©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Über das Glykosid Gein (=Geosid) in der Gattung *Geum*

Von

R. Hegnauer

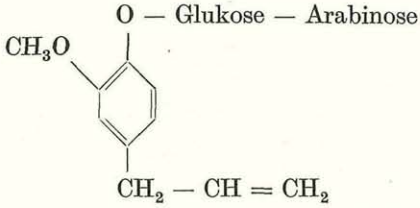
(Pharmaceutisch Laboratorium, Rijksuniversiteit Leiden, Holland)

Eingelangt am 16. November 1953

Für diese Untersuchungen standen Mittel der holländischen Organisation für wissenschaftliche Untersuchungen (Z.W.O.) zur Verfügung, wofür an dieser Stelle bestens gedankt sei.

Es ist schon lange bekannt, daß frisch getrocknete Wurzeln von Geum *urbanum* nach Gewürznelken riechen. Diese Eigenart der Pflanze kommt auch in ihrem Volksnamen „Nelkenwurz" zum Ausdruck. Auch der Name der früher als Antidiarrhoicum, Fiebermittel, Stomachicum und Aromaticum gebrauchten Droge Radix Caryophyllatae erinnert an den Nelkengeruch.

Nachdem schon Trommsdorff, Buchner und Hänsel das bei der Wasserdampfdestillation in geringer Menge übergehende Öl untersucht hatten (vgl. Gildemeister & Hoffmann 1929: 801 - 802) gelang es Bourquelot & Hérissey 1905 zu zeigen, daß dieses ätherische Öl praktisch ausschließlich aus Eugenol besteht. Diese Autoren beobachteten gleichzeitig, daß das Eugenol in der frischen Wurzel glykosidisch gebunden vorliegt. Erst nach enzymatischer Spaltung des Glykosides tritt Eugenol auf. Cheymol 1927 hat später das Glykosid isoliert und Geosid genannt. Er zeigte, daß das Glykosid nur in den unterirdischen Organen der Pflanze, das Enzym Gease aber auch in Stengeln, Blättern und Früchten vorkommt. Es gelang ihm der Nachweis, daß Geosid das Vicianosid des Eugenols ist:



Durch Gease wird Geosid in Eugenol und das Disaccharid Vicianose gespalten. Hydrolyse durch Säure oder durch Emulsin liefert Eugenol, Glukose und Arabinose. Emulsin wirkt aber nur auf das reine Glykosid spaltend. In unreinen Wurzelextrakten von *Geum urbanum* kommen Hemmstoffe für Emulsin vor. In ihnen unterbleibt deshalb die Glykosidspaltung

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

durch Emulsin. Gease dagegen ist unter solchen Bedingungen voll aktiv. CHEYMOL 1931 hat ferner die Frage nach der biologischen Bedeutung des Geosids gestellt und durch eine Arbeit zu beantworten versucht. Er hat während eines Jahres frische Wurzeln von *Geum urbanum* auf ihren Gehalt an Glukose, Saccharose, unbekannten, durch Emulsin in den Extrakten hydrolysierbaren Glykosiden und an Geosid untersucht. Da sich der Geosidgehalt gleichsinnig wie der Glukose- und Saccharosegehalt änderte (Abnahme beim Austreiben der Blätter, in der Blütezeit, und bei der Bildung neuer Blätter im August), nahm CHEYMOL für Geosid Reservestoff-funktion an. Hierzu ist zu bemerken, daß relative Gehalte wenig aussagen über das Schicksal eines Stoffes in einem Organ, besonders wenn die Schwankungen nicht größer sind als beim Geosid.

BOURQUELOT & HERISSEY 1905, CHEYMOL 1927 und SCHULTHESS 1945 haben auch einige andere *Geum*-arten auf das Vorkommen von Eugenol geprüft. Die untersuchten Arten sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1: Verbreitung des Eugenols in der Gattung *Geum*

Art	Eugenol	Autor	Methode
Geum urbanum	++++	BOURQUELOT & HÉRISSEY	Chemisch nachgewiesen
	++++	CHEYMOL	Geosid isoliert; Eugenol als Dehydrodieugenol bestimmt
	+++++	SCHULTHESS	organoleptisch
Geum rivale	+	BOURQ. & HÉRIS.	organoleptisch
	+	SCHULTHESS	organoleptisch
Geum coccineum	++	CHEYMOL	Dehydrodieugenol organoleptisch
Geum coccineum var. *Heldreichii*	—	CHEYMOL	organoleptisch
Geum montanum	—	SCHULTHESS	organoleptisch
Geum reptans	—	SCHULTHESS	organoleptisch

Wir haben uns die Aufgabe gestellt, die Verbreitung und die Biologie des Glykosides Gein im Genus *Geum* näher zu untersuchen. Gleichzeitig sollte die Vererbung dieses chemischen Merkmales studiert werden, da bekannt war, daß die äußerst eugenolarme Art *Geum rivale* sich gut mit der eugenolreichen Art *Geum urbanum* kreuzen läßt, wobei fertile F_1-Bastarde gebildet werden (MARSDEN-JONES 1930, WINGE 1938, PRYWER 1932) Für die Untersuchungen wurde zuerst eine Eugenolbestimmungsmethode ausgearbeitet (HEGNAUER 1953). Alle in dieser Arbeit gebrachten Gehalte beziehen sich auf frische Wurzeln. Die Rhizome sind praktisch geosidfrei; deshalb wurden sie bei den Bestimmungen verworfen. Die gebrauchte Bestimmungsmethode arbeitet nach dem folgenden Prin-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

zip. Nach Freisetzung des Eugenols aus der glykosidischen Bindung durch die in den Wurzeln ebenfalls vorhandene Gease wird dieses durch eine Wasserdampfdestillation isoliert. Das Destillat wird bikarbonatalkalisch gemacht und das Eugenol mit diazotiertem p-Nitroanilin gekuppelt. Der entstandene, in Wasser unlösliche Farbstoff wird mit Chloroform ausgeschüttelt und die Farbintensität der Chloroformlösung photometrisch gemessen. Will man den Gehalt der Wurzeln an Geosid kennen, dann ist der Eugenolwert mit 2,79 zu multiplizieren.

Die Geosidbildung im Laufe der Ontogenese der Pflanze und die Gehaltsschwankungen bei erwachsenen Pflanzen während der Vegetationsperiode

Für die Untersuchungen wurden zur Hauptsache zwei „Rassen" von *Geum urbanum* gebraucht. Rasse U_1 umfaßt Pflanzen, die in der Gegend von Leiden gesammelt und in den Institutsgarten verpflanzt wurden. Rasse U_2 wurde aus Samen, die vom Botanischen Garten Leiden erhalten wurden, gezogen. Die ebenfalls erwähnte Rasse U_3 entstammt Samen des Botanischen Gartens Groningen.

Die im Laufe von drei Jahren gefundenen Eugenolgehalte der frischen Wurzeln sind in den Tabellen 2 und 3 wiedergegeben.

Tabelle 2. Die Eugenolbildung während der Ontogenese von *Geum urbanum* (Rasse U_2)

Datum	% Eugenol in frischen Wurzeln	mg Eugenol per Pflanze	Bemerkungen
20. 3. 50.	—	—	Aussaat
13. 6. 50.	0,01	0,02	
9. 7. 50.	0,02	0,36	
1. 9. 50.	0,08	6,80	wenige Pflanzen blühen
22. 9. 50.	0,07	7,70	id.
10. 11. 50.	0,09	12,15	
9. 1. 51.	0,08	14,00	
16. 3. 51.	0,10	8,00	
21. 5. 51.	0,13	22,18	Beginn Blütezeit
26. 7. 51.	0,11	16,61	Früchte reif
22. 1. 52.	0,07	22,40	
18. 3. 52.	0,09	38,50	
12. 5. 52.	0,12	43,80	Blütenknospen gebildet
Rasse U_3			
25. 4. 51.	—	—	Aussaat
25. 9. 51.	0,04	0,15	
22. 4. 53.	0,09	2,34	

Bei der Aussaat im Frühjahr kommt *Geum urbanum* im ersten Jahr nicht zur Blüte. Nur vereinzelte Pflanzen bilden im späteren Herbst einige

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Blüten. Die volle Entwicklung erreichen die Pflanzen erst in der zweiten Vegetationsperiode. Bei den jungen Pflanzen ist die Eugenolkonzentration in den Wurzeln sehr niedrig. Der %-Gehalt erreicht erst zu Beginn der zweiten Vegetationsperiode die für die Rasse U_2 charakteristische Höhe von ca 0,1%. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung schwankt der Eugenolgehalt um den Wert von 0,1%.

Der absolute Gehalt der Wurzeln nimmt ständig zu. Je mehr sich das Wurzelsystem einer Pflanze entwickelt, desto größer ist die Menge Eugenol, die daraus gewonnen werden kann.

Mit der Rasse U_1 wurden die Gehaltsschwankungen ebenfalls während drei Vegetationsperioden beobachtet. In diesem Falle ist das Alter der Pflanzen nicht bekannt, da bereits erwachsene Pflanzen in den Institutsgarten verpflanzt wurden. Die Verpflanzung hatte eine Ausschaltung der Konkurrenz zur Folge, was zu einer mächtigen Entwicklung der Wurzelsysteme führte. Die kultivierten Exemplare lieferten 1 Jahr nach der Verpflanzung 20 bis 30 mal mehr Wurzelmasse als die Individuen vom Wildstandort. Der relative Gehalt wurde aber durch diese Verhältnisse kaum beeinflußt.

Tabelle 3. Der Eugenolgehalt mehrjähriger Pflanzen der Rasse U_1 in verschiedenen Jahren

Datum	% Eugenol in frischen Wurzeln	mg Eugenol per Pflanze	Bemerkung
2. 5. 50.	0,20	Wurzelgew. nicht bestimmt	Wildstandort
5. 6. 50.	0,16	3,0	Wildstandort
9. 7. 50.	0,12	9,7	Kultur
21. 5. 51.	0,14	62,3	Kultur
26. 7. 51.	0,20	120,0	Kultur
22. 1. 52.	0,16	96,0	Kultur
18. 3. 52.	0,14	137,0	Kultur

Der relative Gehalt schwankt zwischen 0,12 und 0,20%. Deutliche Beziehungen zur Jahreszeit sind nicht zu beobachten. Mit der starken Vermehrung der Wurzelmasse nach der Verpflanzung nimmt auch die Menge Eugenol stark zu.

Besprechung der Resultate: Aus den in Tabelle 2 und 3 wiedergegebenen Werten scheint es möglich, die folgenden Schlußfolgerungen zu ziehen:

1. Junge Pflanzen mit ausschließlich dünnen Wurzeln haben sowohl relativ als auch absolut sehr niedrige Eugenolgehalte. Diese Folgerung, die auf der Untersuchung der Rasse U_2 beruht, wird durch das Verhalten der Rasse U_3 bestätigt.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

2. Mit der Bildung kräftiger, dicker Wurzeln nimmt die Eugenolkonzentration im Wurzelgewebe und die Eugenolmenge pro Pflanze stark zu. Die Eugenolkonzentration nimmt aber nur bis ungefähr zum 12. Lebensmonat der Pflanzen zu. Von diesem Monat an schwankt der %-Gehalt um einen für die Rasse charakteristischen Wert. Die Eugenolmenge dagegen nimmt weiterhin zu, da die Pflanzen während Jahren ihre Wurzelmasse vermehren können.

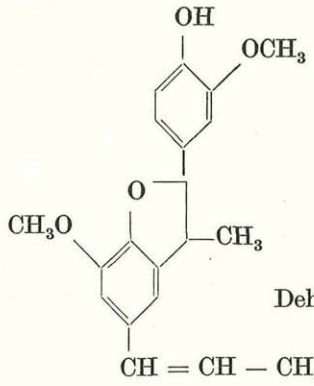
3. Neben den soeben besprochenen gehaltsmodifizierend wirkenden Faktoren scheinen auch genetische Einflüsse eine Rolle zu spielen. Die Rasse U_1 ist eugenolreicher als die Rasse U_2. Dieser genetische Einfluß braucht nicht direkt die Eugenolsynthese zu treffen. Es kann sich auch um eine indirekte Wirkung handeln, etwa derartig, daß die eine Rasse kräftigere Wurzelsysteme erzeugt. Es ist ferner möglich, daß bei der einen Rasse die alten Wurzeln fortdauernd absterben, während stets neue (=eugenolarme) Wurzeln geformt werden, bei der anderen Rasse aber die einzelnen Wurzeln eine längere Lebensdauer besitzen. Bei unseren Analysen fiel uns auf, daß die Wurzelstöcke der Rasse U_1 immer verhältnismäßig mehr dicke, alte Wurzeln trugen als die Wurzelstöcke von U_2.

4. Es lassen sich weder mit Hilfe des relativen noch mit Hilfe des absoluten Gehaltes sichere Aussagen über das Schicksal des Geosides im Stoffwechsel der Pflanze machen. *Geum urbanum* ist eine perennierende Pflanze mit kurzkriechendem Rhizom, aus welchem viele Adventivwurzeln heranwachsen. Im Laufe der Jahre sterben alte Wurzeln ab, während ständig neue gebildet werden. Auch können die älteren Teile der Rhizome absterben und dadurch die jüngeren Rhizomverzweigungen zu selbständigen Individuen heranwachsen. Diese Erscheinungen beeinflussen den Geosidgehalt stark. In Stadien intensiver Wurzelneubildung werden verhältnismäßig niedrige Gehalte gefunden, da die neu gebildeten Wurzeln geosidarm sind.

Uns scheint es nicht angängig, im Geosid einen Reservestoff der Pflanze zu erblicken. Für diese Annahme sind die beobachteten Gehaltsschwankungen zu gering und zu unregelmäßig. Sie beruhen zudem zweifellos größtenteils auf den soeben geschilderten Entwicklungsverhältnissen der Pflanze. Die Tatsache, daß beim Geosid im Gegensatz zu vielen anderen sekundären Pflanzenstoffen (viele Alkaloide, ätherische Öle, Cumaringlykoside) die Konzentration im jungen, wachsenden Organ niedrig, im alten ausgewachsenen Organ aber hoch ist, läßt die Vermutung aufkommen, daß das Auftreten des Eugenols mit dem Verholzungsprozeß in der Wurzel zusammenhängen könnte. Alle neueren Auffassungen über die Ligninbildung messen den Phenylpropanderivaten (z. B. Koniferylalkohol) die Rolle des primären Ligninbausteines zu. Das unter dem Einfluß von dehydrierenden Pilzfermenten aus Isoeugenol entstehende Dehydro-diiso-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

eugenol, wird sogar als Modell für die Verknüpfung der Ligninbausteine im Lignin genannt (FREUDENBERG 1939; BRAUNS 1948).



Dehydro-diisoeugenol

Die Akkumulation des Geosids in älteren Wurzeln von *Geum urbanum* scheint uns am besten erklärbar durch die Annahme, daß bei den Umwandlungen der Phenylpropanderivate, die ihrer Kondensation zum Lignin vorausgehen, als Nebenprodukt Eugenol entsteht. Eugenol, ein Phenol, ist als Substrat für die wahrscheinlich ubiquitär vorkommenden β-Glykosidasen geeignet. In der Wurzel treffen Eugenol als Aglykon, die benötigten Zucker und die Glykosidase zusammen, was automatisch zur Bildung des Glykosides führt. In diesem Zusammenhange sei auch auf die Experimente von MILLER 1940—1943 verwiesen, der in vielen Pflanzen durch Fütterung von Chlorphenol, Aethylenchlorhydrin und Chloralhydrat Glykosidbildung in erheblichem Ausmaß erzwingen konnte. Chloralhydrat wurde durch alle seine Versuchspflanzen erst zum Trichloraethylalkohol reduziert und anschließend glykosidiert.

Zusamenhänge zwischen der Ligninbildung und sekundären Pflanzenstoffen sind schon verschiedentlich vermutet worden (RETI 1924, WEEVERS 1934). Im Geosid scheint uns ein Körper vorzuliegen, dessen Auftreten sich zwanglos in dieser Richtung deuten läßt. Viel weniger überzeugend ist die Ableitung der Phenylpropanderivate normaler ätherischer Öle vom Ligninstoffwechsel. Die ätherischen Öle werden oft in jungen, wenig verholzten Organen gebildet. Das Eugenol der Gewürznelken, das in den Blütenknospen von *Eugenia caryophyllata* bis zu 18% des Trockengewichtes akkumuliert, dürfte beispielsweise auf einem anderen Wege entstehen als das Eugenol in den Wurzeln von *Geum urbanum*. Man könnte sich die Zusammenhänge vielleicht so denken, daß die Bildung der Phenylpropanderivate vieler ätherischer Öle auf einem viel früheren Stadium vom Wege, der zur Ligninbildung führen kann, abzweigt:

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

C_6-Körper + C_3-Körper
oder 3 C_3-Körper → C_6-C_3-Verbindung → Phenylpropanderivate ätherischer Öle
oder 3 C_2-Körper + 1 C_3-Körper

↓

Koniferylalkohol

↓

Ligninbausteine → Geosid

↓

Lignin

Die Verbreitung des Geosides in der Gattung *Geum*

Wir haben die *Geum*-arten, die wir uns bis heute verschaffen konnten, auf das Vorkommen von eugenolliefernden Glykosiden untersucht. Die bisherigen Befunde sind in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Tabelle 4. Das Vorkommen von Eugenol in der Gattung *Geum*

Subgenus (nach Bolle 1933)	Art	% Eugenol in den frischen Wurzeln	Anzahl der untersuchten Rassen (= Herkünfte)
Oreogeum	*montanum*	0,02—0,05	2
Eugeum	*rivale*	0,001	3
	urbanum	0,08—0,20	4
	aleppicum	0,15	1
	japonicum	0,05—0,11	2
	coccineum	Spuren	3
	quellyon	0,02—0,10	5
Stylipus	*vernum*	0,14	1

Besprechung der Resultate: Bei den Untersuchungen wurde immer nur der Eugenolgehalt der Wurzeln bestimmt. Es besteht also die Möglichkeit, daß nicht alle Eugenol enthaltenden Arten auch das Glykosid Geosid enthalten. Es wäre denkbar, daß bei einzelnen Arten die Zuckerkomponente des Glykosides nicht Vicianose wäre. Die bis jetzt vorliegenden Resultate sprechen dafür, daß Eugenolglykoside im Genus *Geum* ziemlich allgemein verbreitet sind. Bei Vertretern von drei der durch Bolle anerkannten vier Subgenera wurde Eugenol gefunden. Für *Geum montanum* weicht unser Befund von demjenigen von Schulthess ab. Hierzu ist zu bemerken, daß Schulthess seine Aussage allein auf die Geruchsprüfung stützt. Auch muß damit gerechnet werden, daß innerhalb einer Art eine größere Variabilität bezüglich dieses biochemischen Merkmales vorkommen kann. Bei *Geum coccineum* kamen wir ebenfalls zu etwas anderen Resultaten als Cheymol. In diesem Falle dürften in erster Linie die schwierigen systematischen Verhältnisse bei den als Gartenpflanzen kultivierten Formen von *Geum coccineum* und *Geum quellyon* den abwei-

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

chenden Befund erklären. Die beiden Arten werden oft verwechselt, wozu auch die Synonymie verleiten kann: *Geum quellyon* SWEET (=*G. chiloense* BALBI = *G. coccineum* SERINGE). Zudem umfassen die Gartenformen, die zu diesem Formenkreis gezählt werden können, zahlreiche Hybriden. Auch die eigenen Varietäten dürften zum großen Teil Hybriden sein, deren einwandfreie Bestimmung kaum möglich ist. Wir haben die Zuteilung der untersuchten Gartenformen zu einer der zwei genannten Arten hauptsächlich auf Grund der Form der Rosettenblätter vorgenommen. Bei *Geum coccineum* ist der Endabschnitt sehr groß, während bei *Geum quellyon* der Endabschnitt der Grundblätter die Fiederabschnitte viel weniger an Größe überragt.

Die Vererbung des Geosidgehaltes

Bis jetzt wurden die folgenden Kreuzungen auf ihren Gehalt an Eugenol untersucht:

Geum × *intermedium* = spontaner Bastard
Geum urbanum × *Geum rivale* ($U_1 \times R_1$)
Geum urbanum × *Geum rivale* ($U_2 \times R_3$)
Geum urbanum × *Geum quellyon* (U_2 × Q-s)

Bei der Analyse der Bastarde zeigte sich bald eine Schwierigkeit, die die Interpretation der Resultate erschwert. Der Eugenolgehalt der Wurzel kann über mehrere Vegetationsperioden zunehmen. In der Tabelle 5 sind die für die verschiedenen Bastarde in verschiedenen Vegetationsperioden gefundenen Gehalte zusammengestellt.

Tabelle 5. Eugenolgehalt der Wurzeln einiger *Geum*-Bastarde

Jahr der Kreuzung	Jahr der Aussaat	Kreuzung	% Eugenol in den frischen Wurzeln		
			1951	1952	1953
1950	1950	$U_1 \times R_1$	0,04	0,08	0,12
1951	1951	$U_2 \times R_3$	—	0,03	0,08—0,10
1952	1952	U_2 × Q-s	—	—	—
1952	1952	F_2 von $U_1 \times R_1$	—	—	0,02—0,10
—	1949 (gepflanzt)	spontaner Bastard	0,01—0,04	—	0,02

Besprechung der Resultate: In der ersten Bastardgeneration der Kreuzung *Geum urbanum* × *Geum rivale* werden Eugenolgehalte gefunden, die dem Gehalt des *urbanum*-Elter sehr nahe stehen. In einer früheren Mitteilung (HEGNAUER 1952) hatten wir eine intermediäre Erblichkeit des Geosidgehaltes angenommen, da die ständige Eugenolzunahme bei den Bastarden bis in die dritte Vegetationsperiode noch nicht bekannt war. Nachdem sich nun gezeigt hat, daß bei den künstlichen Kreuzungen im F_1-Hybriden Eugenolgehalte auftreten, wie sie auch beim verwendeten *urbanum*-Elter gefunden werden können, scheint uns kein Grund mehr

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

vorhanden, um an der dominanten Übertragung des *urbanum*-Merkmales zu zweifeln. Der konstant niedrige Gehalt des spontanen Bastards ist wenig beweiskräftig, da nichts über seine Entstehung bekannt ist. Es könnte sich bei diesem Klon um eine Zurückkreuzung mit dem *rivale*-Elter oder um einen Segreganten einer F_2 oder späteren Generation handeln.

Der Eugenolgehalt wird aber nicht monofaktoriell übertragen. Bei der Untersuchung von 31 Pflanzen einer F_2-Generation des Bastardes $U_1 \times R_1$ schwankten die individuellen Werte zwischen 0,02 und 0,1%. Da die Pflanzen zur Zeit der Analyse noch nicht das Maximum der Entwicklung erreicht hatten, ist anzunehmen, daß zu einem späteren Zeitpunkt alle Gehalte noch höher liegen. Da unter den 31 untersuchten Pflanzen der niedrige *rivale*-Gehalt (0,001%) niemals gefunden wurde, scheint eine monofaktorielle Vererbung des Eugenolgehaltes äußerst unwahrscheinlich. Weitere Schlüsse können aus dem vorliegenden Material nicht gezogen werden. Der sehr stark gehaltsmodifizierend wirkende Faktor „Entwicklungszustand" macht eine Einteilung der segregierenden Individuen in Gehaltsklassen illusorisch. Zudem ist die Zahl der untersuchten Pflanzen zu klein.

Wir müssen uns also vorläufig damit begnügen, festzustellen, daß bei der Kreuzung von *Geum urbanum* mit *Geum rivale* der Einfluß von *Geum urbanum* im F_1-Hybriden dominierend ist, und daß die Segregation in der F_2-Generation eine monofaktorielle Vererbung des Eugenolgehaltes ausschließt. Bezüglich der morphologischen Merkmale hatte früher Marsden-Jones ein Dominieren von *Geum rivale* beobachtet, während zwei Jahre später Prywer mitteilte, daß bei den durch ihn künstlich erhaltenen Pflanzen von *Geum* × *intermedium* deutlich der Einfluß von *Geum urbanum* überwiegt. Die Verhältnisse, wie sie Prywer für die morphologischen Merkmale gefunden hat, finden wir also beim biochemischen Merkmal „Geosidbildung" wieder.

Der Bastard von *Geum urbanum* mit *Geum quellyon* ($U_2 \times$ Q-s) zeigte, wie erwartet, den Eugenolgehalt der beiden Eltern. Nach der ersten Blütezeit der F_1-Pflanzen wurde ein Gehalt von 0,09% gefunden.

Zusammenfassung

Bei *Geum urbanum* nimmt der Eugenolgehalt (in %) der Wurzeln zu, bis die Pflanzen erwachsen sind. Von diesem Moment an hält sich der relative Gehalt auf einer für die Rasse charakteristischen Höhe konstant. Der absolute Gehalt (mg per Pflanze) dagegen nimmt weiterhin zu. Es scheint ein Zusammenhang zwischen der Eugenolbildung in den Wurzeln und dem Verholzungsprozeß zu bestehen. Das Glykosid Geosid kann nicht als Reservestoff betrachtet werden. Sein Verhalten weist vielmehr darauf hin, daß es ein Nebenprodukt des Verholzungsprozesses ist.

Eugenol wurde auch in den Wurzeln von *Geum aleppicum, japonicum, quellyon, vernum* und *montanum* gefunden. In den Wurzeln von *Geum*

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

coccineum dagegen kommt Eugenol nicht oder zum mindesten nur in Spuren vor.

Der Eugenolgehalt von *Geum urbanum* scheint bei der Kreuzung mit *Geum rivale* dominant vererbt zu werden. Die Spaltung in der F_2-Generation weist darauf hin, daß der Gehalt nicht monofaktoriell vererbt wird.

Herrn Prof. WIDDER (Graz) möchte ich an dieser Stelle herzlich danken für die Zusendung von Samenmaterial und lebenden Rhizomen von *Geum vernum, japonicum, coccineum* und *aleppicum*.

Schrifttum

BOLLE F. 1933. Eine Übersicht über die Gattung *Geum* L. und die ihr nahe stehenden Gattungen. Repert. Spec. nov., Beih. 72: 1—119.

BOURQUELOT E. & HÉRISSEY H. 1905. Sur l'origine et la composition de l'essence de benoite; glucoside et enzyme nouveaux. J. pharm. chim. Ser. 6. 21: 481.

BRAUNS F. E. 1948. Lignin. Fortschr. Chem. org. Naturst. 5: 175—240.

CHEYMOL J. 1927. La composition chimique de la racine de *Geum urbanum* L. Thèse Doct. (Pharm.), Paris.

— 1931. Variations de la composition glucidique de la racine de benoite (*Geum urbanum* L.) au cours de la végétation d'une année (Oct. 1929—Sept. 1930). J. pharm. chim. Ser. 8. 13: 627—634.

FREUDENBERG K. 1939. Lignin. Fortschr. Chem. org. Naturst. 2: 1—26

GILDEMEISTER E. & HOFFMANN F. 1929. Die ätherischen Öle. 2: 801—802 (3. Aufl.), Leipzig.

HEGNAUER R. 1952. Over de erfelijkheid van het eugenolglycoside bij de kruising van *Geum urbanum* met *Geum rivale*. Pharm. Weekbl. 87: 641—646.

— 1953. Methode voor de bepaling van het geosidegehalte van de wortels van *Geum*-soorten. Pharm. Weekbl. 88: 385—388.

MARSDEN-JONES E. M. 1930. The genetics of *Geum intermedium* and its backcrosses. J. Genetics 23: 377—395.

MILLER L. P. 1940—1943. Artikelreihe über die Bildung von β-Glucosiden und β-Gentiobiosiden in Pflanzen nach der Fütterung körperfremder Aglykone (Aethylenchlorhydrin, o-Chlorphenol, Chloralhydrat). Contr. Boyce Thompson Inst. 11: 271; 12: 15, 25, 29, 163, 395, 465; 13: 185.

PRYWER C. 1932. Genetische Studien über die Bastarde zwischen *Geum urbanum* L. und *Geum rivale* L. Acta Soc. Bot. Pol. 9: 87—114.

RETI L. 1924. Le relazioni fra le sostanze aromatiche vegetali e la loro origine. Atti I. Congr. Naz. Chim. Ind. Milano. (Zitiert in RETI 1950).

— 1950. Cactus Alkaloids and some related compounds. Fortschr. Chem. org. Naturst. 6: 242—289.

SCHULTHESS H. 1945. Pharmacognostische und chemische Untersuchungen von Drogen der Genera *Geum* und *Dryas*. Diss. ETH. Zürich.

WEEVERS TH. 1934. De vorming van aromatische stoffen en terpenen in de plant. Pharm. Weekbl. 71: 621—630.

WINGE O. 1938. The genetic aspect of species problem. Proc. linn. Soc. London 150: 232.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1954

Band/Volume: 5_3

Autor(en)/Author(s): Hegnauer Robert

Artikel/Article: Über das Glycosid Gein (= Geosid) in der Gattung Geum. 194-203