

Zeitschrift:	Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
Herausgeber:	Bundesamt für Gesundheit
Band:	66 (1975)
Heft:	1
Artikel:	Der Einfluss ionisierender Strahlen und chemischer Keimhemmungsmittel auf Keimung, Zuckergehalt und Verarbeitungsqualität von Kartoffeln
Autor:	Somogyi, J.C. / Kopp, P. / Trautner, K.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-982669

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 26.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Der Einfluß ionisierender Strahlen und chemischer Keimhemmungsmittel auf Keimung, Zuckergehalt und Verarbeitungsqualität von Kartoffeln

J. C. Somogyi, P. Kopp und K. Trautner*

Institut für Ernährungsforschung, Rüschlikon-Zürich
Direktor: Prof. Dr. J. C. Somogyi

Die Verlängerung der Lagerfähigkeit von Kartoffeln nimmt sowohl für die Lebensmittelindustrie als auch für die Volkswirtschaft ständig an Bedeutung zu. Dies ist durch die Tatsache mitbedingt, daß industriell hergestellte Kartoffelprodukte einen immer größeren Anteil an der Gesamtmenge der für die menschliche Ernährung verwendeten Kartoffeln erzielen. Eine durchgehende und nicht nur saisonale Auslastung der entsprechenden Betriebe wäre vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit aus wichtig, setzt aber eine kontinuierliche, d. h. von Ernte zu Ernte reichende Versorgung mit einwandfreiem Rohmaterial voraus. Das Auskeimen der Knollen ist mit der wichtigste Prozeß, der die Lagerfähigkeit und damit die Verarbeitungsqualität der Kartoffeln begrenzt. Durch Kühlagerung und Anwendung chemischer Keimhemmungsmittel ist es gelungen, die Lagerfähigkeit der Knollen erheblich zu verlängern. Zu diesen erprobten Verfahren ist in den letzten Jahren die Keimhemmung durch Behandlung der Kartoffeln mit ionisierenden Strahlen getreten.

Die ersten Angaben über die Anwendung ionisierender Strahlen zur Keimhemmung bei Kartoffeln stammen von Sparrow und Christensen aus den Jahren 1950/54 (1, 2). Seitdem sind eine Vielzahl von Arbeiten publiziert worden, die sich mit technologischen, wirtschaftlichen, lebensmittelrechtlichen und toxikologischen Fragen der Bestrahlung von Kartoffeln sowie mit dem Einfluß der Bestrahlung auf Stoffwechselvorgänge und Inhaltsstoffe der Knollen befassen.

Von mehreren Autoren wurde mitgeteilt, daß die Atmung der Knollen nach Behandlung mit ionisierenden Strahlen ansteigt (3, 4, 5, 6), doch innerhalb einiger Tage wieder zum Normalwert zurückkehrt. Besonderes Interesse findet der Einfluß der Bestrahlung auf den Gehalt der Knollen an reduzierenden Zuckern und Saccharose (4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13). Von den meisten Autoren wird ein vorüber-

* Lehrstuhl für Experimentelle Zahnheilkunde (Vorstand: Prof. F. Bramstedt), Universität Würzburg.

gehender Anstieg des Saccharosegehaltes infolge Bestrahlung beschrieben; die Gehalte an reduzierenden Zuckern sollen nach einigen Angaben erhöht, nach anderen jedoch erniedrigt sein. Uneinheitlich sind auch die Mitteilungen über den Einfluß der Bestrahlung auf den Ascorbinsäuregehalt (11, 14, 15) und auf den Gehalt an freien Aminosäuren (6, 8, 10, 11, 16). Es darf aber als sicher angenommen werden, daß solche Unterschiede zum guten Teil durch die Verschiedenheit der angewandten Versuchsmethoden und verwendeten Sorten bedingt sind.

Auffallend ist die Vielzahl der Arbeiten über die Auswirkung einer Bestrahlung von Kartoffeln auf ihren Gehalt an Zucker. Hierfür dürften wenigstens zwei Gründe maßgebend sein. Die genannten Zucker sind leicht zu bestimmen und vor allem der Saccharosegehalt wird durch Bestrahlung meist erheblich beeinflußt; dadurch ist die Bestimmung dieser Inhaltsstoffe für vergleichende Untersuchungen bestens geeignet. Ferner beeinflussen die freien Zucker bei der Verarbeitung der Knollen zu Pommes frites, Pommes chips usw. die Farbe der Produkte; ihr Gehalt und Veränderungen ihres Gehaltes sind deshalb mitbestimmend für die Verarbeitungsqualität der Kartoffeln.

Das Ziel der in dieser Arbeit beschriebenen Untersuchungen war, den Einfluß der Bestrahlung auf die Keimhemmung mit konventionellen Verfahren (Kühl-lagerung, Bestäubung mit Chemikalien) zu vergleichen, die Änderungen der Gehalte an Zuckern und Vitamin C infolge Bestrahlung und bei anschließender Lagerung zu bestimmen und die Eignung bestrahlter Kartoffeln für die Herstellung von Kartoffelprodukten zu prüfen. Diese Untersuchungen wurden an zwei Sorten des schweiz. Richtsortimentes durchgeführt und erstreckten sich über vier Jahre. Eine mehrjährige Dauer derartiger Versuche halten wir für notwendig, wenn allgemeingültige Ergebnisse erzielt werden sollen, da die Zucker- und Vitamin-C-Gehalte der Kartoffeln starken jährlichen Schwankungen unterworfen sind (17).

Material und Methoden

Zur Untersuchung gelangten Kartoffeln der Sorten Bintje und Maritta, die wir von der Eidg. Versuchsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz, bezogen. Die Bestrahlung der Knollen erfolgte jeweils Ende November/Anfang Dezember. In der Untersuchungsperiode 1969/70 wurden die Kartoffeln mit Gammastrahlen (^{60}Co) in der Bestrahlungsanlage der Firma Conservatom, Lyon (Frankreich) mit 12 krad bei einer Dosisleistung von 15 krad/Stunde und einer Temperatur von 16°C bestrahlt. Weitere Proben beider Sorten wurden bei der Firma Inrescor AG, Schwerzenbach, mit Dosen von 8 und 12 krad Gammastrahlen (^{60}Co) bei einer Dosisleistung von 850 krad/Std. und mit einer Ausnahme (16°C) einer Temperatur von 9°C bzw. mit Elektronen gleicher Dosen und einer Energie von 0,4 MeV behandelt.

1970/71 erfolgten die Bestrahlungen der Knollen mit Gammastrahlen (Dosisleistung 750 krad/Std.) und Elektronenstrahlen (Energie 0,4 MeV) mit 10 krad bei 9°C bei der Firma Inrescor AG, Schwerzenbach.

In den Untersuchungsperioden 1971/72 und 1972/73 wurden die Behandlungen mit Gammastrahlen wieder bei der Firma Inrescor, die Behandlungen

mit Elektronenstrahlen bei der Proefbedrijf Voedselbestraling, Wageningen (Holland) durchgeführt. Die angewandten Dosen betrugen für Gammastrahlen 8, 10 und 15 krad (1971/72; 630 krad/Std., 9°C) bzw. nur 10 (1972/73; 550 krad/Std., 9°C); für Elektronenstrahlen in beiden Untersuchungsperioden 8, 10 und 15 krad (Energie: 3 MeV).

Zur chemischen Keimhemmung wurden die Kartoffeln jeweils Ende November/Anfang Dezember, praktisch zur gleichen Zeit wie die Bestrahlung mit «Germex»* (0,5% Isopropyl-N-phenylcarbamat/0,25% Chlor-isopropyl-N-phenylcarbamat) in einer Menge von 2 g/kg bestäubt.

Die Lagerung aller Proben sowie der unbehandelten Kontrollen erfolgte in Holzgestellen bei einer Temperatur von 9°C und 85% rel. Luftfeuchtigkeit.

Für die Bestimmung der Gehalte an Zuckern und Vitamin C wurden je 30 Knollen gewaschen, geschält und der Länge nach halbiert. Für die Extraktion der Zucker wurden aus 30 Hälften insgesamt 200 g Material herausgeschnitten und mit 300 ml Aethanol (96%) im elektrischen Mixgerät zerkleinert; unter Berücksichtigung des Wassergehaltes der Knollen betrug die Endkonzentration an Aethanol 75—80%. Anschließend wurde durch ein Faltenfilter filtriert, der Rückstand mehrmals auf dem Filter mit Aethanol (75%) nachgewaschen und die vereinigten Filtrate auf ein bestimmtes Volumen aufgefüllt. Die Bestimmung der drei Zucker Glukose, Fruktose und Saccharose erfolgte enzymatisch nach der von Bergmeyer und Klotzsch (18) beschriebenen Methode.

Für die Extraktion des Vitamins C wurden aus den anderen 30 Hälften insgesamt 100 g Material herausgeschnitten, mit 200 ml Metaphosphorsäure (2%) im elektrischen Mixgerät zerkleinert, filtriert und im Filtrat der Gesamtvitamin-C-Gehalt (Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure) nach Roe und Mitarb. (19) und in einzelnen Fällen titrimetrisch mit der modifizierten Dichlorphenolin-dophenol-Methode nach Zonneveld (20) bestimmt.

Zur Ermittlung der Trockengewichte wurden von obigen Proben 3mal je etwa 10 g in dünne Scheiben geschnitten und bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Ergebnisse

Einfluß der Bestrahlung und der Behandlung mit CIPC auf den Zuckergehalt der Knollen

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Abbildungen 1—7 und in den Tabellen 1—4 zusammengefaßt. Des besseren Vergleichs wegen sind in den Abbildungen die Werte nicht als absolute Zuckergehalte angegeben, d. h. nicht als mg Zucker/100 g Trockengewicht, sondern als relative Werte, d. h. die Zuckergehalte der behandelten Proben sind angegeben als Prozent der Zuckergehalte der unbehandelten Kontrollen.

Wie aus den Abbildungen 1 und 2 hervorgeht, führt die Behandlung der Knollen mit Gammastrahlen bei allen angewandten Dosen und bei beiden untersuchten Sorten zu einer erheblichen Zunahme des Saccharosegehaltes. Der Anstieg

* im Text kurz als CIPC bezeichnet.

Tabelle 1

Einfluß der Behandlung mit ionisierenden Strahlen bzw. Germex auf den Zucker- und Vitamin-C-Gehalt in Kartoffeln während der Lagerung

Versuchsperiode: 1971/72

Sorte: Bintje

		Werte in mg/100 g Trockengewicht					
		Dezem- ber	Januar	Februar	März	Mai	August
Kontrolle	Glukose	414		379	778	698	445
	Fruktose	248		247	690	566	384
	Saccharose	471		396	678	677	2461
	Vitamin C	88		48	33	33	47
8 krad Gamma	Glukose	734		922	468	1245	1612
	Fruktose	256		377	278	718	1456
	Saccharose	4222		683	316	706	2372
	Vitamin C	91		37	30	42	54
10 krad Gamma	Glukose	495		833	544	933	2143
	Fruktose	174		278	268	556	1546
	Saccharose	3601		1355	305	681	3273
	Vitamin C	84		44	35	48	48
15 krad Gamma	Glukose	1296		966	631	1615	2098
	Fruktose	596		382	296	1023	1482
	Saccharose	5286		725	280	1138	3465
	Vitamin C	76		28	22	48	48
Kontrolle	Glukose	565	253	538	747	902	838
	Fruktose	329	245	390	577	689	800
	Saccharose	426	414	577	725	1291	3299
	Vitamin C	84	60	32	37	39	39
8 krad e ⁻	Glukose	556	880	673	588	1172	2143
	Fruktose	462	392	347	284	702	1654
	Saccharose	3604	1558	789	471	1165	2878
	Vitamin C	77	42	28	29	36	43
10 krad e ⁻	Glukose	768	1305	1255	716	966	2378
	Fruktose	549	592	856	386	584	1953
	Saccharose	4402	1382	788	462	1067	2902
	Vitamin C	67	39	27	33	35	35
15 krad e ⁻	Glukose	1416	996	1230	833	1035	3017
	Fruktose	1005	426	549	461	703	2555
	Saccharose	5832	1979	856	353	836	2428
	Vitamin C	87	50	34	35	39	39
Kontrolle	Glukose		562	526	994	674	1219
	Fruktose		319	271	614	549	1009
	Saccharose		382	2617	951	1359	3836
	Vitamin C		68	41	38	33	33
bestäubt	Glukose		366	510	651	1598	2665
	Fruktose		239	247	471	1155	2226
	Saccharose		404	469	422	1124	2361
	Vitamin C		55	56	42	42	42

Tabelle 2

Einfluß der Behandlung mit ionisierenden Strahlen bzw. Germex auf den Zucker- und Vitamin-C-Gehalt in Kartoffeln während der Lagerung

Versuchsperiode: 1972/73

Sorte: Bintje

		Werte in mg/100 g Trockengewicht				
		Dezember	Januar	März	April	Juni
Kontrolle	Glukose	542	838	659	839	651
	Fruktose	350	419	352	462	445
	Saccharose	601	410	432	797	1093
	Vitamin C	52	70	59		35
10 krad Gamma	Glukose	1241	1437	726	1081	1317
	Fruktose	925	672	537	551	733
	Saccharose	1041	2730	940	612	646
	Vitamin C	47	47	44		33
8 krad e ⁻	Glukose	2267	1385	721	642	1016
	Fruktose	1548	745	484	379	624
	Saccharose	4608	1498	593	460	945
	Vitamin C	53	55	54		33
10 krad e ⁻	Glukose	1843	1553	1079	834	968
	Fruktose	1503	565	519	612	561
	Saccharose	3050	1264	716	1063	814
	Vitamin C	42	51	47		30
15 krad e ⁻	Glukose	1974	1999	990	1111	1817
	Fruktose	1387	750	306	459	944
	Saccharose	4535	1899	672	643	976
	Vitamin C	20	48	51		37
Kontrolle	Glukose	1137	931	927	987	479
	Fruktose	880	717	646	715	319
	Saccharose	487	704	697	819	421
	Vitamin C	53	62	47		22
bestäubt	Glukose	1466	1422	1119	1019	1020
	Fruktose	997	929	947	660	760
	Saccharose	735	654	736	574	890
	Vitamin C	60	51	47		48

Tabelle 3
Einfluß der Behandlung mit ionisierenden Strahlen bzw. Germex auf den Zucker- und Vitamin-C-Gehalt in Kartoffeln während der Lagerung
 Versuchsperiode: 1971/72

Sorte: Maritta

		Werte in mg/100 g Trockengewicht					
		Dezem- ber	Januar	Februar	März	Mai	August
Kontrolle	Glukose	365		776	167	546	745
	Fruktose	280		540	144	525	807
	Saccharose	626		608	619	882	1771
	Vitamin C	94		43	23	34	26
8 krad Gamma	Glukose	731		1209	753	831	2746
	Fruktose	565		699	380	717	2499
	Saccharose	5516		455	530	738	3445
	Vitamin C	89		24	22	27	53
10 krad Gamma	Glukose	466		852	803	415	1544
	Fruktose	321		705	211	700	1544
	Saccharose	7865		702	371	773	2982
	Vitamin C	75		23	22	44	49
15 krad Gamma	Glukose	1221		647	487	487	2057
	Fruktose	936		451	282	431	1817
	Saccharose	7378		704	390	684	3592
	Vitamin C	60		16	22	30	45
Kontrolle	Glukose	213	214	933	322	377	540
	Fruktose	199	203	335	232	269	558
	Saccharose	829	652	711	545	709	1026
	Vitamin C	84	48		35	34	12
8 krad e ⁻	Glukose	834	738	915	477	374	2031
	Fruktose	553	574	571	251	305	1847
	Saccharose	6032	1926	1163	521	709	1655
	Vitamin C	69	40		32	34	26
10 krad e ⁻	Glukose	646	712	790	446	907	1865
	Fruktose	484	644	478	377	807	1700
	Saccharose	4942	1507	672	584	1051	2737
	Vitamin C	79	44		37	31	25
15 krad e ⁻	Glukose	1047	596	789	650	438	1583
	Fruktose	808	541	486	635	466	1447
	Saccharose	5674	2376	650	901	885	2147
	Vitamin C	74			29	32	20
bestäubt	Glukose			338	347	770	579
	Fruktose			249	226	162	479
	Saccharose			363	444	561	896
	Vitamin C			65	35	28	19
	Glukose			374	672	349	567
	Fruktose			303	352	273	486
	Saccharose			626	513	562	735
	Vitamin C				55	29	26

		Werte in mg/100 g Trockengewicht				
		Dezember	Januar	März	April	Juni
Kontrolle	Glukose	341	276	345	215	306
	Fruktose	260	209	207		306
	Saccharose	1979	868	787	579	975
	Vitamin C	45	52	22		21
10 krad Gamma	Glukose	344	986	585	641	862
	Fruktose	279	789	524	587	781
	Saccharose	939	2486	800	930	1349
	Vitamin C	55	42	30		24
8 krad e ⁻	Glukose	583	557	369	264	748
	Fruktose	430	398	227	159	605
	Saccharose	5251	1606	540	719	1099
	Vitamin C	38	53	23		29
10 krad e ⁻	Glukose	288	829	287	652	1052
	Fruktose	224	665	227	575	810
	Saccharose	4843	2215	695	802	1556
	Vitamin C	41	44	25		32
15 krad e ⁻	Glukose	483	687	772	590	1112
	Fruktose	306	498	599	438	922
	Saccharose	6649	3085	1312	796	1866
	Vitamin C	41	45	26		33
Kontrolle	Glukose	758	355	408	253	276
	Fruktose	430	299	246	196	276
	Saccharose	565	461	468	683	956
	Vitamin C	47	62	29		
bestäubt	Glukose	2656	1216	1517	1156	1818
	Fruktose	1224	585	657	645	1089
	Saccharose	619	599	387	476	1194
	Vitamin C	53	65			33

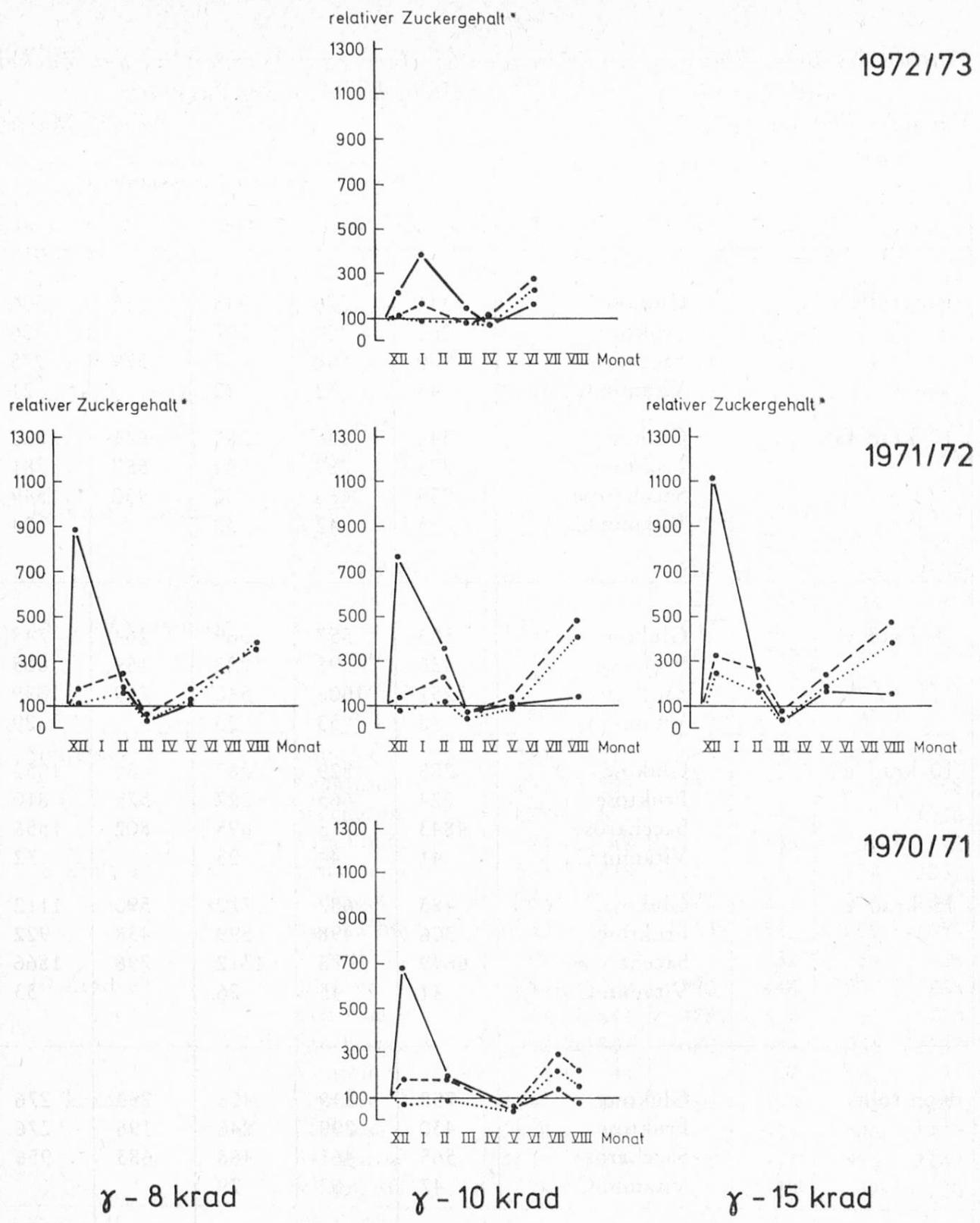


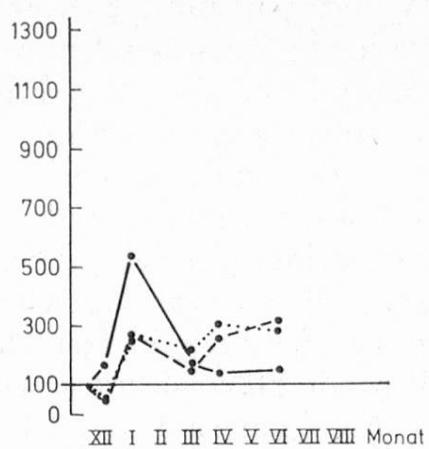
Abb. 1. Einfluß der Bestrahlung mit Gammastrahlen (^{60}Co) auf den Zuckergehalt von Kartoffeln der Sorte Bintje während der Lagerung.

Relativer Zuckergehalt: Zuckergehalt in Prozent des Gehaltes der unbehandelten Kontrollen
 Monat XII = Dezember, I = Januar usw.
 8 krad, 10 krad, 15 krad: jeweilige Strahlendosis

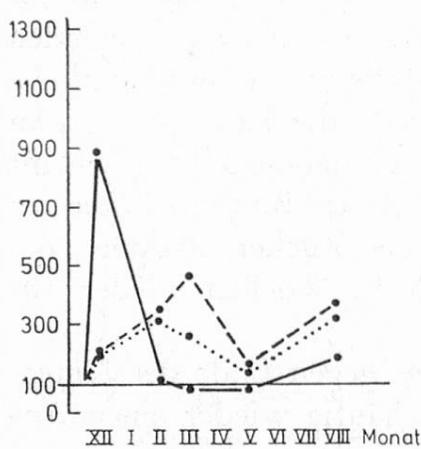
● ——— Glukose, ● Fructose, ● ——— Saccharose

relativer Zuckergehalt *

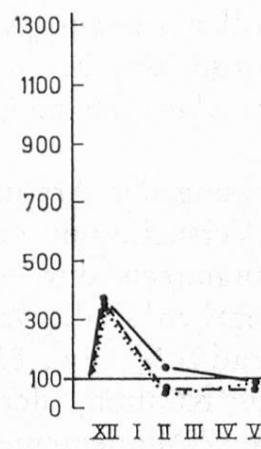
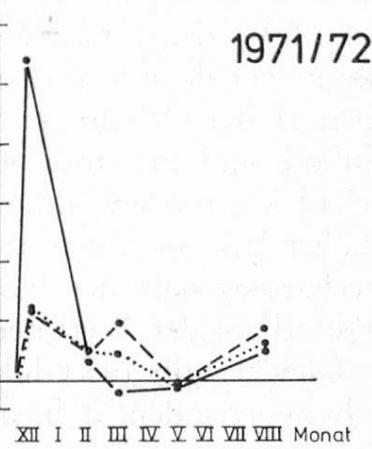
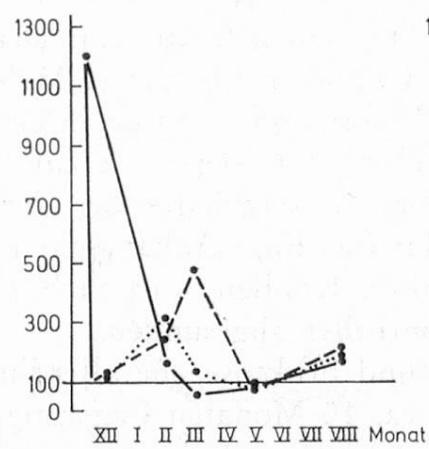
1972/73



relativer Zuckergehalt *



relativer Zuckergehalt *



γ - 8 krad

γ - 10 krad

γ - 15 krad

Abb. 2. Einfluß der Bestrahlung mit Gammastrahlen (^{60}Co) auf den Zuckergehalt von Kartoffeln der Sorte Maritta während der Lagerung.

Relativer Zuckergehalt: Zuckergehalt in Prozent des Gehaltes der unbehandelten Kontrollen
Monat XII = Dezember, I = Januar usw.

8 krad, 10 krad, 15 krad: jeweilige Strahlendosis

●—● Glukose, ●.....● Fruktose, ●—● Saccharose

betrug zwischen 350—1200%, bezogen auf die Kontrolle, und lag bei beiden Sorten in der gleichen Größenordnung. Zwischen dem Ausmaß des Anstiegs und der angewandten Strahlendosis konnte keine Korrelation gefunden werden. Der Saccharosegehalt der bestrahlten Knollen war in der Mehrzahl der Fälle nach 6—12 Wochen wieder annähernd auf den Gehalt der unbehandelten Kontrollen zurückgegangen. Die reduzierenden Zucker Glukose und Fruktose zeigten nach der Bestrahlung bei der Sorte Bintje keine oder rel. geringfügige Zunahmen, bei der Sorte Maritta dagegen in drei Fällen einen deutlichen Anstieg. Am Ende der Untersuchungsperioden waren sie allerdings in fast allen Fällen erhöht.

Die Behandlung der Knollen mit *Elektronenstrahlen* zeigte im Prinzip gleichartige Ergebnisse. Wie aus den Abbildungen 3 und 4 hervorgeht, war nur in dem Untersuchungsjahr 1970/71 die Bestrahlung mit Elektronen ohne Einfluß auf den Zuckergehalt der Knollen. Der Grund dafür dürfte aber wohl in der geringen Energie (0,4 MeV) der verwendeten Strahlen gelegen sein. Denn in den zwei folgenden Jahren wurde mit Elektronen höherer Energie (3 MeV) bestrahlt und deutliche Anstiege der Gehalte an Saccharose und — in der Mehrzahl der Fälle — auch an Glukose und Fruktose beobachtet. Im Gegensatz zur Gammabestrahlung scheint die Elektronenbestrahlung die Zuckergehalte bei der Sorte Bintje stärker zu erhöhen als bei der Sorte Maritta. Eine Abhängigkeit der Zuckerzunahme vom Saccharosegehalt der bestrahlten Knollen war nach 8—12 Wochen wieder annähernd auf den Wert der Kontrollen abgesunken.

Gleiches gilt für Glukose und Fruktose, die allerdings gegen Ende der Untersuchungsperioden, d. h. nach ca. 10 Monaten Lagerung, häufig wieder einen Anstieg zeigten.

Die Bestäubung der Kartoffeln zur Keimhemmung mit CIPC scheint ohne Wirkung auf den Zuckergehalt der Knollen zu sein (Abb. 5). Das starke Ansteigen der Werte für Glukose und Fruktose, das bei der Sorte Maritta 1972/73 beobachtet wurde, stellt eine Ausnahme dar, die möglicherweise durch andere, unerkannte Faktoren bedingt war.

Um Anhaltspunkte über die Auswirkung der Art und den Zeitpunkt der Bestrahlung zu gewinnen, wurden einige Versuche mit verschiedenen Bestrahlungsquellen und unter verschiedenen Bedingungen durchgeführt, deren Ergebnisse in den Abbildungen 6 und 7 wiedergegeben sind. Daraus ergibt sich, daß bei Gammaquellen die Dosisleistung (15 krad/Std. bzw. 850 krad/Std.) keinen Einfluß auf den Saccharoseanstieg hatte. Kühlung der Bestrahlungszelle durch Einblasen gekühlter Luft, so daß eine Zellinnentemperatur von 9°C erreicht wurde, vermindert den Saccharoseanstieg. Desgleichen nahm der Sacharosegehalt weniger zu, wenn die Knollen erst nach einer zwei- bzw. fünfmonatigen Lagerung bestrahlt wurden.

Einfluß der Bestrahlung und der Behandlung mit Germex auf den Vitamin-C-Gehalt der Knollen

Die Resultate dieser Untersuchungen sind in Abbildung 8 zusammengefaßt; hier sind ebenso wie in den vorhergehenden Abbildungen nicht die absoluten Ge-

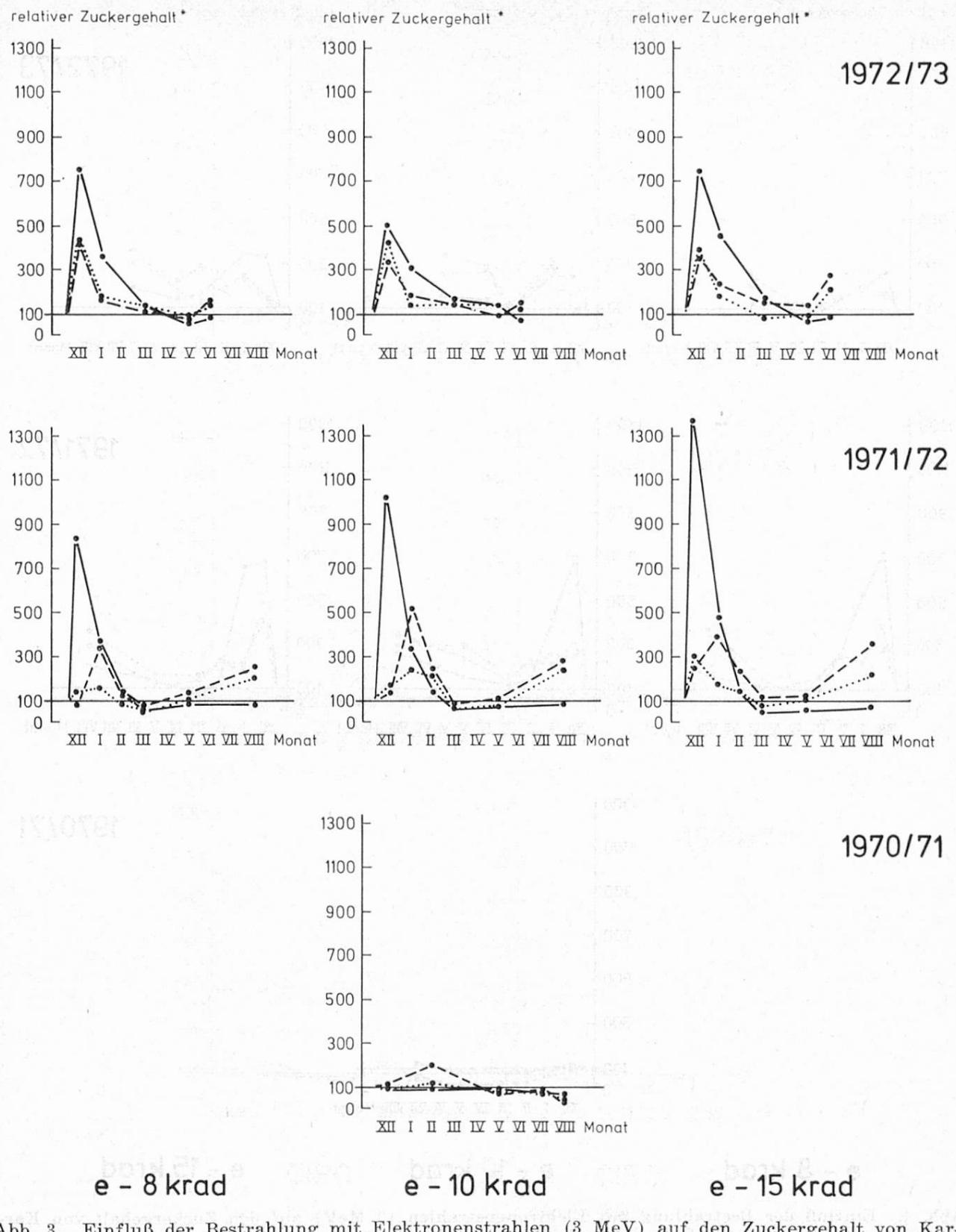


Abb. 3. Einfluß der Bestrahlung mit Elektronenstrahlen (3 MeV) auf den Zuckergehalt von Kartoffeln der Sorte Bintje während der Lagerung.

Relativer Zuckergehalt: Zuckergehalt in Prozent des Gehaltes der unbehandelten Kontrollen
 Monat XII = Dezember, I = Januar usw.
 8 krad, 10 krad, 15 krad: jeweilige Strahlendosis

●—●—●—●—● Glukose, ●.....●.....● Fruktose, ●—●—●—●—● Saccharose

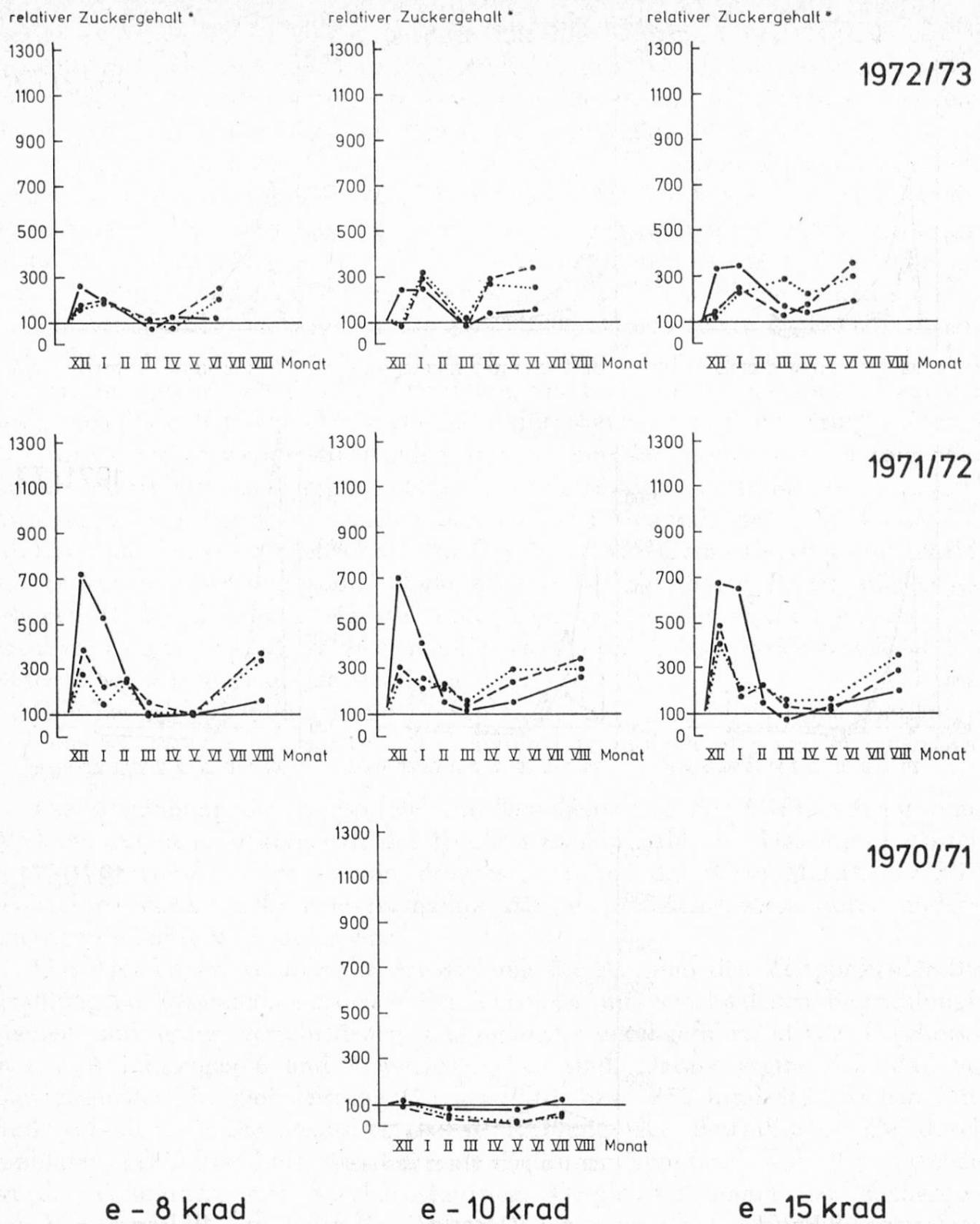
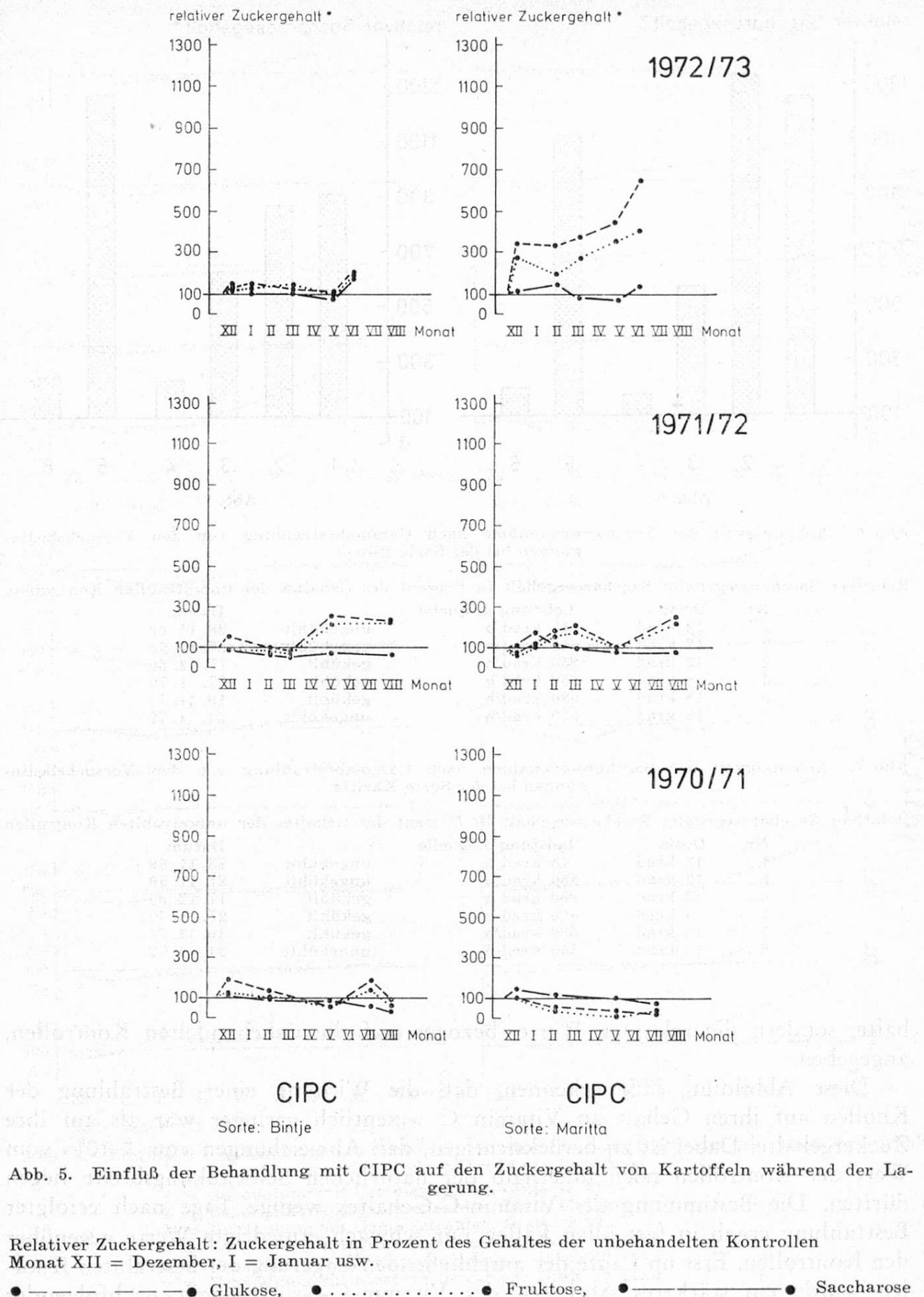


Abb. 4. Einfluß der Bestrahlung mit Elektronenstrahlen (3 MeV) auf den Zuckergehalt von Kartoffeln der Sorte Maritta während der Lagerung.

Relativer Zuckergehalt: Zuckergehalt in Prozent des Gehaltes der unbehandelten Kontrollen
 Monat XII = Dezember, I = Januar usw.
 8 krad, 10 krad, 15 krad: jeweilige Strahlendosis

●—● Glukose, ●.....● Fruktose, ●—● Saccharose



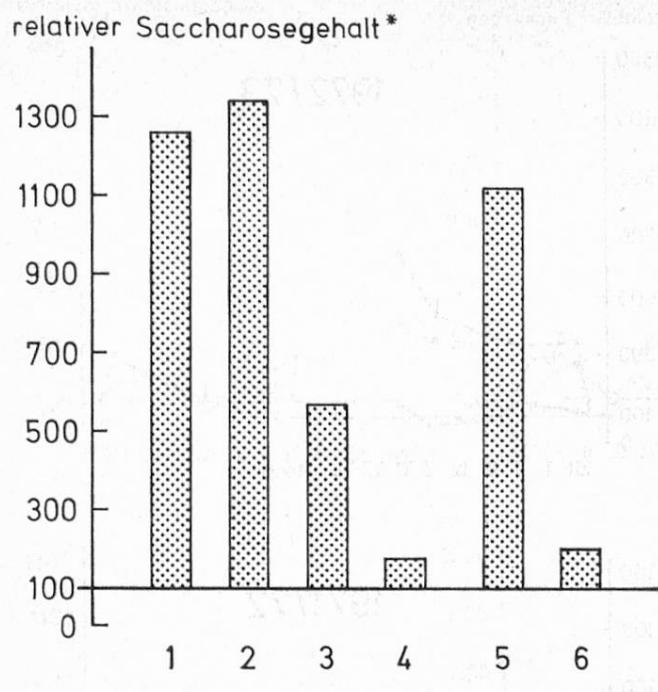


Abb. 6

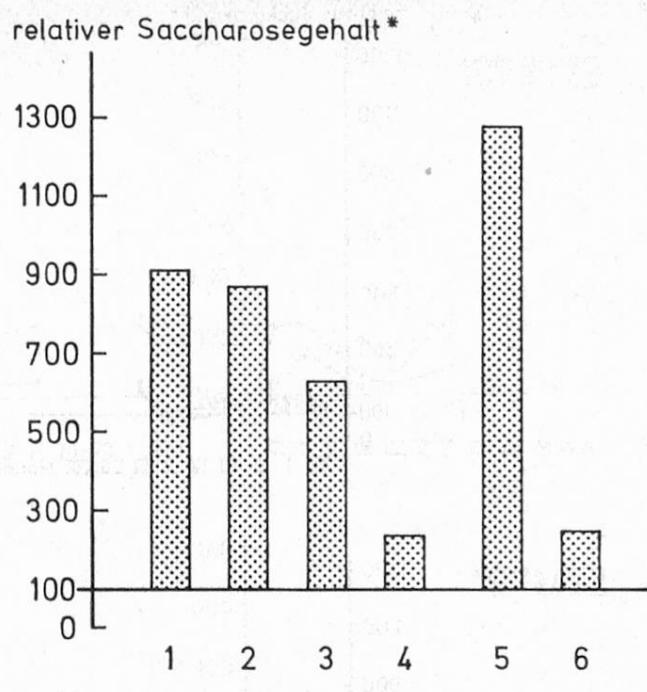


Abb. 7

Abb. 6. Abhängigkeit der Saccharosezunahme nach Gammabestrahlung von den Versuchsbedingungen bei der Sorte Bintje.

Relativer Saccharosegehalt: Saccharosegehalt in Prozent des Gehaltes der unbestrahlten Kontrollen.

Nr.	Dosis	Leistung d. Quelle	Datum
1	12 krad	15 krad/h	ungekühlt 28. 11. 69
2	12 krad	850 krad/h	ungekühlt 27. 11. 69
3	12 krad	850 krad/h	gekühlt 17. 12. 69
4	8 krad	850 krad/h	gekühlt 27. 1. 70
5	15 krad	630 krad/h	gekühlt 19. 11. 71
6	15 krad	550 krad/h	ungekühlt 24. 4. 72

Abb. 7. Abhängigkeit der Saccharosezunahme nach Gammabestrahlung von den Versuchsbedingungen bei der Sorte Maritta.

Relativer Saccharosegehalt: Saccharosegehalt in Prozent des Gehaltes der unbestrahlten Kontrollen

Nr.	Dosis	Leistung d. Quelle	Datum
1	12 krad	15 krad/h	ungekühlt 28. 11. 69
2	12 krad	850 krad/h	ungekühlt 27. 11. 69
3	12 krad	850 krad/h	gekühlt 17. 12. 69
4	8 krad	850 krad/h	gekühlt 27. 1. 70
5	15 krad	630 krad/h	gekühlt 19. 11. 71
6	15 krad	550 krad/h	ungekühlt 24. 4. 72

halte, sondern die relativen Werte, bezogen auf die unbehandelten Kontrollen, angegeben.

Diese Abbildung lässt erkennen, daß die Wirkung einer Bestrahlung der Knollen auf ihren Gehalt an Vitamin C wesentlich geringer war als auf ihre Zuckergehalte. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Abweichungen von $\pm 10\%$ vom Wert der Kontrollen noch innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite liegen dürften. Die Bestimmung des Vitamin-C-Gehaltes wenige Tage nach erfolgter Bestrahlung ergab in fast allen Fällen nur schwach erniedrigte Werte gegenüber den Kontrollen. Erst im Laufe der anschließenden Lagerung der bestrahlten Knollen wurde ein stärkeres Absinken des Vitamin-C-Gehaltes mit nachfolgender Wiederannäherung an die Werte der Kontrollen beobachtet. Ein derartiger Ver-

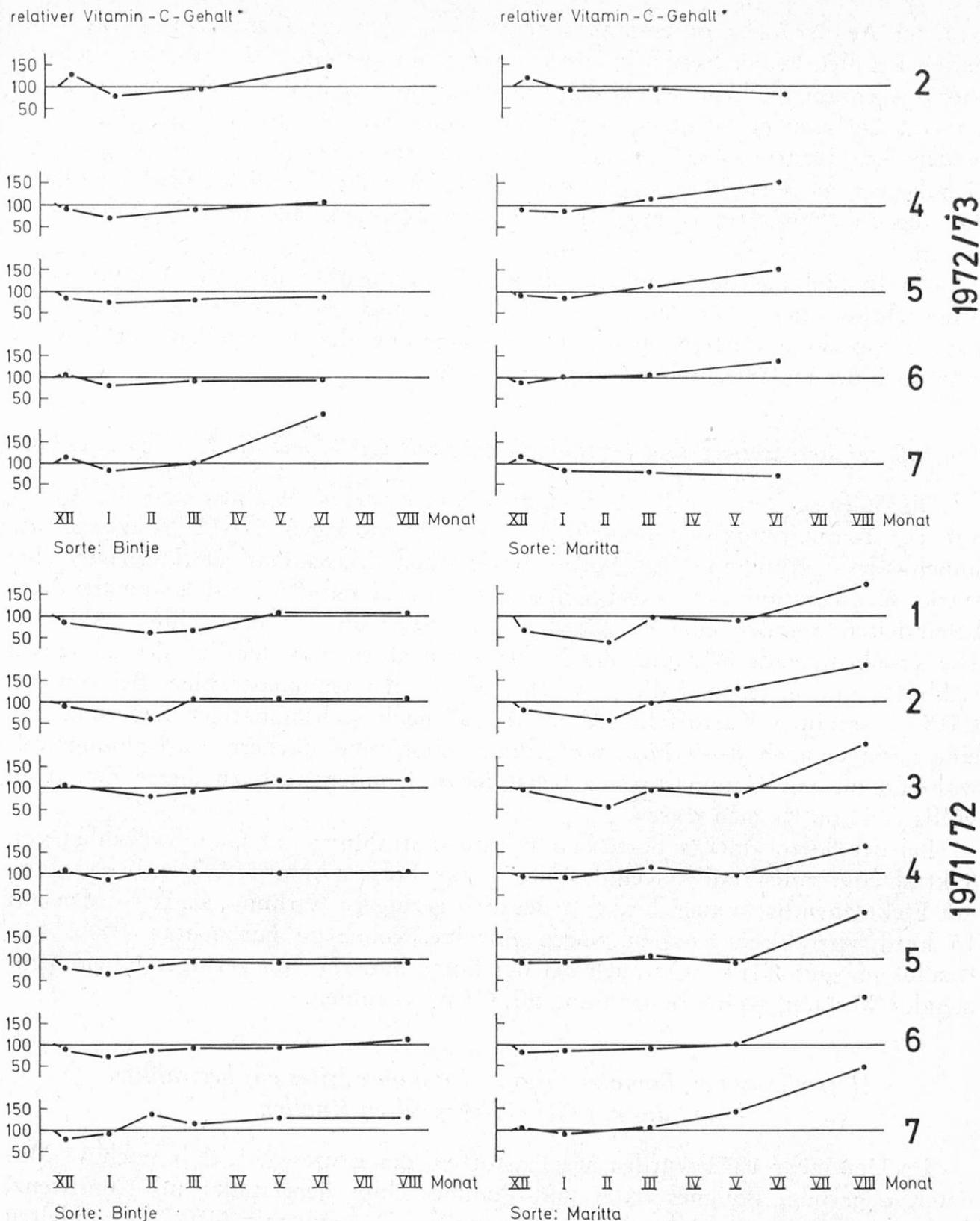


Abb. 8. Einfluß der Behandlung mit ionisierenden Strahlen bzw. CIPC auf den Vitamin-C-Gehalt von Kartoffeln während der Lagerung.

- 1 = Behandlung mit Gammastrahlen, Dosis 15 krad
- 2 = Behandlung mit Gammastrahlen, Dosis 10 krad
- 3 = Behandlung mit Gammastrahlen, Dosis 8 krad
- 4 = Behandlung mit Elektronenstrahlen, Dosis 15 krad
- 5 = Behandlung mit Elektronenstrahlen, Dosis 10 krad
- 6 = Behandlung mit Elektronenstrahlen, Dosis 8 krad
- 7 = Behandlung mit CIPC

Relativer Vitamin-C-Gehalt: Vitamin-C-Gehalt in Prozent des Gehaltes der unbehandelten Konrollen.

lauf der Änderungen ist besonders deutlich bei den mit Gammastrahlen behandelten Knollen beider Sorten in der Untersuchungsperiode 1971/72, etwas schwächer ausgeprägt erscheint er bei den mit Elektronen bestrahlten Kartoffeln. Doch sind die Differenzen zu gering, um hieraus eine unterschiedliche Wirksamkeit der beiden Strahlenarten ableiten zu können. Das starke Ansteigen der Vitamin-C-Gehalte bei der Sorte Maritta im August 1972 ist wahrscheinlich dadurch bedingt, daß die unbehandelten Kontrollen zu diesem Zeitpunkt bereits völlig überlagert waren.

Die Bestäubung der Knollen mit CIPC beeinflußte den Vitamin-C-Gehalt offensichtlich nicht. Für den in zwei Fällen beobachteten Anstieg zum Ende der Lagerungsperiode dürften ebenfalls Überlagerung der Kontrollen mit Zusammenbruch des Stoffwechsels verantwortlich sein.

Einfluß der Bestrahlung und der Behandlung mit CIPC auf die Keimentwicklung

Die Wirksamkeit der Behandlung mit ionisierenden Strahlen und mit CIPC auf die Keimbildung veranschaulichen die Abbildungen 9—12. Während die unbehandelte Kontrolle der Sorte Bintje nach sechsmonatiger Lagerung eine starke Keimung aufwies, war bei den mit 10 krad und 15 krad Gammastrahlen behandelten Knollen eine vollständige Keimhemmung zu beobachten (Abb. 9). Die keimhemmende Wirkung der Elektronenstrahlen war deutlich dosisabhängig (Abb. 10) und in jedem Falle schwächer als die der Gammastrahlen. Bei den mit CIPC bestäubten Kartoffeln (Abb. 10) trat nach sechsmonatiger Lagerung nur eine geringe, nach 8—9 Monaten jedoch schon eine stärkere Auskeimung auf, während die mit Gammastrahlen behandelten Knollen auch zu dieser Zeit noch völlig frei von Keimen waren.

Bei der Sorte Maritta hatte bereits eine Bestrahlung mit Gammastrahlen von 8 krad eine vollständige Keimhemmung zur Folge (Abb. 11). Die Bestrahlung mit Elektronen hatte auch hier eine deutlich geringere Wirkung, sogar bei den mit 15 krad bestrahlten Knollen waren einzelne Keime zu beobachten (Abb. 12). Bestäubung mit CIPC war auch bei der Sorte Maritta von geringerer keimhemmender Wirkung als die Bestrahlung mit Gammastrahlen.

Herstellung von Pommes chips und Pommes frites aus bestrahlten und aus mit CIPC behandelten Knollen

Im Dezember 1972 wurden aus Kartoffeln der Ernte 1971, d. h. nach 14 Monaten Lagerung, Pommes frites und Pommes chips hergestellt und Konsistenz, Farbe und Geschmack der Produkte geprüft. Die aus mit CIPC behandelten Kartoffeln zubereiteten Pommes chips und Pommes frites waren dunkelbraun, in der Farbe ungleichmäßig, von geringerer Festigkeit und wiesen einen bitteren Nebengeschmack auf.

Das Aussehen der Pommes chips und Pommes frites, die aus mit Elektronen bestrahlten Kartoffeln hergestellt worden waren, war im allgemeinen gut, doch war die Farbe eher etwas dunkel. Die Festigkeit war besser als die der gleichen

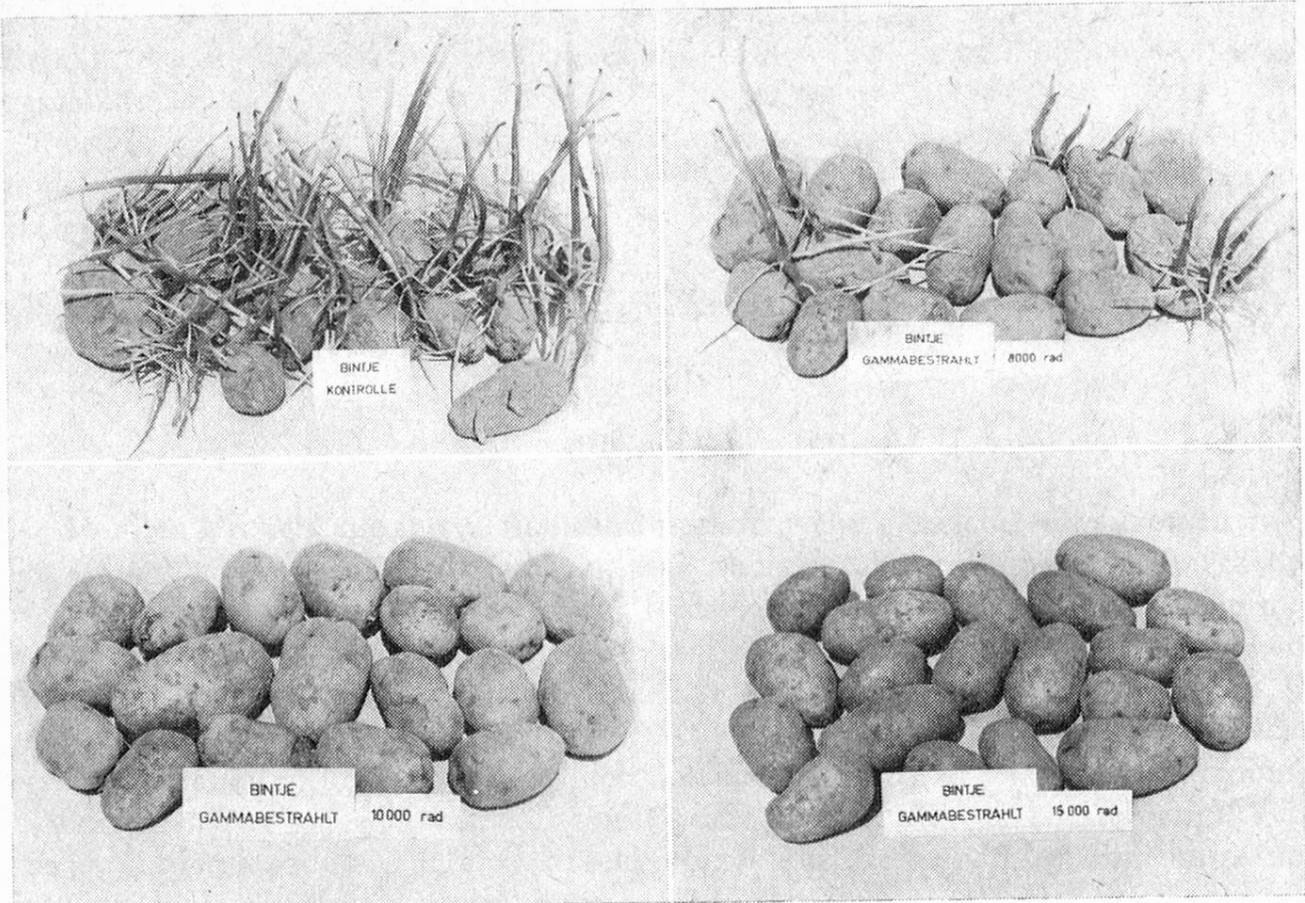


Abb. 9

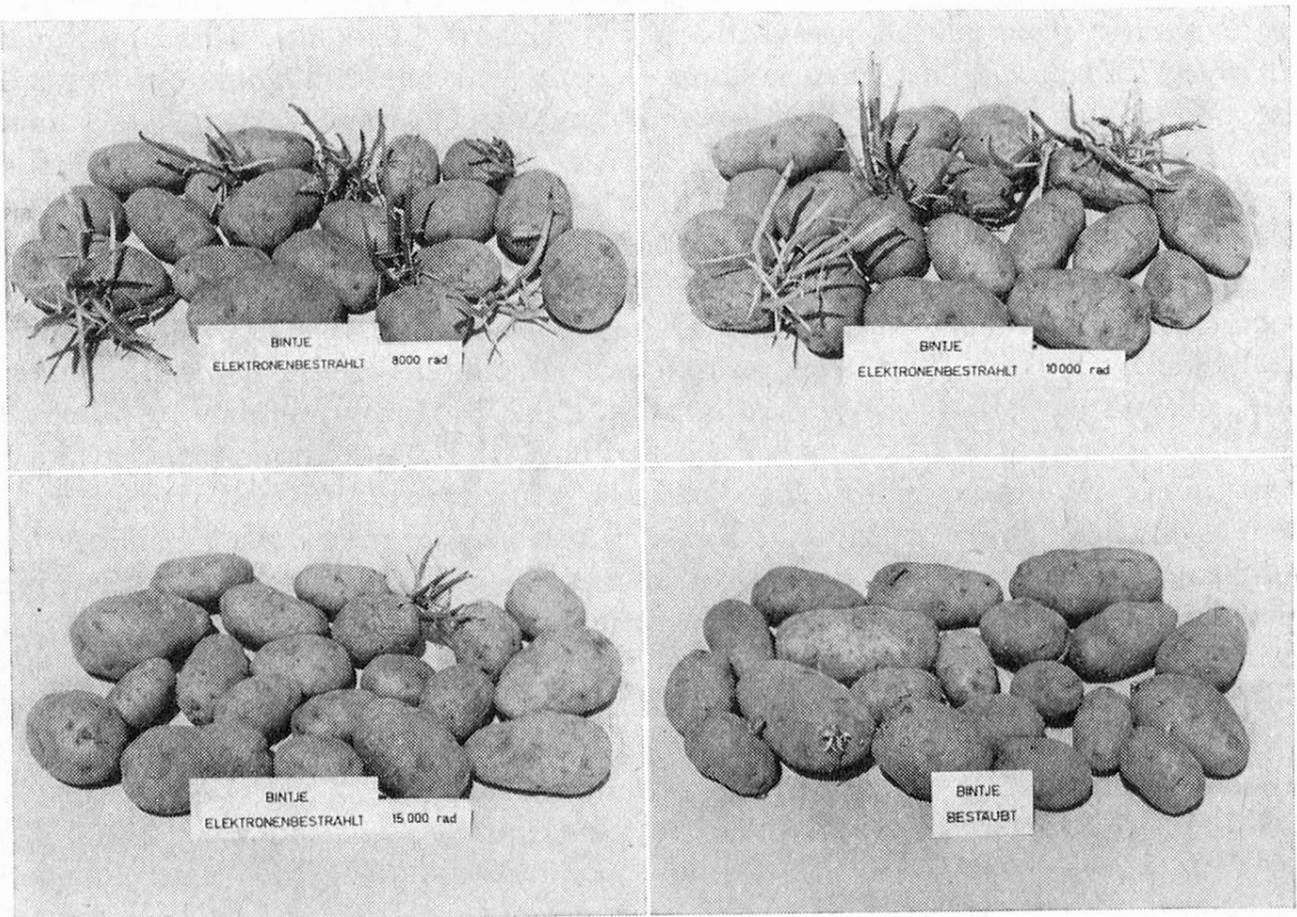


Abb. 10



Abb. 11



Abb. 12

Produkte aus bestäubten Knollen, doch wiesen sie einen süßlichen Nebengeschmack auf.

Die aus mit Gammastrahlen behandelten Knollen zubereiteten Pommes chips und Pommes frites waren gleichmäßig hell, knusprig und im Geschmack einwandfrei.

Die aus der Sorte Maritta hergestellten Produkte waren durchwegs im Aussehen und Geschmack weniger gut als die aus der Sorte Bintje zubereiteten.

Diskussion

In allen Proben, die mit Gammastrahlen oder energiereichen Elektronenstrahlen (3 MeV) bestrahlt worden waren, war nach der Bestrahlung ein bemerkenswerter Anstieg des Saccharosegehaltes festzustellen. Eine Ausnahme scheint nur bei der Sorte Maritta nach Elektronenbestrahlung im Jahre 1972/73 vorzuliegen. Der Verlauf der Änderungen des Saccharosegehaltes (siehe Abb. 4) deutet u. E. jedoch darauf hin, daß der eigentliche Zuckeranstieg in diesen Fällen zwischen der ersten Bestimmung kurz nach erfolgter Bestrahlung und der zweiten Bestimmung 8 Wochen später gelegen war und somit nicht voll erfaßt wurde. Derartige Versuche werden von uns zur Zeit durchgeführt und die bisherigen Ergebnisse bestätigen die Richtigkeit dieser Annahme.

Die Zunahme der Saccharose setzt unmittelbar nach der Bestrahlung ein und klingt im Laufe von 6—12 Wochen wieder ab. Dieser Befund steht prinzipiell in Uebereinstimmung mit den Mitteilungen anderer Autoren (7, 8, 9, 10, 11), wenn auch Dauer und Ausmaß des Anstieges unterschiedlich gefunden wurden. So berichteten *Schwimmer* und Mitarb. (7), daß der Saccharosegehalt bestrahlter Kartoffeln temperaturabhängig zwischen 4 und 16 Tagen sein Maximum erreichte und anschließend rasch wieder auf den Normalwert zurückkehrte. Nach *Herrmann* und *Raths* (8) waren Dauer und Ausmaß des Saccharoseanstieges dosisabhängig: mit 40 krad Gammastrahlen behandelte Knollen wiesen nach 11 Wochen Lagerung noch einen erheblich höheren Saccharosegehalt auf als die unbehandelten Kontrollen, während die mit 10 und 20 krad bestrahlten Proben zu diesem Zeitpunkt weniger Saccharose als die Kontrollen besaßen.

Unsere bisherigen Untersuchungen lassen keine Abhängigkeit der Dauer und des Ausmaßes des Saccharoseanstieges von der Strahlenart, der Strahlendosis und der verwendeten Kartoffelsorte erkennen. Doch eine endgültige Aussage zu diesen Fragen kann aufgrund unserer Ergebnisse noch nicht gegeben werden, vielmehr sind dazu Bestimmungen dieses Zuckers in kurzen Intervallen über einen längeren Zeitraum erforderlich. Entsprechende Untersuchungen sind z. Z. — wie erwähnt — im Gange. Da die von einigen anderen Autoren (8, 11) mitgeteilten Angaben über Verlauf, Ausmaß und Dosisabhängigkeit der Saccharosezunahme in der Regel auch nur auf Messungen in größeren Zeitabständen basieren, dürfte auch hier eine Ueberprüfung angebracht sein.

Ein Ziel unserer Untersuchungen war festzustellen, ob die strahleninduzierten Veränderungen des Zuckergehaltes als Indiz für eine erfolgte Bestrahlung der

Knollen dienen können. Wie ein Vergleich mit unseren früheren Untersuchungen über die Veränderungen der Zuckergehalte verschiedener Kartoffelsorten während der Lagerung (17) zeigt, weisen die Saccharosegehalte im Anschluß an die Bestrahlung für einige Zeit wesentlich höhere Werte auf, als sie bei unbehandelten Knollen gefunden werden. Eine kurz vor der Bestimmung des Saccharosegehaltes erfolgte Bestrahlung ließe sich somit erkennen. Da jedoch der Saccharosegehalt bestrahlter Knollen innerhalb weniger Wochen wieder auf Normalwerte zurück sinkt, ist die Bestimmung des Saccharosegehaltes generell als Erkennungsmerkmal für eine vorausgegangene Behandlung der Knollen mit ionisierenden Strahlen unbrauchbar. Gleiches gilt übrigens auch für die Bestimmung anderer Inhaltsstoffe, deren Gehalte durch Bestrahlung vorübergehend geändert werden, wie z. B. Chlorogensäure (21, 22) oder die strahleninduzierte Radikalbildung (23).

Einige Autoren (4, 13, 20) fanden nach der Behandlung von Kartoffeln mit ionisierenden Strahlen keine oder nur geringe Veränderungen im Saccharosegehalt der Knollen. In diesen Fällen war aber nicht kurz nach der Ernte, sondern erst nach einer mehrmonatigen Lagerung bestrahlt worden. Die Ergebnisse solcher Versuche konnten im Prinzip von uns ebenfalls bestätigt werden (siehe Abb. 6 und 7).

Uneinheitlich ist das Verhalten der reduzierenden Zucker Glukose und Fruktose nach Bestrahlung. In 12 der 14 Proben, die mit Elektronenstrahlen, und in 9 der 12 Proben, die mit Gammastrahlen behandelt worden waren, wurde ein ± deutlicher Anstieg beider Zucker oder wenigstens der Glukose gefunden. Die Zunahme erreichte jedoch nie ein Ausmaß, wie es bei der Saccharose gefunden wurde. Auch scheint es, daß der Anstieg dieser reduzierenden Zucker später einsetzt als bei der Saccharose, denn die erste Bestimmung kurz nach der Bestrahlung zeigte vielfach keinen oder nur einen geringen Anstieg und erst die zweite Bestimmung vier Wochen später gab deutlich erhöhte Werte gegenüber den Kontrollen. In der Regel kehrten die Gehalte an reduzierenden Zuckern gemeinsam mit dem Saccharosegehalt 6—12 Wochen nach der Bestrahlung wieder zur Norm zurück. Der häufig beobachtete Anstieg der reduzierenden Zucker gegen Ende der Untersuchungsperioden, d. h. nach zehnmonatiger Lagerung, kann als indirekte Folge der Bestrahlung angesehen werden, da ihr Stoffwechsel nicht die mit dem Auskeimen verbundene Umstellung erfahren hatte.

Die bisher vorliegenden Angaben der bereits mehrfach zitierten Autoren über den Anstieg reduzierender Zucker nach Bestrahlung sind sehr uneinheitlich. Mehrfach wurde eine Zunahme reduzierender Zucker gefunden (4, 6, 7, 8, 10, 11), z. T. aber auch keine Veränderung oder gar ein Rückgang (6, 8, 9, 12, 20). Diese Differenzen überraschen jedoch nicht angesichts der Vielfalt der Art der Bestrahlung, des Zeitpunktes zwischen Ernte und Bestrahlung sowie zwischen Bestrahlung und Bestimmung der Zucker. Nach unseren Ergebnissen kann aber allgemein ein Anstieg der Gehalte an reduzierenden Zuckern infolge Behandlung mit ionisierenden Strahlen angenommen werden. Um jedoch allgemeingültige Kenntnisse über Ausmaß und Verlauf dieser Veränderungen zu erhalten, werden von uns Bestimmungen in kurzen Intervallen über einen längeren Zeitraum durchgeführt.

Keimhemmung der Knollen durch Behandlung mit chemischen Mitteln wie CIPC ruft keine erkennbare Beeinflussung des Zuckergehaltes hervor. Dieser Befund steht im Einklang mit den Mitteilungen anderer Autoren (6, 12).

Die Bestimmung des Vitamin-C-Gehaltes wurde in unsere Untersuchungen aus zwei Gründen mit aufgenommen: Erstens ist die Ascorbinsäure als leicht oxidierte Substanz ein guter Indikator für Wirkstoffverluste bei Behandlung und Verarbeitung von Kartoffeln (24), und zweitens leisten Kartoffeln wegen ihres guten Vitamin-C-Gehaltes und der langsamen Abnahme dieses Wirkstoffes während der Lagerung (25) einen wesentlichen Beitrag zur Deckung unseres Vitamin-C-Bedarfes. Unsere Untersuchungen ergaben, daß die Beeinflussung des Vitamin-C-Gehaltes der Knollen durch Bestrahlung wesentlich schwächer ist als die des Zuckergehaltes. Eine Abhängigkeit von Strahlenart und -dosis sowie verwendeter Kartoffelsorte war nicht eindeutig erkennbar.

Im allgemeinen war ein Absinken des Vitamin-C-Gehaltes um 10—60% infolge Bestrahlung zu beobachten. Die größten Abnahmen wurden allerdings nicht gleich nach der Bestrahlung, sondern erst einige Wochen später beobachtet. Im Laufe der weiteren Lagerung näherte sich nach ca. 8—12 Wochen in der Mehrzahl der Fälle der Vitamin-C-Gehalt der bestrahlten Proben wieder dem der unbehandelten Kontrollen. Wollte man hieraus gewisse Schlüsse für die Verwendung bestrahlter Kartoffeln als Lebensmittel ziehen, dann den, daß es günstig wäre, vor einer Verwendung die bestrahlten Knollen längere Zeit lagern zu lassen, damit ihr Vitamin-C-Gehalt sich wieder normalisieren kann.

Auch unsere Untersuchungen bestätigen, daß die Behandlung der Knollen mit Gamma- oder Elektronenstrahlen die Keimentwicklung sehr wirksam hemmt; die verwendeten Elektronen müssen allerdings eine gewisse Energie aufweisen, um Effekt auszuüben. Verschiedene Kartoffelsorten reagieren auf die Bestrahlung unterschiedlich empfindlich: während bei der Sorte Maritta bereits eine Dosis von 8 krad Gammastrahlen für eine vollständige Keimhemmung ausreichte, war zur Erzielung der gleichen Wirkung bei der Sorte Bintje eine Bestrahlung mit wenigstens 10 krad erforderlich. Behandlung mit Elektronenstrahlen ließ bei beiden Sorten eine Dosisabhängigkeit der Keimhemmung erkennen. Auch aus unseren Versuchsergebnissen gewinnt man den Eindruck, daß sich die Gammastrahlen zur Keimhemmung besser eignen als die Elektronenstrahlen.

Untersuchungen über die Eignung bestrahlter Kartoffeln zur Herstellung von Pommes chips wurden bereits von *Schwimmer* und Mitarb. (7) durchgeführt. Diese Autoren verarbeiteten die Kartoffeln wenige Tage nach der Bestrahlung und fanden enge Beziehungen zwischen dem Bräunungsgrad der Produkte und dem Gehalt der Knollen an reduzierenden Zuckern. Ueber Konsistenz und Geschmack der Chips machten sie keine Angaben. *Keller* (27) teilte mit, daß die Bestrahlung der Kartoffeln die Qualität für die Verarbeitung zu Pommes chips und Pommes frites nachteilig beeinflußt. Allerdings führte er seine Untersuchungen im Zeitraum von 1—8 Monate nach der Bestrahlung durch, während wir nach 14monatiger Lagerung aus gammabestrahlten Knollen einwandfreie Produkte erhielten. Diese Feststellung könnte für die verarbeitende Industrie von Bedeutung sein, da in den Monaten Juli—September die Qualität der gelagerten

bestäubten Kartoffeln mangelhaft ist. Hier könnten bestrahlte Kartoffeln eine bestehende Lücke ausfüllen und für eine kontinuierliche Versorgung mit einwandfreiem Material dienen.

Diese Arbeit wurde mit der Unterstützung der Eidgenössischen Fachkommission für Lebensmittelbestrahlung durchgeführt, wofür wir unseren besten Dank aussprechen.

Zusammenfassung

Kartoffeln der Sorten Bintje und Maritta wurden kurz nach der Ernte mit Gammastrahlen oder Elektronenstrahlen in einer Dosis von 8, 10 oder 15 krad bestrahlt. Zum Vergleich wurden Kartoffeln mit dem Keimhemmungsmittel CIPC/IPC bestäubt.

In den Proben wurden die Gehalte an Saccharose, Glukose, Fruktose und Vitamin C bestimmt und mit den entsprechenden Werten unbehandelter Kontrollen verglichen. Ferner wurde die keimungshemmende Wirkung ermittelt und die Eignung bestrahlter Knollen für die Herstellung von Pommes chips und Pommes frites geprüft.

Der Saccharosegehalt bestrahlter Knollen stieg nach der Bestrahlung auf das Drei- bis Fünfzehnfache des Kontrollwertes an und ging nach 6—12 Wochen wieder annähernd auf den Gehalt der Kontrollen zurück. Eine Abhängigkeit von Strahlenart und Dosishöhe konnte nicht festgestellt werden. Die Veränderungen im Glukose- und Fruktosegehalt waren uneinheitlicher. Im allgemeinen wurde auch hier ein Anstieg beobachtet, jedoch wesentlich geringeren Ausmaßes als bei der Saccharose. Beim Vitamin-C-Gehalt der bestrahlten Knollen war fast stets eine vorübergehende Abnahme zu verzeichnen. Die Behandlung der Kartoffeln mit CIPC/IPC war ohne erkennbaren Einfluß auf diese Inhaltsstoffe. Herstellung von Pommes frites und Pommes chips nach 14 Monaten Lagerung ergab ansprechende Produkte.

Résumé

Des pommes de terre Bintje et Maritta ont été soumises, peu de temps après la récolte, aux rayons gamma et à des flux d'électrons de 8, 10 et 15 krad. Pour comparaison des pommes de terre ont été traitées à l'antigerme CIPC/IPC.

Les teneurs en saccharose, glucose, fructose et en vitamine C ont été déterminées dans les échantillons de pommes de terre traitées et comparées à celles d'échantillons témoins non traités. L'efficacité des traitements antigerminatoires a été établie et la qualité des pommes chips et pommes frites préparées avec des tubercules irradiés a été examinée.

La teneur en saccharose des tubercules irradiés a augmenté de 3 à 15 fois après irradiation, puis a diminué en 6—12 semaines jusqu'à celle des échantillons témoins non irradiés. Il n'a pas pu être établi de relation entre le genre et la dose d'irradiation. Les variations de la teneur en glucose et en fructose se sont montrées inégales, mais une augmentation a généralement aussi été constatée. La teneur en vitamine C des tubercules irradiés a presque toujours subi une diminution passagère. Le traitement au CIPC/IPC s'est révélé sans influence décelable sur ces teneurs. Les pommes chips et pommes frites préparées après 14 mois de stockage étaient de qualité normale.

Summary

Shortly after harvesting potatoes of the varieties Bintje and Maritta were irradiated with gamma rays or electrons with doses of 8, 10 or 15 krads. For comparison potatoes of the same varieties were treated with CIPC/IPC to prevent sprouting.

The contents of sucrose, glucose, fructose and vitamin C were determined and compared with the values of the untreated controls. Further the sprout inhibiting effect of the various treatments was assessed and the suitability for the manufacture of potato chips and crisps from irradiated tubers was tested.

The sucrose content in potatoes increased 3—15 fold after irradiation as compared with the controls and decreased during subsequent storage and after 12 weeks reached again the original values. Generally no dependence on dose or type of irradiation was observed. The changes in glucose and fructose content were not uniform; however, in this case the increase was less pronounced than for sucrose.

The vitamin C concentration of irradiated potatoes showed a transient decrease.

The treatment with CIPC/IPC remained without significant influence on the contents of these sugars and vitamin C.

The preparation of potato chips and crisps from these irradiated potatoes stored for 14 months led to products of good quality.

Literatur

1. Sparrow, A. H. and Christensen, E.: Effect of x-rays, neutron and chronic γ -radiation on growth and yield of potatoes. Am. J. Botany **37**, 667 (1950).
2. Sparrow, A. H. and Christensen, E.: Improved storage quality of potato tubers after exposure to Co 60 gamma radiation. Nucleonics **12**, No 8, 16—17 (1954).
3. Sussman, A. S.: The effect of ionizing radiations upon the respiration and oxidases of the potato tuber. J. Cellular Comp. Physiol. **42**, 273—276 (1953).
4. Teixeira, A. R. e Baptista, J. E.: Alguns efeitos das radiacoes ionizantes na conservacao da batata. Agronomia lusitana **30**, 59—79 (1968).
5. Ogawa, M., Hyoda, H. and Uritani, I.: Biochemical effects of gamma radiation on potato and sweet potato tissues. Agr. Biol. Chem. **33**, 1220—1222 (1969).
6. Kodenchery, U. K. and Nair, M. P.: Metabolic changes induced by sprout inhibiting dose of γ -irradiation in potatoes. J. Agr. Food Chem. **20**, 282—286 (1972).
7. Schwimmer, S., Burr, H. K., Harrington, W. O. and Weston, W. J.: Gamma irradiation of potatoes: effects on sugar content, chip colour, germination, greening and susceptibility to mold. Am Potato J. **34**, 31—41 (1957).
8. Herrmann, J. und Rath, J.: Stoffwechselveränderungen in Kartoffeln nach Behandlung mit ionisierenden Strahlen. Nahrung **2**, 1062—1090 (1958).
9. Trulsen, T. A.: Irradiation of potatoes. Effects on sugar content, blackening, and growth substances, S. 55—62. Radiation Preservation of Foodstuffs, Stockholm 1963.
10. Jaarma, M.: Comparison of chemical changes in potato tubers induced by γ -irradiation and by chemical treatment. Acta Chem. Scand. **23**, 3435—3442 (1969).
11. Boffi, G., Ferrari, L. e Ferrara, G.: Effetto dell'irraggiamento gamma sulle patate. Chim. e ind. **51**, 173—175 (1969).
12. Heilinger, F., Scheid, W. und Pätzold, C.: Einfluß von Röntgenstrahlen, Temperatur und Chemikalien auf Kartoffeln während der Lagerung. Landbauforsch. Völkenrode **18**, 23—26 (1968).

13. Anonymus: Technical Reports Series No. 114. IAEA, Wien 1970.
14. Maltseva, A. P., Derid, T. F. and Shalinova, R. T.: Effect of ionizing radiation on the change in the content of ascorbic acid in potatoes. Mater. Nauch.-Prakt. Konf. Ispol'z. Ioniz. Izluch. Nar. Khoz., 137—140 (1967). Zit. in Chem. Abstr. **70 B**, 26155 z (1969).
15. Gounelle, H., Gulat-Marnay, C. et Fauchet, M.: Effects des radiations ionisantes sur la teneur de divers aliments en vitamines du groupe B et C. Ann. nutrition aliment. **24**, 41—49 (1970).
16. Fujimaki, M., Tajima, M. and Matsumoto, T.: Effects of gamma-irradiation on the amino acids of potatoes. Agr. Biol. Chem. **32**, 1228—1231 (1968).
17. Trautner, K. und Somogyi, J. C.: Änderungen des Glukose-, Fruktose- und Saccharosegehaltes in verschiedenen Kartoffelsorten während der Lagerung. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **63**, 240—260 (1972).
18. Bergmeyer, H.-U. und Klotzsch, H.: Enzymatische Bestimmung von Saccharose und Fruktose. In: Methoden der enzymatischen Analyse. (Hrsg. Bergmeyer). Verlag Chemie, Weinheim 1962.
19. Roe, J. H., Mills, M. B., Oesterling, M. J. and Damron, C. M.: The determination of diketo-l-gulonic acid, dehydro-l-ascorbic acid, and l-ascorbic acid in the same tissue extract by the 2,4-dinitrophenylhydrazine method. J. Biol. Chem. **174**, 201—208 (1948).
20. Zonneveld, H.: Bestimmung von Vitamin C in Früchten, Fruchtsäften, Gemüse und Konserven nach der Methode Tillmans unter Ausschaltung reduzierender Stoffe. Z. Lebensm. Untersuch. -Forsch. **119**, 319—333 (1963).
21. Heilinger, F., Pätzold, C., Scheid, W., Siegel, O. und Süss, A.: Auswirkung der Pflanzengutbehandlung mit ionisierenden Strahlen auf Entwicklung und Ertrag von Kartoffeln. Eur. Potato J. **10**, 180—188 (1967).
22. Penner, H. und Fromm, H.: Versuche zum Nachweis einer erfolgten Bestrahlung von Kartoffeln. II. Bestimmung der Chlorogensäure. Z. Lebensm. Untersuch. -Forsch. **150**, 84—87 (1972).
23. Penner, H.: Versuche zum Nachweis einer erfolgten Bestrahlung von Kartoffeln. III. Die Wirkung von Röntgenstrahlen auf die Chlorogensäurebiosynthese in der Kartoffelknolle. Potato Research **16**, 171—175 (1973).
24. Mehringer, W.: Elektronenspinresonanzversuche an hochenergetisch bestrahlten und unbestrahlten Kartoffelschalen. Z. Lebensm. Untersuch. -Forsch. **147**, 278—281 (1971).
25. Somogyi, J. C., Trautner, K. und Kopp, P.: Die Bedeutung der Kartoffelerzeugnisse in der heutigen Ernährung. Bibl. Nutritio Dieta **16**, 140—154 (1971).
26. Somogyi, J. C., Schiele, K. und Sachse, J.: Der Vitamin-C-Gehalt verschiedener Kartoffelsorten, seine Veränderung bei der Lagerung und industriellen Verarbeitung. Intern. Z. Vitaminforsch. **37**, 186—188 (1967).
27. Keller, E. R.: Ueber die Beeinflussung von Verwertungseigenschaften durch Bestrahlung mit ^{60}Co . Proc. Third Triennial Conference EAPR, 280—281 (1966).

Prof. Dr. J. C. Somogyi
 Dr. P. Kopp
 Institut für Ernährungsforschung
 CH-8803 Rüschlikon