Neue Wege zur Verbesserung der Rebenveredlung*

Von J. Fallot

Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Toulouse-Cedex (Frankreich)

I. Einleitung

Die Veredlung der Rebe löst eine Reihe von Phänomenen aus, wobei als erste Voraussetzung für den Veredlungserfolg die Einleitung der Verwachsung von Edelreis und Unterlage anzusehen ist. Das Zusammenwachsen beginnt mit der Kallusbildung, ausgehend von Zellteilungen im Kambium. Die zweite Bedingung besteht in dem Auftreten von Leitelementen als Gewebedifferenzierungen innerhalb dieser neu geformten Zellmassen, welche die Verbindung mit den Gefäßen von Edelreis und Unterlage herstellen. Schließlich kann dann die junge Pfropfrebe nach rascher Bildung gutangelegter Wurzeln und vollendetem Austrieb ihr Eigenleben führen.

Die vollkommene Beherrschung all dieser Fakten würde zu einem totalen Erfolg in der Rebenveredlung führen. Dieses Ziel ist aber weitaus nicht erreicht und der erzielbare wirkliche Prozentsatz an verwachsenen Pfropfreben ist oft viel zu gering. In der Tat kennt man nur ungenügend alle nötigen biochemischen Faktoren, welche Edelreis und Unterlage mitbringen oder im Laufe des Vortreibens, des Aufenthalts im Treibhaus, der Abhärtung und in der Rebschule hervorbringen müssen (Fallot 1970). Wie dem auch sei, die Mißerfolge bei der Rebenveredlung haben ihren Grund in einer ungenügenden, asynchronen, oft nicht kontinuierlichen Kallusbildung, in dessen Empfindlichkeit, in der schlechten oder auch späten Gefäßbildung, im Nichtvorhandensein oder in der ungenügenden Zahl der Wurzeln, in der Wachstumsbehinderung der Knospe oder auch in deren schlechten Wachstum, sowie auch infolge parasitärer Einwirkungen.

Die Bedingungen für das Vortreiben sind in der Tat sehr günstig für die Entwicklung verschiedener Mikroorganismen, so besteht in Frankreich das Substrat meist aus feuchtem Pappelsägemehl oder aus Wasser und es herrscht eine optimale Temperatur von 25 bis 30^0 Celsius (Eifert 1966, Schenk 1967). Der hauptsächlichste pilzlichste Schädling und zugleich der gefürchtetste ist Botrytis cinerea, der mit verschiedenen Fungiziden bekämpft wird. (Becker 1967 und 1971). Aber außer verschiedenen weiteren Pilzen (Thate 1967) vermehren sich auch Bakterien. In Anbetracht der rasenden Wachstumsgeschwindigkeit dieser letzteren kann deren Anzahl bei günstigen Bedingungen sehr hohe Werte erreichen. Nun aber weiß man so viel wie nichts von der möglichen Rolle, welche diese Bakterienflora spielt. Es ist jedoch ein alter Brauch im Obstbau gewisser Gegenden bekannt, der darin besteht, die wunden Stellen an Bäumen mit Erde zu bestreichen, um die Vernarbung zu begünstigen. Im Fall der Rebe soll eine sogenannte "Pfropfpralinentechnik" früher in Rumänien angewandt worden sein. Außerdem ist auch die Wirkung der Bakterien in der Erdmasse des Wurzelraums in Bezug auf das Pflanzenwachstum bekannt. Man glaubt, daß auch beim Menschen der Mikroflora in der Mundhöhle eine Wirkung auf Wundenvernarbung zukomme.

Pfropfreiser für Rebstöcke stellen ein kostspieliges und empfindliches Material dar. Die Fachleute müssen allen Faktoren Rechnung tragen, die geeignet sind, zum Gelingen der Veredelung beizutragen. Daher muß das eventuelle Vorhandensein einer Mikroflora im Pack-

* Vortrag anläßlich der 13. Fachtagung der deutschen Rebenveredler am 7. 2. 1973 in Schlangenbad.

material der Veredlungskisten in Betracht gezogen werden. Es schien uns daher verlockend, die gewaltigen Möglichkeiten auszubeuten, wie sie heute die Mikrobiologie bietet und sie als Maßnahme für die Anzuchtverbesserung des Rebstocks nutzbar zu machen.

II. Die Einwirkung von Bakterien auf die Kallusbildung

A) Vorbemerkung

Die unternommenen Forschungen bezüglich der Einwirkung von Bakterien auf die Kallusbildung wurden durch folgende Beobachtungen veranlaßt. Mein Vorhaben war es, einigen theoretischen Problemen der Kallusbildung nachzugehen. Dabei habe ich die Methode der Gewebekultur bei Stengelsegmenten des Rebstocks angewendet (MOREL 1948, GAUTHERET 1959). Zu diesem Zweck werden die Stengelsegmente - mit oder ohne Knospe - desinfiziert, sowie einige äußere Zellschichten der Rinde abgesondert, um das Risiko einer Ansteckung durch infizierende Keime zu vermindern. Die Segmente werden steril in ein aseptisches Milieu gelegt, und zwar flüssig oder in Agar-Agar verdichtet, dann unter Temperatur- und Lichtkontrolle gestellt (25^0 Celsius-$^+$ 1 und Leuchtstoffröhre "Atlas Daylight" 40 W. unter einer Photoperiode von zwölf Stunden pro Tag). Aus Ausgangsmedium besteht aus einer Mineralsalzlösung, aus Zucker und je nach den Experimenten auch aus verschiedenen anderen Verbindungen. Die Fragmente werden immer so gepflanzt, daß ihr oberer Teil in der Nährlösung steckt und ihr Wurzelteil außerhalb der Nährlösung. Untersucht wurde die Ausstoßung des Kallus bei den Sorten und Arten, in Abhängigkeit von dem Zeitpunkt der Probeentnahme (FALLOT 1955 a und b), sowie die nötige Zeit zur Kallusbildung. Die Rolle des Knospenwachstums für die Herausbildung des Kallus, zu einem Zeitpunkt, wo das Kambium praktisch unfähig zur Zellteilung ist - nämlich zu Beginn des Winters - ist unter sterilen Bedingungen aufgezeigt worden (FALLOT 1960). Die Auxine sind nicht in der Lage das gleiche Phänomen hervorzurufen.

Nun hatte aber ein im Winter entnommenes knospenloses Rebstengelsegment einen voluminösen Kallus hervorgebracht, während die Fragmente in einem sterilen Medium keine Zellteilung aufwiesen. Es handelte sich hierbei um eine Kultur, die in ein Medium gestellt worden ist, das zufällig durch ein Bakterium infiziert war. Da kam mir der Gedanke, es müsse vielleicht möglich sein, die natürliche Wirkung der Knospe im Wachstum durch biologische Produkte bakteriellen Ursprungs zu ersetzen.

B) Studium der Einwirkung von Bakterien auf das Rebstockgewebe

Die folgende Versuchsreihe ist zum ersten Mal mit dem Keim angestellt worden, von dem eben die Rede gewesen ist. Dieses Bakterium wurde durch die Methode der sukzessiven Verdünnung isoliert. Seitdem hatte ich Gelegenheit gehabt, diese Versuche mit mehreren anderen Bakterien zu wiederholen. Im Folgenden beschreibe ich Resultate, die ich an einem Stamm mit der Kennziffer F 21 erhalten habe.

a) Kallusbildung mit dem Stamm F 21.

Die Bakteriensuspension wurde auf kultivierte sterile Stengelfragmente aus Internodien geimpft.

Auf Rupestris du Lot bildet beispielsweise zu Anfang des Winters der mit dem Stamm F 21 erzielte Kallus rasch einen Überzug, der den Segmentteil außerhalb des Kulturmediums einhüllt (Tab. 1). Mit Riparia Gloire sind die Wundgewebe weniger reichlich. Dieser Verhaltens-

unterschied ist übrigens in der Praxis beobachtet worden. In beiden Fällen haben 50 – 60 % der Kulturen 4 – 6 Wurzeln getrieben. Ohne Vorhandensein des Bakteriums hört die Zellteilung auf oder es bilden sich bisweilen kleinere Zellmassen, deren Trockengewicht immer um einige Milligramm geringer ist.

Im Falle der Vitis Berlandieri Planchon, die bei unseren Versuchsbedingungen etwas mehr Kallus bildet als Rupestris du Lot und zwar während der für die Kallusbildung ungünstigen Periode, ist die Stimulierung durch Bakterien ebenfalls sehr augenscheinlich (Tab. 1). Mehr als 40 % der Segmente weisen Wurzeln auf.

Tabelle 1: Stimulierung der Kallusbildung an Stengelsegmenten mit oder ohne Bakterium, Stamm F 21

Datum der Entnahme	Mittleres Trocken-Gewicht des Kallus (mg / Fragment)					
	Rupestris du Lot		Riparia Gloire		Vitis Berlandieri	
	ohne Bakt.	mit Bakt.	ohne Bakt.	mit Bakt.	ohne Bakt.	mit Bakt.
November	0 – 6	49	0 – 4	33	18	50
Dezember	0 – 8	64	0 – 6	49	21	58
Januar	0 – 12	63	0 – 10	51	29	67

b) Kallusbildung mit gleichartigen Stämmen

Um festzustellen, ob die erzielten Reaktionen für den so isolierten Stamm spezifisch waren, wurden Versuche mit mehreren anderen Stämmen des gleichen Keims angestellt. Tabelle 2 zeigt, daß die Kallusmenge aus dem Rupestrisfragment schwankt und zwar je nach den dabei verwendeten Bakterien. Manche weisen mehr Stimulanz auf als andere.

Tabelle 2: Bedeutung der Kallusbildung bei Rupestrissegmenten am Anfang des Winters mit 5 Stämmen des Bakteriums F 21

Stamm-nummer	Mittleres Trocken-Gewicht des Kallus mg / Fragment		
	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3
33	63	68	62
26	64	66	61
39	74	79	72
18	70	65	68
52	65	62	60

c) Kallusbildung mit verschiedenen Bakterienarten.

Im Besitz dieser Resultate, war es interessant ausfindig zu machen, ob andere Arten die gleiche Fähigkeit aufwiesen oder auch nicht. Eine ganze Reihe von Arten sowie Stämmen dieser Arten sind dabei untersucht worden mit folgenden Resultaten.

Manche Arten stimulieren beträchtlich die Kallusbildung auf den Rebstengelsegmenten der In-Vitro-Kultur. Innerhalb einer Art erweisen sich gewisse Stämme wirksamer als andere.

Andere Arten besitzen diese günstige Wirkung nicht und hemmen sogar stark die Kallusbildung an Segmenten, bei Arten, die sich normalerweise im Winter ziemlich gut vermehren. So erhält man beispielsweise mit Syrah 20 bis 28 mg Trockenkallus pro Fragment bei Vorhandensein von *Bacillus subtilis* Stamm 6, anstatt 65 mg in sterilem Medium. Diese hemmende Wirkung kann auch an Segmenten beobachtet werden, die während der Wachstumsperiode entnommen wurden und demnach sich gut in aseptischen Bedingungen vermehren.

Andere schließlich haben keinen Stimulanzeffekt auf die Zellteilung, vermindern jedoch nicht das Kallusgewicht bei Arten, die normalerweise imstande sind Kallus im Winter unter aseptischen Bedingungen hervorzubringen (Bacillus pumilus).

Diese Experimente lassen daher den Schluß zu, daß banale, nicht pathogene Bakterienkulturen auf Rebstengelfragmenten verschiedene Wirkungen in Bezug auf die Zellteilung ausüben, deren Skala von Stimulierung bis zur Hemmung geht.

III. Studium der Einwirkung bakterieller Sekretionen.

Bekanntlich ist die Wirkung gewisser pathogener Bakterien an deren Vorhandensein auf der Pflanze gebunden. In unseren Versuchen war es unumgänglich festzustellen, ob der Kontakt von Rebstengel und Bakterium notwendig war. Daher habe ich das Stengelfragment und verschiedene Bakterienkolonien durch eine für Bakterien unüberschreitbare Kollodiummembran getrennt, die jedoch für deren Sekretionsstoffe durchlässig ist. Die in Figur 3 angegebene Vorrichtung hat gezeigt, daß – trotz Abwesenheit jeglichen Direktkontakts mit den stimulierenden Bakterien – die Rebstengelsegmente ausgiebig Zellteilung aufwiesen.

Außerdem wurden sterile Filtrate von flüssigen Bakterienkulturen in das Agar - Agar-Medium oder auch flüssig in verschiedener Dosis eingespritzt. Die erhaltenen Resultate haben die Vorhergehenden bestätigt: Der Direktkontakt von Gewebe und Bakterien ist nicht notwendig. Das Kallusgewicht ist übrigens nicht geringer gegenüber dem entsprechender Bakterien. Diese Schlußfolgerungen erscheinen uns von großer Tragweite, erlauben sie es doch – wie im Weiteren ersichtlich – die praktische Anwendung von Bakteriensekretionen.

Unterstreichen wir zuvor noch, daß das theoretische Studium der Aktion gewisser Bakterien weiterverfolgt wird. Insbesondere zeigt die Analyse der Filtrate, daß letztere unter anderem mehrere Arten von Wachstumssubstanzen enthalten, darunter gewisse Auxine. Bekanntlich finden diese Verbindungen bereits Anwendung bei Verbesserungsversuchen der Veredelung (Schenk 1967 b, Julliard 1969). Diese aber genügen nicht die beobachtete Wirkung zu erklären. Es wurde bereits gesagt, daß Auxine allein keine Zellteilung von Segmenten bei gewissen Arten hervorrufen, die am Anfang des Winters entnommen wurden. Außerdem sind gewisse Bakterien außerstande die Auxin-Synthese zu betreiben und trotzdem in der Lage die Zellteilung zu stimulieren.

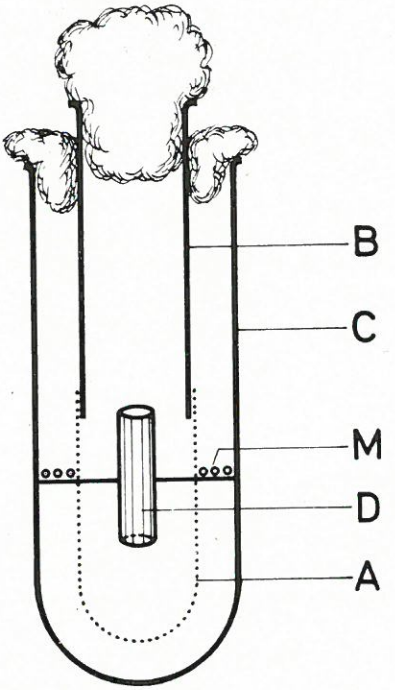

Abb. 1: Schema der Kultivierung von Bakterien (M) und Reben-Stengelstücke (D) unter gleichen Umweltbedingungen getrennt durch eine Kollodiummembran, die an einem Glaszylinder (B) befestigt ist. Das Ganze hängt in dem Kulturgefäß (C).

*IV. Nutzanwendung der Bakteriengärung während des Vortreibens**

A) Vortreiben im Wasser

a) Vor- und Nachteile

Jedes nicht sterile, warmfeuchte Vortreibmedium ist Sitz einer gewissen Mikrobenentwicklung. Im Falle einer Zellteilung im Wasser jedoch, treten die Wirkungen einer Wasserverschmutzung am klarsten zu Tage.

Bei dieser Technik wird der untere Teil der Veredlungsstecklinge 12 bis 15 Tage, manchmal sogar länger, in einigen Zentimetern Wasser eingeweicht. Das Vortreiben mit einem solchen Substrat bringt zahlreiche Vorteile mit sich, und zwar:

- Vorübergehende Hemmung der Bewurzelung während der Anwärmzeit
- Gleichheit und Regelmäßigkeit des Knospenwachstums

---

* Die Resultate in diesem Absatz wurden gemeinsam mit Herrn Ambid für die Laboratoriumsversuche, mit Herrn Guillot für die Rebschulversuche erhalten. Sie werden demnächst Gelegenheit für eine ausführliche Veröffentlichung geben.

- Erleichterungen bei dem Einfüllen der Kästen und deren Überwachung
- Einsparung der Reinigung der Veredlungsstelle vor der eventuellen zweiten Paraffinierung.

Im allgemeinen spielt sich das Vortreiben ganz normal ab. In manchen Jahren jedoch ist (in gewissen Kästen) die Verschmutzung durch die infizierten Keime so intensiv, daß sie eine Braunfärbung und Nekrose an der Basis der Pfropfunterlage zur Folge hat, was die spätere Bewurzelung verhindert. Übrigens ist es möglich, daß diese Keime den Sauerstoff des stagnierenden Wassers aufbrauchen, wodurch das Auftreten von Erstickungs- und Gärungserscheinungen in den Zellen der Rebstengel beschleunigt wird. Unterlagen wie zum Beispiel 41 B, 333 E. M., 161-49, 110 R sind empfindlicher der Verschmutzung und Erstickung gegenüber als 3309, Rupestris du Lot und 5 BB. Es ist festzustellen, daß sich im Falle des Beibehaltens der Veredlungskästen ebenfalls Keime vor dem Vortreiben entwickeln. In der Tat gibt es kälteliebende Mikroorganismen, die sich trotz der angewandten tiefen Temperaturen vermehren können.

b) Wasserverschmutzungsträger

Mikroskopische Untersuchungen am Ende des Vortreibens lassen außer Myzeliumhyphen, verschiedenartig geformte Bakterien erkennen, nämlich starre oder vielfach gebogene Stäbchen in verschiedener Größe und kugelförmige Bakterien. Biologisch gesehen schließt diese Bakterienkultur stickstoffbindende sauerstoffbedürftige oder sauerstoffausschließende, sowie proteolytische, amoniakbildende, amylolytische, zellulolytische Keime ein. (Analyse des Forschungslabors von Tours).

Soweit uns bekannt, ist die Bestimmung dieser Bakterien niemals unternommen worden. Es ist wahrscheinlich, daß diese Bakterienkultur je nach der Zusammensetzung des Wassers, dessen PH-Wertes, der verwendeten Unterlage, der endogenen Bakterienkulturen in den Arbeitsräumen oder der Art des Vortreibens verschieden ist.

Diese Mikroorganismen entwickeln sich zweifelsohne aus Nährstoffen des Stengels, die ins Wasser diffundieren. Gewichtsbestimmungen des Gesamtzuckers im Wasser in den Vortreibgefäßen ergeben zum Beispiel, daß dieses sich 5 bis 10 Tage lang anreichert – je nach der Unterlage. Danach bleibt der Gehalt konstant oder nimmt auch ab (Abb. 4). Bei unseren Versuchsbedingungen, wo die Zahl der Stecklinge pro Liter nur 100 war, kann der Zuckergehalt 100 mg pro Liter erreichen. Andere Verbindungen wurden ebenfalls analysiert. Wenn auch die verhängnisvollen Einwirkungen der infizierten Keime allein von den Spezialisten ins Auge gefaßt wurdem, so meinen wir an Hand der oben erklärten Resultate, daß die so verschiedenartige Bakterienwelt des Wassers beim Vortreiben in gewissen Fällen eine günstige Einwirkung haben kann.

In der Ungewißheit des Resultats und in der gegenwärtigen Unmöglichkeit die Entwicklung gewisser Keime unter Kontrolle zu bringen, ist es ratsam jegliche Wasserverschmutzung zu vermeiden. Das ist übrigens der Grund der gewohnten Beimischung von Holzkohle, welche eine gewisse Wirksamkeit aufweist, ohne jedoch die totale Mikrobenreinheit des Wassers beim Vortreiben zu Wege zu bringen.

c) Versuchsreihe

In der nun folgenden Versuchsreihe wollen wir Antiseptika oder Antibiotika festlegen, die im Stande sind, vollkommen oder teilweise, die infizierende Mikroflora zu hemmen ohne die spätere Bewurzelung zu schädigen.

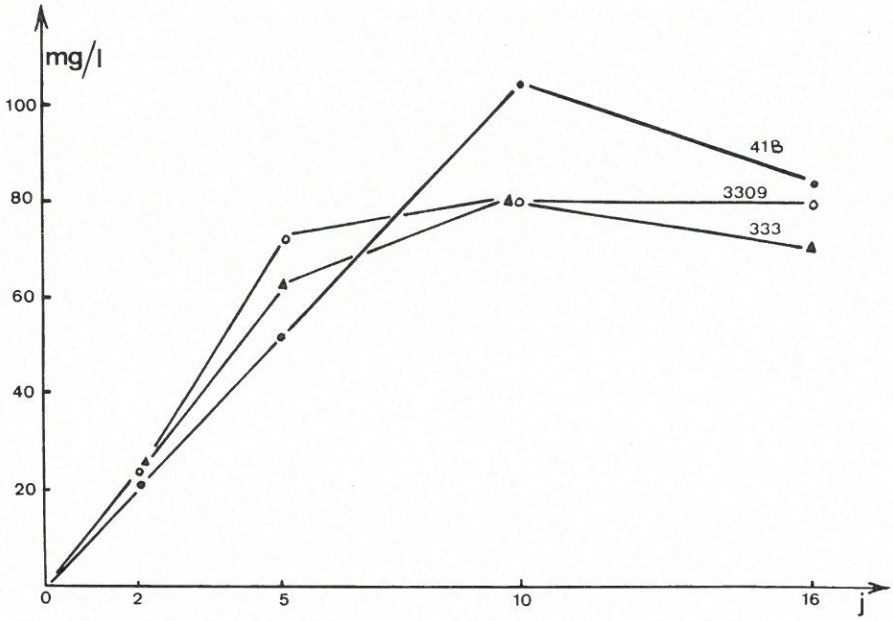

Abb. 2: Gesamt-Zuckergehalt des Wassers im Vortreibgefäß von 100 Reben pro Liter bei verschiedenen Unterlagen

Diese Ergebnisse zeigen, daß die mikrobiologischen Aspekte des Vortreibens eines gründlichen Studiums bedürfen. Die Kenntnis der Antiseptika, die gegebenenfalls in die Vortreibsubstrate gegeben werden und deren optimale Dosis, die Veränderung der Mikroflora unter Einwirkung dieser Verbindungen, das richtige Einstellen des Vortreibens in fließendem Wasser, die Bestimmung der minimalen Bodentemperatur in der Rebschule, nach dieser Art des Vortreibens bilden ganz gewiß interessante Wege für die Forschung.

Tabelle 3 faßt die Einwirkung einiger der angewandten Produkte zusammen in dem Fall eines 17-tägigen Einweichens von Stecklingen der Unterlage 3309, die dann in Treibhäuser verpflanzt wurden. Hydrazinsulfat von 0,01 g pro Liter, zerriebene Holzkohle von 100 ml/l, granulierte Aktivkohle von 100 ml/l verringern beträchtlich die Wasserverschmutzung ohne die Bewurzelung zu beeinträchtigen. Bei der angewandten Dosis von 0,02 und 0,04 g pro Liter bekommt man mit Kupfersulfat die höchste Prozentzahl bewurzelter Stecklinge und die höchste Anzahl von Wurzeln pro Steckling ohne die mikrobielle Trübung herabzumindern. Mit 41 B, welche weniger langes Einweichen nötig hat - weil sie sensibler gegen Sauerstoffmangel ist - haben Hydrazin - und Kupfersulfat ebenfalls gute Resultate erzielt. Ein praxisnaher Versuch hat ebenfalls gezeigt, daß Eingießen von Kupfersulfat (0,03 g/Liter) in das Vortreibwasser, günstige Auswirkungen hat. In der Produktionsreihe von Setzlingen in Töpfen der Sorte Ugni blanc auf 41 B ist es zu einem definitiv 63 %igem Wachstum gekommen gegenüber einem 43 %igem bei Wasser mit Holzkohle (0,2 l pro Liter Wasser) und sogar 18 %igem bei reinem Wasser. Diese 3 günstigen Versuche mit Kupfersulfat bedürfen natürlich einer Bestätigung.

Tabelle 3: Wirkung verschiedener Antiseptika und Antibiotika im Vortreibwasser von 3309 im Hinblick auf Wasserverschmutzung und Stecklingsbewurzelung. (Die Anzahl der Kreuze ist der gelbbraunen Farbintensität des Wassers und der Pilzentwicklung proportional).

Wirkstoffe	Wasserverschmutzung			Bewurzelung	
	Trübung d. Mikroben bei 420 m	Farbe	Vorhandensein von Pilzen	% Stecklingsbewurzelung	Wurzelzahl pro Steckling
Wasser	0,20	+	+	26	2
Holzkohle 100 ml/l	0,13	+	0	72	3,4
Aktivkohle granuliert 100 ml/l	0,07	0	0	70	3,2
Chloramin 1 g/l	0,20	+++	++	6	1,6
Chloroamphénikol 0,0001 de MA/l	0,12	++++	0	8	2
Cryptonol 0,03 g/l	0,26	+	+	64	5,5
Kalium-Metabisulfid 0,4 g/l	0,17	+++	++	2	1
Kalium-Metabisulfid 0,8 g/l	0,19	+++	++	0	0
Kupfersulfat 0,020 g/l	0,34	+	++	90	5,5
Kupfersulfat 0,040 g/l	0,20	+++	++	88	5,2
Hydrazinsulfat 0,01 g/l	0,08	+	+	74	5,5

B) Vortreiben mit Sägemehl

Weichholzsägemehl ist auch Sitz von Mikrobengärungen. Mikroskopische Untersuchungen von abgekochtem Sägemehl im Verlaufe des Vortreibens haben Bakterien verschiedener Form erkennen lassen. Die Wirksamkeit einer Behandlung des Sägemehls und der Stecklinge mit Kupfersulfat (Egger 1971) scheint die Beobachtungen und vorhergehenden Resultate übrigens zu bestätigen.

Dieser Autor hat derart den Prozentsatz das Veredlungsergebnis – von 41 auf 53 mit Pfropfreben auf 5 BB und von 24 auf 40 mit Pfropfreben auf Cosmo 10 steigern können. Bei 140 Ruggeri ist der Erfolg nicht verbessert worden. Der Torf wird von Becker (1971) als ein mikrobenarmes Substrat angesehen, und zwar auf Grund seines Humunsäuregehalts. Es ist wahrscheinlich, daß der PH-Wert des Torfs für die Entwicklung der meisten Bakterien ungünstig ist, aber nicht für die Pilzentwicklung. Analysen werden gerade gemacht.

V. Anwendung eines Bakterienpräparates für die Verbesserung der Rebenveredlung

Die Tatsache, daß bestimmte Bakterienkulturen die Zellteilung der Rebstockgewebe bei In-Vitro-Kultur stimulieren, hat zum Ausarbeiten neuer Hilfsmittel für die Veredlung angeregt. Noch wirksamere Bakterien als diejenigen, von denen bisher die Rede war, sind speziell ausgewählt worden. Die Medien, die sich am besten zur Gewinnung aktiver Substanzen eignen, sind bestimmt worden, gleichermaßen die Optimalbedingungen der Gärungen. Die Summe dieser Arbeiten hat zur Herstellung eines flüssigen Produktes geführt, dessen Zusammensetzung – je nach Bakterienart – in Bezug auf Kulturmedium und Konzentrierung der Aktivstoffe verschieden ist.

Das Auftragen der gewöhnlich verwendeten Lösungen zur Verbesserung der Rebenveredlung geschieht durch Einweichen des Veredlungsmaterials, indem die zu behandelnden Teile mittels eines Wachs- oder Paraffinaufstrichs umhüllt werden, der die Aktivverbindungen enthält oder auch auf die zu veredelnden Schnittflächen nach deren Herstellung. Vorheriges Einweichen und das Aufpinseln nach der Veredelung stellen langwierige, kostspielige zusätzliche Verfahrensweisen dar. Ein Veredler aus der Charente (Frankreich) G. MICHONNEAU kam auf den Gedanken, die Wunden bei Pfropfreben während der Veredlungsoperation automatisch zu durchnässen. Gegenwärtig gibt es ein gut funktionierendes Verteilungsgerät mit folgenden Vorteilen:

- es dosiert die für jede Pfropfrebe nötigen Produkte
- es bringt automatisch das Produkt auf die Schnittflächen der Pfropfrebe ohne zusätzliche Manipulation seitens des Veredlers
- es läßt sich leicht an alle Veredlungsmaschinen anpassen.

Tabelle 4: Verbesserung des Veredlungserfolges mit Hilfe bakteriologischer Mittel.

Bakteriologisches Präparat	Edelreissorte	Unterlagssorte	Anzahl der behandelten Pfropfreben	Veredlungserfolg %		Verbesserung %
				Kontr.	Behandelt	
Verbindung I	Ugni blanc	41 B	6100	55	91	36
	Ugni blanc	333 EM	7000	31	89	58
	Ugni blanc	140 R	2000	42	49	7
	Gros Plant	3309	2800	48	65	17*
Verbindung II	Grolleau	5 BB	678	29	36,1	7,1
	Ugni blanc	41 B	6200	27	39	12
	Ugni blanc	140 R	5800	22	31	9
	Ugni blanc	SO 4	6300	23	33	10
	Ugni blanc	41 B	20000	15	25	10
	Ugni blanc	333 EM	23000	7	14	7
Verbindung III	Grolleau	SO 4	1600	33	48,6	15,6

* Nicht endgültiges Resultat, denn das Ausschulen ist noch nicht erfolgt. Diese Prozentzahl entspricht einer Schätzung des Rebenveredlers.

Diese neuen Bakterienpräparate sind bei bekannten schwierigen Pfropfkombinationen angewendet worden. Die von verschiedenen Veredlern in mehreren Gegenden Frankreichs erzielten Resultate sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Die Tabelle 4 zeigt Verbesserungen in der Praxis von 7 auf 58 % für die Verbindung I, von 7,1 auf 12 % für die Verbindung II, von 15,6 % für die Verbindung III. Die für eine gegebene Verbindung beobachteten Veränderungen hängen natürlich von der Beschaffenheit des Edelreises, der Unterlage und den verschiedenartigen Bedingungen der Produktion der Pfropfreben in dem Rebenveredlungsbetrieb ab, z. B. Beschaffenheit der Stecklinge zur Zeit der Veredlung, Art des Vortreibens, zusätzliche Behandlungen u. s. w.

Die ersten mit solchen Reben gepflanzten Weinberge zeigen gegenwärtig ein in jeder Hinsicht normales Verhalten und eine durchaus normale Lebenskraft. Andererseits sind Versuche zur Verbesserung der Standortveredlung der in einem Weinberg Südfrankreichs (66, Pyrénées Orientales) durchgeführt worden. Die Witterungsverhältnisse 1972, die sich nach der Veredelung im Boden auswirkten, haben die Fortsetzung der Kallusbildung nicht begünstigt. Die unbehandelte Sorte Carignan veredelt auf 110 Richter hatte einen Anwuchs von 51 %, dagegen war der Erfolg bei mit dem Präparat IV behandelten Reben größer und erreichte 98 %.

VI. Zusammenfassung

Es stellte sich heraus, daß Bakterien eine Wirkung auf die Zellteilung des Kambiums und auf die Wurzelbildung der durch In-Vitro-Kultur gezüchteten Rebstengel ausüben. Ihr Ergebnis kann günstig, null oder auch ungünstig sein. Die im Laboratorium bewiesenen Tatsachen sind auf die Praxis übertragbar. Sie führten zu dem Gedanken, daß Bakterien in Phänomene eingreifen können, die für die Entwicklung der Rebe von ausschlaggebender Bedeutung sind.

So kann die Kallusbildung unter dem Einfluß gewisser Bakterienkolonien stimuliert werden. Die ersten Ergebnisse über das Studium der Gefäßbildung im Kallus lassen den Schluß zu, daß letztere mindestens frühzeitiger in den behandelten Pfropfreben erfolgt.

Das Auftreten der Wurzeln, das teilweise mit diesem Phänomen zusammenhängt, und die Wanderung von Aktivsubstanzen an die Unterlagenbasis findet sich ebenfalls verbessert.

Desgleichen ersieht man, daß die Wirkung bestimmter Mikroorganismen diejenige der Knospe vervollständigen kann. In der Tat besteht die Möglichkeit einen Kallus ohne Mitwirkung des Auges zu erzielen. Auch ist gewiß, daß die vom Knospenwachstum gebildeten Substanzen die Produktion des Kallus (Fallot 1960), die Bildung von Leitgewebe und auch die der Wurzeln beeinflussen. (Van der Lek 1925, Bouard 1963, Julliard 1963 und Favre 1970). Den Knospen verschiedener Sorten kann jedoch nicht die gleiche Wirksamkeit zugeschrieben werden (Bouard 1972).

Die Wirkung der banalen Mikroflora während des Vortreibens hatte bisher nicht die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt, es sei denn, daß Schäden wie zum Beispiel die Basisnekrose an Unterlagen beim Vortreiben im Wasser auftraten. Wir denken, daß Pilzen und Bakterien – ohne eine derartig verhängnisvolle Rolle zu spielen – trotzdem ein aktiver Anteil bei dem Vortreiben zukommt, und zwar in allen Substraten, in denen sie sich vermehren können. Die festgestellten Unterschiede bei Kisten des gleichen Vortreibsatzes können zum Beispiel dem Einwirken dieser Mikroflora zugeschrieben werden. Zwei Wege sind dann möglich, entweder das ganze Bakterien- und Pilzwachstum zu unterbinden oder auch diese Wasserverschmutzungsträger in den Dienst der Veredlung zu stellen.

Die Verwendung von durch Gärungen bestimmter Bakterienkolonien hergestellter Präparate erweist sich von großem Interesse um die Anwuchsprozente bei Rebenveredlung zu verbessern. Die bislang angestellten Versuche können natürlich nur eine beschränkte Zahl der möglichen Kombinationen darstellen. Es handelt sich jedoch um Pfropfreben der heikelsten Art. Die günstigen 3-jährigen Ergebnisse in der Rebschule mit bestimmten Präparaten umfassen jetzt mehr als 70 000 Pfropfreben. Außerdem gestattet die Inbetriebnahme eines automatischen Verteilungssystems für die Mittel zur Veredlungszeit eine bequeme Anwendung ohne zusätzliches Manipulieren seitens des Veredlers. Die praktische Anwendung solcher Bakterienverbände erscheint ein durchaus interessantes Verfahren zur Verbesserung der Veredlung des Weinstocks.

VII. Résumé

Au terme de cet exposé, il apparaît donc que des bactéries exercent une action sur la prolifération du cambium et la formation de racines sur des tiges de vigne cultivées in vitro. Leur effet peut être favorable, nul ou défavorable. Les faits démontrés en laboratoire sont transposables dans le domaine pratique ; ils conduisent à penser que des bactéries peuvent intervenir dans les phénomènes permettent la constitution d'un plant de vigne.

Ainsi, la formation de cal peut être stimulée sous l'action de certaines souches bactériennes. Les premiers résultats de l'étude de la formation des vaisseaux dans le cal laissent penser que celle-ci est, pour le moins, plus précoce dans les greffes traitées. L'apparition des racines qui dépend partiellement de ces phénomènes et de la migration de substances actives vers le base de la bouture se trouve également améliorée.

On voit ainsi que l'action de certains microorganismes peut compléter celle du bourgeon. En effet, s'il est possible d'avoir un cal en l'absence de bourgeon, il est certain que les substances élaborées par l'oeil en croissance influencent la production de cal (Fallot, 1960), la formation de tissus conducteurs et aussi celle de racines (Van de Lek, 1925 ; Bouard, 1963 ; Julliard, 1963 et Favre, 1970). Les bourgeons des diverses variétés n'auraient d'ailleurs pas la même efficacité (Bouard, 1972).

Au cours de la stratification, l'effet de la microflore banale n'avait pas retenu l'attention, si ce n'est lorsqu'il interdit toute reprise par nécrose des "talons" dans le cas de la stratification à l'eau. Nous pensons que champignons et bactéries, sans avoir un rôle aussi néfaste, peuvent jouer un rôle dans la stratification, dans tous les substrats où ils peuvent se multiplier. Les différences constatées entre les caisses d'une même fournée de stratification peuvent, par exemple, être attribuées à l'intervention de cette microflore. Deux voies sont alors possibles : essayer d'interdire tout développement bactérien et fongique ou tenter d'utiliser ces agents de pollution en orientant leur développement.

L'emploi de compositions préparées par fermentations à partir de certaines souches bactériennes s'avère d'un intérêt certain pour améliorer les pourcentages de reprise au greffage de la vigne. Il est bien évident que les essais effectués jusque là n'ont porté que sur un petit nombre d'assemblages par rapport à toutes les combinaisons possibles. Mais il s'agissait de greffes considérées comme les plus difficiles. Les résultats favorables obtenus en pépinières depuis trois ans avec certaines compositions portent maintenant sur plus de 70 000 greffes. En outre, la mise au point d'un système de distribution automatique des produits au moment de la greffe permet une application aisée, sans manipulation supplémentaire de la part du greffeur. L'utilisation pratique de telles compositions bactériennes apparaît comme une voie intéressante pour l'amélioration du greffage de la vigne.

VIII. Literatur

BECKER, H. 1967. - Recherches sur l'action du Chinosol contre le Botrytis cinerea Pers. lors du greffage de la vigne. *Progrès agricole et viticole,* 84,3 - 9 et 39 - 49.

BECKER, H. 1971. - Aspects modernes des techniques de conservation des boutures et des plants et de production des greffés-soudés. *Bulletin de l'Office International de la Vigne et du Vin, 44,* 223 - 237.

BOUARD, J. 1963. - Sur quelques modalités d'enracinement des boutures de vigne. Procès-verbaux de la soc. des Sciences Physiques et Naturelles de Bordeaux, 19 déc. 1963.

BOUARD, J. 1971. - La qualité des bois de multiplication. *Le pépiniériste.* n° 5, 1 - 6.

EGGER, E. 1971. - Forzatura in serra delle talee di viti americane ai fini di facilitarne la ripresa in vivaio. Indagine preliminare. *Rivista di Viticoltura e di Enologia,* 24 (9), 347 - 351.

EIFERT, J. 1966. - Physiologische Erkenntnisse und agrotechnische Verfahren bei der Pfropfrebenherstellung in Großbetrieben. *Weinberg und Keller.*

FALLOT, J. 1955 a. - Cultures de tissus de quelques espèces et variétés du genre *Vitis* et leur comportement. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse 90,* 163 - 172.

FALLOT, J. 1955 b. - Cultures aseptiques de tiges de vigne prélevées juste avant et pendant le repos hivernal. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 90* 173 - 181

FALLOT, J. 1960. - Effet de l'activité des bourgeons de vignes sur la prolifération *in vitro* du cambium. *C. R. Acad. Sci. Paris, 251,* 2575 - 2577.

FALLOT, J. 1970. - Callogenèse, soudure, culture des tissus. *Bulletin de l'Office International de la Vigne et du Vin,* 43, 908 - 918.

FAVRE, L. M. 1970. - Influence de facteurs internes sur la cinétique d'enracinement de la la vigne cultivée *in vitro. Rev. gén. Bot., 77,* 519 - 562.

GAUTHERET, R. 1959- - La culture des tissus végétaux. Masson éd., Paris

JULLIARD, B. 1963. - Influence du bourgeon sur la rhizogenèse des boutures de vigne. *C. R. Acad. Sci. Paris, 257,* 3200 - 3203.

JULLIARD, B. 1969. - Über einige Erkenntnisse aus dem Bereich der Rebenveredlungsforschung und der Rebschultechnik. *Les Vins d'Alsace,* n° 3, 26–29; n° 3, 45–49; n° 4, 62–68.

LEK, VAN DER H. A. A. 1925. - Over dewortelvorming van houtige stekken. *Meded. Landbouwhogesch. Wageningen, 28,* n° 2, 204 - 230.

MOREL, G. 1948. - Recherches sur la culture associée de parasites obligatoires et de tissus végétaux. *Thèse, Paris.*

SCHENK, W. 1967 a. - Stimulation der Veredlungspartner als Maßnahme zur Erhöhung der Ausbeute an pflanzfähigen Pfropfreben. *Vorträge der X. Geisenheimer Rebenveredlertagung 1967,* 15 - 32.

SCHENK, W. 1967 b. - Untersuchungen zur Anwendung von Wuchsstoffen in der Rebenveredlung. *Wein-Wissenschaft, 22,* 1 - 16.

THATE, R. 1967. - Über Pilze am Rebholz. *Verträge der X. Geisenheimer Rebenveredlertagung*