

klees hatte einen Virusbesatz von 60—80%. Für Schwedenklees ist Züchtung auf Virusresistenz unbedingt notwendig, sofern seine Bedeutung als Futterpflanze den Aufwand rechtfertigt.

Literatur

1. KÖHLER, E., und M. KLINKOWSKI: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. II. Viruskrankheiten. Berlin: Parey 1954. — 2. QUANTZ, L.: Die Virosen der Leguminosen; in: M. Klinkowski, Pflanzliche Virologie II. Berlin: Akademie-

demieverlag 1958. — 3. NEITZEL, K., und H. J. MÜLLER: Erhöhter Virusbefall in den Randreihen von Kartoffelbeständen als Folge des Flugverhaltens der Vektoren. Entom. exp. et applic. 2, 27—37 (1959). — 4. NÜESCH, B. E.: Untersuchungen an Rotkleepopulationen im Hinblick auf die züchterische Verbesserung des Mattenklees. Separatdruck aus Landw. Jahrb. Schweiz 74 (NF 9) Heft 4 (1960). — 5. SMITH, K. M.: Textbook of plant virus diseases. London 1957. — 6. WETTER, C., L. QUANTZ und J. BRANDES: Verwandtschaft zwischen dem Stauchevirus der Erbse und dem Rotkleeadernmosaik-Virus (red clover vein mosaic virus). Phytop. Z. 35, 201—204 (1959).

Aus der Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof

Untersuchungen zur Transpiration, CO₂-Assimilation, Atmung und Blattstruktur an spontanen tetraploiden Mutanten von *Vitis vinifera* im Vergleich zu den diploiden Ausgangsstöcken

Von G. GEISLER

Mit 1 Abbildung

Einleitung

Es liegen eine größere Anzahl von Untersuchungen vor, die vergleichende Bestimmungen der Transpiration, CO₂-Assimilation und Atmung diploider und tetraploider Pflanzen zum Gegenstand haben. In diesen Untersuchungen konnte von den Autoren meist auf eine geringere Atmungs- und Assimilations- sowie eine höhere Transpirationsintensität der tetraploiden Formen hingewiesen werden (BEYSEL [4], ANDERSSON [2], EKDAHL [10], LARSEN [17], SCHWANITZ [26], STOUT [29], WÖHRMANN und MEYER zu DREWER [31], CHEN und TANG [6], STÄLFELT [27] u. a.). Allerdings sind in Einzelfällen auch hiervon abweichende Ergebnisse gefunden worden; so berichtet z. B. ANDERSSON (2), daß an diploiden und tetraploiden Gersten-Formen gleiche Atmungsintensitäten (bezogen auf die Fläche bzw. die Trockensubstanz) nachzuweisen waren.

Von erheblicher Bedeutung bei einer vergleichenden Beurteilung der Transpiration, der CO₂-Assimilation bzw. der Atmung diploider und tetraploider Formen ist die Wahl des Bezugssystems der gemessenen Werte — Frischgewicht, Trockengewicht, Blattfläche —, wie es z. B. besonders deutlich in den Atmungsuntersuchungen, die von SCHWANITZ (26) beschrieben werden, zum Ausdruck kommt.

Untersuchungen derartiger Eigenschaften an diploiden und tetraploiden Formen verdienen daher im Hinblick auf die Abhängigkeit von dem Bezugssystem insofern besonderes Interesse, als die Möglichkeit besteht, daß Unterschiede in der Blattstruktur diploider und tetraploider Formen (z. B. die häufig festzustellende Erhöhung der Sukkulenz tetraploider Pflanzen) einen Einfluß auf die Transpiration bzw. CO₂-Assimilation und Atmung haben. Angaben von STÄLFELT (28), wonach die Chloroplasten tiefer liegender Gewebepartien des Blattes eine geringere Lichtmenge erhalten, was sich — insbesondere bei absolut niedrigen Lichtstärken — in einer Abnahme der Assimilation auswirkt, können diese Annahmen wahrscheinlich machen. In den nachstehenden Untersuchungen an Reben wurden daher insbesondere diese Zusammenhänge beachtet.

Neben diesen allgemeinen Problemen sollte insbesondere die Leistungsbeurteilung polyplöider Re-

benformen Gegenstand der Untersuchungen sein. Wie WAGNER (30) bei der Bearbeitung polyplöider Reben-Mutanten nachweisen konnte, bestehen gegenüber den diploiden Ausgangsformen erhebliche Leistungsunterschiede; es kann angenommen werden, daß die Ursachen hierfür zum Teil auch auf Änderungen in der Transpiration, der CO₂-Assimilation und Atmung tetraploider Formen gegenüber diploiden zurückzuführen sind, wobei sich diese Änderungen in erster Linie hinsichtlich des ökologischen Anpassungsvermögens der tetraploiden Formen auswirken dürften.

Hinweise auf diese Probleme finden sich z. B. in den Untersuchungen von WÖHRMANN und MEYER zu DREWER (31), die den spezifischen Einfluß unterschiedlicher Belichtungsintensitäten auf die Atmung und Assimilation diploider und tetraploider Pflanzen untersuchten und hierbei Abhängigkeiten nachweisen konnten, die für das Anpassungsvermögen polyplöider Pflanzen von Bedeutung sein können, ferner aber auch in den Untersuchungen von ANDERSSON (2), der feststellte, daß gegen Ende der Vegetationszeit tetraploide Formen, die an sich geringere CO₂-Assimilationsintensitäten aufweisen, die diploiden Pflanzen in der CO₂-Assimilation übertreffen können, was auf eine längere Vegetation der 4n-Formen hinweisen würde. Insbesondere bei Reben dürfte die Länge der Vegetationszeit von großer Bedeutung für die Ertrags- und Qualitätsleistung sein.

Material und Methode

Bei den Untersuchungen fanden spontan aufgetretene polyplöide Mutanten Verwendung, die auf Grund einer eingehenden zytologischen Bearbeitung von WAGNER (30) als tetraploide Formen bestimmt werden konnten¹. Es handelte sich hierbei einerseits um die weitverbreiteten Kultursorten Riesling und Sylvaner sowie zwei intraspezifische Neuzüchtungen (*V. vinifera*) Gf. 60-114-8 (Madelaine × Traminer) und Gf. I-23-16 (Riesling × Traminer). Es standen vegetative Vermehrungen sowohl des Ausgangsstockes (diploid), auf dem die Mutationen gefunden worden waren, als auch der Mutationen (tetraploid) zur Verfügung.

¹ Für die Überlassung des Materials möchte ich auch an dieser Stelle Herrn Dr. WAGNER recht herzlich danken.

Die Transpirationsuntersuchungen wurden mit Hilfe der Momentanmethode — kurzfristige Wägungen abgeschnittener Blätter — vorgenommen, wobei auf Grund der Ergebnisse früherer Untersuchungen (GEISLER [12]) die Bestimmungen der Gewichtsänderungen des Blattes in Zeitintervallen von 1 Minute erfolgten. Soweit es sich bei den Angaben um flächenrelative Transpirationswerte handelt, wurde eine Blattfläche von 100 cm² (einseitig) als Bezugswert verwendet.

Die Bestimmung der CO₂-Assimilation und der Atmung erfolgte mit Hilfe eines URAS, dessen grundsätzlicher Aufbau bekannt ist, und der bezüglich seiner Eignung zur Bestimmung des Gasstoffwechsels von Pflanzen allgemein Anerkennung gefunden hat (EGLE und ERNST [7], HUBER [15]). Bei den Untersuchungen wurde grundsätzlich die Luft durch die Küvetten gedrückt und der Zufluß der Luft in die Küvetten kontrolliert, was durch den Einbau entsprechender Strömungsmesser erreicht werden kann. Dieses Verfahren erscheint wesentlich zweckmäßiger als das Durchsaugen der Luft durch die Küvetten.

Neben der Bestimmung von Assimilation und Atmung an unverletzten Pflanzen (Gefäßkulturen von Einzelstöcken) wurde auch an abgeschnittenen Blättern eine Messung von Assimilations- und Atmungswerten vorgenommen. In Vorversuchen konnte nachgewiesen werden, daß Einzelblätter, die zusammen mit einem Teil des Internodiums von der Pflanze abgetrennt werden, noch über relativ lange Zeit ihre Assimilationsintensität behalten. Spaltöffnungsreaktionen (z. B. IWANOFF-Sprung), treten unter diesen Bedingungen nicht ein. Nach unseren Feststellungen können die Messungen über mehr als eine ½ Stunde ausgedehnt werden, ohne daß Schwankungen in der Assimilationsintensität festzustellen sind. Diese Methode hat sich bei den Untersuchungen sehr gut bewährt und erscheint auch insofern zuverlässig, als bei einer Meßdauer der Einzeluntersuchungen bis zu einer Stunde die Kontinuität der Einzelwerte, die in Minutenfolge aufgeschrieben werden, zu überprüfen ist.

Die Beleuchtung der Pflanzen erfolgte durch künstliche Lichtquellen, und zwar mit Hilfe der Philips-Quecksilberdampflampen (HPL-R 400 W), sowie einiger Leuchtstoffröhren, so daß eine einseitige Zusammensetzung des Lichtes vermieden wurde. Allerdings dürfte bei der Durchführung derartiger Untersuchungen die Qualität des Lichtes nicht von erheblicher Bedeutung sein. Die Quecksilberdampflampen gestatteten es, Lichtintensitäten von mehr als 30 000 Lux zu erzielen und gaben so die Möglichkeit, den spezifischen Einfluß unterschiedlicher Lichtintensitäten auf CO₂-Assimilation und Atmung zu überprüfen. Für die vorliegende Fragestellung wurden hierbei 2 Belichtungsstufen berücksichtigt, und zwar 19 000 und 30 000 Lux.

Bei dem in der Versuchsanstellung gewählten Luftstrom von 2 l/min. bei einer Küvettengröße von 1,5 l waren Übertemperaturen in der Küvette in einem größeren Ausmaße nicht festzustellen. Eine laufende Kontrolle der Innen- und Außentemperaturen ergab bei einer Außentemperatur zwischen 20—25 °C in der Versuchsanstellung ein Ansteigen der Innentemperatur im Höchsthalle auf etwa 10% über die Außentemperatur. Hierbei ist außerdem zu

bemerken, daß Reben gegen hohe Temperaturen sehr unempfindlich sind und Assimilationsdepressionen erst bei Luft-Temperaturen über 35 °C auftreten, wobei einzelne *Vitis*-Arten selbst Luft-Temperaturen bis zu 40 °C ohne deutliche Änderung in der Assimilationsintensität vertragen können.

Die Blattstruktur der diploiden und tetraploiden Formen wurde auf Grund von Dimensionsquotienten beurteilt, die auch in früheren Untersuchungen an Reben (GEISLER [11]) Verwendung fanden. Die Oberflächenentwicklung wird als Blattfläche (einseitig) in cm²/1 g Frischgewicht, die Sukkulenz als g Wasser/100 cm² Blattfläche (einseitig), der Hartlaubcharakter als g Trockensubstanz/100 cm² Blattfläche (einseitig) und der Wassergehalt in % des Frischgewichtes dargestellt. Neben der Bestimmung der Dimensionsquotienten wurde auch die Spaltöffnungsdichte diploider und tetraploider Formen untersucht.

Ergebnisse

a) Blattstrukturuntersuchungen

Die genannten 4 Sorten (Riesling, Sylvaner, Gf. 60-114-8, Gf. I-23-16) wurden sowohl in Freilandvermehrungen als auch in Gewächshauskulturen bezüglich ihrer Blattstrukturen untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt. Zwischen den einzelnen Sorten selbst bestehen erhebliche Unterschiede in der Blattstruktur, wie sie auch in früheren Untersuchungen gefunden wurden (GEISLER [11]).

Bezüglich des Einflusses der Polyploidisierung lassen sich bei den Sorten Riesling, Gf. 60-114-8 und Gf. I-23-16 deutliche Änderungen der Blattstrukturen bei einem Vergleich der tetraploiden Mutanten mit den diploiden Ausgangsstöcken nachweisen. Hierbei ist für die tetraploide Form eine Verringerung der Oberflächenentwicklung, eine Erhöhung der Sukkulenz und eine Zunahme des Hartlaubcharakters kennzeichnend. Die Abnahme der Oberflächenentwicklung und die dieser Veränderung im wesentlichen entsprechende Zunahme der Sukkulenz tetraploider Formen im Vergleich mit diploiden sind auch von anderen Autoren recht übereinstimmend festgestellt (z. B. SCHWANITZ [25]). Bezüglich der Änderung des Hartlaubcharakters, also des relativen Gehaltes an Trockensubstanz, weichen dagegen die Untersuchungsergebnisse an Reben stärker von denen anderer Autoren ab, die meist eine Abnahme des Hartlaubcharakters für Tetraploide nachwies, während bei Reben eine Zunahme des Hartlaubcharakters festzustellen ist.

Im Wassergehalt unterscheiden sich die 2n- und 4n-Formen nicht, obwohl zwischen den Sorten selbst größere Differenzen bestehen.

Es ist besonders bemerkenswert bei diesem Untersuchungsmaterial, daß im Gegensatz zu den 3 oben genannten Sorten die Blattstruktur der Sylvaner-Mutante keine Strukturänderungen nachzuweisen gestattet. Die Werte der Oberflächenentwicklung, der Sukkulenz und des Hartlaubcharakters stimmen in den 2n- und 4n-Formen nahezu völlig überein. Das Material dieser Sylvaner-Mutante, bei der es sich auf Grund der Untersuchungen von WAGNER (30) einwandfrei um eine tetraploide Form handelt, gibt einen Hinweis darauf, daß bei den Änderungen der

Tabelle 1. Blattstrukturen diploider und tetraploider Formen von *V. vinifera*-Sorten.

Sorte	Oberflächenentwicklung		Sukkulenz		Hartlaubcharakter		Wassergehalt in % vom Frischgewicht	
	1*	2**	1*	2**	1*	2**	1*	2**
Riesling (2n)	50,8	103,4	1,43	0,74	0,55	0,25	72,1	74,5
(4n)	44,4	86,6	1,62	0,86	0,64	0,30	71,6	74,6
D (D in % von 2n)	— 6,4 (13)	—16,8 (16)	+ 0,19	+ 0,12	+ 0,09	+ 0,05	— 0,5	— 0,1
t	6,82	3,01	6,79	3,00	4,50	5,00	0,76	0,17
P %	0,10	0,91	0,10	0,91	0,10	0,10	42,6	85,9
Sylvaner (2n)	55,2	100,0	1,39	0,72	0,45	0,28	75,4	71,6
(4n)	54,7	98,9	1,42	0,72	0,46	0,29	75,8	71,3
D (D in % von 2n)	— 0,5 (0,9)	— 1,1 (1)	+ 0,03	± 0,0	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,4	— 0,3
t	0,31	—	0,52	—	0,53	—	0,86	—
P %	76,4	—	61,9	—	61,9	—	37,1	—
Gf. 60-114-8 (2n)	56,8	101,0	1,23	0,71	0,54	0,32	69,4	68,8
(4n)	50,0	84,9	1,44	0,83	0,60	0,36	70,4	69,8
D (D in % von 2n)	— 6,8 (12)	—16,1 (16)	+ 0,21	+ 0,12	+ 0,06	+ 0,04	+ 1,0	+ 1,0
t	4,49	3,08	4,77	2,4	3,17	4,0	2,34	0,89
P %	0,10	0,75	0,10	3,0	0,25	0,12	2,5	38,2
Gf. I-23-16 (2n)	56,4	91,7	1,27	0,83	0,53	0,27	70,6	75,2
(4n)	44,8	99,1	1,64	0,78	0,61	0,24	73,0	76,2
D (D in % von 2n)	—11,6 (21)	— 7,4 (8)	+ 0,37	+ 0,05	+ 0,08	+ 0,03	+ 2,4	+ 0,9
t	9,4	1,4	10,57	0,83	3,33	3,0	2,83	1,2
P %	0,1	18,5	0,1	43,7	0,18	1,1	0,74	25,1

1* Freilandwerte. — 2** Gewächshauswerte

Blattstruktur nach Polyploidisierung nicht immer mit einer Tendenz zur Abnahme der Oberflächenentwicklung gerechnet werden darf. Diese Verhältnisse machen die Sylvaner-Mutante wahrscheinlich besonders geeignet, Transpiration, CO₂-Assimilation und Atmung diploider und tetraploider Formen miteinander zu vergleichen, ohne daß sich hierbei Beziehungen zwischen der Blattstruktur und diesen physiologischen Eigenschaften auswirken.

Als Ergänzung zu den Freilanduntersuchungen wurde die Blattstruktur dieser 4 Sorten auch an Gewächshauskulturen überprüft. In früheren Untersuchungen (GEISLER [11]) hatten sich insbesondere Gewächshauskulturen als geeignet zur Modifizierung der Blattstruktur erwiesen. Wie die Angaben der Tabelle 1 zeigen, wird die Blattstruktur der Pflanzen im Gewächshaus außerordentlich stark verändert; so finden sich in der Oberflächenentwicklung, der Sukkulenz und im Hartlaubcharakter Änderungen von über 100%. Der Wassergehalt unterliegt dagegen kaum stärkeren Schwankungen.

Das für die vorliegende Fragestellung wichtige Ergebnis ist aber, daß in den Relationen zwischen diploiden und tetraploiden Formen und auch zwischen den Sorten selbst keine grundsätzlichen Abweichungen als Folgen der abgeänderten Kulturbedingungen nachzuweisen sind, d. h. die Oberflächenentwicklung tetraploider Formen ist bei den Sorten Riesling, Gf. 60-114-8 und Gf. I-23-16 geringer im Vergleich zu den diploiden, die Sukkulenz erhöht und der Hartlaubcharakter stärker ausgeprägt; diesem Verhältnis entspricht, daß bei der Sylvaner-Mutante im Vergleich zum Ausgangsstock keine Blattstrukturänderungen nachzuweisen sind.

Neben der Bestimmung der Blattstruktur unter Berücksichtigung von Dimensionsquotienten erschien es wichtig, die Spaltöffnungsichte diploider und tetraploider *Vinifera*-Sorten zu untersuchen. Tabelle 2 bringt eine Zusammenstellung der Ergebnisse.

Tetraploide Formen zeigen einen deutlichen Rückgang der Spaltöffnungsichte, wie es auch aus der im allgemeinen zunehmenden Zellgröße polyploider Pflanzen erwartet werden darf. Auffällig ist, daß auch die Sylvaner-Mutante, die keine Änderung der Blattstruktur aufweist, trotzdem eine Abnahme der Spaltöffnungsichte zeigt. Außerdem ist die Sorte Gf. I-23-16 herauszustellen, die trotz Änderung der Blattstruktur keine Änderung der Spaltöffnungsanzahl je Flächeneinheit hat. Es finden sich also auch in der Zellgröße, bzw. Spaltöffnungsichte, dieser für Tetraploide als charakteristisch zu beurteilenden Eigenschaft bei dem hier bearbeiteten Material von *V. vinifera* 4n-Typen, die von der zu erwartenden Norm deutlich abweichen.

An Hand der untersuchten Mutanten stehen bei einem Vergleich diploider und tetraploider Formen folgende Eigenschaftskombinationen hinsichtlich der Blattstruktur zur Verfügung: Verringerung der Oberflächenentwicklung und der Spaltöffnungsichte (Riesling, Gf. 60-114-8), gleichbleibende Oberflächenentwicklung und Verringerung der Spaltöffnungsichte (Sylvaner) und Verringerung der Oberflächenentwicklung und gleichbleibende Spaltöffnungsichte (Gf. I-23-16).

Tabelle 2. Spaltöffnungsichte diploider und tetraploider Formen von *V. vinifera*-Sorten.

Sorte	\bar{X}	D	D in % von 2n	t	P %
Riesling (2n)	11				
(4n)	9	—2	—18	2,4	2,0
Sylvaner (2n)	16				
(4n)	12	—4	—25	3,4	0,14
Gf. 60-114-8 (2n)	16				
(4n)	13	—3	—19	2,9	0,57
Gf. I-23-16 (2n)	9				
(4n)	10	+1	+11	0,96	31,9

b) Transpirationsuntersuchungen

Die Transpirationsuntersuchungen, die mit Hilfe kurzfristiger Wägungen abgeschnittener Blätter durchgeführt wurden, erfolgten sowohl an Freiland- als auch an Gefäßvermehrungen im Gewächshaus. Die Ergebnisse der Gefäßkulturen entsprechen denen der Freilandkulturen und geben so einen Hinweis darauf, daß auch starke Änderungen der Umweltverhältnisse die spezifischen Unterschiede in der Transpiration von 2n- und 4n-Formen nicht grundsätzlich beeinflussen. Auf eine Darstellung dieser Ergebnisse wird verzichtet.

Die Transpirationswerte der Freilandkulturen sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Zwischen den 2n- und 4n-Formen von Riesling, Sylvaner, Gf. 60-114-8 und Gf. I-23-16 bestehen sowohl bei Berücksichtigung der flächenrelativen Transpirationsintensitäten als auch bei einem Bezug der Transpirationswerte auf das Frischgewicht erhebliche Unterschiede, wobei eine Zunahme der Transpirationsintensitäten tetraploider Formen gegenüber den diploiden Ausgangsstöcken nachzuweisen ist. Eine Ausnahme bildet lediglich die Sorte Gf. I-23-16, die bei einem Vergleich der flächenrelativen Transpiration der diploiden bzw. tetraploiden Form keine Änderung der Transpirationsintensität zeigt. Beim Bezug der Transpirationswerte auf das Frischgewicht sind aber auch bei dieser Sorte höhere Transpirationswerte als bei der diploiden Form zu finden.

Vergleicht man die flächenrelativen Transpirationswerte mit den auf das Frischgewicht bezogenen, so zeigt sich, daß die Sorten Riesling und Gf. 60-114-8 — bedingt durch die Abnahme der Oberflächenentwicklung der tetraploiden Komponenten — eine relative Zunahme der Transpirationsintensitäten erfahren, was in der Abnahme der Differenzen zwischen den Transpirationswerten der 2n- und 4n-Formen zum Ausdruck kommt.

Diese Verhältnisse gelten aber nicht allgemein, wie eine Gegenüberstellung der flächenrelativen Transpiration mit der auf das Frischgewicht bezogenen bei den Sorten Sylvaner und Gf. I-23-16 zeigt. So ändert sich die Differenz in der Transpirationsintensität zwischen den 2n- und 4n-Formen bei Sylvaner in Abhängigkeit von der Wahl des Bezugssystems, obwohl die Blattstruktur selbst keine Änderungen aufweist. Ähnliche Verhältnisse gelten auch für die Sorte Gf. I-23-16. Diese Tatsache wird dadurch erklärt, daß die Änderungen der Blattflächengröße bzw. des Frischgewichtes keine vollständige Parallelität aufweisen, sondern in einem gewissen Umfange voneinander unabhängig sind, so daß mit der Wahl des Bezugssystems auch eine Änderung in der Verteilung des Materials erfolgt.

In diesem Zusammenhange verdient hervorgehoben zu werden, daß die Erhöhung der flächenrelativen Transpirationsintensität der tetraploiden Sylvaner-Form, die gegenüber dem Ausgangsstock keine Änderungen der Blattstruktur aufweist, besonders stark ausgeprägt ist. Dieses Ergebnis läßt vermuten,

daß die Zunahme der Transpiration tetraploider Formen, zumindest nicht in einem erheblichen Umfange, von der Änderung der Blattstruktur abhängig ist. Dagegen scheint aber die Änderung der Spaltöffnungsichte bzw. der Zellgröße — das Verhältnis zwischen Anzahl der Spaltöffnungen und der Epidermiszellen ist konstant (vgl. BÜNNING und SAGROMSKY

Tabelle 3. *Transpirationswerte diploider und tetraploider Rebensorten (Freiland).*

Sorte		\bar{x}	D	in % von 2n	t	P%
a) Transpiration in g/100 cm ² · 1 min						
Riesling	(2n)	0,0093				
	(4n)	0,0118	+0,0025	+27	3,91	<0,10
Sylvaner	(2n)	0,0080				
	(4n)	0,0145	+0,0065	+81	4,1	<0,10
Gf. 60-114-8	(2n)	0,0075				
	(4n)	0,0121	+0,0046	+61	6,5	<0,10
Gf. I-23-16	(2n)	0,0101				
	(4n)	0,0098	-0,0003	-3	—	—
b) Transpiration in g/1 g Frischgewicht · 1 min.						
Riesling	(2n)	0,00445				
	(4n)	0,00489	+0,00044	+10	17,7	<0,10
Sylvaner	(2n)	0,00393				
	(4n)	0,00573	+0,00180	+46	74,4	<0,10
Gf. 60-114-8	(2n)	0,00362				
	(4n)	0,00567	+0,00205	+57	57,1	<0,10
Gf. I-23-26	(2n)	0,00377				
	(4n)	0,00480	+0,00103	+27	25,3	<0,10

[5], STÄLFELT [27]) — Beziehungen zur Transpirationsintensität zu haben. Diese Vermutung wird auch durch die Transpirationsuntersuchungen an der Sorte Gf. I-23-16 bestätigt, bei der trotz einer Erhöhung des Sukkulenzgrades — aber bei gleichbleibender Spaltöffnungsichte, damit also auch Zellgröße — keine Änderung in der flächenrelativen Transpirationsintensität nachzuweisen ist.

Hinsichtlich der Beurteilung ökologischer Leistungen oder Eigenschaften tetraploider Formen im Vergleich zu diploiden geben bereits die mittleren Transpirationsintensitäten gewisse Hinweise. Frühere Untersuchungen (GEISLER [12]) hatten gezeigt, daß die Sorte Riesling höhere spezifische Transpirationsintensitäten als die Sorte Sylvaner hat; dies kann auch an dem hier vorliegenden Untersuchungsmaterial bestätigt werden. In den 4n-Formen wird diese Rangfolge aber so stark verändert, daß die 4n-Form der Sorte Sylvaner mit Abstand die höchsten Werte dieses Materials aufweist. Diese Änderungen müssen natürlich auch in ökologischer Hinsicht von erheblicher Bedeutung sein.

Für eine Beurteilung der physiologischen Eigenschaften diploider und tetraploider Formen hinsichtlich ihrer ökologischen Bedeutung erschien es angebracht, nicht nur die Transpirationsintensitäten zu untersuchen und hierfür Vergleiche zwischen diploiden und tetraploiden Formen durchzuführen, sondern auch die Tagesgänge der Transpiration diploider und tetraploider Stücke zu untersuchen. Als Beispiel hierfür ist der Tagesgang der Transpiration eines diploiden und eines tetraploiden Rieslingstockes dargestellt (Abb. 1). Es ist auffällig, daß die im Mittel höhere

Transpiration der tetraploiden Mutante besonders stark im Transpirationsgang des Vormittages zum Ausdruck kommt, während die Transpirationswerte im Laufe des Nachmittages z. T. niedriger liegen als die der diploiden Pflanzen. Dieses Verhalten ist verständlich, wenn man berücksichtigt, daß die höheren Transpirationswerte am Vormittag zu einer größeren Anspannung im Wasserhaushalt führen, so daß in den späten Stunden des Tages die Pflanze ihre Wasserabgabe regulieren muß (vgl. GEISLER [12]).

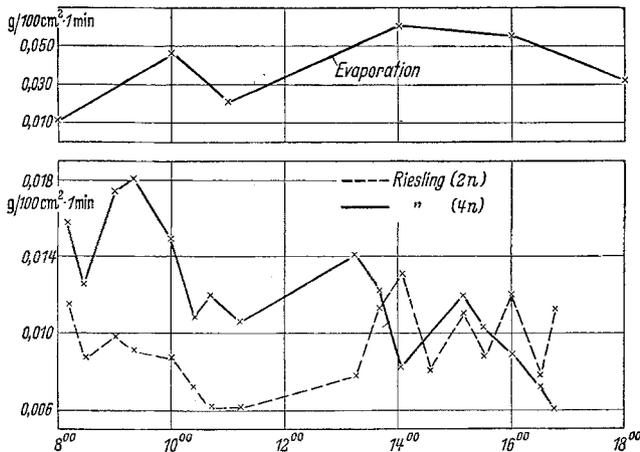


Abb. 1. Tagesgänge der Transpiration eines Riesling-2n- und Riesling-4n-Stockes.

Dieses in der Abb. 1 dargestellte Verhalten läßt sich auch bei einer Zusammenfassung einer größeren Anzahl von Tagesgängen belegen. In einer Korrelationstabelle (Tab. 4) sind die Differenzen zwischen den Transpirationswerten diploider und tetraploider Formen in Abhängigkeit von der Tageszeit zusammengestellt. Trotz der naturgemäß bei diesen physiologischen Vorgängen auftretenden starken Schwankungen ließ sich eine gesicherte Korrelation nachweisen, die eine Bestätigung für die Unterschiede in den Tagesgängen der Transpiration diploider und tetraploider Formen ist. Bei einer Beurteilung des ökologischen Verhaltens tetraploider Mutanten im Vergleich zu diploiden Ausgangsformen wird man dieses unterschiedliche Transpirationsverhalten berücksichtigen müssen.

c) Assimilations- und Atmungsuntersuchungen

Die Assimilations- und Atmungsuntersuchungen wurden im Frühjahr, Sommer und Herbst durchgeführt, um die Abhängigkeit dieser Werte von der Vegetationszeit sowohl für diploide als auch tetraploide Formen zu erfassen. Die Ergebnisse der im Frühjahr und Sommer durchgeführten Untersuchungen stimmen weitgehend überein, so daß sie gemeinsam besprochen werden können. Absolute Assimilations- und Atmungswerte sollen hier nicht dargestellt werden, da die Versuchsanstellung ausschließlich Unterschiede zwischen diploiden und tetraploiden Formen zum Gegenstand hatte.

Eine zusammenfassende Darstellung der CO₂-Assimilations- und Atmungswerte diploider und tetraploider Formen ist in der Tabelle 5 wiedergegeben.

Tabelle 4. Korrelationstabelle der Transpirationsdifferenzen zwischen diploider und tetraploider Form in Abhängigkeit von der Tageszeit.

Differenz in % (4n = 100%)	Uhrzeit								
	9	10	11	12	14	15	16	17	18
91—105	1	1	1						
76—90		1		1	1				
61—75		1	1			1			
46—60	2		1		1	2			
31—45	2	1		1	1	1		2	1
16—30		2	1	1	1	3	2	1	
+ 1—15	2	1			2	1	1	1	
- 15—0			1		1	1			
30—16								2	1
45—30						1		1	

r = + 0,44; ZHW (1%) = 0,32

Die Werte sind auf die Blattfläche bezogen, stellen also flächenrelative Assimilations- bzw. Atmungswerte dar. Die Gegenüberstellung der 2n- und 4n-Formen zeigt sowohl bei einer Belichtung von 19000 Lux als auch 30000 Lux höhere Assimilationsintensitäten für die diploiden Formen. Die Atmungswerte weisen dagegen keine Unterschiede auf. Außerdem ist die Steigerung der Assimilation mit zunehmender Lichtmenge sowohl für 2n- als auch für 4n-Formen dargestellt; es ergeben sich aber keine sicheren Hinweise für eine erhöhte Assimilationssteigerung der 4n-Formen, wenn auch eine kleine Überlegenheit der tetraploiden Pflanzen angenommen werden kann.

Die weitere Beurteilung des Materials erfolgte über eine Aufgliederung der Untersuchungsergebnisse ge-

Tabelle 5. CO₂-Netto-Assimilation und Atmung diploider* und tetraploider Formen von V. vinifera-Sorten (Zusammenfassung) (Assimilation und Atmung/Fläche · Zeit).

Material	Assimilation			Atmung	Assimilationsänderung zwischen 19000 und 30000 Lux in %
	19000 Lux	30000 Lux	Zunahme in %		
2 n	100,0 ± 3,5	100,0 ± 3,8	(8,5)	100,0	100,0 ± 1,1
4 n	87,9 ± 3,3	90,2 ± 3,4	(11,2)	101,0	102,2 ± 1,2
D	12,1	9,8	—	—	2,2
t	2,61	1,98	—	—	1,3
P %	1,3	5,2	—	—	20,2

* Alle 2n-Werte = 100

trennt nach Sorten (Tab. 6). Hierbei können folgende Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten nachgewiesen werden: Die 2n- und 4n-Formen von Riesling zeigen praktisch keine Unterschiede hinsichtlich der CO₂-Assimilation und Atmung sowie hinsichtlich einer spezifischen Abhängigkeit der Assimilationsintensität von der Beleuchtungsstärke. Bei der Sorte Sylvaner dagegen und ebenso bei Gf. 60-114-8 ist die Abnahme der Assimilationsintensität der 4n-Formen gegenüber den 2n-Formen deutlich nachzuweisen. Die Atmungswerte beider Sorten sind hinsichtlich ihrer Differenzen zwischen den 2n- und 4n-Formen nicht signifikant. Wesentlich ist aber, daß die 4n-Form der Sorte Sylvaner deutlich eine spezifisch stärkere Zunahme der Assimilationsintensität mit steigenden Lichtmengen gegenüber der 2n-Form aufweist. Es erscheint auffällig, daß dieses Verhalten bei der 4n-Form einer Sorte gefunden wird, die hinsichtlich ihrer Blattstruktur keine Änderungen gegenüber der 2n-Form aufweist.

Wenn auch die Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten und deren 2n- bzw. 4n-Formen zeigten,

Tabelle 6. Assimilation und Atmung diploider* und tetraploider Formen von *V. vinifera* (Assimilation und Atmung/Fläche · Zeit).

Sorte		Netto-Assimilation			Atmung	Assimilationsänderung zwischen 19000 und 30000 Lux in %
		19000 Lux	30000 Lux	Zunahme in %		
Riesling	(2n)	100,0	100,0	(0,2)	100	100,0
	(4n)	99,2	98,7	(0,3)	64	100,0
	D	0,8	1,3		36	—
	t	—	—		—	—
	P %	—	—		—	—
Sylvaner	(2n)	100,0	100,0	(5,8)	100,0	100,0
	(4n)	88,3	93,7	(12,3)	108,4	113,0
	D	11,7	6,3		8,4	3,0
	t	3,9	1,6		0,6	2,5
	P %	0,10	12,0		53,0	1,8
Gf. 60-114-8	(2n)	100,0	100,0	(10,7)	100,0	100,0
	(4n)	88,1	86,6	(9,7)	88,0	100,0
	D	11,9	13,4		12,0	—
	t	1,9	2,0		0,08	—
	P %	7,6	6,4		92,0	—

* Alle 2n-Werte = 100

daß die Blattstruktur (Oberflächenentwicklung bzw. Sukkulenz) keinen Einfluß auf die Assimilationsintensität ausübt, die eine Erklärung für die Unterschiede zwischen den 2n- und 4n-Formen gibt, schien es doch richtig, die Beziehungen zwischen der Oberflächenentwicklung und der flächenrelativen Assimilationsintensität innerhalb des jeweiligen Untersuchungsmaterials zu bestimmen (Tab. 7). Hierbei

Tabelle 7. Beziehungen zwischen Oberflächenentwicklung und flächenrelativer Assimilationsintensität.

Untersuchungsmaterial	r	ZHW bei 5%	
Riesling	(2n)	+0,081	0,403
	(4n)	-0,132	0,403
Sylvaner	(2n)	-0,209	0,428
	(4n)	-0,715	0,428
Gf. 60-114-8	(2n)	-0,757	0,392
	(4n)	-0,237	0,392
Gf. I-23-16	(2n)	-0,623	0,392
	(4n)	-0,087	0,392

ließen sich in einigen Fällen signifikante Korrelationskoeffizienten nachweisen. So ist innerhalb der Sylvaner-4n-Formen mit zunehmender Oberflächenentwicklung auch eine Zunahme der Assimilationsintensität nachzuweisen, ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Sorten Gf. 60-114-8 und Gf. I-23-16 in den 2n-Formen. Vergleicht man diese Ergebnisse mit der sortenspezifischen Blattstruktur, so läßt sich feststellen, daß diese Beziehungen allgemein stärker bei Typen auftreten, die innerhalb der Gesamtvariationsbreite der Oberflächenentwicklung zu einer stärkeren Oberflächenentwicklung (geringere Sukkulenz) tendieren, was insbesondere darin zum Ausdruck kommt, daß beim Riesling (2n und 4n) mit seiner relativ schwachen Oberflächenentwicklung innerhalb des Gesamtmaterials keine gesicherten Korrelationen nachzuweisen sind. Es ist danach nicht ausgeschlossen, daß die Angaben von STÄLFELT (28) bezüglich der Abhängigkeit der Assimilationsintensität von

der Blattdicke bei genetisch vergleichbarem Material und innerhalb bestimmter Sukkulenzgrade zutreffen können. Darüber hinaus müssen aber auch andere Ursachen für die Änderungen der Assimilationsintensität in Abhängigkeit von der Genomverdopplung vermutet werden.

Es war bereits einleitend darauf hingewiesen worden, daß unter dem Gesichtswinkel der ökologischen Eignung tetraploider Formen die Assimilationsintensitäten im Laufe der Vegetationszeit untersucht werden sollten. Tabelle 8 gibt Assimilationsuntersuchungen gegen Ende der Vegetationszeit (September) wieder. Es läßt sich an den untersuchten Reben die bereits von ANDERSSON (2) bei Gerste gefundene Änderung der Relation der Assimilationsintensitäten diploider und tetraploider

Formen im Laufe der Vegetation nachweisen, wobei gegen Ende der Vegetationszeit die Assimilationsintensitäten der tetraploiden Pflanzen diejenigen der diploiden erreichen (Sylvaner, Gf. 60-114-8) bzw. übertreffen (Riesling, Gf. I-23-16).

Tabelle 8. CO₂-Nettoassimilation von diploiden und tetraploiden Formen von *V. vinifera*-Sorten gegen Ende der Vegetationszeit (September).

Sorte		Nettoassimilation bezogen auf:		
		Fläche	Frischgewicht	Trockengewicht
Riesling	(2n)	100	100	100
	(4n)	119**	98	102
Sylvaner	(2n)	100	100	100
	(4n)	101	93	86*
Gf. 60-114-8	(2n)	100	100	100
	(4n)	101	86*	91*
Gf. I-23-16	(2n)	100	100	100
	(4n)	132*	91*	115*

Differenz zwischen 2n und 4n. — * = gesichert 5%; ** = gesichert 1%.

Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden an diploiden und tetraploiden Formen von *V. vinifera*-Sorten Blattstrukturen, Transpirationsverhältnisse, CO₂-Assimilation und Atmung untersucht. Die Änderungen dieser Eigenschaften in Abhängigkeit von der Polyploidisierung zeigen ein sehr uneinheitliches Bild. Es fanden sich, insbesondere bei der Untersuchung der Blattstrukturen, 4n-Formen, deren Blattstruktureigenschaften erheblich von den zu erwartenden Änderungen abwichen; so ließ sich z. B. eine Sylvaner-Mutante nachweisen, die keine Erhöhung des Sukkulenzgrades der Blätter hatte — eine Änderung, die bei tetraploiden infolge der Zellvergrößerung in den meisten Fällen auftritt —, trotzdem aber eine Herabsetzung der Spaltöffnungsichte und eine Vergrößerung der Zellen aufwies. Eine andere, ebenfalls von der Norm abweichende Form ist z. B. die tetraploide Mutante der Sorte Gf. I-23-16, die zwar eine

Erhöhung des Sukkulenzgrades, aber keine Änderung der Spaltöffnungsichte und Zellgröße zeigt.

Wenn auch die Untersuchungen der Transpiration, der CO_2 -Assimilation und der Atmung nicht ein so uneinheitliches Bild wie im Falle der Blattstrukturänderungen bieten, ergeben sich aber auch hier erhebliche Differenzen zwischen den einzelnen Sorten bei einem Vergleich der 4n-Formen mit ihren Ausgangsstöcken. Während z. B. die Sorte Sylvaner in der 4n-Form eine Transpirationssteigerung (flächenrelativ) von 80% gegenüber der 2n-Form aufweist, bringt die Sorte Riesling mit annähernd 30% nur eine relativ geringe Zunahme der Transpiration und die Sorte Gf. I-23-16 überhaupt keine Transpirationssteigerung. Ähnlich sind auch die Verhältnisse bei der CO_2 -Assimilation zu beurteilen, bei der zwischen den 2n- und 4n-Formen des Rieslings keine sicheren Differenzen nachzuweisen sind, während die Sorte Sylvaner außerordentlich stark auf die Polyploidisierung mit einem Absinken der flächenrelativen CO_2 -Assimilation reagiert.

Diese starke Variabilität der tetraploiden Mutanten, die gegenüber den diploiden Ausgangsstöcken in einzelnen Eigenschaften Änderungen aufweisen, die ganz erheblich von der zu erwartenden Norm abweichen, wird auch durch die Untersuchungen von WAGNER (30) bestätigt, der an einem umfangreichen Mutantenmaterial eine große Anzahl von Einzelseigenschaften und Merkmalen bestimmte und darauf hinwies, daß die verschiedenen tetraploiden Formen diploider Ausgangsstöcke auch innerhalb der gleichen Sorte ein völlig uneinheitliches Bild bieten, wobei die Ausgangsstöcke selbst phänotypisch völlig übereinstimmen können. Diese Verhältnisse machen die Bearbeitung polyploider Mutanten in der Rebenzüchtung besonders interessant und erhöhen die Wahrscheinlichkeit, mit dem Auffinden polyploider Pflanzen auch wertvolle und ertragsfähige Formen zu erhalten. Man wird die Ursachen dieser großen Variationsbreite tetraploider Formen auf die bei den Kultursorten von *V. vinifera* vorliegende starke Heterozygotie zurückführen dürfen.

Das hier untersuchte diploide und tetraploide Material bot besonders günstige Voraussetzungen dafür, Zusammenhänge zwischen der Blattstruktur, der Transpiration, der CO_2 -Assimilation sowie der Atmung zu untersuchen, da tetraploide Mutanten nachzuweisen waren, die trotz Genomverdopplung keine Änderungen der Blattstruktur (Sylvaner-4n) bzw. keine Änderung der Spaltöffnungsichte und Zellgröße (Gf. I-23-16) aufwiesen. Da die 4n-Formen von Sylvaner eine besonders hohe flächenrelative Transpiration gegenüber den 2n-Formen haben, während die Transpirationswerte der 4n-Formen von Gf. I-23-16 mit denen der 2n-Formen übereinstimmen, liegt es nahe, anzunehmen, daß die Ursachen für eine Zunahme der Transpiration (flächenrelativ) tetraploider Formen gegenüber der diploider Ausgangspflanzen nicht in einer Änderung der Blattstruktur (Oberflächenentwicklung, Sukkulenz) gesehen werden können, sondern vielmehr die Spaltöffnungsichte oder die Zunahme der Zellgröße unmittelbar einen Einfluß auf die Transpirationsintensität haben.

Dagegen bestehen in einem gewissen Umfange Zusammenhänge zwischen der Blattstruktur und

CO_2 -Assimilation, wie an Hand von Korrelationsuntersuchungen innerhalb genetisch gleichwertigen Materials festzustellen war. Hierbei scheint die Zunahme der Sukkulenz mit einer Abnahme der Assimilationsintensität verbunden zu sein, was sich in erster Linie bei absolut niedriger Lichtintensität auswirken könnte, wie es auch von STÄLFELT (28) berichtet wird. Aber auch diese Beziehungen sind nicht einheitlich; sie ließen sich mit Sicherheit nur bei Sorten mit einer — innerhalb der hier untersuchten Variationsbreite — relativ starken Oberflächenentwicklung nachweisen und werden außerdem durch die Differenzen, die zwischen den Sorten selbst bestehen, überlagert. Neben einem derartigen Zusammenhänge zwischen Sukkulenz und Assimilationsintensität müssen daher auch Faktoren angenommen werden, die unabhängig von der Blattstruktur die unterschiedliche CO_2 -Assimilationsintensität diploider und tetraploider Pflanzen erklären.

In diesem Zusammenhang ist es interessant, daß bei der Sorte Sylvaner die tetraploiden Pflanzen auf steigende Lichtintensitäten mit einer stärkeren Zunahme der Assimilation reagieren als die diploiden. Sofern also nicht durch eine Strukturänderung der Blätter als Folge der Polyploidisierung die Intensität der CO_2 -Assimilation beeinflußt wird, kann daher die gesteigerte Ausnutzungsfähigkeit tetraploider Pflanzen für die Lichtenergie, insbesondere im Bereich niedriger Werte, eine gewisse Bedeutung hinsichtlich ihrer ökologischen Anpassung haben. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß diese Eigenschaft einen gewissen Selektionswert für Gebiete höherer Breiten bekommt, so daß der stärkere Anteil polyploider Formen in diesen Gegenden auch eine Erklärung in der erhöhten Ausnutzungsfähigkeit für die Lichtenergie finden kann.

Schließlich sind die unterschiedlichen Eigenschaften diploider und tetraploider Rebenformen hinsichtlich ihrer ökologischen Anpassungsfähigkeit zu besprechen. Besondere Aufmerksamkeit verdient hierbei die Tatsache, daß im allgemeinen die tetraploiden Formen eine wesentlich höhere Transpirationsintensität aufweisen als die diploiden. Diese Änderungen der Transpirationsintensität als Folge der Polyploidisierung übertreffen die zwischen den Sorten selbst bestehenden Unterschiede in der Transpirationsintensität bei weitem, so daß innerhalb der 4n-Formen unter Berücksichtigung ihrer Transpirationsintensitäten eine von den 2n-Formen grundsätzlich abweichende Rangfolge der Sorten nachzuweisen ist. Mit einer so starken Änderung der Transpirationsintensität auf Grund der Polyploidisierung ist nun sicherlich eine Störung des ausgewogenen Wasserhaushaltes der Sorten verbunden, was sich hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige Wasserversorgung in einem starken Leistungsabfall auswirken muß. Die allgemeinen Erfahrungen mit tetraploiden Mutanten bestätigen diese Annahme. Insbesondere ist die Tatsache von Bedeutung, daß wurzelechte Vermehrungen tetraploider Mutanten in vielen Fällen auf außerordentliche Schwierigkeiten stoßen und eine Heranzucht wurzelechter Vermehrungen nur zu Pflanzen führt, die infolge ihrer herabgesetzten Vitalität einen starken Leistungsrückgang aufweisen. Bei einer Pfropfung tetraploider Formen auf Unterlagssorten — die ein höheres Wasserauf-

nahmevermögen haben (GEISLER [13]) — ist dagegen die Vermehrung und Kultur tetraploider Mutanten möglich.

Auch für den Tagesgang der Transpiration ergeben sich einige charakteristische Verhältnisse. Die höheren absoluten Transpirationswerte tetraploider Formen, die allerdings nur beim Vorliegen einer ausreichenden Wasserversorgung erreicht werden können, haben auch eine im Vergleich zu den 2n-Formen starke Änderung des Tagesganges der Transpiration zur Folge, wobei die bedeutend höheren Transpirationswerte der tetraploiden Form in den Vormittagsstunden gefunden werden können, während im Laufe des Nachmittages, diesen starken Wasserverlusten entsprechend, eine stärkere Einschränkung der Transpiration folgt. Dieses Verhalten hat naturgemäß einen relativ starken Einfluß auf die Produktion der Pflanzen und führt zu einem Nachlassen des Wuchses und Ertrages.

Schließlich ist auf die Verhältnisse bei der CO₂-Assimilation und Atmung hinzuweisen. Im allgemeinen scheint die CO₂-Assimilation tetraploider Formen geringer zu sein als die der diploiden. Wenn auch diesen Verhältnissen unmittelbar keine besondere Bedeutung im Hinblick auf die ökologische Leistungsfähigkeit der 4n-Formen beigemessen werden kann, dürfte sich aber im Zusammenhang mit der gleichzeitig gesteigerten Transpiration die Herabsetzung der CO₂-Assimilation auswirken und die im Mittel ungünstigeren Ertragsleistungen der Tetraploiden erklären. Allerdings können, wie die Untersuchungen gezeigt haben, auch 4n-Formen gefunden werden, die keine oder nur eine in sehr geringem Umfange schwächere Assimilationsintensität als die Diploiden aufweisen (Riesling).

Zusammenfassung

Diploide und tetraploide Formen von *V. vinifera*-Sorten wurden bezüglich ihrer Transpiration, CO₂-Assimilation und Atmung untersucht. Hierbei wurden insbesondere die Beziehungen dieser Eigenschaften zur Blattstruktur überprüft. Ziel der Untersuchungen war es außerdem, im Zusammenhange mit diesen Eigenschaften Hinweise auf die ökologischen Leistungen tetraploider Reben-Mutanten zu finden.

1. Tetraploide Formen von Riesling, Gf. 60-114-8 und Gf. I-23-16 zeigen gegenüber den diploiden Ausgangsstöcken eine Abnahme der Oberflächenentwicklung, eine Zunahme der Sukkulenz und eine Zunahme des Hartlaubcharakters. Die Untersuchung einer tetraploiden Sylvaner-Form ergab insofern eine Abweichung von diesen Verhältnissen, als zwischen diploiden und tetraploiden Typen keine Änderung der Blattstruktur nachzuweisen war.

Die Spaltöffnungsichte der tetraploiden Form ist mit Ausnahme der Sorte Gf. I-23-16 geringer als die der diploiden, das gilt auch für die Sylvaner 4n-Form. Die Sorte Gf. I-23-16 weist trotz Änderung der Blattstruktur keine Abnahme der Spaltöffnungsichte auf.

2. Die auf das Frischgewicht bezogene Transpiration der 4n-Formen aller untersuchten Sorten ist höher als die der 2n-Formen. Die flächenrelative Transpiration ist ebenfalls mit Ausnahme der Sorte Gf. I-23-16 bedeutend höher als die der diploiden

Form. Die Unterschiede in der Transpiration diploider und tetraploider Sorten sind insbesondere bei Berücksichtigung der flächenrelativen Transpiration sehr stark, so ist die Transpiration des 4n-Sylvaners um mehr als 80% höher als die der 2n-Form.

3. Die Assimilationsintensität tetraploider Formen ist bei allen untersuchten Sorten niedriger. Allerdings sind zwischen den einzelnen Sorten erhebliche Unterschiede; beim Riesling weist die 4n-Form kaum geringere Assimilationsintensitäten auf als die 2n-Form, beim Sylvaner und bei der Sorte Gf. 60-114-8 lassen sich dagegen um 10—15% deutlich geringere Assimilationsintensitäten der tetraploiden Formen bestimmen.

4. Eine spezifische Abhängigkeit der Assimilationsintensität von der Lichtstärke ist für die tetraploide Sylvaner-Form nachzuweisen, die auf zunehmende Lichtintensitäten mit einer höheren Steigerung der Assimilationsintensität reagiert als die diploide Form.

5. Gegen Ende der Vegetationszeit läßt sich bei allen Sorten eine relative Zunahme der Assimilationsintensität der tetraploiden Form gegenüber der diploiden nachweisen, so daß die Werte der diploiden Form erreicht bzw. übertroffen werden.

Literatur

- ALEXANDROV, W. G.: Über die Assimilations- und Transpirationsintensität der Blätter der wichtigsten Kachetischen Weinsorten. Ber. d. Bot. Ges. 46, 126—135 (1928).
- ANDERSSON, G.: Vergleichende Untersuchungen der Assimilationsintensität diploider und tetraploider Gerste. Sv. Bot. Tidskr. 37, 175—199 (1954).
- BAUMEISTER, W.: Zur Anwendung des Ultrarotabsorptionsschreibers für CO₂-Assimilationsmessungen an abgeschnittenen Blättern im Laboratorium. Ber. d. Bot. Ges. 65, 361—368 (1953).
- BEYSEL, D.: Assimilations- und Atmungsmessungen an diploiden und polyploiden Zuckerrüben. Der Züchter 27, 261—272 (1957).
- BÜNNING, E., und H. SAGROMSKY: Die Bildung des Spaltöffnungsmusters in der Blattepidermis. Z. f. Naturforsch. 3b, 203 (1948).
- CHEN, S. L., and P. S. TANG: Studies on colchicine-induced autotetraploid barley. III. Physiological studies. Amer. Journ. Bot. 32, 177—179 (1945).
- EGLER, K., and A. ERNST: Die Verwendung des Ultrarotabsorptionsschreibers für die vollautomatische und fortlaufende CO₂-Analyse bei Assimilations- und Atmungsmessungen an Pflanzen. Z. Naturforschung 4b, 351 (1949).
- EGLER, K., und W. SCHENK: Die Anwendung des Ultrarotabsorptionsschreibers in der Photosyntheseforschung. Ber. dtsh. Bot. Ges. 64, 180—196 (1951).
- EGLER, K.: Methode der Photosynthesemessung. a) Landpflanzen. Hdb. der Pflanzenphysiologie (Ruhland) V, Teil I, 115—168 (1960) Springer-Berlin.
- EKDAHL, J.: Comparative studies in the physiology of diploid and tetraploid barley. Arkiv f. Botanik 31A, 1—45 (1944).
- GEISLER, G.: Die Bedeutung blattmorphologischer Merkmale für die Züchtung dürreresistenter Unterlagsreben. Vitis 2, 153—171 (1960).
- GEISLER, G.: Transpirationsuntersuchungen an Rebenarten im Vergleich zu einer Kultursorte. Z. f. Pflanzenzüchtg. 44, 321—348 (1960).
- GEISLER, G.: Untersuchungen über die Bedeutung des Transpirationsverhaltens und der Dürreresistenz von Sämlingen interspezifischer *Vitis*-Kreuzungen für die Unterlagszüchtung. Der Züchter 30, 279—284 (1960).
- HESSE, R.: Vergleichende Untersuchungen an diploiden und tetraploiden Petunien. Z. f. Abst. und Vererb.-Lehre 75, 1 (1938).
- HUBER, B.: Registrierung des CO₂-Gefälles und Berechnung des CO₂-Stromes über Pflanzengesellschaften mittels Ultrarot-Absorptionsschreiber. Ber. dtsh. Bot. Ges. 63, 53 (1950).
- LARSEN, P.: Vergleich der direkt bestimmten und der aus Messungen der Assimilation und Atmung errechneten Stoffproduktion einjähriger Pflanzenbestände. Planta 32, 343—363 (1941).
- LARSEN, P.: The aspects of poly-

ploidy in the genus *Solanum*. II. Production of dry matter, rate of photosynthesis and respiration and development of leaf area in some diploid, autotetraploid and amphidiploid strains of *Solanum*. Kgl. Dansk. Selsk. Biol. Medd. 18, 1—54 (1943). — 18. DE LATIN, G.: Spontane und induzierte Polyploide bei Reben. Der Züchter 12, 225—231 (1940). — 19. LUNDEGÅRD, H.: Zur Physiologie und Ökologie der Kohlensäureassimilation. Biol. Z. Bl. 42, 337—358 (1922). — 20. LUNDEGÅRD, H.: Klima und Boden. 5. Aufl. Jena (1957). — 21. PIRSCHLE, K.: Quantitative Untersuchungen über Wachstum und „Ertrag“ autopolyploider Pflanzen. Z. f. Vererb.-Lehre 80, 126—156 (1942). — 22. PIRSCHLE, K.: Weitere Untersuchungen über Wachstum und „Ertrag“ von Autopolyploiden (2n, 3n, 4n) und ihren Bastarden. Z. f. Vererb.-Lehre 80, 247—270 (1942). — 23. SCHANDERL, H.: Untersuchungen über die Photosynthese einiger Rebensorten, speziell des Rieslings, unter natürlichen Verhältnissen. Pflanzenbau 3, 529—560 (1930). — 24.

SCHERZ, W.: Die Mutationen der Reben, ihre Bedeutung und Auswertung für die Züchtung. Wein und Rebe 22, 73—86 (1940). — 25. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. Zum Wasserhaushalt diploider und polyploider Pflanzen. Der Züchter 19, 221—232 (1949). — 26. SCHWANITZ, F.: Zur Atmung diploider und autotetraploider Pflanzen. Der Züchter 20, 76—81 (1950 b). — 27. STÄLFELT, M. G.: Kohlensäureassimilation und Atmung großwüchsiger Polyploider. Arkiv f. Bot. 30A, 1 (1943). — 28. STÄLFELT, M. G.: zitiert nach 20. — 29. STOUT, M.: Some factors that affect the respiration rate of sugar beets. Proc. Americ. Soc. Sug. Beet Techn. 8, 404—409 (1954). — 30. WAGNER, E.: Über spontane tetraploide Mutanten von *V. vinifera* L. Vitis 1, 197—217 (1958). — 31. WÖHRMANN, K., und H. MEYER zu DREWER: Vergleichende Untersuchungen über die CO₂-Aufnahme di- und tetraploider Pflanzen von *Trifolium incarnatum* in Abhängigkeit von Lichtintensität und Temperatur. Der Züchter 29, 264—270 (1959).

Aus dem Institut für Agrobiologie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

Die Feldresistenz der Früchte von Wildtomaten gegen parasitische Pilze

Von GERHARD GRÜMMER und ELISABETH GÜNTHER

Mit 2 Abbildungen

I. Einleitung

Die Rentabilität des Tomatenanbaus wird in allen Teilen der Welt durch das starke Auftreten von Krankheitserregern gefährdet. Zahlreiche Untersuchungen über die einzelnen Erreger und ihre wirtschaftliche Bedeutung liegen vor allem aus den USA und aus verschiedenen europäischen Ländern vor. In Nordamerika spielen *Fusarium oxysporum* und bakterielle Welkekrankheiten eine große Rolle, die in Europa keine oder nur eine geringe Bedeutung haben. Daher sind viele Angaben der amerikanischen Autoren nicht ohne weiteres auf die europäischen Verhältnisse übertragbar.

Zahlreiche Publikationen erwähnen eine Resistenz bzw. Immunität von Wildarten gegen einen oder mehrere Krankheitserreger. Durch Einkreuzung von Wildformen versuchte man, krankheitsresistente Kulturtomaten zu schaffen (v. SENGBUSCH 1933, ALEXANDER u. HOOVER 1953, 1955, DOOLITTLE 1954, RICK u. BUTLER 1956). Als Ausgangsmaterial dienten hierbei vor allem *L. pimpinellifolium*, *L. hirsutum* und *L. peruvianum*.

Im norddeutschen Küstengebiet spielen zahlreiche Fruchtfäulen eine Rolle, die nur durch 3—7malige Spritzung mit Fungiziden wirksam bekämpft werden können (GRÜMMER und GÜNTHER, 1959). Auf lange Sicht hätte daher eine Züchtung resistenter Tomatensorten gute wirtschaftliche Aussichten, da umfangreiche Bekämpfungsmaßnahmen überflüssig werden.

Die wichtigste Rolle spielt unter den hiesigen Verhältnissen die Braunfäule der Tomaten, hervorgerufen durch *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Nach Ermittlungen von GÜNTHER und GRÜMMER (1958) lag trotz dreimaliger Spritzung mit Kupferpräparaten der Anteil braunfauler Früchte an der Gesamternte bei den besten Handelssorten etwa zwischen fünf und dreißig Prozent; die Höhe der jährlich auftretenden Ertragsverluste wurde stark vom Witterungsverlauf beeinflusst. Keine der geprüften Handelssorten besaß eine ausreichende Feldresistenz gegen den Erreger. Lediglich besonders frühreife Sorten

wie „Fanal“ und „Frühe Liebe“ entgingen in den meisten Jahren einem stärkeren Befall, da ein großer Teil der Früchte vor dem ersten stärkeren Auftreten des Erregers geerntet werden konnte.

An zweiter Stelle sind die von *Alternaria porri* (Ell.) Neerg. f. sp. *solani* (E. u. M.) und von *Didymella lycopersici* Kleb. hervorgerufenen Fäulen der Früchte zu nennen. Ihre wirtschaftliche Bedeutung ist zwar geringer als die der Braunfäule (Einzelheiten bei GÜNTHER und GRÜMMER, 1958), doch sollte man bei Neuzüchtungen auf eine Feldresistenz gegen diese Erreger hinarbeiten.

Andere Fruchtfäulen spielen in unserem Gebiet nur eine untergeordnete Rolle. Auch Stengelfäulen und Welkekrankheiten traten in den vergangenen Jahren nur vereinzelt auf. Daher konzentriert sich das Interesse der Züchter vor allem auf *Phytophthora*, *Didymella* und *Alternaria*.

II. Material

Eine vollständige Bearbeitung des Verhaltens von *Lycopersicon*-Wildarten hätte die Prüfung eines sehr umfangreichen Wildtomatensortimentes mit vielen verschiedenen Herkünften erforderlich gemacht. Daher wurde in einem umfassenden Sortiment zunächst eine mehrjährige Vorauswahl durchgeführt, bei der aus jeder für den Tomatenzüchter interessanten Untersippe der Gattung *Lycopersicon* eine Form ausgewählt wurde, die weniger stark von den Krankheitserregern befallen wurde als die anderen im Sortiment vorhandenen verwandten Stämme. Künstliche Infektionen wurden nicht vorgenommen, sondern es erfolgte nur eine mehrjährige Bonitierung der Feldresistenz. Hierunter verstehen wir das Verhalten einer Sorte gegen die am Standort vorkommenden Biotypen unter den dort herrschenden Infektionsbedingungen.

Die Prüfung der ausgelesenen Stämme erfolgte in den Jahren 1958—1960. Wir bearbeiteten vorwiegend die taxonomischen Untersippen, denen auch von anderen Autoren (vgl. CURRENCE, 1959) Bedeutung