

Aus der Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof

Untersuchungen über die Zellsaftkonzentration bei Reben

I. Modifikabilität und Variabilität des osmotischen Wertes.

von

G. ALLEWELDT und G. GEISLER

Der osmotische Wert des Zellsaftes wird in vielfacher Hinsicht als Indikator für die Anpassungsfähigkeit der Pflanzen und ihr Verhalten gegenüber exogenen Faktoren herangezogen. So setzt WALTER (1931) seine Größenordnung in Beziehung zur ökologischen Anpassung der Arten, während zahlreiche andere Autoren in ihm — wenn auch in quantitativer Hinsicht unterschiedlich beurteilt — ein Erkennungsmerkmal für die Frost- und Trockenresistenz sehen (z. B. LEVITT 1951, 1957; LUKAS 1956). Auch für wachstumsphysiologische Vorgänge (FERNALD 1925; LOBOW 1951) und für die Resistenz gegen einige Pilzarten (THATCHER 1942) wird der osmotische Wert verantwortlich gemacht.

Es erschien auf Grund dieser Gegebenheiten als sehr aussichtsreich, Untersuchungen über den osmotischen Wert des Zellsaftes an genetisch sehr verschiedenem Rebenmaterial durchzuführen, zumal die wenigen kryoskopischen Messungen von RIVES (1925) an Reben auf bestehende Sortenunterschiede hinweisen. Zunächst galt es, die Variabilität des osmotischen Wertes, sowie die pflanzenphysiologische Reaktion der Sorten auf Veränderung der Umweltbedingungen festzustellen.

Methodik

Der osmotische Wert des Zellsaftes wurde kryoskopisch nach der von WALTER (1939) angegebenen Methode bestimmt und die Gefrierpunkterniedrigung mit Hilfe der angegebenen Tabellen in Atmosphärenwerte umgerechnet. Die Abtötung des Untersuchungsmaterials, das nach der Probenahme sogleich in kleine, dichtverschließbare Schraubgläser gefüllt wurde, erfolgte im Trockenschrank bei einer Temperatur von etwa 105° C und einer Dauer von 15—20 Minuten. Danach verblieben die Proben bis zur Aufarbeitung in einem Kühlraum von +5° C. Für jede Bestimmung wurden 2 Parallelproben genommen, die, wie es sich im Verlauf der Untersuchungen zeigte, um nicht mehr als 0,8—1,2 Atm. unterschieden. Die lösliche Trockensubstanz wurde mit einem Leitz'schen Handzuckerrefraktometer bestimmt und in den Tabellen als „Refraktometerwert“ angegeben.

Die Azidität des Zellsaftes wurde in grober Annäherung mit Lyphan-Papier der Fa. Klotz, Berlin, welches in Stufen von 0,2 und 0,3 pH unterteilt war, ermittelt.

Ergebnisse

1. Variation der Zellsaftkonzentration in der Pflanze.

Unter normalen Wachstumsbedingungen sind die Differenzen im osmotischen Wert zwischen den verschiedenen Organen und Teilen einer Pflanze mitunter recht erheblich (Tabelle 1). Die Richtung des osmotischen Druckgefälles ist bei allen Sorten gleich und stimmt mit den Befunden von DIXON and ATKINS (1916), FERNALD (1925), FISCHER (1948), HERRICK (1933), ILJIN (1929), PFEIFFER (1933), URSPRUNG und BLUM (1916 a) überein, wonach der osmotische Wert im Stengel oder Stamm basipetal abnimmt, fernerhin ein beachtliches Druckgefälle zwischen Blättern und Stengel besteht und letztlich der osmotische Wert der Blätter mit zunehmender Insertionshöhe mehr oder minder stark abfällt. Sehr niedrige Werte finden sich in jungen, heranwachsenden Früchten (vgl. auch PFEIFFER 1933). Die Ansicht von HARRIS und

Tabelle 1

Variation der Zellsaftkonzentration und der Zellsaftazidität in verschiedenen Pflanzenorganen.

Sorte	Pflanzenteil	osmotischer	Refrakto-	pH	osm. Wert
		Wert	meterwert		Refrakto-
		Atm.	‰		meterwert
F. S. 4-201-39	1.- 6. Blatt	13,84	8,4	3,3	1,65
	7.-12. Blatt	12,04	7,8	3,3	1,54
	1.- 6. Internodium	8,31	4,0	4,3	2,08
	7.-12. Internodium	8,67	4,5	4,0	1,95
	Triebspitze	10,36	6,4	3,6	1,62
Gutedel	1.- 5. Blatt	15,28	9,8	3,5	1,56
	6.-14. Blatt	13,60	8,5	3,5	1,60
	1.- 5. Internodium	8,91	4,2	4,5	2,12
	6.-14. Internodium	9,39	4,7	4,1	2,00
	Triebspitze	12,28	7,6	3,5	1,62
	Geschein	7,23	3,3	2,6	2,19
Rip. G 176	1.- 5. Blatt	12,52	6,9	3,4	1,81
	9.-13. Blatt	12,28	6,7	3,2	1,83
	1.- 5. Internodium	9,51	5,4	4,6	1,76
	9.-13. Internodium	10,12	5,6	4,2	1,81
	Triebspitze	10,72	5,5	3,5	1,95
MG-101-14	1.- 6. Blatt	10,24	6,0	2,7	1,71
	13.-15. Blatt	9,51	5,6	2,6	1,70
	1.- 6. Internod.	7,83	4,6	4,2	1,70
	13.-15. Internod.	8,79	5,6	3,8	1,57
	Triebspitze	9,39	5,9	3,3	1,59

Untersuchung am: 10. 8. 1956
 Zeit: 8.30—9.30 Uhr
 Witterung: sonnig, trocken

Mitarb. (1917), KORSTIAN (1924) und LAMBRECHT (1929), daß der osmotische Wert mit zunehmender Entfernung vom wasseraufnehmendem Organ (Wurzel) ansteigt, also auch mit der Insertionshöhe der Blätter, konnte für Reben nicht nachgewiesen werden, wenn auch nicht für jede Sorte eine gleich strenge Beziehung zwischen den osmotischen Werten alter und junger Blätter gefunden wurde.

Bei den Sorten Trollinger und Kober 5 BB wurde in mehreren Untersuchungen die Verteilung des osmotischen Wertes innerhalb des Blattes gemessen. Tabelle 2 gibt das Ergebnis einer derartigen Meßreihe wieder. Wie auch an anderen Pflanzen festgestellt (BECK 1930, ILJIN 1929, THOENES 1930, URSPRUNG und BLUM 1916 a), steigt der osmotische Wert mit der Abnahme an apoplastischen Zellen. Die Unterschiede zwischen Blattstiel und Blattspitze können etwa 2—6 Atm. betragen, so daß es für vergleichende Sortenuntersuchungen eine unerläßliche Voraussetzung ist, die Blattstiellänge, die bei Reben sehr unterschiedlich ist, zu berücksichtigen oder besser noch, die Messungen nur an Blattspitzen durchzuführen.

Der Refraktometerwert des Preßsaftes gibt im großen und ganzen die Gegebenheiten der osmotischen Druckdifferenzen wieder. Doch ist das Verhältnis zwischen beiden sortentypisch und nicht konstant. Während z. B. der Quotient aus der Division des osmotischen Wertes mit dem Refraktometerwert bei der Neuzüchtung F. S. 4-201-39 und Gutedel im Stengel beträchtlich höher ist als im Blatt, zeigen die beiden anderen Sorten keinen derartigen Unterschied. Vermutlich spielt hierbei der Zuckeranteil am osmotischen Wert eine entscheidende Rolle, und zwar derart, daß er mit fallendem

Tabelle 2
Veränderung der Zellsaftkonzentration innerhalb des Blattes.

Teil des Blattes	osmotischer Wert Atm.	Refraktometerwert ‰	osmotischer Wert Refraktometerwert
Trollinger			
Kontrolle ¹⁾	12,88	7,8	1,65
Blattstiel	7,95	3,6	2,21
Blattbasis	11,08	6,4	1,73
Blattmitte	12,52	7,6	1,65
Blattspitze	13,72	9,0	1,52
Kober 5 BB			
Kontrolle ¹⁾	9,88	5,5	1,80
Blattstiel	8,43	3,4	2,48
Blattbasis	8,91	4,9	1,82
Blattmitte	9,76	5,5	1,76
Blattspitze	10,96	5,6	1,96

¹⁾ nur Blattspitze
Untersuchung am: 26. 6. 1956
Zeit: 11.00 Uhr

Quotienten ansteigt. Fraglos wäre die Entscheidung dieser Möglichkeit für das Verhalten bei Trockenheit von nicht unwesentlichem Interesse.

Die Zellsaftazidität ist in den Blättern allgemein höher als im Stengel. Da er aber im Stengel zur Sproßspitze hin fällt, besteht sicherlich kein ursächlicher Zusammenhang mit dem osmotischen Wert (vgl. hierzu auch KESSLER 1935).

2. Tagesschwankungen der Zellsaftkonzentration.

Die Tagesschwankungen des osmotischen Wertes des Zellsaftes sind bei Reben im allgemeinen größer als bei krautigen Pflanzen oder anderen Holzgewächsen (FERNALD 1925, FUCHS 1935, HERRICK 1933, LAMBRECHT 1929, MARSH 1941, THOENES 1930, URSPRUNG und BLUM 1916 b, WALTER 1931 u. a.). Sie betragen an sonnigen Tagen im Spätsommer etwa 3,0—4,6 Atm., wobei die relative Steigerung bei Sorten mit einem niedrigen osmotischen Wert (Riesling und MG 101-14) höher ist als bei Sorten mit einem hohen Wert (Malbec und Riparia G 1), wie aus Tabelle 3 hervorgeht. Auch tritt der Zeitpunkt des Maximums nicht bei allen Sorten gleichzeitig ein, sondern liegt zwischen 9.00 Uhr (Malbec) und 13.00 Uhr (Riesling 90), wobei noch, wie auf Tabelle 4, Seite 185 zu ersehen ist, auch ein zweites Maximum in den Nachmittagsstunden auftreten kann.

Tabelle 3

Tagesschwankungen der Zellsaftkonzentration bei verschiedenen Rebensorten

Zeit	Malbec		Riparia G 1		Riesling Klon 90		MG 101-14	
	osm. Wert Atm.	Refrakt.-wert ‰	osm. Wert Atm.	Refrakt.-wert ‰	osm. Wert Atm.	Refrakt.-wert ‰	osm. Wert Atm.	Ref.-wert ‰
7.00	16.58	10,8	13.48	5.5	12.40	6.7	12.34	7.5
9.00	19.60!	11.7	15.28	7.5	14.72	7.5	16.12	7.2
11.00	18.40	11.5	16.36!	10.0	15.40	11.0	16.96!	8.0
13.00	17.08	12.0	15.40	10.0	16.72!	11.0	14.80	9.0
15.00	13.48	12.0	16.28	8.0	16.14	10.0	14.52	8.5
17.00	13.92	12.5	14.84	9.0	13.36	10.0	12.40	8.5
Mittel	16.51	11.6	15.27	8.3	14.79	9.4	14.52	6.1
Amplitude,								
abs.	3.02		2.88		4.32		4.62	
rel.	118		121		134		137	

Untersuchung am: 6. 8. 1958

Witterung: sonnig, bewölkt

Stets wird der niedrigste Wert in den frühen Morgenstunden gemessen. Dieser repräsentiert zugleich auch das echte Verhältnis zwischen den Sorten, da er die gleichen Relationen widerspiegelt, wie das aus allen Einzelwerten gebildete Mittel. Zudem können wir erkennen, daß die Sortenunterschiede zwischen 7.00 und 9.00 Uhr am größten sind. Demnach bietet die Entnahme von Untersuchungsmaterial in den Morgenstunden für vergleichende Sorten-

untersuchungen günstige Voraussetzungen, zumal die stets veränderlichen Witterungsfaktoren während des Tages zu unregelmäßigen Sortenrelationen führen.

Tabelle 4

Tagesschwankungen der Zellsaftkonzentration bei verschiedener Lichtintensität.
(Sorte: F. S. 4—201—39)

Zeit	osmotischer Wert in Atm.			Refraktometerwert	
	Sonne	Schatten	Diff.	Sonne	Schatten
8.00	17,56	15,52	2.04	11,3	10,3
9.15	19,66	15,28	4.38	11,8	10,0
10.30	23,08	16,00	7.08	13,8	10,5
12.00	20,80	15,22	5.58	14,0	10,3
13.00	22,89	17,98	4.91	12,2	11,0
14.15	24,63	18,04	6.59	13,2	11,3
15.45	21,28	17,02	4.26	12,5	10,3
17.00	18,82	14,98	3.84	12,4	9,5
Mittel:	21,09	16,25	3.84	12,7	10,4

Tagesverlauf der Lichtintensität in 1 000 Lx

Zeit	Sonne	Schatten	Schatten × 100
			Sonne ‰
8.00	47	6,5	14
9.15	69	6	9
10.30	90	5,5	6
11.45	80	5	6
13.00	42	3	7
14.15	20	4,5	23
15.45	20	3,5	18
17.00	7,5	4	53

Untersuchung am: 27. 8. 1957

Witterung: vormittags: klar, sonnig

nachmittags: zunehmende Bewölkung

Die Veränderungen des osmotischen Wertes während des Tages deuten auf einen Zusammenhang mit der Transpiration hin und mit den dadurch eintretenden Veränderungen im Wasserhaushalt der Blätter. Hierauf weisen

auch die Untersuchungen an bewölkten Tagen hin, an denen die Tagesschwankungen des osmotischen Wertes sehr gering sein können, so z. B. bei Gutedel 0,36 Atm. oder Riesling 90 0,96 Atm. Fernerhin sind die Tagesschwankungen von im Schatten befindlichen Blättern, wie wir im folgenden Abschnitt sehen werden, wesentlich geringer als von Blättern, die dem vollen Tageslicht ausgesetzt sind. (vgl. GAIL 1926, HALMA and HAAS 1928, KORSTIAN 1924, URSPRUNG und BLUM 1916 c).

3. Der Einfluß der Lichtintensität auf die Zellsaftkonzentration der Blätter.

Die dem direkten Sonnenlicht ausgesetzten Blätter der Neuzucht F. S. 4—201—39 haben zu allen Tageszeiten einen höheren osmotischen Wert als die im Schatten befindlichen, wie an einer nahezu in west-östlicher Richtung stehenden Anlage festgestellt wurde. (Tabelle 4, Seite 185). Die Differenzen steigen in den Morgenstunden rapide an und erreichen gegen 10.00 Uhr einen Maximalwert von etwa 7,0 Atm. Ein weiteres Differenzmaximum tritt noch einmal in den frühen Nachmittagsstunden auf. Trotz der am Nachmittag des Untersuchungstages zunehmenden Bewölkung und damit einer ausgeglichenen Lichtintensität der Süd- und Nordblätter, bleiben die Differenzen in der Zellsaftkonzentration größer als zu Beginn der Untersuchung am Vormittag. Der eingetretene Wasserverlust der „Sonnen“-Blätter infolge höherer Transpiration wird also erst in den Abend- und Nachtstunden wieder ausgeglichen.

Der Tagesverlauf des osmotischen Wertes spiegelt im übrigen die im vorigen Abschnitt bereits besprochenen Beobachtungen wieder.

Ähnliche Unterschiede zwischen dem osmotischen Wert der „Sonnen“- und „Schatten“-Blätter wurden noch in weiteren Meßreihen bestätigt. So hat z. B. die Zellsaftkonzentration im Mittel von 3 Einzeluntersuchungen (3.—5. Juli 1957) bei der Sorte F. S. 4-201-39 in der Sonne einen Wert von 13,1 Atm., im Schatten dagegen von 11,4 Atm. Bei der amerikanischen Art *Vitis riparia* (Sorte: Riparia G 1) wurden am 3. Juli 1957 Werte von 14,0 und 12,8 Atm. gemessen

4. Die Modifikabilität der Zellsaftkonzentration innerhalb eines Klones.

Von grundlegender Wichtigkeit für alle weiteren Untersuchungen ist die Kenntnis der Schwankungsbreite des osmotischen Wertes innerhalb eines Klones. Hierzu wurden insgesamt 20 Stock innerhalb einer Zeile einer hiesigen Rebanlage (Sylvaner cand. 1—76) an 2 verschiedenen Tagen untersucht (23. und 28. August 1957). Bei einem Mittelwert von 16,27 Atm., bzw. 14,21 Atm. wurde ein m‰-Wert von 1,4‰ ($\pm m=0,22$) und 2,5‰ ($\pm m=0,36$) berechnet. Unter den hier gegebenen recht gleichartigen Bodenverhältnissen genügen somit schon wenige Pflanzen, um einen für sie charakteristischen osmotischen Wert zu erfassen. In der Folge dienten dann bei Freilanduntersuchungen im allgemeinen 5 Einzelpflanzen einer Sorte als Ausgangspunkt für Meßreihen wobei dann, entsprechend den gefundenen m‰-Werten, Differenzen von etwa 10‰ zu erfassen sind.

5. Der Einfluß unterschiedlicher Wasserversorgung auf die Zellsaftkonzentration.

In Topfversuchen wurde die Veränderung der Zellsaftkonzentration bei 9 *Vitis*-Arten und -Sorten untersucht. Von den methodischen Einzelheiten

der Versuchsanstellung sei erwähnt:

2-Augenstecklinge wurden im zeitigen Frühjahr in Tontöpfe mit einem oberen Durchmesser von 10 cm im Gewächshaus zum Austrieb gebracht. Die Anzahl der Pflanzen je Variante betrug 10. Sobald die Pflanzen der ersten Pflanzzeit eine Wuchslänge von etwa 20 cm erreicht hatten, wurde die Wasserversorgung bei der Variante „trocken“ fast restlos eingestellt. Wenige Tage später, sobald ein Welkebeginn bei einigen Pflanzen erkennbar wurde, erfolgte die Probenahme von Blattspreiten. Mit stets neuem Pflanzenmaterial wurden im Zeitraum vom 9. 4. — 26. 6. 1957 insgesamt 5 Untersuchungen durchgeführt.

Tabelle 5

Einfluß unterschiedlicher Wasserversorgung auf die Zellsaftkonzentration (Mittelwerte aus 5 Einzeluntersuchungen).

Sorte	Variante		Veränderung	
	feucht	trocken	abs.	rel.
osmotischer Wert in Atm.				
Ob. 595	10,85	13,46	+ 2,61	124
Gutedel	9,81	12,10	+ 2,29	123
F. S. 4-201-39	9,71	11,53	+ 1,82	119
Riparia 179 G	9,37	11,79	+ 2,42	126
<i>V. labrusca</i>	9,15	11,80	+ 2,65	129
MG 101-14	8,68	11,52	+ 2,84	133
Dr. Decker-Rebe	8,31	9,58	+ 1,27	115
Rupestris du Lot	8,13	10,69	+ 2,56	131
Riesling Klon 90	7,90	10,58	+ 2,68	134
Refraktometerwert in ‰				
Ob. 595	5,9	7,5	+ 1,6	127
Gutedel	5,2	6,3	+ 1,1	121
F. S. 4-201-39	4,9	6,5	+ 1,6	133
Riparia 179 G	5,0	6,3	+ 1,3	126
<i>V. labrusca</i>	4,9	6,4	+ 1,5	131
MG 101-14	4,6	6,3	+ 1,7	137
Dr. Decker-Rebe	4,1	5,3	+ 1,2	129
Rupestris du Lot	4,4	6,1	+ 1,7	139
Riesling Klon 90	3,8	5,8	+ 2,0	153
osmotischer Wert: Refraktometerwert				
Ob. 595	1,84	1,80	- 0,04	98
Gutedel	1,88	1,92	+ 0,04	102
F. S. 4-201-39	1,98	1,77	- 0,22	89
Riparia 179 G	1,87	1,87	± 0,00	100
<i>V. labrusca</i>	1,87	1,84	- 0,03	98
MG 101-14	1,89	1,83	- 0,06	97
Dr. Decker-Rebe	2,02	1,81	- 0,21	90
Rupestris du Lot	1,85	1,75	- 0,10	95
Riesling Klon 90	2,08	1,82	- 0,26	88

Die Ergebnisse sind in Tabelle 5, Seite 187 zusammengefaßt. Da zwischen den Einzeluntersuchungen keine qualitativen Unterschiede vorlagen, erschien die Wiedergabe von Mittelwerten berechtigt. Zunächst ist festzustellen, daß alle Sorten auf eine Abnahme des Bodenwassergehaltes mit einer Zunahme im osmotischen Wert reagieren. Die mittlere Differenz zwischen beiden Varianten beträgt 1,3—2,8 Atm. oder 15—34%. Die höchste relative Steigerung des osmotischen Wertes mit 131—134% wurde bei den Sorten Riesling 90, MG 101—14 und Rupestris du Lot festgestellt, die niedrigste mit 115—119% bei den Neuzuchten Dr. Decker-Rebe und F.S. 4—201—39. Mit Ausnahme der Dr. Decker-Rebe, die bei einem niedrigen osmotischen Wert bei Trockenheit eine nur geringe Erhöhung der Zellsaftkonzentration zeigt, ist eine negative Korrelation zwischen der Zellsaftkonzentration und seiner Erhöhung bei mangelnder Wasserversorgung zu erkennen. Sortencharakteristisch ist fernerhin auch das Verhältnis zwischen dem osmotischen Wert und der mit dem Refraktometer gemessenen löslichen Trockensubstanz. Bei zunehmender Bodentrockenheit erniedrigt sich dieser Quotient (vgl. Tabelle 5, Seite 187) bei den Sorten F.S. 4—201—39, Dr. Decker-Rebe und Riesling 90 um etwa 0,2, sowie in geringerem Ausmaß auch bei Rupestris du Lot (0,1). Alle anderen Sorten zeigen dagegen keine Veränderung im genannten Verhältnis. Diese Differenzen können einerseits bedingt sein durch eine relativ höhere Steigerung des osmotischen Wertes im Vergleich zum Refraktometerwert oder andererseits durch eine entsprechend höhere Steigerung des Refraktometerwertes. Welche physiologischen Ursachen hierfür verantwortlich zu machen sind, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Es ist naturgemäß noch verfrüht, über die möglichen Beziehungen zwischen diesem sorteneigenen Verhalten und der Trockenresistenz, bzw. der Ertragsleistung bei erschwerter Wasserversorgung eine endgültige Aussage zu machen. Dies bleibt späteren experimentellen Untersuchungen vorbehalten. Sofern hier die bei anderen Kulturpflanzen gewonnenen Ergebnisse auf das Verhalten der Reben übertragen werden dürfen, so läßt sich zunächst feststellen, daß von verschiedenen Autoren eine sortentypische Anpassung an eine veränderte Wasserversorgung beobachtet wurde. (FUCHS 1935, ILJIN 1929 b, SCHMIDT und Mitarb. 1940, SIMONIS 1936, STOCKER 1948 u. a.). Von MUDRA (1933) und SCHMIDT, DIWALD und STOCKER (1940) wurde eine erhöhte Trockenresistenz bei den reaktionsfähigeren Sorten beobachtet.

6. Jahresschwankungen der Zellsaftkonzentration bei *Vitis*-Arten und Sorten.

Um festzustellen, ob und in welchem Ausmaß die osmotischen Zustandsgrößen einer Art und einer Sorte quantitativ faßbar sind, mithin also nicht von unkontrollierbaren Umweltfaktoren überdeckt werden, wurde es als notwendig erachtet, den dynamischen Verlauf des osmotischen Wertes während einer Vegetationsperiode zu messen. Zunächst wurden 1956 an insgesamt 28 Sorten im hiesigen, sehr umfangreichen Sortiment Messungen angestellt, die es erlaubten, extrem reagierende Sorten zu erkennen. Mit diesen (11 Sorten) konnte 1957 die Untersuchung über die jahreszeitlichen Schwankungen des osmotischen Wertes infolge der höheren zeitlichen Aufeinanderfolge der Probenahmen intensiver erfolgen.

Tabelle 6

Jahresschwankungen des osmotischen Wertes (in Atm) bei verschiedenen Arten und Sorten der Gattung *Vitis*

Sorte	Untersuchung am:												M	± m	m%
	27.5. 1	6.6. 2	15.6. 3	26.6. 4	6.7. 5	16.7. 6	29.7. 7	5.8. 8	26.8. 9	5.9. 10	18.9. 11	4.10.57 12			
Elbling	10,60	11,14	10,60	14,20	11,92	14,32	15,52	17,60	21,52	18,28	18,86	21,88	15,54 ± 1,18	7.6	
Cinera A	14,44	14,14	13,12	12,52	14,02	16,90	15,47	15,76	14,98	18,88	18,82	14,68	15,30 ± 0,59	3.9	
Portugieser	10,90	9,28	9,94	12,22	10,36	11,92	13,06	18,40	16,12	18,40	20,80	23,08	14,35 ± 1,34	9.2	
F. S. 4-201-39	13,24	12,28	10,30	12,09	10,36	12,64	13,90	15,64	15,34	18,40	18,52	19,06	14,32 ± 0,89	8.9	
Riparia G 1	14,38	11,01	10,42	12,46	11,38	14,20	11,44	13,00	13,24	15,40	18,46	18,16	13,64 ± 0,76	5.6	
Dr. Decker-Rebe	10,36	8,49	9,03	12,16	11,62	13,18	11,08	13,72	14,98	15,94	16,24	16,12	12,74 ± 0,79	6.2	
Kober 5 BB	13,60	11,68	10,42	11,44	10,42	12,28	12,10	11,56	13,54	13,72	13,66	15,40	12,48 ± 0,44	3.5	
<i>V. labrusca</i>	11,56	11,56	10,15	11,12	10,24	11,56	10,30	13,48	13,06	14,20	14,14	16,66	12,34 ± 0,51	4.1	
Riesling Klon 90	9,69	9,63	9,27	10,96	11,08	13,42	9,88	13,06	13,24	12,82	15,46	13,48	11,83 ± 0,58	5.4	
Rupestris du Lot	11,44	10,60	8,97	11,62	10,48	10,84	9,94	12,22	10,96	14,20	13,48	16,08	11,74 ± 0,51	4.7	
MG 101-14	11,26	10,30	9,21	9,33	8,73	10,36	8,31	12,22	10,12	12,82	12,40	14,08	10,76 ± 0,52	4.8	

Tabelle 7

Zellsaftkonzentration und -azidität bei verschiedenen *Vitis*-Sorten.

	osmotischer Wert in Atm.			Refraktometerwert in ‰			pH		
	1956	1957	Diff.	1956	1957	Diff.	1956	1957	Diff.
Elbling	16.21 ± 0,83	15,54 ± 1.18	-0.67	10.5 ± 0.26	8.8 ± 0.91	-1.7	3.4 ± 0.05	3.5 ± 0.06	+0.1
Cinera A	14.84 ± 0.42	15.30 ± 0.59	+0.46	9.5 ± 0.34	8.7 ± 0.57	-0.8	3.8 ± 0.06	3.7 ± 0.06	-0.1
Portugieser	15.20 ± 0.71	14.59 ± 1.34	-0.61	10.1 ± 0.53	8.6 ± 0.92	-1.5	3.4 ± 0.04	3.4 ± 0.05	0.0
F. S. 4-201-39	14.14 ± 0.58	14.32 ± 0.89	+0.18	9.3 ± 0.42	8.5 ± 0.71	-0.8	3.4 ± 0.03	3.6 ± 0.09	+0.2
Riparia G 1	12.34 ± 0.46	13.64 ± 0.76	+1.30	7.4 ± 0.37	8.0 ± 0.61	+0.6	3.2 ± 0.07	3.3 ± 0.04	+0.1
Kober 5 BB	11.96 ± 0.60	12.48 ± 0.44	+0.52	7.6 ± 0.41	7.0 ± 0.51	-0.6	3.4 ± 0.05	3.5 ± 0.07	+0.1
<i>V. labrusca</i>	13.37 ± 0.74	12.34 ± 0.51	-1.03	7.7 ± 0.37	6.8 ± 0.49	-0.9	3.4 ± 0.07	3.6 ± 0.05	+0.2
Riesling Klon 90	11.55 ± 0.50	11.83 ± 0.58	+0.28	7.6 ± 0.34	7.5 ± 0.59	-0.1	3.7 ± 0.02	3.6 ± 0.04	-0.1
Rupestris du Lot	11.96 ± 0.72	11.74 ± 0.51	-0.22	7.9 ± 0.58	7.2 ± 0.53	-0.7	2.8 ± 0.05	2.9 ± 0.09	+0.1
MG 101-14	10.06 ± 0.43	10.76 ± 0.52	+0.70	6.2 ± 0.27	6.5 ± 0.48	+0.3	2.9 ± 0.04	3.0 ± 0.08	+0.1

Die Witterung beider Versuchsjahre zeichnete sich im wesentlichen durch unterdurchschnittliche Temperaturen und überdurchschnittliche Niederschlagsmengen in der Hauptvegetationszeit aus. Die kurzfristige Wärmeperiode Ende Juni/Anfang Juli 1957 führte wegen der noch günstigen und ausreichenden Bodenfeuchtigkeit zu keinen Trockenheitserscheinungen bei den Pflanzen, so daß sie sich nicht auf den osmotischen Wert des Zellsaftes auswirken konnte. Zur Untersuchung gelangten auf Grund der Ergebnisse der Abschnitte 1—3 nur ausgewachsene Blätter. Die Probenahme erfolgte stets in den Morgenstunden. Jeder Einzelwert ist das Mittel aus 2 Parallelproben.

Die Höhe der Zellsaftkonzentration ist, wie die Untersuchungen beider Jahre ergaben, nur bedingt artgebunden. Sowohl bei den amerikanischen Wildformen und den interspezifischen Kreuzungen als auch bei den europäischen Kultursorten kommen Formen mit einem hohen und niedrigen osmotischen Wert vor (vgl. Tabelle 6, Seite 189 und Abbildung 1).

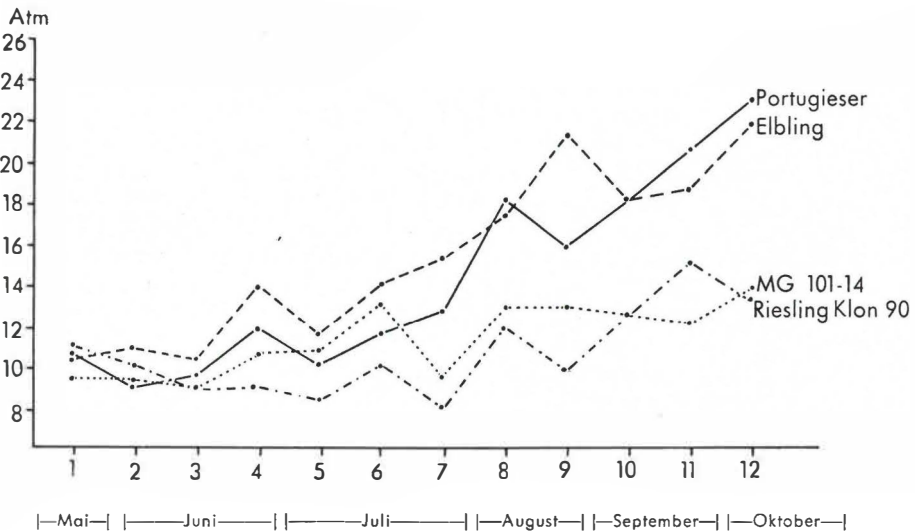


Abb. 1: Jahreschwankungen des osmotischen Wertes einiger Vitis-Sorten.

Bei allen untersuchten Sorten steigt der osmotische Wert zum Herbst hin mehr oder minder stark an. Die niedrigsten Werte finden sich kurz nach dem Austrieb, die höchsten bei den letzten Probeentnahmen im Herbst. Allerdings ist dieser herbstliche Anstieg bei Cinerea A. nur andeutungsweise vorhanden. Der hohe Mittelwert dieser Sorte resultiert also aus den vom Frühjahr an recht hohen Einzelwerten. Es bleibt eine offene Frage, ob dies eine der Ursachen für den langsamen Wuchs und späten Austrieb dieser Sorte ist.

Die Mittelwerte der 12 Einzelmessungen des Jahres 1957 zeigen eine Streubreite von 10,76—15,54 Atm., also eine Amplitude von etwa 4,8 Atm. Die Amplitude ist somit geringer als die Schwankungsbreite innerhalb der meisten Sorten. Mithin vermag der Mittelwert allein nicht den sortencharakteristischen osmotischen Wert wiederzugeben. Am sichtbarsten ist dies bei Cinerea im Vergleich zu Elbling oder Portugieser der Fall. Doch aus dem

Verlauf der Jahreskurven unter Berücksichtigung der relativen Schwankungen (m⁰%) jeder Sorte ist es möglich, diese in 3 Reaktionsgruppen einzuteilen:

1. Sorten mit einem hohen herbstlichen Anstieg:

Elbling:	Mittelwert 15,54 Atm., m ⁰ %	7,6
Portugieser:	Mittelwert 14,53 Atm., m ⁰ %	9,2
F. S. 4 — 201 — 39:	Mittelwert 14,32 Atm., m ⁰ %	8,9
2. Sorten mit einem mittleren herbstlichen Anstieg:

Riparia G 1:	Mittelwert 13,64 Atm., m ⁰ %	5,6
Dr. Decker-Rebe:	Mittelwert 12,74 Atm., m ⁰ %	6,2
Kober 5 BB:	Mittelwert 12,48 Atm., m ⁰ % =	3,5
<i>Vitis labrusca</i> :	Mittelwert 12,34 Atm., m ⁰ % =	4,1
Rupestris du Lot:	Mittelwert 11,74 Atm., m ⁰ %	4,7
MG 101 — 14:	Mittelwert 10,76 Atm., m ⁰ %	4,8
3. Sorten mit geringem herbstlichen Anstieg:

Cinerea A:	Mittelwert 15,30 Atm., m ⁰ %	3,9
Riesling Klön 90:	Mittelwert 11,83 Atm., m ⁰ %	5,4

Die beobachteten sortentypischen Differenzen im Mittelwert und im Jahresverlauf traten in beiden Untersuchungsjahren in gleicher Weise auf, wie aus der Übersicht in Tabelle 7, Seite 189 hervorgeht. Die Unterschiede im Mittelwert der Zellsaftkonzentration zwischen beiden Jahren betragen je nach Sorte nur 0,22—1,30 Atm. Ohne Zweifel ist die gefundene Übereinstimmung in beiden Jahren auf die sehr ähnlichen Witterungsverhältnisse ohne ausgesprochene Trockenperioden zurückzuführen. Die stetig wechselnden Temperatur- und Niederschlagsbedingungen machten es auch unmöglich, irgendwelche Beziehungen zwischen ihrem Ablauf und der dynamischen Veränderungen der Zellsaftkonzentration korrelativ zu erfassen.

Der Refraktometerwert steht zwar allgemein mit dem osmotischen Wert in enger positiver Korrelation (Tab. 7, S. 192), doch steigt er im Herbst relativ geringer an als der osmotische Wert, wodurch eine kontinuierliche Abnahme des Quotienten „osmotischer Wert: Refraktometerwert“ eintritt. Im Mittel aller Sorten¹⁾ beträgt er im

Mai	1,87
Juni	1,87
Juli	1,84
August	1,65
September	1,58
Oktober	1,53

Der Refraktometerwert gestattet also in Verbindung mit dem osmotischen Wert Einblick in zellphysiologische Vorgänge. Er vermag jedoch nicht, wie es FUCHS (1932), MUDRA (1933), STOCKER (1954) u. a. vorschlugen, die immerhin zeitraubende kryoskopische Methode bei Reben zu ersetzen. Lediglich zur Feststellung von größeren Sortenreaktionen kann er innerhalb einer Meßreihe zu brauchbaren Vergleichswerten führen.

Die Zellsaftazidität zeigt keinerlei Beziehungen zur Zellsaftkonzentration (vgl. S. 184). In wie weit überhaupt ein Zusammenhang mit der Trockenresistenz der Pflanzen besteht, kann noch nicht gesagt werden. Jahreszeitliche Schwankungen der Zellsaftazidität sind nicht festgestellt worden.

¹⁾ Angaben aus dem Jahr 1957

Als Überblick über die Ergebnisse der 2jährigen Untersuchung ist in der folgenden Übersicht (Tabelle 8) aus allen Einzelmessungen des osmotischen Wertes der Mittelwert errechnet worden und die Sorten mit fallenden osmotischen Werten angeordnet. Da der Mittelwert nach den obigen Ausführungen nur eine relativ geringe Aussagekraft besitzt, wurde er noch durch die absolute Streubreite ergänzt.

Tabelle 8

Der osmotische Wert des Zellsaftes bei verschiedenen *Vitis*-Arten und -Sorten.
(Mittelwerte aus den Untersuchungen der Jahre 1956 und 1957).

Sorte	osmotischer Wert in Atm.		Untersuchungs- jahre
	M	Amplitude	
Gutedel	16.0	(10.96 — 17.86)	1
Sylvaner	15.9	(8.31 — 17.62)	1
Elbling	15.7	(10.60 — 18.86)	2
Cinerea A	15.1	(12.52 — 18.88)	2
Portugieser	14.9	(9.28 — 23.08)	2
Taylor	14.5	(11.68 — 16.42)	1
F. S. 4-201-39	14.0	(10.30 — 19.06)	2
Oberlin 595	14.0	(11.32 — 16.48)	1
Müllerrebe	13.9	(11.08 — 15.58)	1
Traminer	13.9	(11.32 — 15.22)	1
Trollinger	13.6	(11.80 — 15.58)	1
G 26	13.5	(11.02 — 15.40)	1
Riparia G 176	13.3	(10.12 — 16.24)	1
Dr. Decker-Rebe	13.1	(8.49 — 16.24)	1
<i>Vitis berlandieri</i>	13.1	(9.88 — 14.80)	1
Riparia G 1	13.0	(10.42 — 18.46)	2
<i>Vitis labrusca</i>	12.9	(10.15 — 16.66)	2
Riparia G 86	12.8	(10.18 — 14.74)	1
C 1202	12.4	(11.32 — 14.20)	1
Kober 5 BB	12.2	(9.32 — 15.40)	2
<i>Solonis robusta</i>	12.0	(10.48 — 13.36)	1
<i>Vitis silvestris</i>	12.0	(11.12 — 14.30)	1
Rupestris du Lot	11.8	(8.97 — 16.08)	2
<i>Vitis monticola</i>	11.8	(10.48 — 13.48)	1
Riesling Klon 90	11.7	(9.27 — 15.56)	2
<i>Vitis armata</i>	11.2	(10.12 — 12.64)	1
MG 101-14	10.4	(9.21 — 14.08)	2

G 26 (Trollinger × *V. riparia*)
Oberlin 595 (*V. riparia* × Gamay)
Kober 5 BB (*V. berlandieri* × *V. riparia*)
C 1202 (Mourvèdere × *V. rupestris*)
MG 101-14 (*V. riparia* × *V. rupestris*)

Die meisten *vinifera*-Sorten sind durch einen sehr hohen osmotischen Wert charakterisiert. Nur Riesling 90 nimmt mit einem Mittelwert von nur 11,7 Atm. eine Sonderstellung ein. Im Vergleich zur europäischen Wildform *V. silvestris* ist möglicherweise mit der Inkulturnahme und Auslese der Reben eine unbewußte Selektion auf hohe Zellsaftkonzentration erfolgt. Doch ist, wie Riesling 90 beweist, die Ertragsfähigkeit nicht zwangsläufig mit dieser Erscheinung verbunden. Selektionen von *V. riparia* und Kreuzungen zwischen *V. riparia* und *V. vinifera* nehmen eine Mittelstellung ein, während sich *V. rupestris*, *V. monticola* und *V. armata* mit einem niedrigen osmotischen Wert auszeichnen. Erstaunlicherweise steht die Unterlage MG 101—14, eine Kreuzung zwischen *V. riparia* und *V. rupestris*, an unterster Stelle. Dies läßt entweder auf eine negative Transgression schließen oder auf das Vorhandensein von Genotypen innerhalb dieser beiden Arten mit einem noch wesentlich niedrigeren osmotischen Wert.

Die Angaben von RIVES (1925), wonach die amerikanischen Wildarten und Hybriden zwischen *V. riparia* und *V. vinifera* einen höheren osmotischen Wert besitzen als die *vinifera*-Sorten, konnten nur bei den Messungen im Frühsommer bestätigt werden. Doch schränkt der Autor selbst seine Ergebnisse mit der Bemerkung ein: „Je me garderai bien de généraliser de pareils résultats“. Die Angaben RIVES' stimmen jedoch größenordnungsmäßig mit den hier gefundenen überein.

Diskussion

Die vorliegenden Untersuchungen haben das Bestehen quantitativ faßbarer Sortenunterschiede in der Zellsaftkonzentration nachweisen können. Sie treten vor allem im Spätsommer bei beginnender Reife auf, also zu einer Zeit, wenn eine starke Assimilatabwanderung in die Trauben einsetzt.

Die in den Voruntersuchungen (Abschnitte 1—4) erzielten Ergebnisse haben die zur Feststellung dieser Unterschiede notwendigen methodischen Voraussetzungen geliefert und gleichzeitig weitere sortenspezifische Reaktionen aufgedeckt. So vor allem die Höhe der Tagesschwankungen (Tabellen 3 und 4, S. 184 und 185) und die Druckdifferenzen zwischen Blatt und Stengel (Tabelle 2, S. 183), welche je nach Sorte zwischen 1,6 (MG 101—14) und 5,3 (Gutedel) liegen.

Pflanzenphysiologisch, besonders aber züchterisch ist die Frage nach der Bedeutung des osmotischen Wertes für das Verhalten der Sorten bei Dürre oder Kälte von Interesse, wobei pflanzenbaulich nicht das Überleben, sondern die Ertragsleistung der Pflanzen unter extremer Wasserversorgung wichtig ist. Es darf heute als erwiesen gelten, daß der osmotische Wert des Zellsaftes eine je nach Pflanzenart verschieden zu bewertende Rolle in dem Gesamtkomplex der Dürresistenz spielt (GAIL 1926, KORSTIAN 1949, LEVITT 1951, STEINER 1939 u. v. a.). Für eine entscheidende Antwort ist hierbei nicht nur die absolute Höhe dieses Wertes wichtig, sondern vielmehr auch der dynamische Verlauf und die Anpassungsfähigkeit an veränderte Umweltbedingungen (BECK 1930, MUDRA 1933, SCHMIDT und Mitarb. 1940). Selbst wenn LEVITT (1957) in einer erst kürzlich erschienenen Veröffentlichung den Nachweis erbringen konnte, daß die Kälteresistenz von Salat nach vorheriger Infiltration der Blätter mit Glycerin und damit einer künstlichen Erhöhung des osmotischen Wertes erhöht wurde, so sind dennoch zweifelsohne weitere zellphysiologische

Eigenschaften für die Reaktion der Pflanzen auf Trockenheit verantwortlich zu machen. Hierzu zählt vor allem die Struktur des Cytoplasmas oder, besser gesagt, sein Hydratationsvermögen, welches vor allem von KESSLER und RUHLAND (1938), sodann von SCHMIDT und Mitarb. (1940), STOCKER (1948) u. a. in seiner Bedeutung für die Trockenresistenz der Pflanze dem osmotischen Wert übergeordnet wird. Doch auch mit den Eigenschaften des Plasmas allein ist noch kein allgemeingültiges Charakteristikum für trockenheitsresistente und -anfällige Sorten gegeben, da auch die art- und sortenspezifische Transpirationsintensität und das Wasseraufnahmevermögen durch die Wurzel, welche gerade bei Reben sehr verschieden intensiv ausgebildet ist (GEISLER 1957), eine bedeutende Rolle im Wasserhaushalt der Pflanzen und damit für ihre Trockenresistenz spielen. Welcher von den genannten Faktoren letztlich als entscheidendes Prinzip das Verhalten der Sorten bei Trockenheit bestimmt, hängt sicherlich in nicht unerheblichem Ausmaß von den gegebenen Umweltbedingungen ab, insbesondere vom Wechsel verschiedener Witterungsfaktoren.

Zusammenfassung

1. In 2jährigen Untersuchungen wurden an verschiedenen *Vitis*-Arten und -Sorten der osmotische Wert des Zellsaftes kryoskopisch gemessen und mit dem Refraktometerwert des Preßsaftes verglichen. Gleichzeitig wurde die Azidität des Preßsaftes bestimmt.
2. Der höchste osmotische Wert des Zellsaftes wurde in den ausgewachsenen Blattspreiten gemessen. Wesentlich niedriger ist er in allen Geweben, die reich an Gefäßwasser sind, also in der Blattbasis, im Blattstiel und im Stengel. Analoge Ergebnisse wurden auch mit dem Refraktometerwert erhalten. Zu vergleichenden Sortenuntersuchungen erwies sich die Probenahme von Blattspreiten in den frühen Morgenstunden als geeignet.
3. Die Tagesschwankungen des osmotischen Wertes sind sortentypisch und können bis zu 7 Atm. betragen. Das Maximum wird meist in den Mittagsstunden erreicht, doch tritt gelegentlich noch ein zweites Maximum in den frühen Nachmittagsstunden auf. Sortenspezifische Unterschiede sind in den Morgenstunden am größten.
4. Hohe Lichtintensität bewirkt eine erhebliche Steigerung des osmotischen Wertes. Die Unterschiede zwischen „Sonnen“- und „Schatten“-Blätter betragen bis zu 7,0 Atm. Unterschiede in der Zellsaftazidität treten hierbei nicht auf.
5. Bei zunehmender Bodentrockenheit erhöht sich der osmotische Wert der Blätter in sortenspezifischer Weise, wobei allgemein eine negative Korrelation zwischen dem osmotischen Wert bei ausreichender Wasserversorgung und seiner Steigerung bei Trockenheit besteht.
6. Durch Erfassung der jahreszeitlichen Schwankungen des osmotischen Wertes war es möglich, Sortenunterschiede aufzudecken. Die Sorten unterscheiden sich sowohl in der Höhe des Mittelwertes als auch im Jahresverlauf des osmotischen Wertes. Im Spätsommer treten die größten Sortenunterschiede auf. Die untersuchten *vinifera*-Sorten besitzen mit Ausnahme von Riesling 90 einen hohen mittleren osmotischen Wert, während die Arten *V. rupestris*, *V. monticola* und *V. armata* einen sehr niedrigeren mittleren osmotischen Wert besitzen. Die interspezifische Kreuzung MG 101—14 weist auf eine mögliche negative Transgression hin oder auf das

Bestehen von Genotypen innerhalb der Wildarten mit einem noch niedrigeren osmotischen Wert.

Literaturverzeichnis

- BECK, W. A.: The effect of drought on the osmotic value of tissues. *Protoplasma* **8**, 70—126 (1930).
- BEHRENS, W. U.: Zur Feststellung von Korrelationen nach der Rangmethode. *Ldw. Jb.* **72**, 591—605 (1920).
- DIXON, H. M. and W. R. G. ATKINS: Osmotic pressures in plants. VI. On the composition of the sap of the conducting tracts of trees at different levels and at different seasons of the year. *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.* **15**, 51—62 (1916).
- FERNALD, E. I.: The inhibition of bud-development as correlated with the osmotic concentration of sap. *Amer. J. Bot.* **12**, 287—305 (1925).
- FISCHER, H.: Plasmolyseform und Mineralsalzgehalt in alternden Blättern. II Mitteilung. Untersuchungen an Land- und Schwimmpflanzen. *Planta* **37**, 244—292 (1949).
- GAIL, F. W.: Osmotic pressure of cell sap and its possible relation to winter killing and leaf fall. *Bot. Gaz.* **81**, 434—445 (1926).
- GEISLER, G.: Die Bedeutung des Wurzelsystems für die Züchtung dürreresistenter Rebenunterlagssorten. *Vitis* **1**, 14—31 (1957).
- FUCHS, W. H.: Der Anteil des Zuckers am osmotischen Wert bei Weizen. *Planta* **23**, 340—348 (1935).
- HALMA, F. F. and A. R. C. HAAS: Effect of sunlight on sap concentration of citrus leaves. *Bot. Gaz.* **86**, 102—106 (1928).
- HARRIS, J. A., R. A. GORTNER and J. V. LAWRENCE: The relationship between the osmotic concentration of leaf sap and height of leaf insertion in trees. *Torreya* **44**, 267—286 (1917).
- HERRICK, E. M.: Seasonal and diurnal variations in the osmotic values and suction tension values in the aerial portions of *Ambrosia trifida*. *Amer. J. Bot.* **20**, 18—34 (1933).
- ILJIN, W. S.: Der Einfluß der Standortfeuchtigkeit auf den osmotischen Wert bei Pflanzen. *Planta* **7**, 45—58 (1929).
- — Standortfeuchtigkeit und der Zuckergehalt in den Pflanzen. *Planta* **7**, 59—71 (1929).
- KESSLER, W.: Über die inneren Ursachen der Kälteresistenz der Pflanzen. *Planta* **24**, 312—352 (1935).
- und R. RULAND: Weitere Ursachen über die inneren Ursachen der Kälteresistenz. *Planta* **28**, 159—204 (1938).
- KORSTIAN, C. F.: Density of the cell sap in relation to environmental conditions in the Wasatch Mountains of Utah. *J. Agr. Res.* **28**, 845—907 (1924).
- KRAMER, P. J.: Plant and soil water relationships. McGraw-Hill Book Co., Inc. N. Y., Toronto, I. Aufl., 1949.
- KUCKUCK, H. und A. MUDRA: Lehrbuch der allgemeinen Pflanzenzüchtung. S. Hirzel, Stuttgart 1950.
- LAMBRECHT, E.: Beitrag zur Kenntnis der osmotischen Zustandsgrößen des Flachlandes. *Beitr. Biol. Pfl.* **17**, 87—136 (1929).
- LEVITT, J.: Frost, drought and heat resistance. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **2**, 245—268 (1951).
- — The role of cell sap concentration in frost hardiness. *Plant Physiol* **32**, 237—239 (1957).
- LOBOV, M. V.: Die Beziehungen zwischen dem Wachstum und der Zellsaftkonzentration der Pflanzen. *Bot. Z.* **36**, 21—23 (1951) [Russ.].
- LUKAS, E.: Das Verhältnis der osmotischen Werte zur Kälte- und Trockenresistenz von Pflanzen des Kaiserstuhles im Winter 1955/56. *Ber. dtsh. bot. Ges.* **69**, 471—478 (1956).
- MARSH, F. L.: Water content and osmotic pressure of sun and shade leaves of certain woody prairie plants. *Bot. Gaz.* **102**, 812—814 (1941).
- MEYER, B. S.: Seasonal variations in the physical and chemical properties of the leaves of the Pitch pine, with special reference to cold resistance. *Amer. J. Bot.* **15**, 449—472 (1923).

- MUDRA, A.: Zur Physiologie der Kälteresistenz des Winterweizens. *Planta* **18**, 435—478 (1933).
- PFEIFFER, M.: Der osmotische Wert im Baum. *Planta* **19**, 272—278 (1933).
- RIVES, L.: Recherches sur les deperissements de certains hybrides greffes. *Rev. Viticulture* **52**, 243—249 (1925).
- SCHMIDT, H., K. DIWALD und O. STOCKER: Plasmatische Untersuchungen an dürreempfindlichen und dürre-resistenten Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. *Planta* **31**, 559—596 (1940).
- SIMONIS, W.: Untersuchungen über die Abhängigkeit des osmotischen Wertes vom Bodenwassergehalt von Pflanzen verschiedener ökologischer Gruppen. *Jb. wiss. Bot.* **83** 192—239 (1936).
- STEINER, M.: Die Zusammensetzung des Zellsaftes bei höheren Pflanzen in ihrer ökologischen Bedeutung. *Erg. Biol.* **17**, 151—254 (1939).
- STOCKER, O.: Beiträge zu einer Theorie der Dürre-resistenz. *Planta* **35**, 445—446 (1948).
- THATCHER, F. S.: Further studies of the osmotic and permeability relations in parasitism. *Canad. J. Res.* **20**, 283—311 (1942).
- THOENES, H.: Beitrag zur Untersuchung von Pflanzenpreßsäften. *Angew. Bot.* **12**, 289—299 (1930).
- URSPRUNG, A. und G. BLUM: Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze. *Ber. dtsh. bot. Ges.* **34**, 88—101 (1916 a).
- und —: Über die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes. *Ber. dtsh. bot. Ges.* **34**, 105—123 (1916 b).
- und —: Über den Einfluß der Außenbedingungen auf den osmotischen Wert. *Ber. dtsh. bot. Ges.* **34**, 123—142 (1916 c).
- WALTER, H.: Die Hydratur der Pflanze. G. Fischer, Jena 1931.
- —: in E. ABDERHALDEN: *Handb. biol. Arbeitsmethoden*, Abt. XI, Teil 4, 353—371 (1939).

eingegangen am: 31. 3. 1958