

Untersuchungen über das Wurzel- und Kallusbildungsvermögen von Rebenstecklingen

I. Die Wirkung einer photoperiodischen Vorbehandlung

von

G. ALLEWELDT

Zur Bestimmung der Holzreife von Rebtrieben sind mannigfache Methoden auf morphologischer, anatomisch-histologisch und biochemischer Basis entwickelt worden (BOSIAN 1956). Sie verfolgen letztlich das Ziel, den physiologischen Zustand oder die physiologische Potenz zur Kallus- und Wurzelbildung zu erfassen, um damit die Vermehrungs- und Veredlungsfähigkeit von Rebtrieben beurteilen zu können. Insbesondere bei Unterlagensorten spielt das Wissen um ihre Veredlungsfähigkeit in praxi eine große Rolle. Für die Züchtung von Unterlagssorten ist diese Frage vorrangig. Die Erfahrungen haben aber gelehrt, daß mit den herkömmlichen Methoden die Bestimmung des potentiellen Wurzel- und Kallusbildungsvermögens nur sehr bedingt möglich ist. Denn der Wachstumsmodus von Stecklingen, Edelreisern oder Unterlagen ist nicht allein von den Ernährungsbedingungen abhängig, sondern von den hormonellen Voraussetzungen für das Kallus- und Wurzelwachstum, die durch die Ausreife des Holzes variiert werden.

Die Sortenspezifität der Wurzel- und Kallusbildung unterliegt modifikativen Jahresschwankungen, was bedeutet, daß die Witterungs- und Ernährungsbedingungen des Vorjahres modifizierend eingreifen und den Wachstumsmodus bestimmen. Ferner liegt eine enge Beziehung zwischen der Bewurzelungsfähigkeit und der endogenen Wachstumsrhythmik vor (ALLEWELDT 1960), wie sie an zahlreichen Holzpflanzen nachgewiesen wurde (z. B. AFANASIEW 1939, CHANDLER 1959, ENRIGHT 1959, JAUHARI und RAHMAN 1959, RAKE 1956). In Abhängigkeit vom Zeitpunkt der vegetativen Vermehrung wird einmal das Kalluswachstum, zum anderen die Wurzelbildung einseitig gefördert oder beide Komponenten nahezu vollständig gehemmt. Wie Beobachtungen an Gewebeexplantaten erkennen ließen (ALLEWELDT und RADLER 1962), sind die Auswirkungen der Wachstumsrhythmik auf das Kallus- und Wurzelwachstum durch photoperiodische Behandlung der Mutterpflanzen zu induzieren. Auf Grund dieser Beobachtungen war es naheliegend, Untersuchungen über die Beeinflußbarkeit des Wachstums von Stecklingen durch photoperiodische Vorbehandlung der Mutterpflanzen vorzunehmen.

Darüber hinaus ist beabsichtigt, den Einfluß auch anderer Umweltfaktoren vor der Vermehrung oder Veredlung von Rebtrieben (Herkunftswirkung) auf das Kallus- und Wurzelbildungsvermögen zu analysieren. Mit den so gewonnenen Resultaten wird dann versucht werden, die Holzreife auf physiologischer Basis zu bestimmen.

Material und Methoden

Einjährige Topfreben der Unterlagssorte Kober 5 BB wurden vom 27. 6. bis 15. 8. 1961 (49 Tage) mit verschiedener Photoperiode vorbehandelt. Als Tageslängen wurden neben Normaltag noch 12 und 14 Stunden sowie 11 Stunden + 1 Stunde Störlicht (von 24.00 — 1.00 Uhr) gewählt. Die Regulation der Tageslänge erfolgte mittels lichtdichter Vorhänge und Zusatzlicht mit Osram HNI de Luxe-Leuchtstofflampen (etwa 1500 Lx), wobei alle Pflanzen normales Tageslicht von 8.00 — 17.00 Uhr erhielten. Die Temperatur des Gewächshauses schwankte zwischen 20° und 35°.

Nach der photoperiodischen Vorbehandlung wurden die Versuchspflanzen am 15. 8. 1961 auf 3 Knospen zurückgeschnitten und entblättert. Gleichzeitig wurden die Sproßachsen in 1-Augenstecklinge geschnitten und in nährstofffreiem Sand zum Austreiben gebracht. Das Trockengewicht der Stecklinge schwankte zwischen 147 mg und 209 mg. Einem Teil der Stecklinge wurde das Tragblatt belassen. Die Intensität des Wurzel- und Kalluswachstums wurde am 27. 10. 61, 73 Tage nach dem Stecken, bestimmt.

Ergebnisse

Die Wachstumsreaktionen von Kober 5 BB in verschiedenen Tageslängen wurden in Tabelle 1 zusammengefaßt. Es ist ersichtlich, daß durch einen 12stündigen Kurztag das Längenwachstum der Triebe, und zwar sowohl die Internodienlänge als auch die Blattzahl, gehemmt wird. Ebenso unterbleibt im Kurztag das Austreiben von Axillarknospen. Durch Unterbrechung einer 13stündigen Dunkelphase mit Licht von 24.00 — 1.00 Uhr (Störlicht) werden diese charakteristischen Kurztagreaktionen aufgehoben. Dabei wird die Wachstumsgeschwindigkeit, verglichen mit den im Normaltag wachsenden Pflanzen, noch um 21 % erhöht, obwohl die tägliche Lichtmenge, nämlich 12 Stunden, nicht über der der Kurztag-Variante liegt. Diese reizphysiologische Stimulation der Wachstumsgeschwindigkeit übt einen Hemmeffekt auf den Austrieb der Geiztriebnospen

Tabelle 1

Einfluß der Tageslänge auf das Wachstum von Kober 5 BB

Tageslänge	Wuchslängen-zunahme			Zunahme der Nodienzahl			Internodienlänge cm \bar{x}	Geiztriebe je Pflanze n
	\bar{x}	$\pm m$	Diff. %	\bar{x}	$\pm m$	Diff. %		
Normaltag	64,0	5,3	100	9,8	1,33	100	6,5	4,6
Störlicht	77,2	9,3	121	10,5	1,01	107	7,4	0,5
14-Stunden	60,6	7,1	95	6,6	1,45	67	9,2	1,6
12-Stunden	19,3	2,2	30	3,7	0,65	38	5,2	0,0

Versuchsdauer: 49 Tage (27. 6. — 15. 8. 1961)

Störlicht: Licht von 7.00 — 18.00 Uhr und Zusatzlicht von 24.00 — 1.00 Uhr

aus. Im Gegensatz aber zum Kurztag dürfte dieser Befund auf das Wirkungsprinzip der Apikaldominanz beruhen. Beachtenswert ist ferner noch die Stimulierung der Internodienlänge durch die 14stündige Photoperiode, die zweifelsohne auf das Zusatzlicht (täglich 6 Stunden) mit de Luxe-Leuchtstofflampen zurückzuführen ist, welche wegen ihrer relativ hohen Rotlichtemission die Zellstreckung fördern (DOWNS 1959).

Vor Abschluß der Tageslängenbehandlung kam das Längenwachstum der im 12stündigen Kurztag gehaltenen Pflanzen zum Stillstand, wobei das Sproßmeristem gemeinsam mit dem obersten Monochasialglied vertrocknete. Auch die im Normaltag wachsenden Pflanzen zeigten Anfang August nur noch eine sehr schwache tägliche Wuchslängenzunahme.

Nach dem Umstellen aller Pflanzen in Normaltag wurden sie dekapitiert und die Sproßachsen als 1-Augenstecklinge vermehrt.

Auf Abb. 1 ist zu erkennen, daß die Vorbehandlung mit Kurztag von 12 Stunden eine vollständige, irreversible Knospenruhe der intakten Pflanzen induzierte. Bei den übrigen Varianten trieben bei den Normaltagpflanzen nach $13,0 \pm 0,1$ Tagen 92 %, bei den mit Störlicht vorbehandelten Pflanzen nach $14,4 \pm 1,3$ Tagen 100 % und bei den mit einer Tageslänge von 14 Stunden vorbehandelten Pflanzen nach $12,8 \pm 0,9$ Tagen 75 % aller Winterknospen aus. Die mittleren Wuchslängen/Trieb betragen 18,6 cm (Normaltag), 8,3 cm (Störlicht) resp. 13,8 cm (14 Stunden). Das Gesamtwachstum aller Triebe nahm in gleicher Reihenfolge ab.

Im Gegensatz zu den intakten Pflanzen trieben die Knospen der „Kurztag“-Stecklinge aus, jedoch gegenüber den „Langtag“-Stecklingen um 8 — 13 Tage verzögert (Tabelle 2). Das Tragblatt, welches etwa 18 — 20 Tage nach dem Stecken vergilbte und abfiel, hemmte den Knospenaustrieb, wie bereits in früheren Untersuchungen nachzuweisen war (1960). Hierdurch werden die Unterschiede



Abb. 1: Nachwirkung einer Tageslängenvorbehandlung bei Kober 5 BB auf den Austrieb der Winterknospen

Tageslängenvorbehandlung: 1-Normaltag, 2-Störlicht, 3-14 Stunden, 4-12 Stunden

in der Antriebsgeschwindigkeit zwischen den Varianten verschoben, so daß die mit Normaltag oder mit Kurztag vorbehandelten Stecklinge nunmehr gleichzeitig nach 30,0 bzw. 30,4 Tagen austrieben, während durch Störlicht oder 14stündiger Vorbehandlung der Austrieb bereits nach 24,7 resp. 24,2 Tagen erfolgte. Diese Unterschiede dürften als Ausdruck der endogenen Wachstumsrhythmik zu werten sein.

Tabelle 2

Einfluß einer Tageslängenvorbehandlung auf das Kallus- und Wurzelbildungsvermögen von 1-Augenstecklingen der Sorte Kober 5 BB

Tageslängenvorbehandlung	Tragblatt	Austrieb		Wurzel			Kallus		
		n*)	in Tagen	n*)	Zahl je Steckling	max. Länge cm	Trockensubstanzgewicht mg	n*)	1-4**)
Normaltag	mit	7	30,0	9	2,4	14,7	140	10	1,1
	ohne	10	13,3	7	4,6	9,7	29	-	-
Störlicht	mit	6	24,7	8	2,7	7,8	12	8	1,2
	ohne	8	10,0	4	3,5	10,0	13	-	-
14-Stunden	mit	6	24,2	8	1,5	18,1	14	9	1,1
	ohne	9	15,8	10	3,5	7,1	11	3	2,0
12-Stunden	mit	6	30,4	5	4,3	6,0	26	1	2,0
	ohne	8	23,5	10	4,5	8,5	22	7	2,6

*) n = 10 Stecklinge/Variante

***) 1 = sehr gutes und 4 = kein Kalluswachstum

Die Wachstumsintensität der jungen Triebe war allgemein sehr schwach, was auf die photoperiodische Vorbehandlung (NITSCH und NITSCH 1959) und auf die zunehmend kürzeren natürlichen Tageslängen während des Versuches (Abnahme von etwa 16 auf 12 Stunden) zurückzuführen ist.

Die Wurzelbildung (Zahl der bewurzelten Stecklinge) nimmt bei den beblätterten Stecklingen in der Reihenfolge „Normaltag“, „Störlicht“, „14-Stunden“ und „12-Stunden“ ab, während bei den entblätterten Stecklingen eine entgegengesetzte Tendenz festzustellen ist, d. h. daß die Zahl der bewurzelten Stecklinge durch Kurztagvorbehandlung erhöht wird. Besonders auffallend aber ist die sehr geringe Wurzeltrockensubstanz der mit Störlicht und mit einem 14stündigen Langtag vorbehandelten Stecklinge. Offenbar führte bei diesen Varianten die Aufrechterhaltung des Längenwachstum der Mutterpflanzen durch das assimilatorisch nur wenig wirksame Zusatzlicht zu einer „Erschöpfung“. Auf das Wurzelgewicht übte die Entblätterung nur bei den „Normaltag“-Stecklingen einen signifikant negativen Effekt aus.

Die extremsten Reaktionsunterschiede nach photoperiodischer Vorbehandlung der Mutterpflanzen und unter dem Einfluß des Tragblattes waren hinsichtlich der Kallusbildung zu beobachten. Zunächst ist festzustellen,

daß das Kalluswachstum bei den Langtagvarianten (Normaltag, Störlicht und 14-Studentag) durch das Tragblatt sehr angeregt wird, wobei einzelne Kalli einen Durchmesser von 2 — 3 cm erreichen. Die von den Tragblättern an den Stecklingen abgegebenen Assimilate werden somit vornehmlich zur Ausbildung von Kallusgewebe verwendet, nicht aber zur Wurzelbildung (ausgenommen die „Normaltag“-Stecklinge). Bei den „Kurztag“-Stecklingen hatte das Tragblatt keinen Einfluß auf die Kallusbildung. Umgekehrt liegen aber die Verhältnisse bei den vorher entblätterten Stecklingen! Jetzt ist bei den „Normaltag“- und „Störlicht“-Stecklingen kein Kallus gebildet worden, während 7 von 10 „Kurztag“-Stecklingen ein wenn auch relativ schwaches Kalluswachstum zeigten.

Die gleichzeitige Behandlung mit β -Indolylessigsäure (50 mg/l IES, Eintauchen der Stecklinge für die Dauer von 12 Stunden) führte nur bei den mit einem 12stündigen Kurztag vorbehandelten Stecklingen zu einem signifikant erhöhtem Wurzelgewicht von $22,0 \pm 1,5$ auf $36,0 \pm 3,1$ mg.

Der Einfluß des Tragblattes auf die Intensität der Kallusbildung ist an weiteren Sorten festgestellt worden. Dabei kann gleichzeitig das Wurzelwachstum gefördert (FS. 4-201-39, Abb. 2) oder zugunsten der Kallusbildung unterdrückt werden.

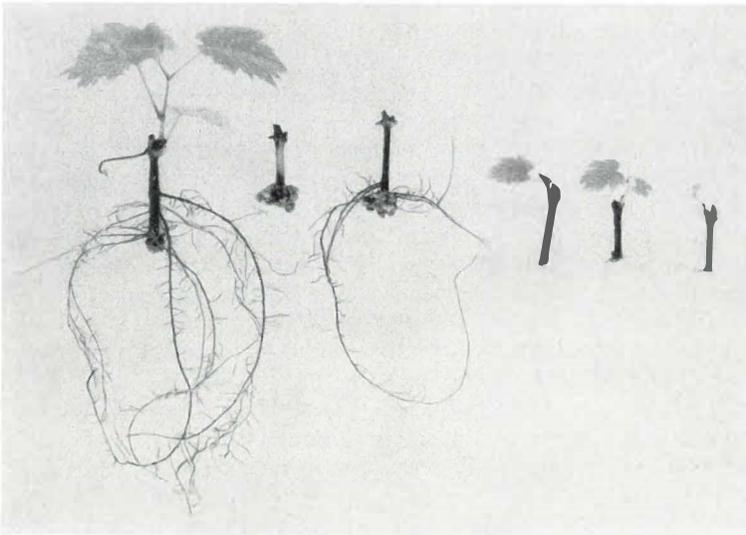


Abb. 2: Wirkung des Tragblattes auf das Wurzel- und Kalluswachstum von FS. 4-201-39
Links beblättert (Tragblatt entfernt), rechts entblättert

Diskussion

Über den Einfluß einer Tageslängenvorbehandlung auf das Wurzelwachstum von Stecklingen haben bereits MOSHKOV und KOCHERZHENKO (1939, *Salix*-Arten), REINDERS-GOUWENTAK und SIPKENS (1953, *Populus robusta* Schneider) und NITSCH und NITSCH (1959, *Populus canadensis* Moench, *Cornus florida* L.) berichtet. Übereinstimmend wurde eine Hemmung des Wurzelbildungsvermögens durch Kurztagvorbehandlung der Mutterpflanzen beobachtet. Die vorliegenden Untersuchungen an Reben bestätigen diese Befunde; ergänzen sie

aber durch das potentielle Kallusbildungsvermögen von *Vitis*-Stecklingen, wodurch die Interpretationsmöglichkeiten eine sehr wesentliche Erweiterung erfahren.

Die hier an Stecklingen festgestellten Reaktionsdifferenzen nach photoperiodischer Vorbehandlung der Mutterpflanzen sind in ihren wesentlichsten Grundzügen bereits an Gewebekulturen nachgewiesen worden (ALLEWELDT und RADLER 1962). Auch bei diesen wird durch Langtagvorbehandlung das Kallus- und durch Kurztagvorbehandlung die Wurzelbildung angeregt (bei Kober 5BB).

Nach den Untersuchungen von NITSCH und NITSCH (1959) sowie von PHILLIPS und WAREING (1958, 1959) müssen wir annehmen, daß Kurztag bei Holzpflanzen zu einer Verminderung des endogenen Auxin (IES-) - Spiegels und zu einer Hemmstoffanhäufung führt. Bei Reben ist mit ähnlichen Reaktionen zu rechnen. So ist die durch die Kurztagvorbehandlung hervorgerufene Austriebsverlangsamung oder -hemmung, verminderte Wurzelbildung und erhöhte Reaktionsfähigkeit auf exogen appliziertes Heteroauxin als Ausdruck eben dieser hormonellen Veränderungen anzusehen, die von den Mutterpflanzen auf den Stecklingen „übertragen“ wurden. Die Tragblätter verschärfen diese durch eine Kurztagvorbehandlung hervorgerufenen hormonellen Verschiebungen, da sie nach PHILLIPS und WAREING (1959) Quelle und Träger von Hemmsubstanzen sind, die ein reduziertes Wurzel- und Kalluswachstum herbeiführen.

Naturgemäß ist ein Nachwirkungseffekt über die Nährstoffeinlagerung im Sproßachsendgewebe zu erwarten, wie aus dem Vergleich der „Normaltag“- mit den „Störlicht“-Stecklingen hervorgeht.

Somit fördert eine Langtagvorbehandlung bei beblätterten Stecklingen das Wurzel- und Kalluswachstum, während bei entblätterten Stecklingen, wie sie für die vegetative Vermehrung verwendet werden, die Zahl der wurzel- und kallusbildenden Stecklinge aber durch Kurztagvorbehandlung erhöht ist.

Für die vegetative Vermehrung und Veredlung haben diese Befunde eine weitreichende Bedeutung. Sie zeigen, welchen Einfluß die Ausreifebedingungen auf das Kallus- und Wurzelbildungsvermögen von Sproßachsenstecklingen haben und daß hierbei dem Faktor Tageslänge eine besondere Bedeutung beizumessen ist. Mit ihrem Einfluß ist bei der späten Reife der meisten Unterlagsorten zu rechnen, vor allem bei den Unterlagsreben ohne *V. vinifera* Erbgut, wie bei Kober 5 BB, die schon von HACKBARTH und SCHERZ (1935) und HUSFELD (1936) als sehr kurztagempfindlich beurteilt wurden. Dabei ist die Kurztageeinwirkung im Spätherbst, welche den Wachstumsmodus bei der Veredlung im folgenden Frühjahr beeinflusst, nicht allein eine Frage der Nährstoffeinlagerung, sondern mehr noch eine Frage des Hormonhaushaltes. Sie wird und kann mit den bisherigen Methoden der Holzreifebestimmung nicht erfaßt werden.

Die hier aufgezeigten photoperiodischen Nachwirkungen sind nur unter den gegebenen, relativ hohen Temperaturbedingungen zu verstehen (Juni bis August). Bei den in unserem Anbaubereich normalerweise niedrigen Temperaturen im Spätherbst (Kurztag) sind mit Reaktionsverschiebungen zu rechnen. Über die Wirkung des Temperaturfaktors wird zu einem späteren Zeitpunkt berichtet werden.

Zusammenfassung

Das Wurzel- und Kalluswachstum von 1-Augenstecklingen der Unterlagsorte Kober 5 BB wurde nach photoperiodischer Vorbehandlung der Mutterpflanzen verfolgt.

1. Eine 49tägige Vorbehandlung mit einem 12stündigen Kurztag führte bei

- intakten Pflanzen zu einer Austriebshemmung der Knospen resp. zu einer Austriebsverlangsamung bei den Stecklingen.
2. Eine Langtagvorbehandlung Normaltag, Störlicht (11 + 1 Stunde) und 14 Stunden erhöht bei beblätterten Stecklingen das Wurzel- und Kalluswachstum und vermindert aber bei entblätterten Stecklingen die Zahl der bewurzelten und kallusbildenden Stecklingen. Nach Behandlung der Mutterpflanzen mit Kurztag (12 Stunden), treten an den vegetativ vermehrten Sproßachsenstecklingen entgegengesetzte Reaktionen ein, nämlich ein vermindertes Kallus- und Wurzelwachstum bei beblätterten und ein erhöhtes Wachstum beider Komponenten bei entblätterten Stecklingen. Es wird angenommen, daß diese Reaktionen nur unter den gegebenen (hohen) Temperaturbedingungen eintreten.
 3. Die Ergebnisse werden im Hinblick auf die vegetative Vermehrbarkeit sowie auf die durch die Photoperiode hervorgerufenen hormonellen Veränderungen diskutiert.

Literaturverzeichnis

- AFANASIEV, M.: Effect of indolebutyric acid on rooting of greenwood cuttings of some deciduous forest trees. *J. Forestry* **37**, 37 — 46 (1939).
- ALLEWELDT, G.: Untersuchungen über den Austrieb der Winterknospen von Reben. *Vitis* **2**, 134 — 152 (1960).
- — und F. RADLER: Interrelationship between the photoperiodic behavior of grapes and the growth of plant tissue cultures. *Plant Physiol.* **37**, 376 — 379 (1962).
- BOSIAN, G.: Der heutige Stand der Holzreife- und Affinitätsforschung im Weinbau. *Weinberg u. Keller* **3**, 64 — 72 (1956).
- CHANDLER, C.: The propagation of *Larix* from soft-wood cuttings. *Contr. Boyce Thompson Inst.* **20**, 231 (1959).
- DOWNES, R. J.: Photocontrol of vegetative growth. In R. B. WITHROW: Photoperiodism and related phenomena in plants and animals, AAAS Washington 129 — 135 (1959).
- ENRIGHT, L. J.: Vegetative propagation of *Liriodendron tulipifera*. *J. Forestry* **55**, 892 — 893 (1957).
- HACKBARTH, J. und W. SCHERZ: Versuche über Photoperiodismus. II. Das vegetative Wachstum verschiedener Rebensorten. *Züchter* **7**, 305 — 321 (1935).
- HUSFELD, B.: Photoperiodismus bei Reben. *Forschungsdienst, Sonderh.* **3**, (1936).
- JAUHARI, O. S. and S. F. RAHMAN: Further investigations on rooting in cuttings of sweet lime Tanaka. *Sci. and Cult.* **24**, 432 — 434 (1959).
- MOSHKOV, B. S. and I. E. KOCHERZHENKO: Rooting of woody cuttings as dependent upon photoperiodic condition. *C. R. Acad. Sci. URSS* **24**, 392 — 395 (1939).
- NITSCH, J. P. and C. NITSCH: Photoperiodic effects in woody plants: Evidence for the interplay of growth-regulating substances. In R. B. WITHROW: Photoperiodism and related phenomena in plants and animals AAAS, Washington 225 — 242 (1959).
- PHILLIPS, I. D. J., and P. F. WAREING: Studies in dormancy of sycamore (*Acer pseudoplatanus*). I. Seasonal changes in the growth substance content of the shoot. *J. Expt. Bot.* **9**, 350 — 364 (1958).
- — and — — : Studies in dormancy of sycamore. II. The effect of daylength on the natural growth-inhibitor content of the shoot.
- RAKE, B. A.: The propagation of gooseberries: III. The effect of time of taking and planting hardwood cuttings and the influence of buds on rooting. *A. R. Long Ashton agric. hort. Res. Stat. for 1955*, 78 — 86 (1956).
- REINDERS-GOUWENTAK, C. A. and J. SIPKENS: The influence of photoperiod, dormancy breaking, and growth hormone treatment on poplar cuttings. *Proc. Kon. Nederl. Akad. Wetensch. C.* **56**, 71 — 80 (1953).

eingegangen am 8. 4. 1962

Dr. G. ALLEWELDT
Forschungs-Institut für Rebenzüchtung
Geilweilerhof, Siebeldingen, Landau/Pfalz