

Einfluss unterschiedlicher Stickstoffgehalte im Boden auf den Gehalt verschiedener biogener Amine bei Apfel

STEFAN MADER und WALTER BRANDES

Höhere Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74

In einem zwei Jahre dauernden Versuch bei Apfel wurden die Zusammenhänge zwischen Bodenstickstoffgehalt während der Vegetationsperiode und dem Gehalt an biogenen Aminen der Früchte untersucht. Dabei wurden die Sorten 'Golden Delicious' und 'Jonagold' an zehn Standorten im österreichischen Apfelanbaugebiet untersucht. Von Mai bis August wurden monatlich die Gehalte des Bodens an Gesamtstickstoff, N_{min} , Nitrat und Ammonium erhoben. Bei der Ernte wurden Fruchtproben gezogen und in drei Aliquote geteilt. Für die Analyse der biogenen Amine wurden Presssäfte aus frischen Früchten, aus fünf Monate kühl gelagerten sowie neun Monate CA-gelagerten Früchten hergestellt. Die erhaltenen Werte wurden statistisch auf etwaige Korrelationen mit den Bodenstickstoffwerten untersucht. Es konnten keine gesicherten positiven Korrelationen zwischen den N_{min} -gehalten, den Ammonium- bzw. den Nitratgehalten und den Gesamtgehalten an biogenen Aminen bzw. einzelnen Aminen festgestellt werden. Es kann daher angenommen werden, dass zwischen dem Stickstoffgehalt im Boden während der Vegetationsperiode und dem Gehalt an biogenen Aminen von Äpfeln kein ursächlicher Zusammenhang besteht.

The influence of varying nitrogen contents in the soil on the amount of different biogenous amines in apples. *In a two-years' experiment with apple (cultivars: 'Golden Delicious' and 'Jonagold'; ten different locations in the Austrian apple growing region) the relation between the nitrogen content of the soil during the vegetational period and the amounts of biogenous amines of the fruit was investigated. Each month from May to August the soil parameters total nitrogen, N_{min} , nitrate and ammonium contents were determined. At harvest samples were taken and divided into three aliquote batches. For the analysis of biogenous amines juices were produced from fresh fruit, from fruit after five months of cool storage and from CA-stored fruit (nine months). The obtained data were investigated statistically for possible correlations with the nitrogen contents of the soil. No secured positive correlations could be detected between the total nitrogen contents, the N_{min} -content, ammonium and nitrate contents, resp., and the total amount of biogenous amines and single amines, resp. Thus it can be concluded that there is no causal relation between the nitrogen contents in the soil during the vegetational period and the amounts of biogenous amines in apples.*

L'influence de la teneur du sol en azote sur la présence de différents amines biogènes dans les pommes. *La relation entre la teneur du sol en azote pendant la période de végétation et la teneur des fruits en amines biogènes a été étudiée dans le cadre d'un essai de deux ans mené avec des pommes. Les variétés Golden Delicious et Jonagold ont été examinées sur dix habitats dans la région de culture de pommes autrichienne. Entre mai et août, la teneur du sol en azote total, N_{min} , nitrate et ammonium a été relevée mensuellement. Lors de la récolte, des échantillons de fruits ont été prélevés et répartis en trois parts égales. Pour l'analyse des amines biogènes, des jus pressés ont été produits à partir de fruits frais, de fruits stockés au frais pendant cinq mois et de fruits stockés sous atmosphère contrôlée pendant neuf mois. Les valeurs obtenues ont été vérifiées en vue d'une corrélation éventuelle avec les valeurs d'azote du sol. Il n'a pu être constaté aucune corrélation positive assurée entre les teneurs en N_{min} total, en ammonium et/ou en nitrate et les teneurs totales en amines biogènes et/ou en amines*

individuelles. Il y a donc lieu à supposer qu'il n'existe aucune relation de cause à effet entre la teneur du sol en azote pendant la période de végétation et la teneur des pommes en amines biogènes.

Der Qualitätsbegriff bei Apfel bezieht sich im Wesentlichen auf äußere Merkmale. Für die innere Qualität gibt es derzeit nur wenige Parameter. Da biogene Amine von großer Bedeutung für die menschliche Ernährung sind (LUTHY und SCHLATTER, 1983; PECHANEK et al., 1983; MAXA et al., 1992), sollte in dieser Untersuchung deren Vorhandensein und entsprechende Gehalte bestimmt werden. Grundsätzlich ist aus der Literatur (LIPP, 1983; PRIETA, 1994) bekannt, dass der Apfel weit weniger Amine enthält als andere Früchte (z.B. Banane oder Orange). Weiters war von Interesse, ob zwischen dem Gehalt an biogenen Aminen und dem N_{\min} -Gehalt des Bodens bzw. der Stickstoffdüngung Zusammenhänge bestehen.

Material und Methoden

Für die Untersuchungen wurden zehn verschiedene Standorte im österreichischen Apfelanbaugebiet ausgesucht, auf denen jeweils die Sorten 'Golden Delicious' und 'Jonagold' auf schwachwüchsiger Unterlage, wenn möglich auf 'M9', vorhanden waren. Die Standorte wiesen folgende Charakteristika auf:

- 1 Klosterneuburg, Niederösterreich: Hanglage, Flyschboden mit nur geringer Mächtigkeit des Oberbodens (30 bis 50 cm), 720 mm Niederschlag, wenig Stickstoffdüngung, Tropfbewässerung
- 21 Wien-Gerasdorf: zwei Standorte (21 und 22), Donaueschwemmboden, ebene Lage, geringer A-Horizont, darunter Schotter, Bewässerung, Stickstoff-Steigerungsversuch
- 31 Graz, Steiermark: zwei Standorte (31 und 32), oststeirisches Hügelland, schottriger Lehmboden mit großer Mächtigkeit, Bewässerung, mittelmäßige Stickstoffdüngung
- 4 St. Andrä im Lavanttal, Kärnten: sandiger Schwemmlandboden mit humusreichem mächtigem Oberboden, ca. 1200 mm Niederschlag, keine Stickstoffdüngung
- 5 Langenzersdorf, Niederösterreich: Donaueschwemmboden, ebene Lage, Bewässerung, keine Stickstoff-Düngung
- 6 Deutsch-Wagram, Niederösterreich: Marchfeld, ebene Lage, geringer A-Horizont, darunter Schotter, Bewässerung, mittlere Stickstoffdüngung

- 7 Theiß, Niederösterreich: Donaueschwemmland, ebene Lage, tiefgründiger, im oberen Bereich verbraunter Auboden, Bewässerung, hohe Stickstoffdüngung
- 8 Missingdorf, Niederösterreich: Waldviertel, schottriger Boden, 40 bis 60 cm A-Horizont, ca. 400 mm Niederschlag, Tropfbewässerung, keine Stickstoffdüngung

An allen Standorten wurde Mulchwirtschaft betrieben. Zur Bestimmung des Bodenstickstoffgehaltes wurden während der Vegetationsperiode im Abstand von einem Monat viermal Bodenproben gezogen, die je nach Tiefe in drei Fraktionen (0 bis 30 cm, 30 bis 60 cm und 60 bis 90 cm) getrennt wurden. Die Bodenproben wurden im Bodenuntersuchungslabor der Bundesanstalt für Bodenkultur in Wien (jetzt Bundesamt und Forschungszentrum Wien) untersucht. Im Jahr 1994 wurde mit der Probennahme am 6. Mai begonnen. Da die erhaltenen Werte zu diesem Termin sehr niedrig waren, wurde im darauf folgenden Jahr mit der Probennahme erst am 6. Juni begonnen. Bei der Ernte, Ende September bis Anfang Oktober, wurden von allen Standorten und jeweils beiden Sorten Fruchtproben eingeholt. Die Früchte jeder Variante wurden entsprechend ihrem Gewicht in drei gleiche Aliquote geteilt. Aus dem ersten Aliquot wurden sofort Presssäfte hergestellt, die auf ihren Gehalt an biogenen Aminen untersucht wurden. Die zweite Teilmenge wurde ca. fünf Monate lang bei +2 °C und etwa 90 % rel. Luftfeuchte kühl gelagert, und anschließend wurden daraus ebenfalls Presssäfte hergestellt und untersucht. Das dritte Aliquot wurde neun Monate lang unter CA-Bedingungen gelagert und anschließend untersucht. Die CA-Lagerung erfolgte bei 2 °C, etwa 90 % rel. Luftfeuchte und 3 % O₂ und 3 % CO₂ (entspricht 3+3). Die Analysen der biogenen Amine wurden von der Abteilung Chemie und Qualitätskontrolle der HBLA und BA für Wein- und Obstbau Klosterneuburg mittels HPLC-Methode durchgeführt (MAXA et al., 1992). Es wurden die biogenen Amine Histamin, Putrescin, Tyramin, Cadaverin, Phenylethylamin, Methylamin und Ethylamin analysiert. Die erhaltenen Werte wurden mit den N_{\min} -Gehalten mittels statistischer Methoden auf etwaige Korrelationen untersucht.

Ergebnisse

N_{\min} -Gehalte der Böden 1994 und 1995

Die an den zehn Standorten in den drei Bodenprofilproben gemessenen N_{\min} -Gehalte sind für die Sorte 'Golden Delicious' in Tabelle 1 und für die Sorte 'Jonagold' in Tabelle 2 dargestellt.

Ergebnisse der Nitrat-Untersuchungen in den Bodenproben

Die an den zehn Standorten der Sorte 'Golden Delicious' gemessenen Gehalte an Nitrat sind für die verschiedenen Zeitpunkte des Jahres 1994 in Abbildung 1 und für das Jahr 1995 in Abbildung 2 dargestellt. Die Nitratgehalte der Bodenproben bei den Standorten der Sorte 'Jonagold' zeigen für das Jahr 1994 die Abbildung 3 und für das Jahr 1995 die Abbildung 4.

Ergebnisse der Ammonium-Untersuchungen in den Bodenproben

In der Abbildung 5 (1994) bzw. Abbildung 6 (1995) sind die Ammoniumgehalte der Böden von den zehn 'Golden Delicious'-Standorten dargestellt. Für die Sorte 'Jonagold' sind die Ammoniumgehalte der Bodenproben in Abbildung 7 (1994) und Abbildung 8 (1995) zusammengefasst.

Ergebnisse der Gesamtstickstoff-Untersuchungen in den Bodenproben

Der Verlauf der Stickstoffgehalte in den Bodenproben der 'Golden Delicious'-Standorte während des Jahres 1994 wird in Abbildung 9 und der während des Jahres 1995 in Abbildung 10 präsentiert. Die adäquaten Ergebnisse für die Sorte 'Jonagold' zeigen die Abbildung 11 (1994) und die Abbildung 12 (1995).

Dieser Zusammenhang wird für die Standorte der Sorte 'Golden Delicious' in Abbildung 13 (1994) bzw. Abbildung 14 (1995) gezeigt. Für die Sorte 'Jonagold' sind die Ergebnisse des Jahres 1994 in Abbildung 15 und für das Jahr 1995 in Abbildung 16 dargestellt.

Gehalte an biogenen Aminen in Presssäften

Die in den aus frischen Früchten hergestellten Presssäften gefundenen Gehalte der biogenen Amine Histamin, Tyramin, Putrescin, Cadaverin, Methylamin, Ethyl-

min, Phenylethylamin, Isopentylamin sind für die Sorte 'Golden Delicious' in Abbildung 17 (1994) bzw. Abbildung 18 (1995) dargestellt. In den Abbildungen 19 und 20 (1994 bzw. 1995) werden die entsprechenden Ergebnisse der Sorte 'Jonagold' zusammengefasst.

Nach einer fünfmonatigen Kühlung der Früchte wurden wiederum in den Presssäften die Gehalte biogener Amine analysiert, die Ergebnisse der Sorte 'Golden Delicious' werden in den Abbildungen 21 und 22 (1994 bzw. 1995) und die Resultate der Sorte 'Jonagold' in den Abbildungen 23 und 24 (1994 bzw. 1995) präsentiert.

Ein drittes Früchtealiquot wurde unter CA-Bedingungen neun Monate gelagert, anschließend wurden in den daraus hergestellten Presssäften wiederum die biogenen Amine bestimmt. Die Werte der Sorte 'Golden Delicious' werden in den Abbildungen 25 und 26 (1994 bzw. 1995) und die Resultate der Sorte 'Jonagold' in Abbildung 27 und 28 (1994 bzw. 1995) gezeigt.

Ergebnisse der Korrelationsanalysen

Um festzustellen, ob zwischen den verschiedenen Bodenanalyseparametern und den Gehalten an biogenen Aminen Zusammenhänge bestehen, wurden verschiedene Korrelationsanalysen durchgeführt. In den Tabellen 3 bis 8 werden die Ergebnisse zusammengefasst.

Stickstoffgehalte im Boden 1994 und 1995

Der N_{\min} -Gehalt in den Böden der einzelnen Standorte war, bedingt durch Art und Düngung, sehr unterschiedlich. Die Mineralisierung setzte auf allen Standorten in etwa Mitte Mai mit dem Ansteigen der Bodentemperatur ein. Je nach Humusgehalt des Bodens und Düngung stiegen die N_{\min} -Gehalte unterschiedlich stark an und erreichten etwa im August den Höchstwert.

Bei nicht gedüngten Böden verlief der Anstieg langsam und mäßig (siehe Standort 1, 5 und 8) und erreichte im August seinen Höchstwert. Gedüngte Standorte zeigten bereits im Mai oder Juni sprunghafte Zunahmen des N_{\min} -Gehaltes, der in der Folge wieder abnahm, wenn nicht weitere N-Gaben erfolgten. Besonders die leichten, sandigen Schwemmlandböden wiesen in der Vegetationsperiode starke Schwankungen auf. Trockene Standorte zeigten einen gleichmäßigeren Verlauf.

Auch im darauf folgenden Jahr waren die Verhältnisse ähnlich. Die Unterschiede zwischen den beiden Sor-

Tabelle 1:

Analysenergebnisse der Bodenuntersuchungen 1994 und 1995. N_{min}-Gehalte in .mg/100g Boden bei der Sorte 'Golden Delicious'

Standorte	Entnahmetiefe in cm	6.5.94	23.6.94	27.7.94	30.8.94	8.6.95	11.7.95	9.8.95	5.9.95
1	0-30	0,1	0,1	0,5	0,6	0,06	0,37	0,28	0,33
	31-60	0	0,37	0,5	0,51	0,13	0,23	0,85	1,04
	61-90	0,2	0	0	0	0,1	0,1	0,71	1,89
Summe		0,3	0,47	1	1,11	0,29	0,7	1,84	3,26
21	0-30	0,2	0,2	0,3	0,47	0,17	0,54	0,73	0,93
	31-60	0,2	0,1	0,3	0,29	0,2	0,34	0,86	1,14
	61-90	2,9	1,7	2,9	3,34	0,33	3,82	3,68	3,39
Summe		3,3	2	3,5	4,1	0,7	4,7	5,27	5,46
22	0-30	0,3	0,6	0,6	1,04	0,51	0,45	0,63	1,9
	31-60	0,1	1,2	0,4	0,53	0,48	0,27	0,63	0,83
	61-90	0,2	1,6	0,4	1,53	1,46	0,68	1,06	1,19
Summe		0,6	3,4	1,4	3,1	2,45	1,4	2,32	3,92
31	0-30	0,6	0,1	0,53	0,79	0,19	1,64	1,58	1,73
	31-60	0,2	0,2	0,33	0,59	0,21	0,82	0,7	0,85
	61-90	0,6	0,4	0,33	0,5	0,37	0,78	0,58	0,91
Summe		1,4	0,7	1,19	1,88	0,77	3,24	2,86	3,49
32	0-30	0,3	0,2	0,53	0,62	1,42	0,55	0,73	0,92
	31-60	1,5	0,2	0,45	0,49	1,58	0,85	1,08	1,32
	61-90	0,9	0,5	0,5	0,4	1,05	1,56	1,07	1,13
Summe		2,7	0,9	1,48	1,51	4,05	2,96	2,88	3,37
4	0-30	2,5	0	0,5	2,15	1,31	0,7	0,82	0,99
	31-60	0,8	0,1	1,1	1,38	0,23	0,23	0,41	0,58
	61-90	0,4	0,5	0,6	0,6	0,91	0,39	0,54	0,69
Summe		3,7	0,6	2,2	4,13	2,45	1,32	1,77	2,26
5	0-30	0,7	0	0,8	0,88	0,5	0,76	0,93	1,1
	31-60	0,1	0,3	0,3	0,7	0,04	0,49	0,59	0,75
	61-90	0,1	0,4	0,8	1,09	0,11	0,23	0,38	0,6
Summe		0,9	0,7	1,9	2,67	0,65	1,48	1,9	2,45
6	0-30	3,8	1,3	0,7	0,91	0,29	1,03	1,37	1,5
	31-60	1,4	2,2	1,6	1,82	0,79	1,45	1,4	1,58
	61-90	0,5	0,8	1,9	2,05	0,96	0,95	1,3	1,27
Summe		5,7	4,3	4,2	4,78	2,04	3,43	4,07	4,35
7	0-30	0,6	0	1,1	1,78	1,81	1,02	1,13	1,36
	31-60	0,8	1	1,3	1,4	1,81	1,26	1,28	1,38
	61-90	0,4	1,5	2,1	2,23	2,03	1,78	1,89	1,82
Summe		1,8	2,5	4,5	5,41	5,65	4,06	4,3	4,56
8	0-30	0,1	0	0,4	0,5	0,14	0,08	0,22	0,84
	31-60	0,3	0	0,1	0,17	0,02	0,05	0,28	0,44
	61-90	0,1	0	0,1	0,16	0,02	0,04	0,12	0,18
Summe		0,5	0	0,6	0,83	0,18	0,17	0,62	1,46

Tabelle 2:

Analysenergebnisse der Bodenuntersuchungen 1994 und 1995. N_{min}-Gehalte in mg/100g Boden bei der Sorte 'Jonagold'

Standorte	Entnahmetiefe in cm	6.5.94	23.6.94	27.07.94	30.8.94	8.6.95	11.7.95	9.8.95	5.9.95
1	0-30	0	0,1	1	1,25	0,04	0,26	0,4	0,53
	31-60	0	0,3	0,5	0,74	0,15	0,16	0,47	0,63
	61-90	0,1	0,25	0,27	0,32	0,16	0,11	0,28	0,38
Summe		0,1	0,65	1,77	2,31	0,35	0,53	1,15	1,54
21	0-30	0,3	0,2	0,5	0,6	0,08	0,59	0,89	1,61
	31-60	0,2	0,3	0,98	1,51	0,29	0,34	0,49	0,95
	61-90	0	0,02	0,16	0,23	0,09	0,05	0,12	0,43
Summe		0,5	0,52	1,64	2,34	0,46	0,98	1,5	2,99
22	0-30	0,2	0,1	0,3	0,43	0,28	0,5	0,67	0,81
	31-60	0,2	0,2	0,2	0,37	0,35	0,49	0,68	0,94
	61-90	1,7	0,2	0,7	0,72	1,08	0,65	0,81	1,19
Summe		2,1	0,5	1,2	1,52	1,71	1,64	2,16	2,94
31	0-30	0,5	0,3	0,53	0,79	0,51	0,91	1,24	1,72
	31-60	0,6	0,3	0,33	0,59	0,36	1,21	1,36	1,63
	61-90	0,5	0,8	0,33	0,5	0,52	1,06	1,24	1,62
Summe		1,6	1,4	1,19	1,88	1,39	3,18	3,84	4,97
32	0-30	0,3	0,3	0,53	0,62	0,21	0,92	1,31	1,42
	31-60	0,2	0,4	0,45	0,49	0,13	1,16	1,26	1,35
	61-90	0,6	0,8	0,5	0,4	0,49	1,37	1,51	1,69
Summe		1,1	1,5	1,48	1,51	0,83	3,45	4,08	4,46
4	0-30	0,3	0	2	2,33	0,11	0,27	1,2	1,1
	31-60	0,1	0	1,3	1,78	0,05	0,19	0,58	0,74
	61-90	0,1	0	0,7	1,52	0,57	0,39	0,72	1,22
Summe		0,5	0	4	5,63	0,73	0,85	2,5	3,06
5	0-30	1,9	0	0,1	0,36	0,15	1,25	1,79	1,38
	31-60	0,9	0	0,2	0,39	0,06	0,73	0,57	1,02
	61-90	0,4	0,1	0,2	0,35	0,74	1,1	1,02	1,34
Summe		3,2	0,1	0,5	1,1	0,95	3,08	3,38	3,74
6	0-30	0,2	0,3	1,3	1,91	0,18	1,18	1,26	1,37
	31-60	0,1	1,7	1,4	1,71	0,82	1,44	1,28	1,5
	61-90	0,1	1,2	1,4	1,59	1,28	1,2	0,96	1,41
Summe		0,4	3,2	4,1	5,21	2,28	3,82	3,5	4,28
7	0-30	0,1	0	0,6	0,76	0,6	0,3	0,57	0,94
	31-60	0	0,8	2,3	1,96	1,1	0,58	1,09	1,57
	61-90	0	1,4	1,9	2,22	2,6	1,12	1,34	1,63
Summe		0,1	2,2	4,8	4,94	4,3	2	3	4,14
8	0-30	1,1	0	0,3	0,42	0,06	0,13	0,33	0,54
	31-60	0,4	0,2	0,2	0,32	0,18	0,14	0,3	0,49
	61-90	0,2	0,1	0,4	0,47	0,47	0,76	0,87	0,99
Summe		1,7	0,3	0,9	1,21	0,71	1,03	1,5	2,02

Tabelle 3:

Zusammenstellung der Korrelationskoeffizienten, Streuung und t-Werte, Ergebnisse der direkt nach der Ernte untersuchten Früchte (1994)

Sorte 'Golden Delicious'		Ergebnisse nach der Ernte		
Korrelation zwischen		r	s _r	t-Werte
Σ N _{min}	Σ biogener Amine	0,2560	0,98387	0,2602
Σ NH ₄	Σ biogener Amine	-0,0775	1,00483	-0,0772
Σ NO ₃	Σ biogener Amine	0,5473	0,96519	0,5671
Σ N _{min}	Tyramin	-0,5014	1,03086	-0,4864
Σ N _{min}	Etylamin	0,3991	0,95012	0,4094
Σ N _{min}	Putrescin	0,2441	0,98463	0,2479
Σ NH ₄	Tyramin	-0,2992	1,01853	-0,2938
Σ NH ₄	Etylamin	0,1779	0,98882	0,1799
Σ NH ₄	Putrescin	-0,0968	1,00603	-0,0962
Σ NO ₃	Tyramin	-0,2273	1,01411	-0,2241
Σ NO ₃	Etylamin	0,3296	0,97918	0,3366
Σ NO ₃	Putrescin	0,5583	0,96448	0,5788

Tabelle 4:

Zusammenstellung der Korrelationskoeffizienten, Streuung und t-Werte, Ergebnisse der direkt nach der Ernte untersuchten Früchte (1995)

Sorte 'Jonagold'		Ergebnisse nach der Ernte		
Korrelation zwischen		r	s _r	t-Werte
Σ N _{min}	Σ biogener Amine	0,1974	0,98759	0,1999
Σ NH ₄	Σ biogener Amine	0,1735	0,98909	0,1755
Σ NO ₃	Σ biogener Amine	0,2401	0,98488	0,2438
Σ N _{min}	Tyramin	0,4727	0,97001	0,4873
Σ N _{min}	Etylamin	-0,0396	1,00495	-0,0395
Σ N _{min}	Putrescin	0,1616	0,98985	0,1633
Σ NH ₄	Tyramin	0,5043	0,96797	0,5210
Σ NH ₄	Etylamin	-0,2911	1,01803	-0,2860
Σ NH ₄	Putrescin	0,1833	0,98848	0,1854
Σ NO ₃	Tyramin	-0,1162	1,00723	-0,1153
Σ NO ₃	Etylamin	0,3293	0,97920	0,3363
Σ NO ₃	Putrescin	0,1931	0,98786	0,1955

ten am selben Standort waren naturgemäß relativ gering, da es sich in der Regel um die gleiche Bodenart und um ähnliche Lagen und Düngereinsatz im selben Betrieb handelte.

Beziehungen zwischen Ammonium- bzw. Nitratgehalt und Gesamt N_{min}-Gehalt

Prinzipiell kann gesagt werden, dass der Anteil von Nitrat am Gesamt-N_{min}-Gehalt wesentlich höher war als der von Ammonium. Ausnahmen waren nicht gedüngte

Tabelle 5:

Zusammenstellung der Korrelationskoeffizienten, Streuung und t-Werte, Ergebnisse nach fünf Monaten Kühlung (1994)

Sorte Golden Delicious		Ergebnisse n. 5 Monaten Kühlung		
Korrelation zwischen		r	s _r	t-Werte
Σ N _{min}	Σ biogener Amine	-0,1820	1,01131	-0,1799
Σ NH ₄	Σ biogener Amine	-0,2831	1,01754	-0,2782
Σ NO ₃	Σ biogener Amine	0,1945	0,98777	0,1969
Σ N _{min}	Methylamin	-0,0855	1,00533	-0,0851
Σ N _{min}	Etylamin	0,3991	0,95012	0,4094
Σ N _{min}	Putrescin	-0,1913	1,01189	-0,1891
Σ NH ₄	Methylamin	-0,4467	1,02754	-0,4348
Σ NH ₄	Etylamin	0,1779	0,98882	0,1799
Σ NH ₄	Putrescin	-0,2825	1,01751	-0,2777
Σ NO ₃	Methylamin	0,5668	0,96392	0,5880
Σ NO ₃	Etylamin	0,3296	0,97918	0,3366
Σ NO ₃	Putrescin	0,1801	0,98868	0,1822

Tabelle 6:

Zusammenstellung der Korrelationskoeffizienten, Streuung und t-Werte, Ergebnisse nach fünf Monaten Kühlung (1995)

Sorte 'Jonagold'		Ergebnisse n. 5 Monaten Kühlung		
Korrelation zwischen		r	s _r	t
Σ N _{min}	Σ biogener Amine	0,2991	0,98113	0,3048
Σ NH ₄	Σ biogener Amine	0,1336	0,99162	0,1347
Σ NO ₃	Σ biogener Amine	0,3827	0,97579	0,3922
Σ N _{min}	Methylamin	0,3072	0,98061	0,3133
Σ N _{min}	Etylamin	0,4688	0,94140	0,4832
Σ N _{min}	Putrescin	0,1167	0,99268	0,1176
Σ NH ₄	Methylamin	0,2873	0,98188	0,2926
Σ NH ₄	Etylamin	0,3644	0,97696	0,3730
Σ NH ₄	Putrescin	-0,0944	1,00588	-0,0938
Σ NO ₃	Methylamin	-0,1858	1,01155	-0,1837
Σ NO ₃	Etylamin	0,3331	0,97896	0,3402
Σ NO ₃	Putrescin	0,6112	0,96104	0,6360

Böden mit erhöhtem Humusgehalt (siehe Standort 4) und Standorte mit extrem niedrigen Stickstoffgehalt (siehe Standort 1), da hier der Stickstoffbedarf in erster Linie durch Nitrifizierung gedeckt wurde. In diesen Böden war Ammonium der überwiegende Bestandteil. In mit Stickstoff gut versorgten Böden stellte das Nitrat

bereits Ende Mai den überwiegenden Anteil am N_{min} dar. Nicht gedüngte Böden reagierten auf Trockenperioden wesentlich rascher und intensiver als gut versorgte oder bewässerte.

Durch den intensiven Entzug von Stickstoff in der Hauptwachstumsperiode im Juni war allgemein bei ge-

Tabelle 7:

Zusammenstellung der Korrelationskoeffizienten, Streuung und t-Werte, Ergebnisse nach neun Monaten CA-Lagerung (1994)

Sorte 'Golden Delicious'		Ergebnisse n. 9 Monaten CA-Lagerung		
Korrelation zwischen		r	s _r	t-Werte
Σ N _{min}	Σ biogener Amine	0,4198	0,97341	0,4313
Σ NH ₄	Σ biogener Amine	0,0685	0,99571	0,0688
Σ NO ₃	Σ biogener Amine	0,5900	0,96242	0,6131
Σ N _{min}	Methylamin	-0,3139	1,01943	-0,3079
Σ N _{min}	Etylamin	0,3991	0,95012	0,4094
Σ N _{min}	Putrescin	0,4351	0,97242	0,4475
Σ NH ₄	Methylamin	-0,3905	1,02412	-0,3813
Σ NH ₄	Etylamin	0,1779	0,98882	0,1799
Σ NH ₄	Putrescin	0,0848	0,99469	0,0853
Σ NO ₃	Methylamin	0,0609	0,99619	0,0611
Σ NO ₃	Etylamin	0,3296	0,97918	0,3366
Σ NO ₃	Putrescin	0,5929	0,96223	0,6162

Tabelle 8:

Zusammenstellung der Korrelationskoeffizienten, Streuung und t-Werte, Ergebnisse nach neun Monaten CA-Lagerung (1995)

Sorte 'Jonagold'		Ergebnisse n. 9 Monaten CA-Lagerung		
Korrelation zwischen		r	s _r	t-Werte
Σ N _{min}	Σ biogener Amine	0,6713	0,95712	0,7014
Σ NH ₄	Σ biogener Amine	0,6963	0,95549	0,7288
Σ NO ₃	Σ biogener Amine	-0,2905	1,01799	-0,2854
Σ N _{min}	Methylamin	0,4481	0,97159	0,4612
Σ N _{min}	Etylamin	-0,0396	1,00495	-0,0395
Σ N _{min}	Putrescin	0,6872	0,95608	0,7188
Σ NH ₄	Methylamin	0,4238	0,97315	0,4355
Σ NH ₄	Etylamin	-0,2911	1,01803	-0,2860
Σ NH ₄	Putrescin	0,7405	0,95260	0,7773
Σ NO ₃	Methylamin	-0,0947	1,00590	-0,0942
Σ NO ₃	Etylamin	0,3293	0,97920	0,3363
Σ NO ₃	Putrescin	-0,3414	1,02111	-0,3343

ringerer Stickstoffversorgung ein starker Rückgang des N_{min}-Gehaltes feststellbar, ebenso nahm der Ammoniumanteil durch die intensiver temperaturbedingte Nitrifizierung ab.

Gehalte an biogenen Aminen

Der Gehalt an biogenen Aminen bei Apfelpresssäften war im Vergleich zu anderen Fruchtsäften relativ niedrig (Maxa und Brandes, 1993). In beiden Versuchsjahren verhielten sich die Werte in etwa ähnlich. Zwischen den

einzelnen Lagerungsvarianten bzw. den unmittelbar nach der Ernte erzeugten Presssäften, jedoch auch zwischen den beiden Sorten zeigten sich teilweise erhebliche Unterschiede.

Biogene Amine in Früchten unmittelbar nach der Ernte

Im ersten Versuchsjahr wurden Histamin und Methylamin nicht gemessen. In beiden Jahren waren die Werte von Putrescin auffallend hoch (1994 niedriger und unterschiedlicher, 1995 einheitlich höher) und zeigten keine Relation zu den Bodenstickstoffgehalten. Ähnlich verhielten sich die Gehalte von Histamin im Jahr 1995. Die Werte von Methylamin waren 1995 bei allen Varianten gleichmäßig und sehr niedrig. Alle anderen untersuchten Amine waren nur unregelmäßig und ebenso unabhängig von den Bodenstickstoffwerten nachweisbar.

Biogene Amine in Früchten nach fünf Monaten Kühllagerung

Auch bei dieser Variante konnte ein analoges Verhalten in beiden Versuchsjahren beobachtet werden. Während sich die Werte bei der Sorte 'Golden Delicious' in beiden Jahren sehr ähnlich verhielten, traten bei 'Jonagold' größere Unterschiede auf. Allgemein kann gesagt werden, dass die Gehalte an biogenen Aminen im Zuge der Kühllagerung abnahmen. Lediglich die Putrescinwerte stiegen bei einigen Herkünften stark an. Es ist jedoch auch hier kein einheitlicher Trend erkennbar. Während bei den Varianten mit sehr niedrigen Bodenstickstoffgehalten durchwegs geringe Putrescinwerte gemessen wurden, zeigten die Früchte von Standorten mit hohen Stickstoffwerten stark unterschiedliche Ergebnisse.

Biogene Amine in Früchten nach neun Monaten CA-Lagerung

Auch nach der CA-Lagerung konnte allgemein kein Anstieg der Gehalte an biogenen Aminen festgestellt werden. Eine Ausnahme stellt das Putrescin dar, das bei einzelnen Standorten eine Zunahme erkennen ließ. Histamin zeigte bei fast allen Standorten nach der Kühllagerung einen mehr oder weniger starken Rückgang, um nach CA-Lagerung wieder auf etwa den ursprünglichen Wert anzusteigen. Die Tyraminwerte blieben bei allen drei Varianten gleich niedrig. Methylamin konnte nicht an allen Standorten und Lagervarianten nachgewiesen werden. Ähnlich verhielt sich Ethylamin, das in den meisten Fällen nicht nachgewiesen werden

konnte. Nennenswerte Gehalte an Phenylethylamin konnten nur an einzelnen Standorten nachgewiesen werden, dort jedoch zeigte sich ein deutlicher Anstieg im Zuge der CA-Lagerung. Cadaverin wurde nur in ganz geringen Mengen (im Bereich der Nachweisgrenze) gefunden und zeigte bei fast allen Standorten eine Abnahme im Zuge der Lagerung.

Beziehungen zwischen N_{\min} -Gehalt und biogenen Aminen

Eine Zielsetzung dieses Versuches war es festzustellen, ob zwischen dem N_{\min} -Gehalt der Böden und dem Gehalt biogener Amine in den Äpfeln eine statistisch definierte Beziehung besteht. Zu diesem Zwecke wurden zwischen den einzelnen Parametern Korrelationen berechnet. Die erhaltenen Korrelationskoeffizienten sind in den Tabellen 3 bis 8 zusammengestellt. Wie daraus ersichtlich ist, konnten die erhaltenen Korrelationskoeffizienten in keinem Fall statistisch gesichert werden. Die erhaltenen t-Werte lagen um den Wert Null, teilweise ergaben sich negative Korrelationskoeffizienten. Ursache dafür dürften in erster Linie die hohen statistischen Fehlerwerte s_r sein, die durch die große Streuung der Stickstoffgehalte der verschiedenen Standorte entstanden sind. Selbst bei getrennter Verrechnung der Standorte mit niedrigen und hohen N_{\min} -Gehalten konnten infolge entsprechender Verringerung der Freiheitsgrade keine anderen Ergebnisse erzielt werden. Es kann daher festgestellt werden, dass zwischen dem originären N_{\min} -Gehalt des Bodens und der Menge an biogenen Aminen in den Früchten kein kausaler Zusammenhang besteht. Weder Kühllagerung noch langfristige CA-Lagerung wirkten sich auf den Gehalt an biogenen Aminen nachhaltig aus, außer bei den oben beschriebenen Beobachtungen. Da hinsichtlich der Zusammensetzung des Gesamtstickstoffs aus Ammonium und Nitrat bei den einzelnen Standorten erhebliche Unterschiede bestanden, wurden diese Werte zum Gehalt an biogenen Aminen in Relation gestellt. Jedoch auch dabei ergaben sich keine gesicherten Korrelationskoeffizienten. Um den Einfluss des Gesamt- N_{\min} -Gehaltes auf die Entstehung einzelner biogener Amine zu betrachten, wurden diese, aber auch die beiden Komponenten Ammonium und Nitrat zu einzelnen ausgewählten biogenen Aminen in Relation gesetzt. Auch dabei konnten in keinem Falle signifikante t-Werte erreicht werden. Ebenso war die Situation nach unterschiedlicher Lagerdauer und Lagermethode. Weder nach fünf Monaten Kühllagerung noch nach neun Mo-

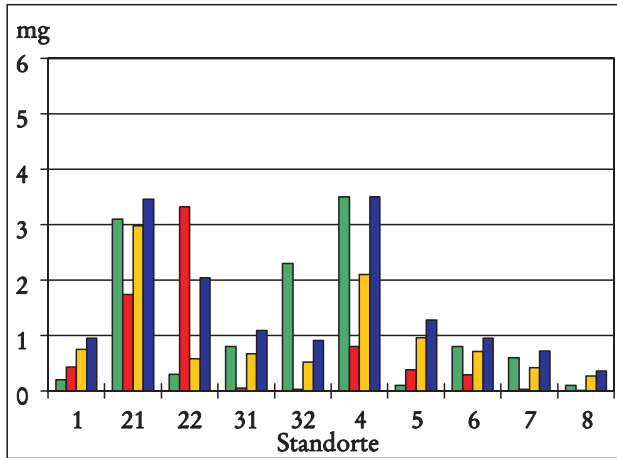


Abb. 1: NO₃-Gehalte in mg/100g Boden 1994; Sorte: Golden Delicious

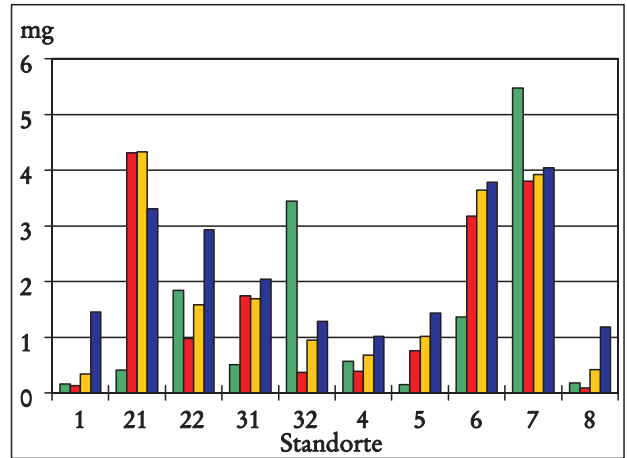


Abb. 2: NO₃-Gehalte in mg/100g Boden 1995; Sorte: Golden Delicious

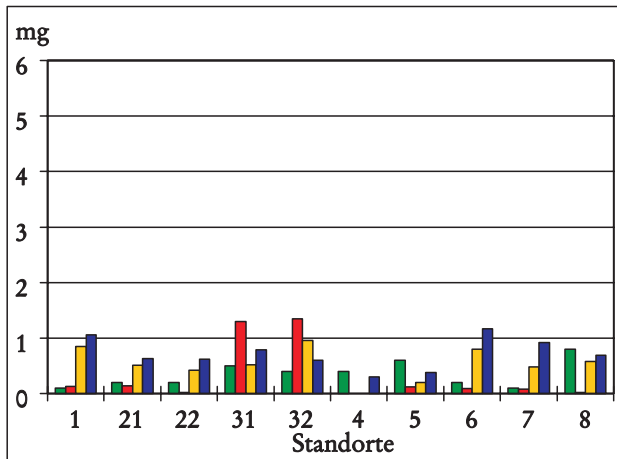


Abb.3: NO₃-Gehalte in mg/100g Boden 1994; Sorte: Jonagold

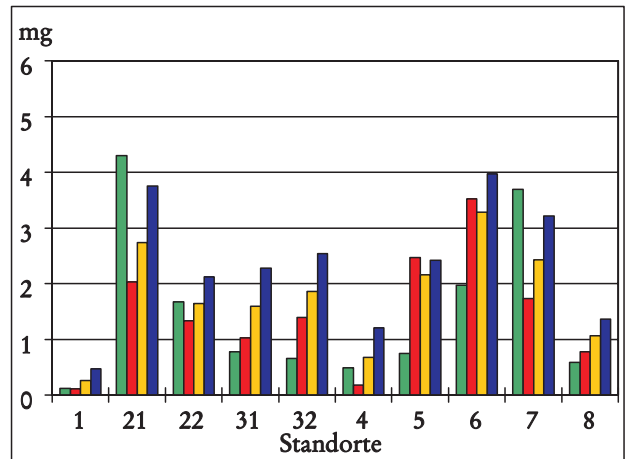


Abb. 4: NO₃-Gehalte in mg/100g Boden 1995; Sorte: Jonagold

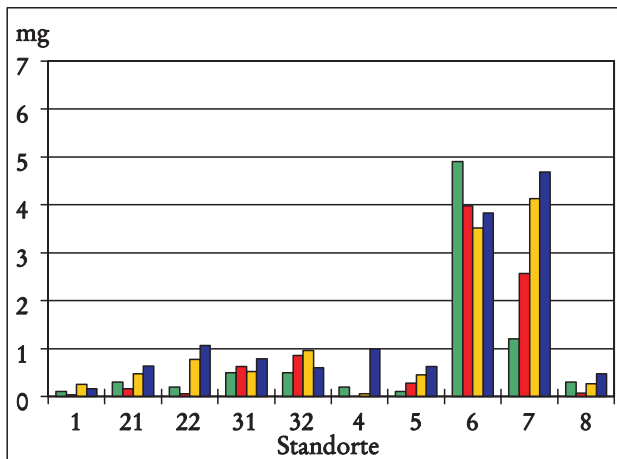


Abb. 5: NH₄-Gehalte in mg/100g Boden 1994; Sorte: Golden Delicious

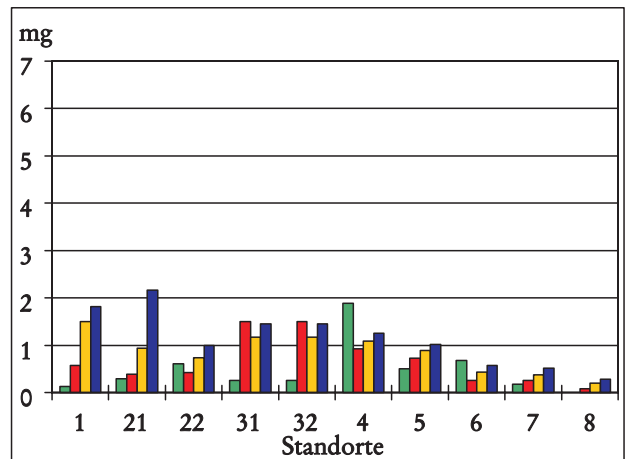
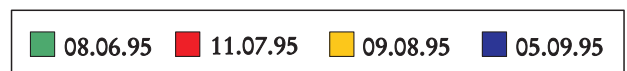
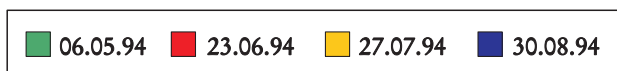


Abb. 6: NH₄-Gehalte in mg/100g Boden 1994; Sorte: Golden Delicious



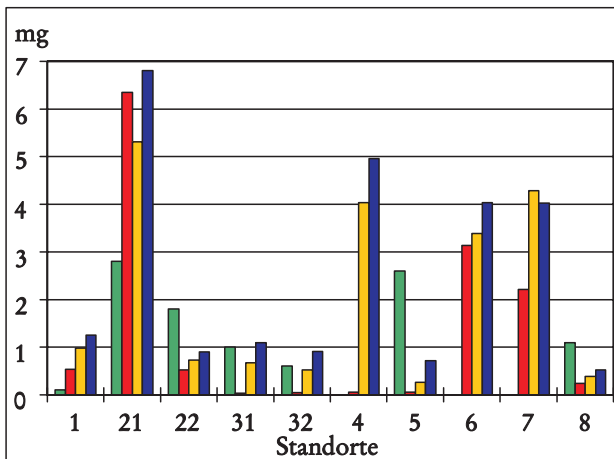


Abb. 7: NH₄-Gehalte in mg/100g Boden 1994; Sorte: Jonagold

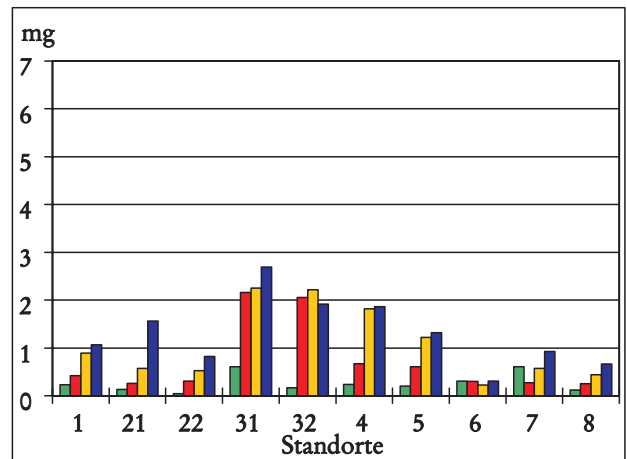


Abb. 8: NH₄-Gehalte in mg/100g Boden 1995; Sorte: Jonagold

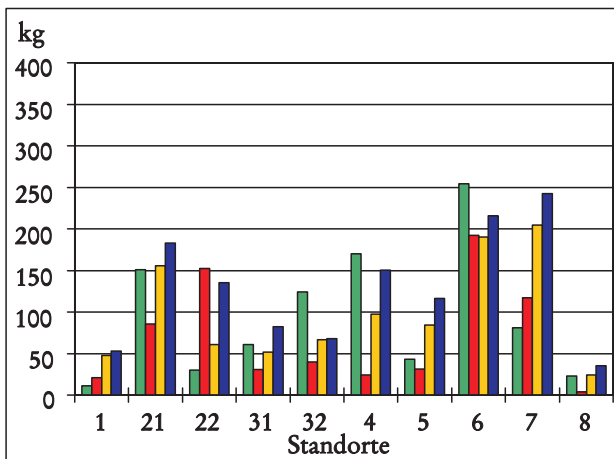


Abb. 9: Gesamt-N_{min}-Gehalte (in kg/ha) im Boden 1994 Sorte: Golden Delicious

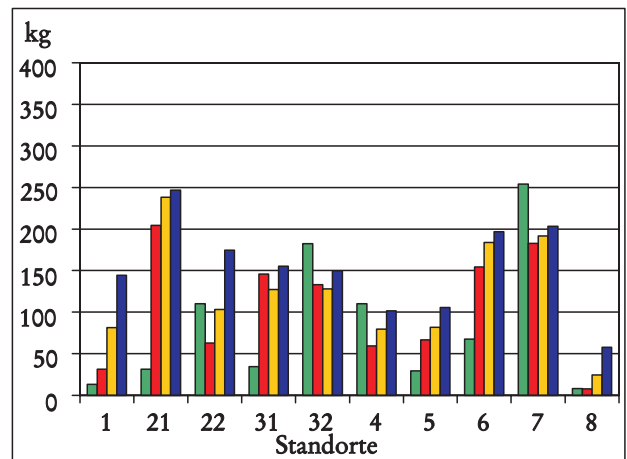


Abb. 10: Gesamt-N_{min}-Gehalte (in kg/ha) im Boden 1995 Sorte: Golden Delicious

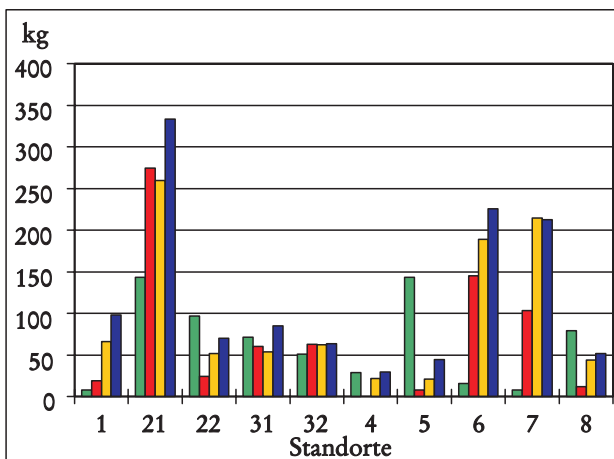


Abb. 11: Gesamt-N_{min}-Gehalte (in kg/ha) im Boden 1994 Sorte: Jonagold

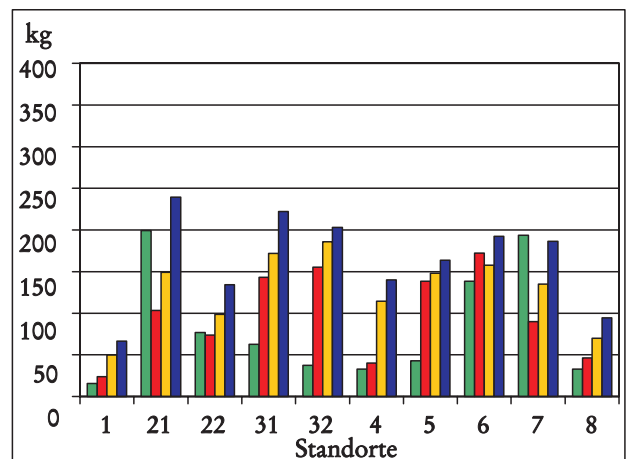
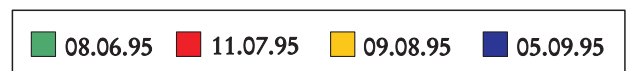
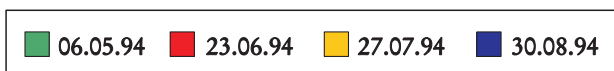


Abb. 12: Gesamt-N_{min}-Gehalte (in kg/ha) im Boden 1995 Sorte: Jonagold



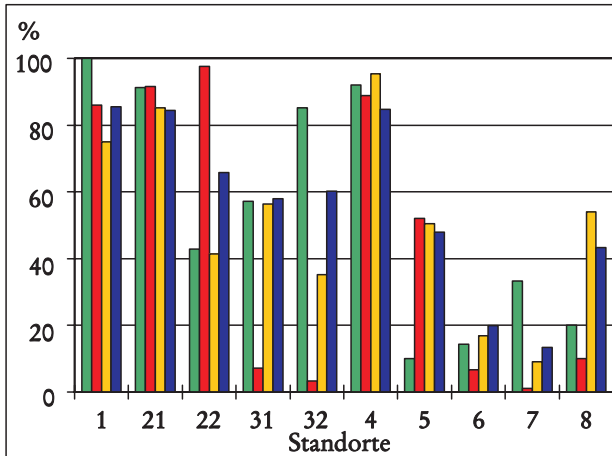


Abb. 13: NO₃-Gehalt (in % vom Gesamt-N_{min}-Gehalt) im Boden 1994; Sorte: Golden Delicious

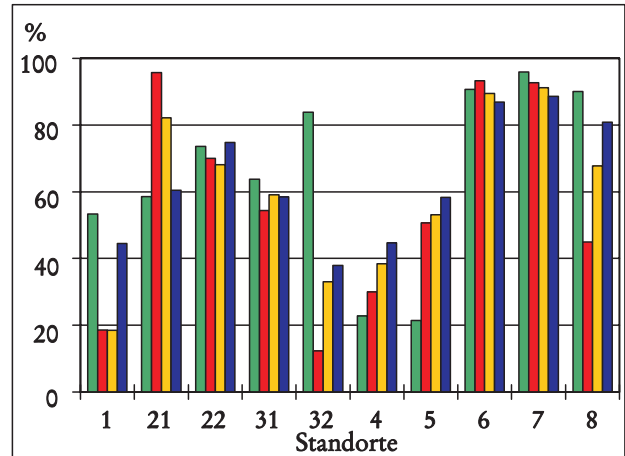


Abb. 14: NO₃-Gehalt (in % vom Gesamt-N_{min}-Gehalt) im Boden 1995; Sorte: Golden Delicious

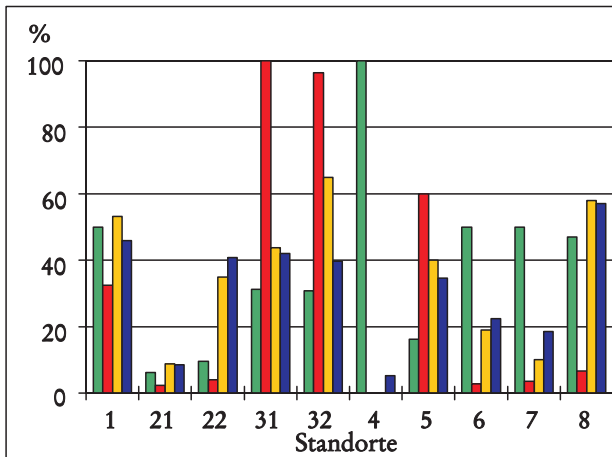


Abb. 15: NO₃-Gehalt (in % vom Gesamt-N_{min}-Gehalt) im Boden 1994; Sorte: Jonagold

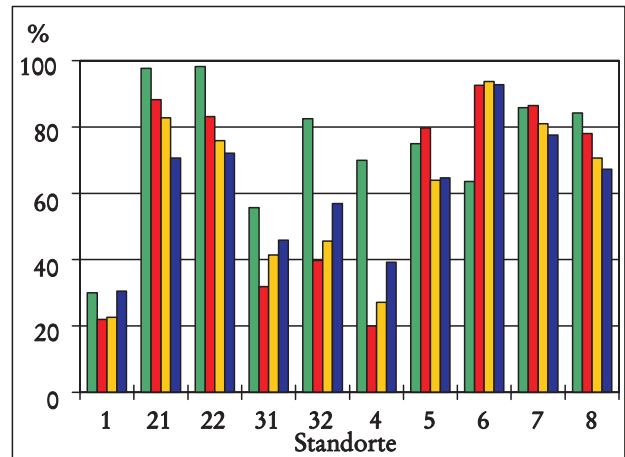
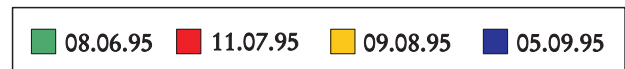
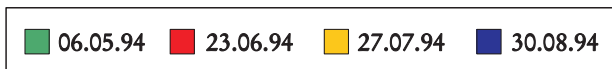


Abb. 16: NO₃-Gehalt (in % vom Gesamt-N_{min}-Gehalt) im Boden 1994; Sorte: Jonagold



naten CA-Lagerung ergaben sich statistisch gesicherte Korrelationskoeffizienten. Lediglich eine Zu- oder Abnahme einzelner Amine konnte beobachtet werden. Es muss also davon ausgegangen werden, dass weder der Gesamt-N_{min}-Gehalt, noch das Verhältnis von Ammonium und Nitrat im Boden einen gesicherten Einfluss

auf die Bildung von biogenen Aminen in den Früchten ausüben. Lediglich beim Ammoniumgehalt und dem Gesamtgehalt an biogenen Aminen kann eine gewisse positive Korrelation angenommen werden, die jedoch auch nicht statistisch abgesichert werden konnte.

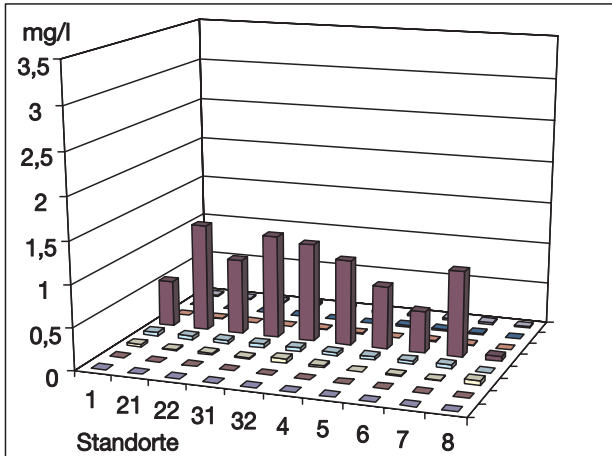


Abb. 17: Gehalte an biogenen Aminen nach der Ernte 1994; Sorte: Golden Delicious

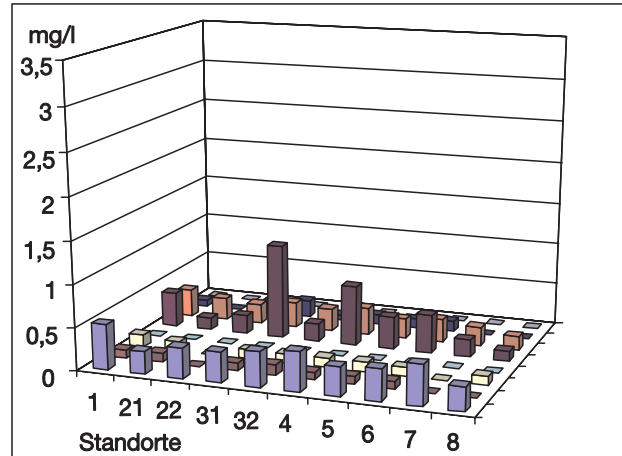


Abb. 18: Gehalte an biogenen Aminen nach der Ernte 1994; Sorte: Golden Delicious

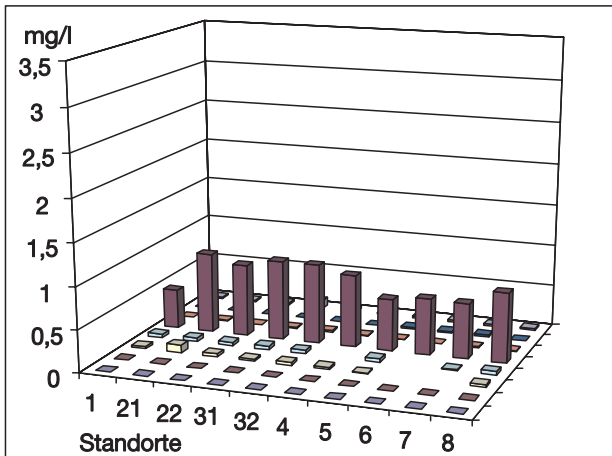


Abb. 19: Gehalte an biogenen Amine nach der Ernte 1994; Sorte: Jonagold

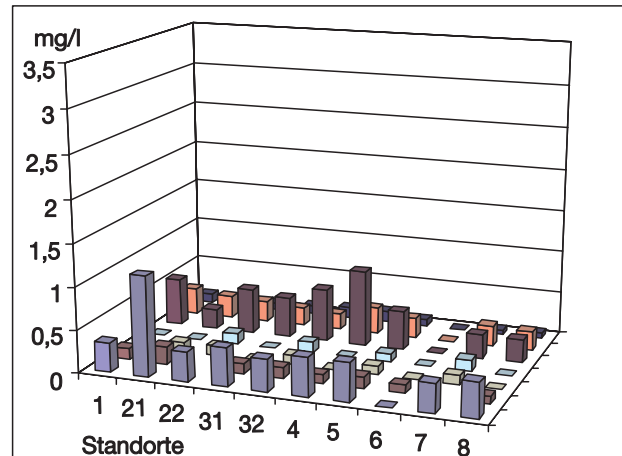


Abb. 20: Gehalte an biogenen Aminen nach der Ernte 1995; Sorte: Jonagold

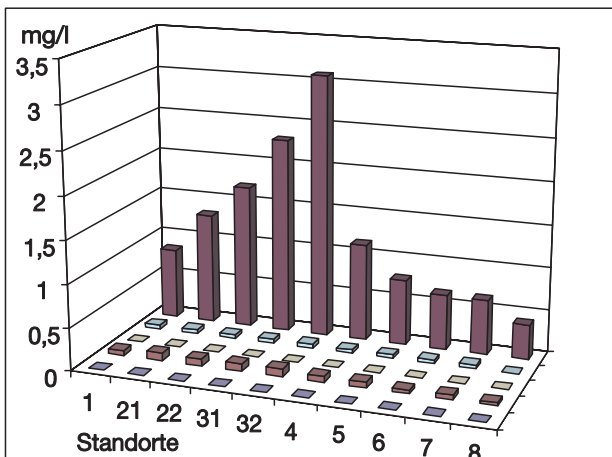


Abb. 21: Gehalte an biogenen Aminen nach 5 Monaten Kühlagerung 1994; Sorte: Golden Delicious

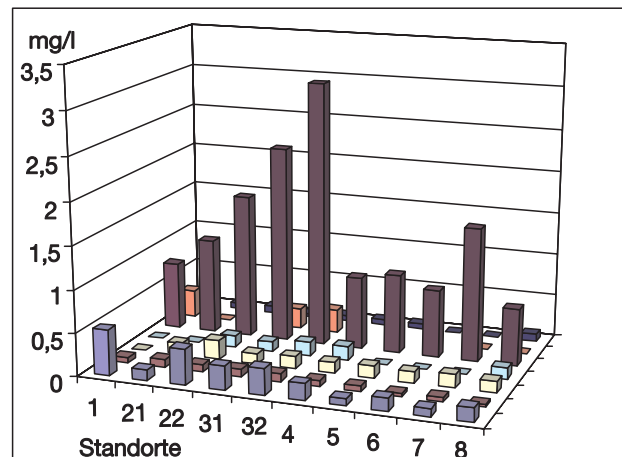
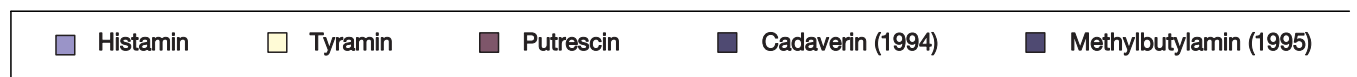


Abb. 22: Gehalte an biogenen Aminen nach 5 Monaten Kühlagerung 1995; Sorte: Golden Delicious



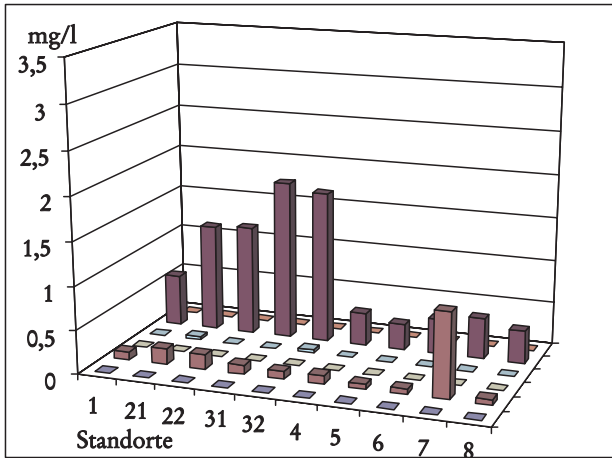


Abb. 23: Gehalte an biogenen Aminen nach 5 Monaten Kühllagerung 1994; Sorte: Jonagold

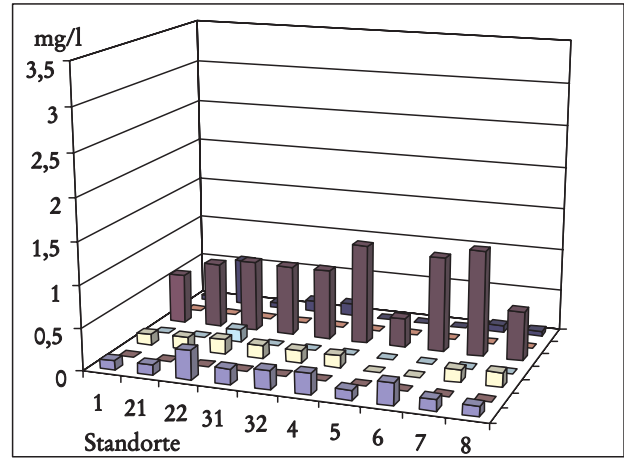


Abb. 24: Gehalte an biogenen Aminen nach 5 Monaten Kühllagerung 1995; Sorte: Jonagold

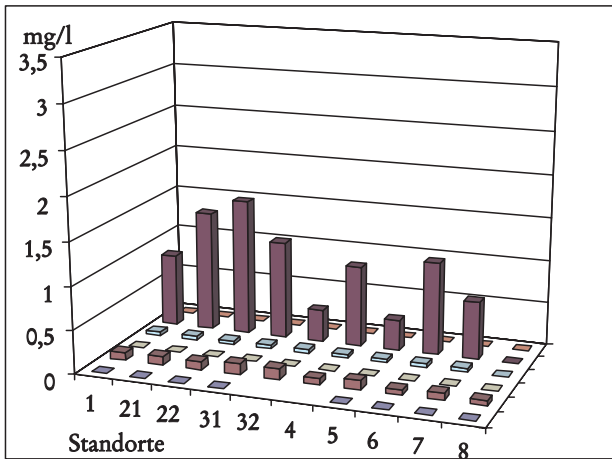


Abb. 25: Gehalte an biogenen Aminen nach 8 Monaten CA-Lagerung 1994; Sorte: Golden Delicious

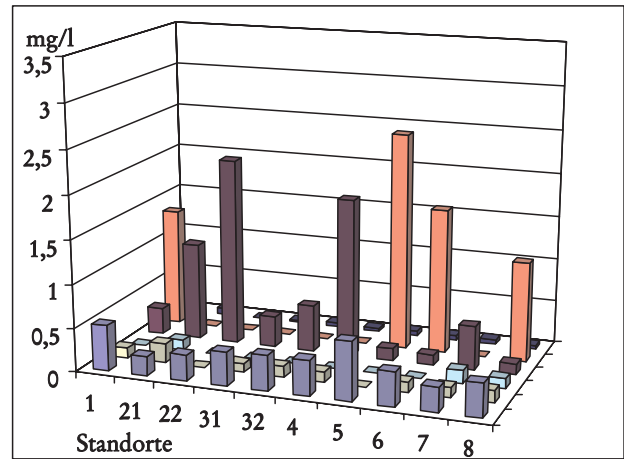


Abb. 26: Gehalte an biogenen Aminen nach 8 Monaten CA-Lagerung 1995; Sorte: Golden Delicious

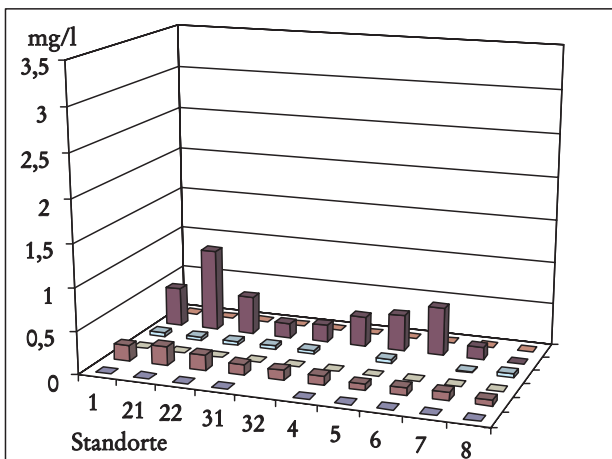


Abb. 27: Gehalte an biogenen Aminen nach 8 Monaten CA-Lagerung 1994; Sorte: Jonagold

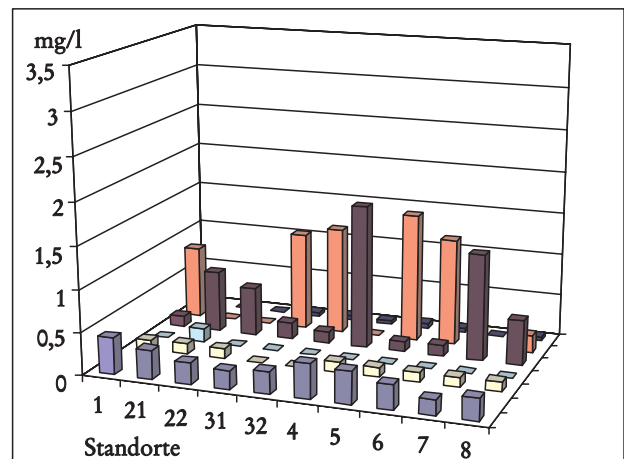


Abb. 28: Gehalte an biogenen Aminen nach 8 Monaten CA-Lagerung 1995; Sorte: Jonagold

■ Methylamin ■ Ethylamin ■ Phenylethylamin ■ Isopentylamin

Literatur

- LIPP, S. 1983: Methodologische Untersuchungen zur Bestimmung biogener Amine in Obst und Gemüse. ù Stuttgart: Diss. Univ. Hohenheim, 1983
- LUTHY, J. und SCHLATTER, C. 1983: Biogene Amine in Lebensmitteln : zur Wirkung von Histamin, Tyramin und Phenylethylamin auf den Menschen. Z. Lebensm.-Unters. Forsch. 177: 439-443
- MAXA, E. und BRANDES, W. 1993: Biogene Amine in Fruchtsäften. Mitt. Klosterneuburg 43: 101-106
- MAXA, E., BRANDES, W und DANIEL, R. 1992: HPLC-Methode zur routinemäßigen Quantifizierung von biogenen Aminen in Wein. Mitt. Klosterneuburg 42: 165-170
- PECHANEK, U., PFANNHAUSER, W. und WOIDICH, H. 1983: Untersuchung über den Gehalt biogener Amine in vier Gruppen von Lebensmitteln des österreichischen Marktes. Z. Lebensm.-Unters. Forsch. 176: 335-340
- PRIETA, J., MORENO, M.A., DÍAZ, S., SUÁREZ, G. and DOMÍNGUEZ, L. 1994: Survey of patulin in apple juice and children's apple food by the diphasic dialysis membrane procedure. J. Agric. Food Chem. 42: 1701-1703

Manuskript eingelangt am 10. November 2000