

## Untersuchungen über die Strahlungsempfindlichkeit von Rebenknospen

von

M. MILOSAVLJEVIĆ und R. MIJAJLOVIĆ

Für die Fortpflanzung der Weinrebe haben Winterknospen dieselbe Bedeutung wie der Same bei den meisten Pflanzen. Durch die vegetative Vermehrung werden alle biologischen Charakteristika der Art und Sorte, insbesondere die Qualität der Frucht, auf die Nachkommenschaft übertragen. Dies ist wohl auch der Hauptgrund dafür, daß die vegetative Vermehrung, bereits tausende von Jahren alt, auch gegenwärtig die dominante Vermehrungsform der Weinrebe darstellt. Die Tatsache, daß heute in der ganzen Welt tausende von Rebsorten anzutreffen sind, läßt darauf schließen, daß viele von ihnen als Folge einer Knospenmutation entstanden sind. Die Mutationen der Rebenknospen sind keine seltene Erscheinung; oft genug sind sie auch heute zu beobachten. BRIZA und AVRAMOV (5) haben im Jahre 1955 eine neue Sorte — Prokupac weiß — beschrieben, die nach ihrer Ansicht durch eine Knospenmutation aus Prokupac blau entstanden ist. Auch KONDAREV und MATEVSKA (9) haben 1962 eine Knospenmutation der Sorte Grauburgunder beschrieben.

In neuer Zeit wird viel an der Mutationsauslösung mittels elektromagnetischer und anderer Strahlungsformen gearbeitet. BISHOP (2, 3, 4) erhielt durch Bestrahlung von Apfelknospen mit Dosen von 3000—5000 rad oder mit Thermalneutronen von  $3,9$  bis  $26,6 \times 10^{12}$  je  $\text{cm}^2$  Veränderungen an Trieben und Farbmutanten. NYBOM (12) und KONZAK (10) geben einen umfassenden Überblick über Resultate und Pflanzenarten, an denen die Induktion der Mutationen durchgeführt wurde. Aus diesen Berichten geht hervor, daß sich bisher nur BREIDER (1956) und OLMO (1960) mit der Bestrahlung von Rebenknospen beschäftigt haben und dabei Dosen von 2000—3000 rad angewandt haben.

Da die Strahlungsempfindlichkeit der Rebenknospen bisher nur unzulänglich erforscht und die Bedeutung dieser Rebenorgane für die Selektion und für die Erzeugung von Pflanzgut von größter Wichtigkeit ist, stellten wir Untersuchungen mit der Absicht an, zunächst die letalen Strahlungsdosen, den Einfluß der Bestrahlung auf den Knospenaustrieb und auf das Triebwachstum zu bestimmen und festzustellen, ob gegebenenfalls eine stimulative Bestrahlungseinwirkung vorliegt, die für die Erzeugung von Pflanzgut ausgenutzt werden könnte.

### Material und Methoden

Winterknospen und Stecklinge der Sorte Gamay schwarz (Herkunft: Versuchsstation für Obst- und Weinbau, Radmilovac) wurden im Institut für nukleare Forschungen „Boris Kidrič“ in Vinča mit 200, 400, 600, 1000, 2000, 3000, 4000 und 5000 rad  $^{60}\text{Co}$  bestrahlt. Es wurde eine Strahlungsrate von 800 rad/Stunde gewählt. Der Wassergehalt der bestrahlten Stecklinge betrug 43,80% und in den Knospen 46,91%.

Unmittelbar nach der Bestrahlung wurden je Variante 100 Stecklinge (Gewicht 6,48—7,78 g) nach der von BRIZA und MILOSAVLJEVIĆ (6) beschriebenen Methode zum Austrieb gebracht und je 50 in Gefäßen mit sterilem Sand. Von diesen Stecklingen

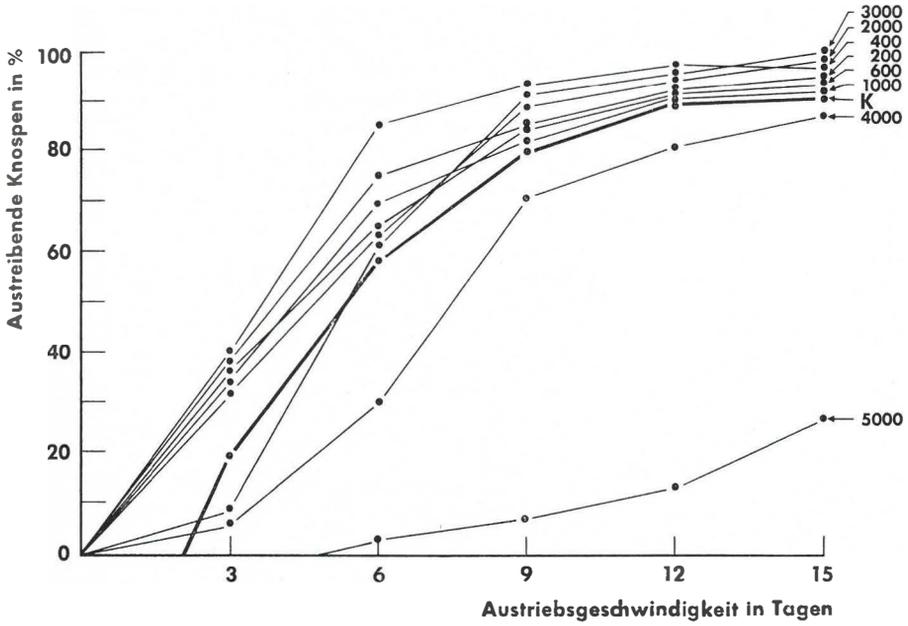


Abb. 1. Letalität und Dynamik des Knospentreibens beim Antreiben in Wasser

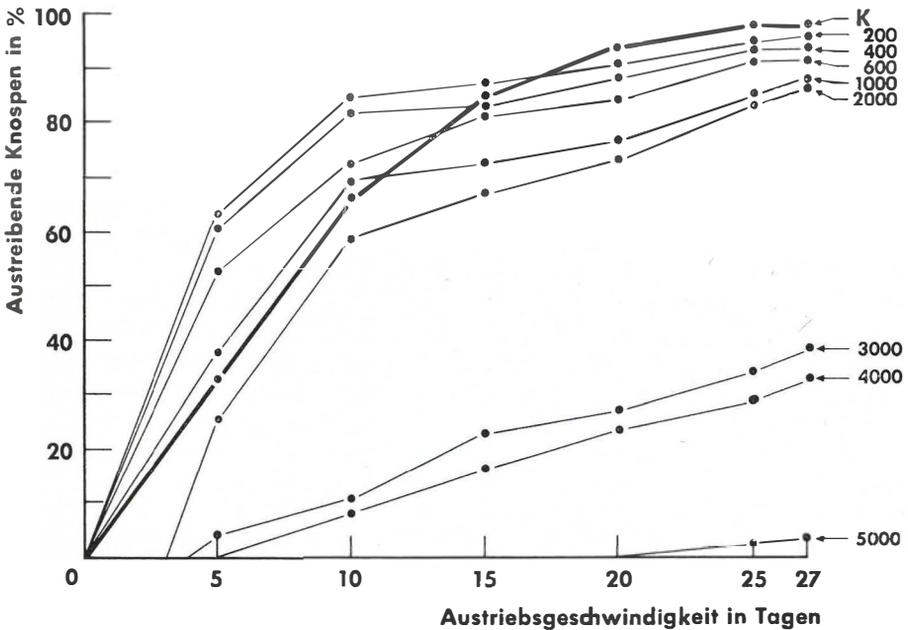


Abb. 2. Letalität und Dynamik des Knospentreibens beim Antreiben in sterilem Sand.

wurden in den verschiedenen Medien – Wasser und Sand – der Knospenaustrieb sowie das Wurzel- und Triebwachstum während 45 Tagen im Treibhaus bei einer Temperatur von  $22,0 \pm 0,8^\circ \text{C}$  beobachtet. Weitere 20 Stecklinge mit einer Länge von 30–35 cm wurden in Vegetationsgefäße gepflanzt und einige weitere Knospen jeder Bestrahlungsvariante auf Kober 5 BB gepfropft. Die Gefäßversuche wurden anfangs im Treibhaus, später im Freiland aufgestellt, während der Pfropfversuch mit 5 Wiederholungen zu je 20 Pfropfreben als Feldversuch angestellt wurde.

### Ergebnisse und Diskussion

#### Feststellung letaler Dosen.

Die Letalitätsgrenze und die Geschwindigkeit des Knospenaustriebes der in Wasser oder Sand angetriebenen Stecklinge ist den Abb. 1 und 2 zu entnehmen.

Der Vergleich beider Abbildungen zeigt, daß bei den im Wasser angetriebenen Stecklingen die Letalitätsgrenze höher liegt und der Knospenaustrieb rascher erfolgt als beim Austreiben in Sand. Eine derartige Reaktion bestrahlter und im Wasser angetriebener Stecklinge ist auch von CURTIS und Mitarb. (8), ZIMMER (13), CONGER und RANDOLPH (7) und MARIC (11) beschrieben worden.

Beim Austreiben im Wasser üben Dosen bis zu 3000 rad eine stimulierende Wirkung auf den Knospenaustrieb und, wenn auch weniger ausgeprägt, auf den Prozentsatz austreibender Knospen aus. Durch eine Dosis von 4000 rad wird der Knospenaustrieb geringfügig verlangsamt, während durch eine Bestrahlung von 5000 rad nur 27% der Knospen sehr zögernd austrieben.

Die im Sand angetriebenen Knospen zeigten eine sehr viel größere Strahlenempfindlichkeit. Zwar hatten kleine Dosen von 200 bis 1000 rad bei einer geringen Reduktion austreibender Knospen um 2–8% ebenfalls eine stimulative Wirkung zur Folge, doch sind die durch 3000 und 4000 rad eingetretenen Austriebsschäden mit denen durch 5000 rad beim Antreiben im Wasser vergleichbar. Die Dosis von 5000 rad ist nunmehr ausgeprägt letal: nur 3% Knospen treiben noch aus.

Zusammenfassend ergibt sich bei Strahlungsdosen von 200–1000 rad eine Stimulation des Knospenaustriebs, während die durch 3000 und 4000 rad hervorgerufene Schädigung der Knospen von der Art des Antreibens abhängig ist. Die Bestrahlung von 5000 rad ist ungeachtet des Antreibverfahrens mehr oder minder letal.

#### Einfluß der Bestrahlung auf das Wachstum.

Die Messungen der Triebblängen erfolgten zweimal im Intervall von 10 Tagen. Aus den Angaben in Tabelle 1 ist ersichtlich, daß nur kleinere Bestrahlungsdosen (200–600 rad) eine stimulative Wirkung auf das Triebwachstum ausgeübt haben, während Dosen von 3000–5000 rad das Triebwachstum hemmen. Die Wachstumsgeschwindigkeit nimmt mit der Höhe der Bestrahlungsdosis ab. Diese Hemmung verstärkt sich mit zunehmendem Alter der Pflanzen, wie aus den Relativwerten der 1. und 2. Messung zu entnehmen ist.

Beim Antreiben der Stecklinge im Sand unterbleibt nicht nur die stimulative Wirkung kleiner Strahlungsdosen auf das Triebblängenwachstum, sondern schon bei 200–600 rad beträgt die Wachstumshemmung zur Zeit der 1. Messung 24,4–29,8% und in der 2. Messung 12,9–18,3%. Offensichtlich verringert sich bei diesen Varianten die Wachstumshemmung mit dem Altern der Pflanzen. Bei höheren Strahlungsdosen hingegen bleibt der inhibitorische Einfluß erhalten (Tabelle 2).

Tabelle 1  
Wachstumsintensität der Triebe nach Bestrahlung der Knospen mit  $^{60}\text{Co}$ .  
(Wasserversuch)

Dosis rad	Trieblänge in m						Zuwachs in 10 Tagen mm
	1. Messung			2. Messung			
	M	$\pm m$	rel.	M	$\pm m$	rel.	
	25,0	0,97	100	33,8	1,53	100	8,8
200	33,4	1,73	134	53,0	1,90	157	19,6
400	35,6	1,30	142	45,2	1,90	137	10,6
600	32,8	1,48	131	44,6	1,41	130	11,8
1000	28,2	1,44	113	34,2	1,47	101	6,0
2000	26,4	1,30	106	31,4	1,70	92	5,0
3000	20,2	0,51	81	24,0	0,51	71	3,8
4000	13,4	1,22	64	16,6	1,26	49	3,2
5000	1,9	0,47	20	4,4	0,41	13	2,5

Tabelle 2  
Wachstumsintensität der Triebe nach Bestrahlung mit  $^{60}\text{Co}$ .  
(Sandversuch)

Dosis rad	Trieblänge in mm						Differenz mm
	1. Messung			2. Messung			
	M	$\pm m$	rel.	M	$\pm m$	rel.	
	51,0	3,80	100,0	76,4	4,94	100,0	25,4
200	38,6	1,90	75,6	64,8	2,00	84,8	26,2
400	35,8	1,67	70,2	62,4	2,39	81,7	26,6
600	39,6	2,66	77,6	66,6	3,35	87,1	27,0
1000	31,2	1,78	61,1	48,0	2,10	62,8	16,8
2000	29,6	1,67	58,0	49,0	2,97	64,1	19,4
3000	24,6	3,03	48,2	29,6	3,22	38,7	5,0
4000	20,6	2,61	40,3	32,4	2,64	42,4	11,8
5000	—	—	—	—	—	—	—

Das Triebgewicht sowie die Wurzelzahl und das Wurzelgewicht verringern sich mit steigender Strahlungsdosis.

Im Gefäßversuch haben nur die mit bis zu 1000 rad bestrahlten Stecklinge die Vegetationsperiode überlebt (Tabelle 3). Die mit Dosen von 2000 und 3000 rad bestrahlten Stecklinge hatten anfangs eine normale Entwicklung, starben aber später langsam ab, weshalb am Ende der Vegetationsperiode von der Variante mit 2000 rad nur 2 und von der mit 3000 rad nur 1 schwach entwickelte Pflanze erhalten blieben. Die mit 4000 rad und 5000 rad bestrahlten Varianten zeigten sich in diesem Versuch als völlig letal.

Das Gewicht bewurzelter Stecklinge als Maß für das allgemeine Wachstum der Pflanzen wird um 9,8 bis 29,8% vermindert. Zu ähnlichen Resultaten führten auch die Messungen der Trieblänge, Wurzelzahl und Wurzellänge. Die einzige Ausnah-

Tabelle 3

Wachstum bewurzelter Stecklinge nach vorheriger Bestrahlung mit  $^{60}\text{Co}$ .

Dosis rad	Gewicht bewurzelter Stecklinge in g			Trieblänge in cm		
	M	$\pm m$	rel.	M	$\pm m$	rel.
Kontrolle	65,5	4,43	100	140,0	15,5	100
200	46,0	4,18	70	151,0	19,8	108
400	50,8	4,67	78	153,6	17,9	110
600	59,1	5,20	90	109,7	14,9	78
1000	53,0	5,69	81	113,5	16,5	81

Dosis rad	Wurzelzahl			Wurzellänge		
	M	$\pm m$	rel.	M	$\pm m$	rel.
Kontrolle	27,0	3,04	100	21,5	1,38	100
200	22,0	3,64	81	13,5	1,38	62
400	25,0	3,20	93	13,6	1,03	63
600	25,9	3,80	96	19,7	1,15	92
1000	22,0	2,94	81	20,5	2,14	95

ne stellt die Trieblänge der mit 200 und 400 rad bestrahlten Stecklinge dar, die trotz bedeutend kürzerer Wurzeln nicht verringert wurde.

Die Ergebnisse des Gefäßversuches stimmen im wesentlichen mit den Angaben in Tabelle 2 überein und lassen, gemeinsam mit den Resultaten der Tabelle 1, erkennen, daß das Wachstum bestrahlter Knospen in weiten Grenzen von den Anzuchtbedingungen abhängig ist.

#### Einfluß der Bestrahlung auf die Pfropfung.

Die Anwuchs- und Ausschulergenergebnisse der mit bestrahlten Reisern hergestellten Pfropfreben sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Die mit bestrahlten Pfropfreisern hergestellten Pfropfreben haben einen relativ geringeren Anwuchs und ein

Tabelle 4

Anwuchs und Wachstum von Pfropfreben mit bestrahlten Pfropfreisern

Dosis rad	Anwuchs in %					Klasse I	
	Klasse I		Klasse II		Insgesamt	Gewicht d. Pfropfreben	
	M	t-Wert	M	M		t-Wert	M
Kontrolle	30	0,000	9	39	0,000	66,0	4,60
200	11	3,129	5	16	6,714	43,6	5,75
400	12	2,706	5	18	6,360	50,8	5,35
600	21	1,877	4	25	2,822	56,6	5,32
1000	26	0,819	7	33	1,492	40,7	4,99
2000	8	3,302	6	14	11,000	38,7	4,65
3000	3	5,021	—	3	11,065	36,6	4,25

t 5%: 2,042, t 1%: 2,750.

schwächeres Wachstum als die unvorbehandelten Kontrollen. Die Bewurzelung hingegen wurde nicht verändert. Dies dürfte wohl die Ursache dafür sein, daß trotz der Bestrahlung von 2000 rad immerhin noch 14% der Pflanzen überlebten, während nach gleicher Bestrahlung bei der Stecklingsanzucht (Tabelle 3) nur 2 schwach entwickelte Pflanzen erhalten blieben.

### Zusammenfassung

Die Bestrahlung der Winterknospen der Sorte Gamay schwarz mit Strahlungsdosen von 200–1000 rad  $^{60}\text{Co}$  übt einen stimulativen Einfluß auf den Austrieb und auf das Anfangswachstum der Triebe aus. Während eine Dosis von 5000 rad für die Rebenknospen letal ist, hängt die Letalität der Strahlungsdosen von 2000–4000 rad im wesentlichen von den Anzuchtbedingungen ab: je günstiger diese sind, umso geringer ist die Strahlungsempfindlichkeit der Knospen.

Die Winterknospen können im Ruhestadium zur Auslösung somatischer Mutationen mit Dosen bis zu 4000 rad bestrahlt werden, wenn anschließend günstige Bedingungen für die Anzucht und das Wachstum der Stecklinge geboten werden.

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die Verwendung bestrahlter Pfropfreiser für den Weinbau keine praktische Bedeutung hat, da nur ein schwacher Anwuchs und ein geringes Wachstum der Pfropfreben erzielt werden.

### Literaturverzeichnis

1. BREIDER, H.: Klonenzüchtung auf neuen Wegen. Mitt. Klosterneuburg A 5, 207–212 (1955).
2. BISHOP, C. J.: The production of bud sports in apples through the use of artificial radiation. Rep. XIVth Internat. Horticult. Congr., Netherlands (1955).
3. — — : Genetic changes in apples induced by thermal neutrons. Can. J. of Plant Sci. 37, 55–58 (1957).
4. — — : Radiation induced fruit color mutations in apples. Can. J. Genetics and Cytology 2, 118–123 (1959).
5. BRIZA, K. und L. AVRAMOV: Auftreten von Veränderungen der Beerenfarbe bei der Traubensorte schwarzer Prokupac. Samml. Wiss. Arb. Ldw. Fak. Zemun 1, 237–241 (1955).
6. — — und M. MILOSAVLJEVIĆ: Untersuchungen der Fruchtbarkeit der Reben-Knospen während der Winterruhe. Samml. Wiss. Arb. Ldw. Fak. Zemun 2, 214–227 (1954).
7. CONGER, A. D. and M. L. RANDOLPH: Magnetic centres (free radicals) produced in cereal embryos by ionizing radiation. Radiation Res. 11, 54–66 (1959).
8. CURTIS, H. J., H. DELIHAS, R. S. CALDECOTT and C. F. KONZAK: Modification of irradiation damage in dormant seeds by storage. Radiation Res. 8, 526–534 (1958).
9. KONDAREV, M. und N. MATEVSKA: Knospenvariationen bei der Sorte Pinot Gris. Gradinarska i Lozarska Nauka 1, 109–110 (1964).
10. KONZAK, C. F.: Genetic effects of radiation on higher plants. Quart. Rev. Biol. 32, 27–45 (1957).
11. MARIĆ, M.: Beitrag zur Erforschung der Einwirkung akuter und chronischer Gama-Radiationen auf trockene Gerstensamen. Samml. Wiss. Arb. Ldw. Fak. Zemun 349, 1–23 (1963).
12. NYBOM, N.: The use of induced mutations for the improvement of vegetatively propagated plants. Mutation and Plant Breeding NAS-NRC 891, 252–294 (1961).
13. ZIMMER, K. G., L. EHRENBURG und A. EHRENBURG: Nachweis langlebiger magnetischer Zentren in bestrahlten biologischen Medien und deren Bedeutung für die Strahlenbiologie. Strahlentherapie 103, 3–15 (1957).

Eingegangen am 15. 3. 1965

Dr. M. MILOSAVLJEVIĆ  
Poljoprivredni fakultet  
Beograd – Zemun  
Jugoslawien