.

4. Bestimmung des Assimilationsvermögens

Dieses wurde manometrisch mit der Warburg-Apparatur bestimmt. Die Beleuchtungsstärke in den Gefäßen betrug etwa 6000 Lux, die Temperatur bei den Versuchen im Jahr 1958 25 °C, im Jahr 1959 und 1960 dagegen 20 °C. Die Schüttelfrequenz betrug 120 min⁻¹. Der CO₂-Gehalt der Gasphase lag bei 20 °C etwa bei 1%. Die verwendeten Blattstückchen hatten eine Größe von etwa 7,6 cm². Zur Messung wurden sie in den Gefäßen (Volumen 130–180 ml) auf einem über dem CO₂-Puffer aus Fäden gespannten Kreuz befestigt. Als CO₂-Puffer diente eine Lösung von 20 ml je Gefäß, enthaltend 0,375 mol. Natriumbikarbonat und 0,125 mol. Natriumkarbonat. Als Lichtquelle dienten 150 Watt-Osram-Glühlampen, deren Glühfäden 20 cm über den Blattstückchen sich befanden. Die Wärmestrahlung wurde durch eine 5 cm über die Gefäße reichende Wasserschicht absorbiert und durch eine Kühlung abgeführt. — Die Zahl der Einzelmessungen betrug für die in Abb. 1 dargestellten Versuche 100 bis 200 pro Meßpunkt, in den auf Abb. 4 und 5 wiedergegebenen Versuchen etwa 25 pro Meßpunkt.

5. Umrechnungstabelle

Faktoren zur Umrechnung der gemessenen Assimilationsleistung AL auf die blattflächenkorrigierte Assimilationsleistung AL_{kor} (Spalte 5), Faktoren zur Umrechnung der gemessenen Produktivität auf die Produktivität am Optimal-Index (Spalte 3), sowie Relativwerte der Produktivität (Spalte 2) und Assimilationsleistung (Spalte 4), berechnet unter Verwendung der Abb. 3 aus SCHULTZ 1962.

(1) Blattflächen- Index	(2) Produktivität relativ (Prodtt. rel.), wobei Prodtt. am Optimal- Index ¹ = 100	(3) Faktoren zur Umrechnung auf Produk- tivität am Optimal- Index ¹	(4) Assimilations- leistung relativ (AL rel.), wobei Ass. Leistg. bei BFI von 0,4 = 65	(5) Faktoren zur Umrechnung auf Assimila- tionsleistung am Optimal- Index ¹ (AL _{kor})
aus SCHULTZ 1962				
BFI	Prodtt. rel.	$\left(= \frac{1}{\text{Prodtt. rel.}} \right)$	$\left(= \frac{\text{Prodtt. rel.}}{\text{BFI}} \right)$	$\left(= \frac{25}{AL \text{ rel.}} \right)$
0,4	26	3,85	65	0,384
0,6	37	2,70	62	0,403
0,8	47,5	2,10	59,5	0,420
1,0	57	1,75	57	0,438
1,2	65	1,54	54	0,463
1,4	71,5	1,40	51	0,490
1,6	77,5	1,29	48,5	0,515
1,8	82	1,22	45,5	0,550
2,0	86	1,16	43	0,582
2,2	91	1,10	41,5	0,602
2,4	93,5	1,07	39	0,641
2,6	96	1,04	37	0,676
2,8	98	1,02	35	0,715
3,0	99	1,01	33	0,757
3,2	100	1,00	31	0,806
3,4	100	1,00	29,5	0,847
3,6	100	1,00	28	0,893
3,8	100	1,00	26	0,962
4,0	100	1,00	25	1,000

¹ wobei Bereich des Optimal-Index von ca. 3,2–4,0–...

Ergebnisse

Um einen Überblick über die Assimilations- und Produktionsgrößen zu geben, sind in Abb. 1 einige Durchschnittswerte von vier Versuchen aufgetragen

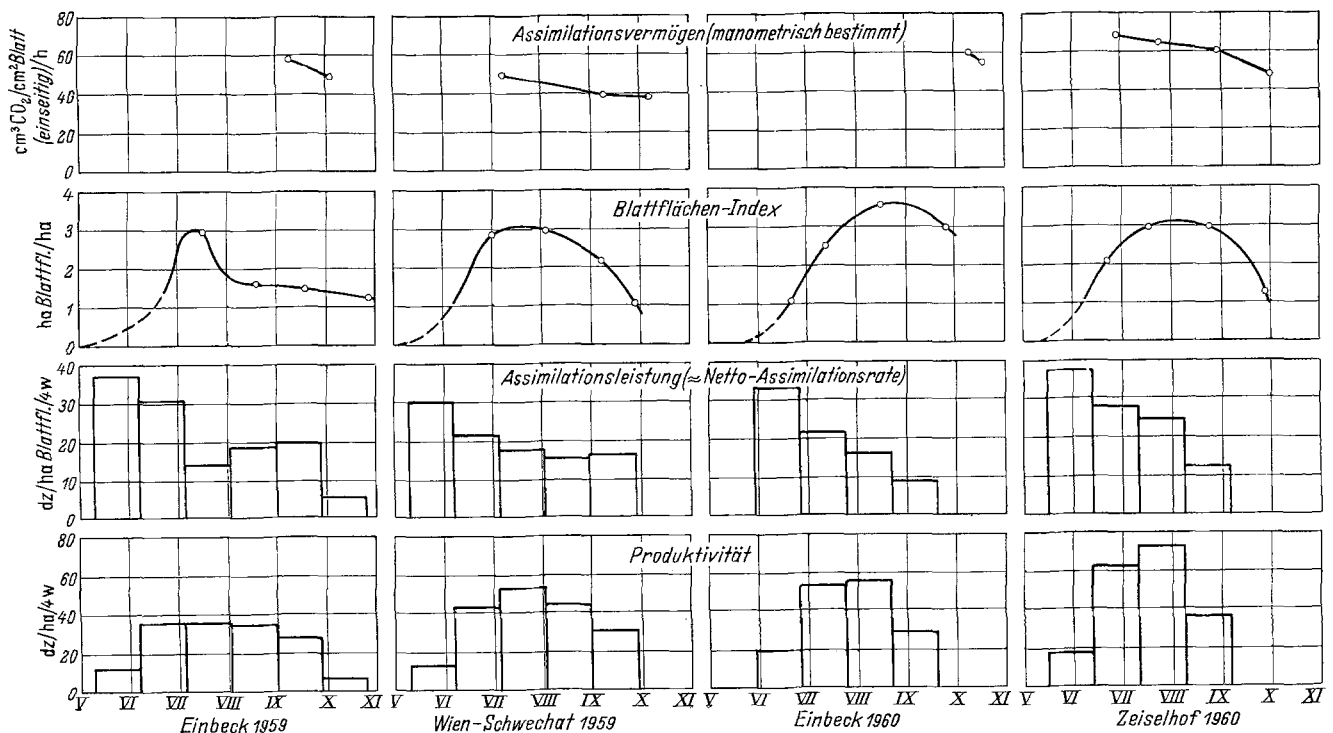


Abb. 1. Assimilationsvermögen, Blattflächen-Index, Assimilationsleistung AL und Produktivität von Zuckerrüben: Versuchsglieder-Durchschnitte Einbeck 1959 (mit 13 Versuchsgliedern (VG)), Wien-Schwechat (mit 5 VG), Einbeck 1960 (mit 13 VG) und Zeiselhof 1960 (mit 7 VG).

(Einbeck 1959, Wien-Schwechat 1959, Einbeck 1960 und Zeiselhof 1960). Wie aus der Abb. zu ersehen ist, steigt zunächst die Produktivität, d. h. die Gesamt-Trockensubstanzzunahme pro Bodenflächeneinheit, mit zunehmendem Blattflächen-Index an, um Ende Juli — Anfang August ein Maximum zu erreichen. In den Folgemonaten fällt die Produktivität infolge Alterung der Blätter und Minderung der Globalstrahlung (SCHULTZ 1962) wieder stark ab. — [Die Produktionsgröße Assimilationsleistung AL zeigt dagegen schon von Beginn der Vegetationsperiode eine fallende Tendenz, was im Zusammenhang mit der zunehmenden gegenseitigen Beschattung der sich entwickelnden Blattmasse steht, wovon noch im folgenden die Rede sein wird.

Das manometrisch bestimmte Assimilationsvermögen ist ebenfalls eingetragen worden. Beim Vergleich desselben mit der Produktionsgröße Assimilationsleistung AL, auch der später noch zu erwähnenden blattflächenkorrigierten Assimilationsleistung $AL_{\text{kor.}}$ bei Versuchen an verschiedenen Standorten ergeben sich keine brauchbaren Korrelationen. Das erscheint nur zu verständlich, da das Assimilationsvermögen immer unter denselben Bedingungen, die Assimilationsleistung AL aber unter stark variierenden Klima- und Bodenbedingungen der jeweiligen Standorte ermittelt wurde. Das ist beim Vergleich von Sorten untereinander, die an demselben Standort stehen, anders. Hier sind die Bedingungen der jeweils getesteten Sorten gleich, und es sind weit eher korrelierende Ergebnisse zu erwarten. Wie weit das geschieht, soll im zweiten Abschnitt gezeigt werden.

Bezüglich der Assimilationsmessungen muß noch ergänzt werden, daß diese im Jahr 1958 als „potentielle“ Assimilation (nach Wassersättigung und Adaption des Blattes), in den Jahren 1959 und 1960 als „aktuelle“ Assimilation (Messung sofort nach der Probenahme) gemessen wurde. Weiter ist in diesem Zusammenhang noch zu erwähnen, daß die Beeinflussbarkeit des Assimilationsvermögens durch die Witterung in unseren Versuchen Einbeck 1958, Wien-Schwechat 1959 und Zeiselhof 1960 keine signifikanten Sortenunterschiede aufwies. Auch die Unterschiede zwischen „potentieller“ und „aktueller“ Assimilation waren nur gering und nicht signifikant. In den drei Versuchen war die relative Luftfeuchtigkeit mäßig hoch (siehe dazu auch BEYSEL 1957).

Weiter muß hier betont werden, daß es sich bei den manometrischen Messungen um Labormessungen handelt, deren Absolutwerte nicht mit denen im Freiland verglichen werden können; dazu sind die Kohlendioxyd-, Feuchtigkeits- und Turbulenzverhältnisse zu unterschiedlich (1% CO_2 , hohe relative Luftfeuchtigkeit, geringe Luftturbulenz). Man erhält also unter diesen in-vitro-Bedingungen nur Relativwerte. Wie jedoch gezeigt werden soll, ist mit gewissen Einschränkungen anzunehmen, daß die Sortenunterschiede im Assimilationsvermögen zumindest größenordnungsmäßig wiederzufinden sind und daß die Abweichungen gleichsinnig erfolgen.

Um den Einfluß des Assimilationsvermögens auf die Produktion ermitteln zu können, ist es tunlich, nicht die direkt ermittelten Werte der Produktionsgröße Assimilationsleistung zu Vergleichszwecken heranzuziehen, sondern diese erst einer „Blattflächenkorrektur“ zu unterziehen. Erst damit erhält man

Werte der Assimilationsleistung bei gleichen Blattflächen-Indices und damit bei gleichen Beschattungsgraden. Dies wird in dem folgenden ersten Abschnitt näher erläutert. Unter Verwendung dieser korrigierten Werte soll im zweiten Abschnitt gezeigt werden, inwieweit das Assimilationsvermögen auf die Assimilationsleistung einen sortentypischen Einfluß hat.

Beeinflussung der Produktionsgröße Assimilationsleistung AL durch die Blattflächenentwicklung des Bestandes

Untersuchungen an ausgesprochen „blattreichen“ und „blattarmen“ Sorten zeigten, daß diejenigen mit extrem hohen Blattflächen-Indices unter dem Durchschnitt liegende Werte der Assimilationsleistung AL aufweisen und umgekehrt (siehe dazu auch WATSON und WITTS 1959). Diese Tatsache wurde in anderem Zusammenhang schon früher beobachtet und ist auf eine mit dem Index zunehmende gegenseitige Beschattung der Blätter (MURATA und IYAMA 1958, OSHIMA 1958, STERN und DONALD 1961, TAKEDA 1961), möglicherweise auch Konkurrenz um das Kohlendioxyd der Luft zurückzuführen. So läßt sich die Produktivität nicht über ein bestimmtes Maß steigern, sondern erreicht bei einem gewissen Wert des Blattflächen-Index ein Optimum (Optimal-Index) (STERN und DONALD 1961, TAKEDA 1961, SCHULTZ 1962). Bei darüber hinaus steigendem Index wurde von einigen Autoren sogar ein Abfallen der Produktivität beobachtet (STERN und DONALD 1961). Die Assimilationsleistung AL als Quotient aus Produktivität geteilt durch den Blattflächen-Index fällt demgemäß mit steigendem Index ständig (SCHULTZ 1962).

In Abb. 2 sind aus dem Versuch Einbeck 1960 je zwei Versuchsglieder-Paare dargestellt worden, die in ihren Indices stark voneinander abweichen, d. h. je ein „blattreiches“ und ein „blattarmes“ Glied pro Paar. In der oberen Reihe der Diagramme sind die Werte der Assimilationsleistung AL eingetragen worden, in der unteren Reihe die Indices. Die oben schon erwähnte inverse Beziehung von Assimilationsleistung AL zum Blattflächen-Index ist gut zu erkennen (weitere Beispiele in SCHULTZ, im Druck).

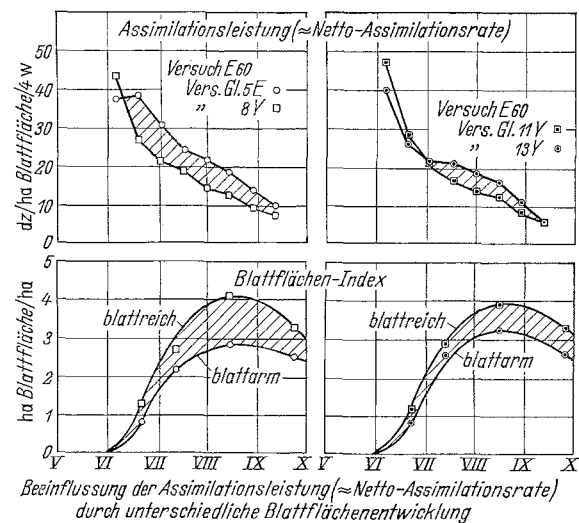


Abb. 2. Assimilationsleistung AL und Blattflächen-Index von zwei extremen Versuchsglieder-Paaren aus dem Versuch Einbeck 1960: je eines der Glieder ist besonders „blattreich“, das andere besonders „blattarm“.

Bei der Auswahl der Glieder wurde darauf geachtet, daß es sich um Paare gleicher Produktivität handelt mit der Absicht, Glieder gleichen Assimilationsvermögens gegenüberzustellen und damit dieses als Variable auszuschalten. Dabei wurde bei der Auswahl der Versuchsglieder folgendermaßen verfahren: zur Hauptzeit des Wachstums im Juli—August ist die Produktivität weitgehend vom Grad der Blattflächenentwicklung unabhängig, da diese im Bereich von 3—4 ha Blattfläche/ha sich schon weitgehend im Sättigungsbereich befindet (Optimalbereich des Blattflächen-Index). Bei der Auswahl von Versuchsgliedern unter diesen Bedingungen kann angenommen werden, daß etwaige Unterschiede der Produktivität nur auf das Assimilationsvermögen zurückzuführen sind. Es wurden also nur Versuchsglieder mit übereinstimmender Produktivität in den Monaten Juli bis August für die Darstellung in Abb. 2 ausgewählt.

In einer vorhergehenden Veröffentlichung (SCHULTZ 1962) wurde die Produktivität als Funktion des Blattflächen-Index dargestellt. Aus den Werten lassen sich durch einfache Umformung die entsprechenden für die Assimilationsleistung AL in Abhängigkeit vom Index errechnen (siehe Abschnitt „Methodik“). Diese Werte benötigen wir für die Gegenüberstellung von Assimilationsleistung und Assimilationsvermögen. Eingangs wurde darauf schon hingewiesen, daß die direkt gemessenen Werte der Assimilationsleistung hier nicht verwendet werden können. Es muß eine Korrektur vorgenommen werden: letztere Größe muß zuvor auf Werte umgerechnet werden, die bei einem bestimmten Index (hier 4,0) herrschen würden. Diese einfache Näherung erscheint trotz gewisser Unterschiede in der Wuchsform der Rübensorten, deren Blätter teils mehr bogigen, teils mehr aufrechten sparrigen Wuchs zeigen, gerechtfertigt. Letztere Merkmale schienen nicht entscheidend, denn in unseren Untersuchungen wurde bei allen Versuchsgliedern — sofern sie sich in ihren Indices glichen — eine weitgehende Übereinstimmung im Beschattungsgrad gefunden. Der von SAEKI 1960 beobachtete Einfluß der Inklination der Blätter auf die Produktion konnte hier nicht beobachtet werden. Möglicherweise waren die Zuckerrübenstämme unserer Untersuchungen bezüglich der Inklination der Blätter gleich oder zumindest ähnlich. WATSON und WIRTS 1959 konnten zwischen Kultur- und Wildrüben derartige Unterschiede feststellen.

Beeinflussung der Produktionsgröße Assimilationsleistung AL durch das Assimilationsvermögen

Die Assimilationsleistung AL wird pflanzlicherseits nicht nur durch die Blattflächenentwicklung beeinflusst, sondern kann u. a. auch durch unterschiedliches Assimilationsvermögen variiert werden. Das soll im folgenden versucht werden zu beweisen.

Um nun Sorten bezüglich der Assimilationsleistung AL vergleichen zu können, wurden die schon oben beschriebenen blattflächenkorrigierten Werte verwendet. Weiter soll hier der gewagte Schritt unternommen werden, diese im Wesen sehr unterschiedlichen Größen gegenüberzustellen: einerseits das Assimilationsvermögen, andererseits die blattflächenkorrigierte Assimilationsleistung. Dies soll unter der Annahme geschehen, daß es sich um Versuchsglieder

mit weitgehend übereinstimmenden Atmungsraten und sonstigen Stoffverlusten handelt, was letztlich hier aber nicht bewiesen werden konnte.

Eine derartige Gegenüberstellung von Assimilationsvermögen und Assimilationsleistung soll in Abb. 3 im Schema vorgeführt werden. Es soll sich um ein Sortenpaar mit unterschiedlichen Werten des Assimilationsvermögens bzw. der Assimilationsleistung AL handeln. In der oberen Reihe (a) der Graphik sind Blattflächen-Index und noch nicht korrigierte Assimilationsleistung AL aufgetragen, darunter (b) dieselbe nach Blattflächenkorrektur (mittels der Umrechnungstabelle aus dem Abschnitt „Methodik“). Der blattflächenkorrigierten Assimilationsleistung $AL_{\text{kor.}}$, d. h. der korrigierten Trockensubstanzproduktion pro Blattflächeneinheit, wird in (c) das Assimilationsver-

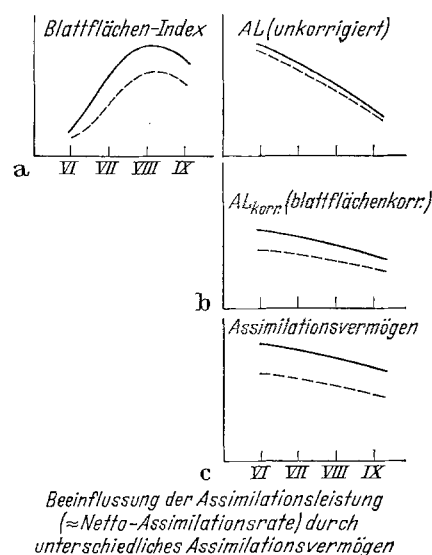


Abb. 3. Assimilationsleistung vor und nach Blattflächenkorrektur sowie Assimilationsvermögen: Schema mit 2 extremen Versuchsgliedern. Näheres im Text.

mögen, d. h. die im Laboratorium gemessene Netto-Assimilationsintensität gegenübergestellt. Beide Größen verhalten sich bei Sorten den unten zu besprechenden Ergebnissen zufolge weitgehend gleichsinnig. Im Schema der Abb. 3 weist das mit einer durchgehenden Linie gezeichnete Versuchsglied sowohl im Assimilationsvermögen als auch in der korrigierten Assimilationsleistung überdurchschnittliche Werte auf, das mit einer gestrichelten Linie gezeichnete Glied dagegen unterdurchschnittliche Werte.

Derartig idealisierte Verhältnisse konnten allerdings in unserem Material nicht gefunden werden. Unseren Untersuchungen zufolge zeigten nämlich Assimilationsvermögen und blattflächenkorrigierte Assimilationsleistung im Rahmen der Fehlergrenze keine Sortenunterschiede. Bei allen Versuchsgliedern zeigten die Werte beider Größen erstaunliche Übereinstimmung. Es scheint demnach ein gleichsinniges Verhalten beider Größen zumindest bei den untersuchten Sorten bzw. Stämmen vorzuliegen.

In Abb. 4 sind die Ergebnisse dargestellt worden. In Abb. 5 soll noch einmal an Hand eines früheren Versuches gezeigt werden, wie gering die Unterschiede im Assimilationsvermögen selbst zwischen extrem verschiedenen Zuchttrichtungen sind. Die Produktivität und die Assimilationsleistung wurden damals noch nicht bestimmt.

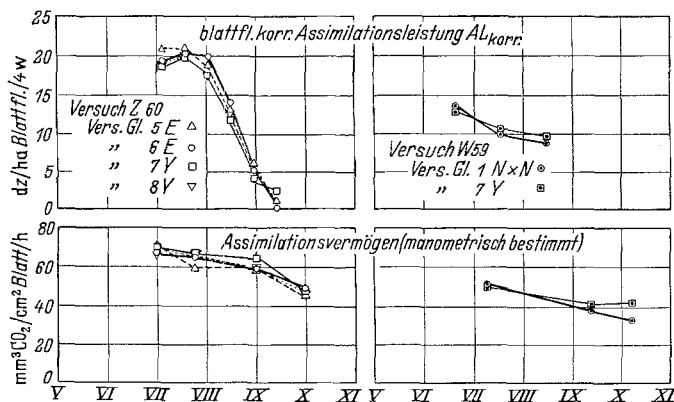


Abb. 4. Blattflächenkorrigierte Assimilationsleistung $AL_{korr.}$ und Assimilationsvermögen von 4 Versuchsgliedern des Versuchs Zeiselhof 1960 und 2 Versuchsgliedern des Versuchs Wien-Schwechat 1959.

Eine Demonstration unterschiedlichen Assimilationsvermögens bzw. unterschiedlicher blattflächenkorrigierter Assimilationsleistung ließe sich möglicherweise damit erreichen, daß mit verschiedener Düngung oder noch besser infizierten und nicht infizierten Versuchsgliedern gearbeitet wird. So tritt z. B. eine starke Minderung der Assimilationsleistung und des Assimilationsvermögens bei der Infektion mit dem Vergilbungs-Virus der *Beta*-Rüben auf. Diese Minderung der Leistung ist durch eine starke Schädigung der Chloroplasten und insgesamt der Synthesevorgänge bedingt (SCHULTZ 1958, NEEB und GRUPE 1960).

Diskussion

Aus vorliegenden Untersuchungen geht hervor, daß Sortenunterschiede im Assimilationsvermögen in nicht nennenswertem Umfang aufgezeigt werden können — auch nicht zwischen diploidem und älterem polyploidem Material —. Der Grund mag allgemein darin liegen, daß die Anlagen für die photosynthetischen Funktionen im Stoffwechsel der *Beta*-Rüben als Fremdbefruchter weitgehend gleichmäßig über die gesamte Population verteilt sind. Eine Mitselektion der Anlagen der Photosynthese im Zuge der Leistungszüchtung ist nicht ohne weiteres anzunehmen, da die Ertragsunterschiede nur zum geringeren Teil durch das Assimilationsvermögen bedingt sind, sondern vielmehr durch den Wachstumsrhythmus und die noch unten zu erwähnende Assimilatverteilung. Gerade hierin zeigen die *Beta*-Rüben eine starke Variabilität.

In Tab. 1 sind Ergebnisse der Versuche Einbeck 1959, Wien-Schwechat 1959, Einbeck 1960 und Zeiselhof 1960 wiedergegeben. Daraus geht hervor, daß der Zuckerertrag (errechnet als Polarisation \times

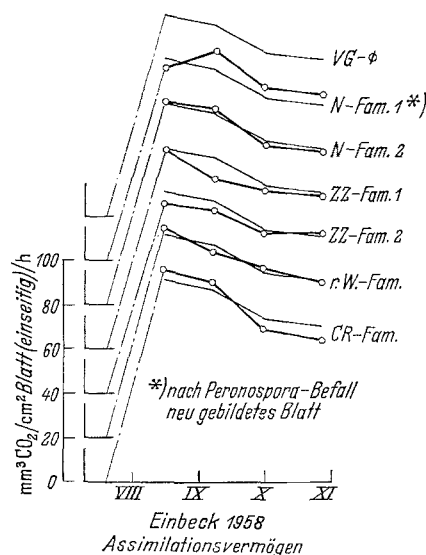


Abb. 5. Assimilationsvermögen von 6 Versuchsgliedern des Versuchs Einbeck 1958. Dünngestrichene Linie = Versuchsglieder-Durchschnitt.

Rüben-Frischgewicht) keinen konstanten Anteil an der gesamten Trockenmasse (von Rübe + Blatt) ausmacht, sondern relativ großen Schwankungen unterworfen ist. Diese machen nur etwa ein Zehntel bezogen auf die Gesamt-Trockenmasse, aber schon etwa ein Fünftel bezogen auf den Zuckerertrag aus, da im Durchschnitt etwa die Hälfte der Trockenmasse Zucker ist. Aus der Sicht des Züchters sind allerdings nur die Differenzen bezogen auf den Zuckerertrag maßgebend.

Wie Tab. 1 zeigt, sind die Schwankungen von Produktivität und prozentualen Anteil des Zuckers an der Trockenmasse bei den verschiedenen Versuchsgliedern nicht immer gleichsinnig, sondern im Gegenteil häufig invers. Einer hohen Produktivität einer Sorte kann ein niedriger Anteil an Zucker an der Gesamt-

Tabelle 1. Trockensubstanz (von Rübe + Blatt) ($\Sigma TS\%$) sowie Zuckerertrag (Polarisation \times Rüben-Frischgewicht) ($Zu\%$) der einzelnen Versuchsglieder in Relativwerten bezogen auf den Versuchsglieder-Durchschnitt ($VG-\phi = 1,00$) der Versuche Einbeck 1959, Wien-Schwechat 1959, Einbeck 1960 und Zeiselhof 1960. Zeitraum: von der Aussaat bis zum 1. Oktober.

Vers. Gl.		Einbeck 1959		Wien-Schwechat 1959		Einbeck 1960		Zeiselhof 1960	
		$\Sigma TS\%$	$Zu\%$	$\Sigma TS\%$	$Zu\%$	$\Sigma TS\%$	$Zu\%$	$\Sigma TS\%$	$Zu\%$
I	N	99,5	100,3						
1	N \times N	108,2	110,9	98,1 ¹	96,3 ¹	98,7	106,6	105,8	110,3
3	Z \times Z					117,0	103,4		
4	E \times E					113,2	105,8		
2	Y \times E					104,4	108,2		
II	Y \times E	108,2	111,6						
III	Y \times Z	104,2	104,0						
IV	E	105,2	105,3						
5	E	102,5	105,3			103,1	112,3	100,2	105,7
6	E					96,9	104,2	96,2	100,6
VIII	ZZ	91,1	84,5						
IX	ZZ	89,7	87,6						
7	Y	95,1	91,4	98,1	95,3	93,7	90,5	104,8	98,3
8	Y	101,1	102,1	100,3	103,4	101,9	106,6		
9	Y					95,0	81,6		
10	Y					95,0	103,4		
11	Y					95,6	82,4	95,7	91,9
12	Y					89,3	88,9	97,2	93,3
13	Y					96,2	106,6		
V	Y	99,1	97,1	102,5	105,6				
VI	Y	102,5	104,7	100,9	100,4				
VII	Y	94,1	94,6						

Versuchsglieder-Durchschnitte in dz/ha

| 148,3 | 79,3 | 183,4 | 98,1 | 159,0 | 61,9 | 197,5 | 108,8

¹ starker Cercospora-Befall

trockenmasse entsprechen und umgekehrt. Gerade dieser Umstand macht einen Vergleich von Assimilationsleistung und Ertragsleistung bei Sorten unmöglich. In dieser Hinsicht ist es auch wichtig darauf hinzuweisen, daß gerade bei züchterisch noch nicht durchgearbeitetem Material weniger das Assimilationsvermögen als die ungünstige Verteilung der Produktion auf ertragsbildende und nicht-ertragsbildende Teile der Grund für das schlechte Abschneiden in der Selektion ist. Ein Teil der in Tab. 1 aufgeführten Glieder war bei der Selektion eliminiertes Material.

Für den Züchter ergibt sich hieraus, daß für die Ertragszüchtung Assimilationsvermögen, Wachstumsrhythmus und Assimilatverteilung gesondert bearbeitet werden müssen, da sie sich nicht gleichsinnig verhalten.

Zusammenfassung

1. Das in vitro bestimmte Assimilationsvermögen¹ sowie die unter Freilandbedingungen ermittelte blattflächenkorrigierte, d. h. beschattungskorrigierte Assimilationsleistung $AL_{\text{kor.}}$ ² zeigten bei dem untersuchten Zuchtmaterial von Zuckerrüben (Familien, Großvermehrungen und Originale) keine signifikanten Sortenunterschiede.

2. Zur eingangs gestellten Frage der Bedeutung des Assimilationsvermögens als züchterisches Merkmal muß gesagt werden, daß bei Zuckerrüben diese nur einen geringen, andere Größen dagegen, die allgemein als Wachstumsrhythmus und Assimilatverteilung zusammengefaßt werden sollen, einen weitgehend größeren Einfluß auf die Sortenunterschiede im Ertrag ausüben.

Literatur

1. Belikov, P. Ss., und M. W. Motorina: Über den Tagesrhythmus der Photosynthese (russ.). Ber. Akad. Wiss. UdSSR **123**, 185–188 (1958). — 2. BEYSEL, D.: Assimilations- und Atmungsmessungen an diploiden und polyploiden Zuckerrüben. Züchter **27**, 261–272 (1957). — 3. BJÖRKMAN, O., C. FLORELL and P. HOLMGREEN: Studies on climatic ecotypes in higher plants. The temperature dependence of apparent photosynthesis in different populations of *Solidago virgaurea*. Kgl. Lantbrukshögsk. Ann. **26**, 1–10 (1960). — 4. BOURDEAU, P. F.: Seasonal variations of the photosynthetic efficiency of evergreen conifers. Ecology **40**, 63–67 (1959). — 5. BRIGGS, G. E., F. KIDD and C. WEST: A quantitative analysis of plant growth. Ann. appl. Biol. **7**, 202 (1920).
- ¹ = Netto-Assimilationsintensität unter definierten Standardbedingungen.
- ² = auf die Blattflächeneinheit bezogene Trockensubstanzzunahme in der Zeiteinheit, umgerechnet auf den verringerten Wert der Zunahme bei einem Blattflächen-Index = 4,0.
- 6. FRIEDRICH, G., und G. SCHMIDT: Untersuchungen über das assimilatorische Verhalten von Apfel, Birne, Kirsche und Pflaume unter Verwendung einer neu entwickelten Apparatur. Arch. Gartenbau **7**, 321–346 (1959). — 7. GAASTRA, P.: Photosynthesis of crop plants as influenced by light, carbon dioxide, temperature, and stomatal diffusion resistance. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen **59**, Nr. 13, 1–68 (1959). — 8. Handbuch der Pflanzenphysiologie (hrsg. von W. RUHLAND) Band V: Die CO₂-Assimilation, Teil 2. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1960. — 9. LARCHER, W.: Zur Assimilationsökologie der immergrünen *Olea europaea* und *Quercus ilex* und der sommergrünen *Quercus pubescens* im nördlichen Gardaseegebiet. Planta (Berl.) **56**, 607–617 (1961). — 10. MURATA, Y., and J. IYAMA: Studies on photosynthesis in rice plant. IX. Photosynthesis and dry-matter-production of rice plants grown with heavy manuring and dense planting. Proc. Crop Sci. Soc. Japan **27**, 9–11 (1958). — 11. MURATA, Y., and A. OSADA: Studies on photosynthesis in rice plant. X. Photosynthetic characteristics and dry-matter-production of rice varieties. Proc. Crop Sci. Soc. Japan **27**, 12–14 (1958). — 12. NEEB, O., und H. GRUPE: Einfluß von Nährstoffmangel und Vergilbungsinfektion auf die Zuckerveratungslagernder Zuckerrüben. Zucker **13**, 348–357 (1960). — 13. OSHIMA, E.: Studies on the photosynthesis of sugar beet plants. I. Changes in the photosynthetic ability under field condition. Proc. Crop Sci. Soc. Japan **27**, 141–142 (1958). — 14. OSHIMA, Y.: Ecological studies of Sasa communities. II. Photosynthesis and respiration of *Sasa kurilensis*. Bot. Mag. Tokyo **74**, 349–356 (1961). — SAEKI, T.: Interrelationships between leaf amount, light distribution and total photosynthesis in a plant community. Bot. Mag. Tokyo **73**, 55–63 (1960). — 15. SAEKI, T., and N. NOMOTO: On the seasonal change of photosynthetic activity of some deciduous and evergreen broadleaf trees. Bot. Mag. Tokyo **71**, 235–241 (1958). — 16. SCHULTZ, G.: Assimilation und Atmung bei Zuckerrüben nach Infektion mit Gelbsucht-Virus. Z. Naturforsch. **13b**, 469–471 (1958). — 17. SCHULTZ, G.: Blattfläche und Assimilationsleistung in Beziehung zur Stoffproduktion. Untersuchungen an Zuckerrüben. Ber. dtsh. bot. Ges. **75**, 261–268 (1962). — 18. SCHULTZ, G.: Über jahreszeitliche Unterschiede in der Produktivität von Zuckerrüben. Z. Pflanzenzüchtg. **48**, 372–382 (1962). — 19. SCHULTZ, G.: Die Bedeutung der Blattfläche für die Trockensubstanzproduktion der Zuckerrüben. Zucker, im Druck. — 20. SILIN, A. G., and T. V. FALKOVA: Rate of photosynthesis of various varieties of maize under conditions of South Ural region (russ. mit engl. Zus.fass.). Fiziol. Rastenij **7**, 507–515 (1960). — 21. STERN, W. R., and C. M. DONALD: Relationship of radiation, leaf area index, and crop growth-rate. Nature **189**, 597–598 (1961). — 22. TAKEDA, T.: Studies on the photosynthesis and production of dry matter in the community of rice plants. Jap. J. Bot. **17**, 403–437 (1961). — 23. WALTER, H.: Der Assimilathaushalt unserer Kulturpflanzen unter feldmäßigen Bedingungen. Biol. Zbl. **69**, 89–94 (1948). — 24. WATSON, D. J., and K. J. WITTS: The net assimilation rates of wild and cultivated beets. Ann. Bot. (Lond.) **23**, 431–439 (1959). — 25. WINKLER, E.: Assimilationsvermögen, Atmung und Erträge der Kartoffelsorten Oberarnbacher Frühe, Planet, Lori und Agnes im Tal (610 m) und an der Waldgrenze bei Innsbruck und Vent (1880 m bzw. 2014 m). Flora **151**, 621–662 (1961).