

Entwicklung eines Frühtestes zur Anthozyanbildung bei Spargel (*Asparagus off. L.*)*

S. HANDKE

Max-Planck-Institut für Kulturpflanzenzüchtung, Hamburg-Volksdorf

Development of an Early Test for Anthocyanin Formation in Asparagus

Summary. 1. An early test is described which makes it possible to recognize anthocyanin containing seedlings of asparagus. The test can be used to separate the progeny from anthocyanin-free single plants into types containing anthocyanin and those which are free of it.

2. The early test requires only 15 to 18 days in comparison with the field test which takes about 400 days. Thus very important information for the breeding of asparagus is obtainable 15 months earlier.

3. An agreement was found between the field anthocyanin test and the early test. On 3.9 mill. selected individuals of the variety 'Spaganiva' which were free of anthocyanin types it was demonstrated that the early test gives true results.

I. Einleitung

Merkmale, die bei Spargel zur Steigerung der Erträge und zur Verbesserung der Stangenqualität führen, sind im wesentlichen der Ertrag, die Stangendicke und die Kopffestigkeit. Eine Verminderung der Qualität erfolgt durch die negative Eigenschaft der Anthozyanbildung. Sie verursacht die Blau- bis Violettfärbung der Spargelköpfe und Stangen beim Durchstoßen der Erde (HUYSKES und SNEEP, 1962).

Der Anbauer versucht durch zweimaliges Ernten pro Tag, nur weiße Stangen zu stechen. Auf dem Wege zum Verbraucher nehmen auch diese weißen Stangen eine Rotviolett-färbung an. Das zweimalige Stechen pro Tag ist mit einem hohen Arbeitsaufwand verbunden, der die Rentabilität des Spargelanbaues im landwirtschaftlichen Haupterwerbsbetrieb sehr einengt und letztlich den Spargelanbau in diesen Betrieben einschränkt.

Dieses echte Problem des Spargelanbaues erkannte v. SENGBUSCH schon 1942 und begann damit, anthozyanfreie Formen in anthozyanhaltigen Sorten auszulesen. Das Merkmal Anthozyanfreiheit verhindert eine Blaufärbung der Stangen beim Durchstoßen der Erdoberfläche. Der anthozyanfreie Spargel liefert deshalb bei der Bleichspargelkultur weiße Stangen, die sich auch nach dem Ernten nicht blau oder rot färben. Die Ernte kann bis zum Sichtbarwerden der Stangen hinausgeschoben werden. Der Anbauer kommt an den meisten Erntetagen mit einmaligem Stechen aus.

Neben den anthozyanfreien oder weißköpfigen, später grün werdenden Formen sind anthozyanarme Zwischentypen zu beobachten, die eine in Richtung anthozyanhaltig allmählich ansteigende Typenreihe darstellen. Die dunkelweißköpfigen und schwachblauköpfigen (anthozyanhaltig = blauköpfig) Zwischentypen (Beschreibung bei Methode 1) sind darin am häufigsten zu finden. Die züchterischen Arbeiten werden durch das Vorhandensein der Zwischentypen sehr erschwert. Hinzu kommt, daß die Beurteilung der Nachkommenschaft einer anthozyanfreien Ein-

zelpflanze erst ein Jahr nach der Aussaat und eineinhalb Jahre nach der Samen-Ernte am ersten Frühlingsaustrieb der Sämlinge erfolgen kann. Für die züchterischen Arbeiten am anthozyanfreien Spargel wurde die Entwicklung eines Frühtestes (HANDKE, 1966) notwendig.

II. Material und Methoden

A. Material

Die anthozyanhaltige, blauköpfige Vergleichssorte 'Ruhm von Braunschweig' wurde von der Samenhandlung Körner in Hamburg-Poppenbüttel bezogen. Als anthozyanfreie, weißköpfige Nachkommenschaften und als Sorte 'Spaganiva' (HANDKE, 1966) konnte das im Institut bearbeitete Zuchtmaterial benutzt werden.

B. Methoden

Freiland-Anthozyan-Test an einjährigen Sämlingen Methode 1

Spargelsämlinge wurden im Frühjahr (Anfang April) mit einem Einachsschlepper ausgepflügt, mit einer Grabegabel aus der Erde genommen, ausgeschüttelt und anschließend wieder eingeschlagen. Je nach Witterung erfolgte die Beurteilung der Anthozyan- und Chlorophyllbildung an den nicht geöffneten Köpfen der Triebe nach 15 bis 30 Tagen.

Bonitiert wurden folgende Farbklassen:

- 1) anthozyanfreie, weißköpfige (w-) Typen mit hellgrünem Kopf,
 - 2) anthozyanarme, dunkelweißköpfige (dw-) Typen mit bräunlich-grünem Kopf,
 - 3) schwachblauköpfige (sb-) Typen, die weniger Anthozyan bilden als die anthozyanhaltigen,
 - 4) anthozyanhaltige, blauköpfige (b-) Typen.
- (In Klammern sind die Abkürzungen für die Farbklassen angegeben.)

Methode 1 wird zur Überprüfung der Frühteste 2 und 4–6 benutzt.

Gewächshaus-Anthozyan-Test an Aussaaten Methode 2

Aussaat in Pikierkisten im Gewächshaus; bei Temperaturen am Tage von + 15 °C bis + 20 °C, in der

* Herrn Prof. Dr. R. v. SENGBUSCH zum 70. Geburtstag gewidmet.

Nacht um $+15^{\circ}\text{C}$. Sofort nach dem Aufgang (14 bis 28 Tage nach der Aussaat) Kühlbehandlung der aufgegangesen Sämlinge in der Pikierkiste 8 Stunden (8,00 bis 16,00 Uhr) bei $+10^{\circ}\text{C}$, 16 Stunden (16,00 bis 8,00 Uhr) bei $+1$ bis $+5^{\circ}\text{C}$.

Bonitierung: 4 Wochen nach Beginn der Kühlbehandlung wie bei Methode 1.

Keimmethode zu den Frühtestmethoden *Methode 3*

Nach EGGBRECHT (1949) keimt Spargel bei Wechselftemperatur 18 Stunden $+20^{\circ}\text{C}$ und 6 Stunden $+30^{\circ}\text{C}$. Als Keimgerät wurde der von der Firma G. Teicher, Poggenhagen, hergestellte „Keimfix“ benutzt. Die Samen wurden in Filterbriefe der Größe 31×31 cm gebettet (Binzer Filterpapier Nr. 33). Pro Analyse wurden 130 Samen genommen. Das Wasser im Keimapparat wurde mit 0,08% Ceresan-Universal-Naßbeize desinfiziert und alle 4 Wochen erneuert. Die Keimung erfolgte unter Lichtausschluß, die Entnahme der Keimlinge bei einer Sproßlänge von mindestens 0,5 cm.

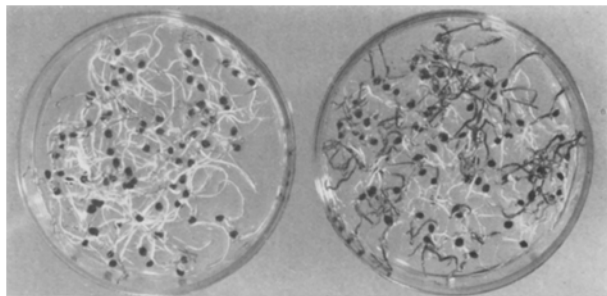


Abb. 1. Spargelkeimlinge zum Anthozyan-Frühtest in Petrischalen, links anthozyanfrei, rechts anthozyanhaltig

Verschiedene Frühtestmethoden *Methode 4*

Keimung nach Methode 3. Die bleichen Keimlinge kamen zur Anthozyan- und Chlorophyllbildung in Petrischalen, die 1–2 mm hoch mit Aqua dest. gefüllt waren (Abb. 1). Anschließend wurden sie abwechselnd ins Gewächshaus (s. 4a) und in einen Kühlraum (s. 4b) gestellt.

4a) Gewächshausbehandlung:

5 Stunden (9,30 bis 14,30 Uhr) bei Temperaturen um $+20^{\circ}\text{C}$ unter Licht (Leuchtstoffröhren TLF W 29 oder 34).

4b) Kühlraumbehandlung:

19 Stunden (14,30 bis 9,30 Uhr) bei Temperaturen von $+3^{\circ}\text{C}$ bis $+5^{\circ}\text{C}$, davon 13 Stunden (4,00 bis 9,30 und 14,30 bis 22,00 Uhr) unter Licht (Leuchtstoffröhren TLF 32).

Bonitierung der Keimlinge nach 7 bis 10 Tagen auf weißköpfige und blauköpfige Typen. Die Weißköpfigen wurden zum Schluß einem chemischen Anthozyan-Test unterzogen und damit die dunkelweißköpfigen Typen bestimmt (s. Methode 7).

Methode 5

Die Keimung erfolgte nach Methode 3.

Anstelle eines abwechselnden Aufenthaltes bei Temperaturen um $+20^{\circ}\text{C}$ und $+3$ bis $+5^{\circ}\text{C}$ erhielten die Keimlinge eine Dunkelbehandlung von 40 Stunden bei $+20^{\circ}\text{C}$ und $+10^{\circ}\text{C}$ (16 Stunden

$+10^{\circ}\text{C}$, 8 Stunden $+20^{\circ}\text{C}$, 16 Stunden $+10^{\circ}\text{C}$). Dazu wurden mit schwarzer Folie bespannte Plastik-Pikierkisten benutzt. Die Petrischalen wurden danach bei Temperaturen von $+15^{\circ}\text{C}$ bis $+25^{\circ}\text{C}$ (zeitweise sogar über $+25^{\circ}\text{C}$) im Gewächshaus (s. Abb. 2) aufgestellt.

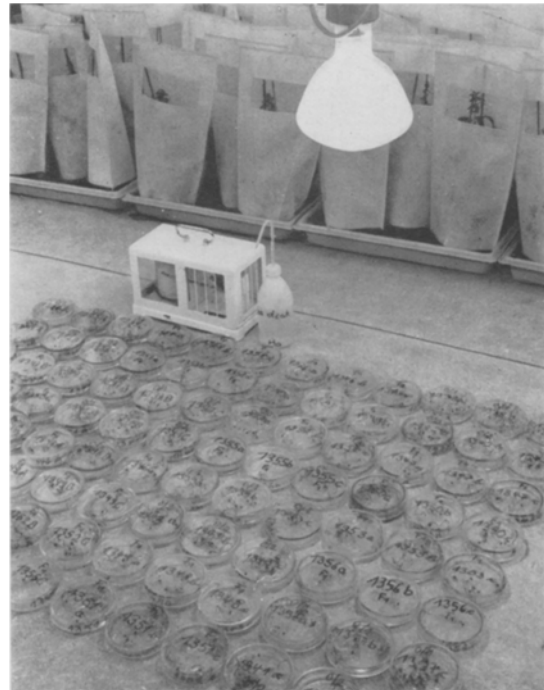


Abb. 2. Frühtest-Reihenuntersuchungen im Gewächshaus nach Methode 5

Sie erhielten 14 Stunden Zusatzlicht mit HPL-R-Lampen, die 65 cm über den Kulturen hingen. Die Beleuchtungsstärke betrug 250 Watt pro m^2 .

Bonitierung:

Nach 6 Tagen wie bei Methode 4. Ab Untersuchungsjahr 1965/66 in w-, sb- und b-Typen, ab 1966/67 zusätzlich in dw-Typen.

Die Methode 5 wurde in den Herbst- und Wintermonaten (Oktober bis Februar) als Reihenuntersuchung angewendet.

Methode 6

Zur weiteren Vereinfachung und Anwendungsmöglichkeit des Frühtestes in den Sommermonaten entstand Methode 6. Die Keimung erfolgte nach Methode 3, die Vorbehandlung ohne Licht folgendermaßen: a) 40 Stunden bei $+20^{\circ}\text{C}$ und $+10^{\circ}\text{C}$ [s. Methode 5] oder b) 16 Stunden bei $+10^{\circ}\text{C}$ oder c) keine Vorbehandlung.

Chemischer Anthozyantest mit Essigsäure *Methode 7*

Anthozyan läßt sich nach KARRER (1932) mit Essigsäuredämpfen nachweisen. Dieses Verfahren wurde bei Spargel zur Feststellung der anthozyanarmen Typen angewendet. Anthozyanhaltige Typen färben sich kräftig rot, anthozyanarme hellrot und anthozyanfreie zeigen keine Farbveränderung. Für den Test wurde eine Apparatur entwickelt, die auf Abb. 3 zu sehen ist.

Unter einem Abzug wurde 10%ige Essigsäure (CH_3COOH) zum Verdampfen gebracht und in dem

auf Abb. 3 gezeigten Glasgehäuse gespeichert. Die Keimlinge standen auf Rundfiltern im Essigsäuredampf. Bei Vorhandensein von Anthozyan erfolgte die Reaktion nach 3–5 Minuten. Die Bonitur wurde sofort vorgenommen, da die Keimlinge zerstört werden.



Abb. 3. Glas-Apparatur zur Essigsäurebedampfung von Spargelkeimlingen zum Nachweis anthozyanarmer Typen

Schon die erste Frühtestmethode (Methode 4) brachte mit einer Testzeit von 26 Tagen eine sehr wesentliche Verbesserung gegenüber dem Freilandtest (Tab. 1, Methode 1), der im Untersuchungsjahr 1964/65 von der Aussaat bis zur Bonitierung 393 Tage dauerte.

Mit den in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Methoden 5 und 6 gelang eine weitere Verkürzung des Frühtestes auf 15–16 Tage und eine Vereinfachung des Verfahrens (s. Methoden).

Der Frühtest bietet die Möglichkeit, eine für die Züchtung des anthozyanfreien Spargels wichtige Information um 15 Monate vorzuverlegen, nämlich vor die Freiland-Aussaat des Zucht- und Vermehrungsmaterials. Alle nicht geeigneten, durch den Frühtest erkannten Nachkommenschaften konnten vor der Freilandaussaat eliminiert werden.

B. Prüfungen mit der Vergleichssorte

1. Vergleich verschiedener Frühtestmethoden

Die Kontrolle der aus den Frühtesten erhaltenen Ergebnisse über die Anthozyanbildung erfolgte mit der anthozyanhaltigen Sorte 'Ruhm von Braunschweig' als Standard. Diese bestand nach einem Freilandtest aus den in Tabelle 1 vermerkten Farbtypen. Die Versuchsergebnisse der Frühtestmetho-

Tabelle 1. *Ergebnisse von Frühtesten zur Anthozyanbildung an Spargelkeimlingen der anthozyanhaltigen Sorte 'Ruhm von Braunschweig' nach den Methoden 4–6, zum Vergleich die Ergebnisse eines Freilandtestes nach Methode 1 und eines Gewächshaus-Anthozyantestes nach Methode 2*

Frühtest- methode	Untersuchungsdauer von der Aussaat bis zur Bonitierung Termine	Anzahl der Tage	Anzahl je Farbklasse in %				Summe = 100%
			w	dw	sb	b	
1	21. 4. 64 bis	393	0,8	0,7	2,0	96,5	596
	18. 5. 65				98,5		
2	3. 1. bis	47	0	5,4	15,2	79,4	296
	18. 2. 1963				94,6		
4	17. 9. bis	26	1,7	1,7	—	96,6	59
	13. 10. 1964				96,6		
5	17. 9. bis	18	0	0	—	100,0	97
	5. 10. 1964				100,0		
6a	7. 7. bis 25. 7. und 21. 7. bis	16—18	0	2,4	14,5	83,1	124
	6. 8. 1967				97,6		
6b	7. 7. bis 24. 7. und 21. 7. bis	17	0	0,7	11,0	88,3	137
	7. 8. 1967				99,3		
6c	7. 7. bis 23. 7. und 21. 7. bis	15—16	0	0	2,7	97,3	149
	5. 8. 1967				100,0		

III. Ergebnisse

A. Prüfungsdauer

Der Frühtest zur Anthozyanbildung an Spargelkeimlingen gelang durch die Verwendung von Petrischalen als Kulturgefäße zur Anthozyanbildung anstelle der mit Erde gefüllten Aussaatkisten wie bei Methode 2.

den 4–6 (Tab. 1) unterschieden sich bei Zusammenfassung der *sb*- und *b*-Typen nicht von diesem Resultat. Sie zeigten auch 95 bis 100% anthozyanhaltige Typen. Ein Vergleich zwischen Früh- und Freilandtest (Tab. 2) mit der Sorte 'Ruhm von Braunschweig' zeigte Homogenität zwischen beiden Ergebnissen. Bei der Berechnung von χ^2 mußten die *w*- und *dw*- sowie die *sb*- und *b*-Typen zusammengefaßt werden.

Die Ergebnisse bei Methode 6 a—c (Tab. 1) zeigten eine bei den *b*-Typen mögliche unterschiedliche Anthozyanbildung. Während ohne Vorbehandlung (Methode 6 c) 97,3% *b*-Typen und nur 2,7% *sb*-Typen entstanden, blieb bei den Vorbehandlungen 6 a und b die Anthozyanbildung der *b*-Typen zurück, und es traten 9,0 bis 14,2% mehr *dw*- und *sb*-Typen auf (Tab. 1: Differenz zwischen *b*-Typen von 6 c und b sowie 6 c und a).

Ergebnisse beziehen sich auf die Vergleichssorte 'Ruhm von Braunschweig'. Parallel zu den Vergleichen Sonnenscheindauer und Anthozyanbildung der *sb*- und *b*-Typen wurde an einem anthozyanfreien Material die Ausbildung des Chlorophylls und die Erkennungsmöglichkeit eventuell noch vorhandener anthozyanarmer *dw*-Typen und anthozyanhaltiger *sb*- und *b*-Typen untersucht. Es zeigte sich (Tab. 3), daß bei Sonnenschein bis 7,9 Stunden *dw*- und *sb*-

Tabelle 2. Vergleich von Frühtest und Freilandtest bei der anthozyanhaltigen, blauköpfigen Sorte 'Ruhm von Braunschweig'

Testmethode	Anzahl je Farbkategorie in %				Summe = 100,0%	Anzahl je Farbkategorie			
	w	dw	sb	b		w	dw	sb	b
Frühtest 1963—64 (Methode 4 u. 5)	1,6	1,1	—	97,3	803	13	9	—	781
						22			781
Freilandtest 1964/65 (Methode 1)	0,8	0,7	2,0	96,5	596	5	4	12	575
						9			587
FG = 1		$\chi^2 = 2,6$				P = 15%			

2. Einfluß der Sonnenscheindauer auf die Anthozyanbildung

Auch in den Wintermonaten 1966/67 wurde bei der Vergleichssorte ein unterschiedliches Verhältnis von *sb*- und *b*-Typen festgestellt. Die größte Abweichung von dem mittleren Verhältnis von 16,2% *sb*- und 82,5% *b*-Typen wurde bei einer Sonnenscheindauer* von nur 1,0 Stunden an den ersten 3 Tagen des Aufenthaltes im Gewächshaus (s. Methode 6) mit 33,6% *sb*- und 63,0% *b*-Typen festgestellt. Mit zunehmender Zahl der Sonnenscheinstunden stieg außerdem der Prozentsatz der anthozyanhaltigen *sb*- und *b*-Typen. Es waren bei 1,0 Stunden Sonnenschein 96,6%, bei 3,0 Stunden 99,3%, bei 7,9 Stunden 99,7% und bei 19,6 Stunden 100% anthozyanhaltige *sb*- und *b*-Typen.

C. Untersuchungen an anthozyanfreiem Material

1. Einfluß der Sonnenscheindauer auf die Chlorophyll- und Anthozyanbildung

Die Frühtestmethode wurde seit 1963 an einem umfangreichen Zucht- und Vermehrungsmaterial der Sorte 'Spaganiva' angewendet. Die bisher erwähnten

* Die Sonnenscheinstunden wurden von der Agrarmeteorologischen Forschungsstelle Hamburg auf dem Versuchsfeld Wulfsdorf gemessen und für den Vergleich freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Typen vermehrt auftraten. Dementsprechend nahm der Anteil der anthozyanfreien *w*-Typen ab, während die *b*-Typen mit 0,9 bis 1,0% Anteil konstant blieben. Bei einer Sonnenscheindauer von 19,6 Stunden war die Chlorophyllbildung so stark, daß *dw*-Typen nicht zu erkennen waren. Der Wert der *w*-Typen stieg deshalb auf 97,8% an. Die anthozyanhaltigen *sb*- und *b*-Typen kamen trotzdem zur Ausbildung (s. oben).

Bei 1,0 bis 3,0 Stunden Sonnenschein wurden durchschnittliche Maximum-Temperaturen von +21 °C bis +24 °C gemessen, bei 19,6 Stunden sogar +30 °C. Mit der höheren Maximum-Temperatur wurde auch die Temperatur in der Petrischale erhöht. Dabei kam es noch zur Ausbildung von *sb*- und *b*-Typen, während *dw*-Typen nicht mehr sichtbar wurden.

2. Bestimmung der anthozyanarmen Typen

Die anthozyanarmen *dw*-Typen waren früher, wie aus der Beschreibung der Methode 4 hervorgeht, nur durch die Anwendung eines Schnelltestes mit Essigsäure (Methode 7) zu erkennen. Inzwischen wurde der Frühtest so verbessert, daß der Essigsäuretest weggelassen konnte (Methode 6). Eine Übereinstimmung der Methoden mit und ohne Essigsäure-Test war mit einem P von 88% für χ^2 0,27 gegeben.

Tabelle 3. Einfluß der Sonnenscheindauer auf die Anthozyan- und Chlorophyllbildung der *dw*- und *w*-Typen nach Methode 5 in einer Herkunft der anthozyanfreien Sorte 'Spaganiva'

Untersuchungs- zeitraum	Sonnenscheindauer (erste 3 Tage) in Stunden Gruppierung		Mittel der Maximum- Temperaturen (erste 3 Tage)	Anzahl je Farbkategorie in %				Anzahl je Farbkategorie				Summe = 100%
		Mittel		w	dw	sb	b	w	dw	sb	b	
30. 12. 66 bis 8. 2. 67	0— 2	1,0	22 °C	95,7	2,0	1,3	1,0	286	6	4	3	299
13. 1. bis 23. 3. 67	3— 5	3,0	21 °C	93,9	3,7	1,4	1,0	277	11	4	3	295
6. 1. bis 16. 3. 67	5—10	7,9	24 °C	90,8	5,5	2,8	0,9	295	18	9	3	325
15. 2. bis 3. 5. 67	10—30	19,6	30 °C	97,8	0	2,2	0	134	0	3	0	137

Tabelle 4. Vergleich von Frühtest und Freilandtest an 10 Nachkommenschaften von anthozyanfreien Einzelpflanzen der Ernte 1963

Testmethode	Anzahl je Farbklasse in %				Summe = 100,0%	Anzahl je Farbklasse			
	w	dw	sb	b		w	dw	sb	b
Frühtest 1963–64 (Methode 4 und 5)	81,2	14,3	—	4,5	736	598	105	—	33
								33	
Freilandtest 1964/65 (Methode 1)	82,6	13,0	2,2	2,2	377	312	49	8	8
								16	
FG = 2	$\chi^2 = 0,4$					P = 82%			

3. Vergleiche von Frühtest und Freilandtest

a) An Nachkommenschaften anthozyanfreier Einzelpflanzen. Durch einen Vergleich der angewandten Frühteste mit der Freilandprüfung soll untersucht werden, ob beide Methoden ausreichend übereinstimmen. Für diesen Vergleich wurden Nachkommenschaften von 10 anthozyanfreien Einzelpflanzen ausgewählt, von denen Ergebnisse von 2 Frühtesten und 2 Freilandtesten vorlagen. Sie ergaben für die Nachkommenschaften der Ernte 1963 (Tab. 4) mit

nur noch aus einem Typ, der gewünschten weißköpfigen Form, bestanden. Ein Vergleich von Früh- und Freilandtest fand an 10 Nachkommenschaften (Tab. 6) statt. Unter 922 Individuen beim Frühtest der Ernte 1965 und 551 geprüften Nachkommen des Freilandtestes der Ernte 1965 wurden nur weißköpfige Typen gefunden. Da beim Frühtest 1965/66 keine *dw*-Typen bestimmt wurden, ist in Tab. 6 das Ergebnis des Frühtestes der 10 Einzelpflanzen-Nachkommenschaften der Ernte 1966 vermerkt. Unter

Tabelle 5. Vergleich von Frühtest und Freilandtest an 10 Nachkommenschaften von anthozyanfreien Einzelpflanzen der Ernte 1965

Testmethode	gefundene Farbtypen in %				Summe = 100,0%	gefundene Farbtypen			
	w	dw	sb	b		w	dw	sb	b
Frühtest 1965/66 (Methode 5)	97,5	—	1,8	0,7	895	873	—	16	6
						873		22	
Freilandtest 1966/67 (Methode 1)	97,9	0,7	0,5	0,9	577	565	4	3	5
						569		8	
FG = 1	$\chi^2 = 2,0$					P = 16%			

einem P von 82% zufällige Unterschiede zwischen dem Frühtest und der Freilandprüfung. Auch an den Samen der Ernte 1965 (Tab. 5) wurden zwischen beiden Methoden mit einem P von 16% zufällige Unterschiede gefunden. Auffällig ist, daß der Anteil der *w*-Typen des Erntejahres 1965 mit 97,5% und 97,9% wesentlich höher liegt als vom Erntejahr 1963 (81,2% und 82,6%). Die Erhöhung der Weißköpfigkeit ist auf Selektionen zurückzuführen, die bereits durch den Einsatz des Frühtestes möglich waren.

940 Keimlingen wurden nur weißköpfige Typen festgestellt, also wiederum keine *dw*-, *sb*- und *b*-Typen.

IV. Diskussion der Methoden und Ergebnisse

Alle in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Methoden sind dazu geeignet, anthozyanhaltige Typen zu erkennen. Eine Änderung des Gewächshaus-Anthozyantestes ergab sich vorwiegend aus methodischen Gründen. Der Test war durch die

Tabelle 6. Vergleich der Frühteste (Methode 5) der Ernten 1965 und 1966 mit dem Freilandtest (Methode 1) der Ernte 1965 an 10 anthozyanfreien Nachkommenschaften anthozyanfreier Einzelpflanzen

Testmethode	gefundene Farbtypen in %				Summe = 100,0%	gefundene Farbtypen			
	w	dw	sb	b		w	dw	sb	b
Frühtest 1965/66 (Ernte 1965)	100,0	—	0	0	922	922	—	0	0
Frühtest 1966/67 (Ernte 1966)	100,0	0	0	0	940	940	0	0	0
Freilandtest 1966/67 (Ernte 1965)	100,0	0	0	0	551	551	0	0	0

Bei der Berechnung des χ^2 mußten in Tab. 4 die *sb*- und *b*-Typen, in Tab. 5 die *w*- und *dw*-Typen als eine Gruppe und die *sb*- und *b*-Typen als zweite Gruppe zusammengefaßt werden.

b) Frühtest zur Auslese anthozyanfreier Nachkommenschaften. Der Frühtest gab die Möglichkeit, anthozyanfreie Nachkommenschaften auszulesen, die

Kultur im Gewächshaus, lange und unterschiedliche Keimdauer sowie die Transportwege zwischen Gewächshaus und Kühlraum zu aufwendig. Es resultierte daraus, die Vorgänge Keimung und Anthozyanbildung zu trennen. Die Keimung wurde in einen Keimapparat verlegt. Die erste Entnahme von Keimlingen konnte dann bereits nach 10 Tagen

erfolgen. In den Aussaatkisten dauerte dieser Vorgang die doppelte bis dreifache Zeit. Die Aussaatkisten wurden durch Petrischalen ersetzt. Der Gewächshausplatz der Petrischalen pro Analyse betrug nur noch ein Zehntel der vorher benötigten Fläche. Der abwechselnde Gewächshaus- und Kühlraum-aufenthalt von Methode 2 wurde beibehalten.

Es war im Freiland beobachtet worden, daß anthozyanhaltige und anthozyanarme Typen bei einem Wechsel von Temperaturen um $+20^{\circ}\text{C}$ und $+5^{\circ}\text{C}$ besonders gut zu erkennen sind. Die Temperaturen in dem vorhandenen Kühlraum lagen zu tief, und es fehlte ein Übergang zwischen den Temperaturen im Gewächshaus und im Kühlraum. Der Gewächshausaufenthalt diente deshalb auch zur Wachstumsanregung der im Kühlraum zu kühl stehenden Keimlinge und zur Chlorophyllbildung. Erkannt wurden bei dieser Methode nur *w*- und *b*-Typen, während die Bestimmung der *dw*-Typen mit dem Essigsäuretest erfolgte. Diese kombinierte Methode war ein Jahr angewendet worden. Dabei hatte sich herausgestellt, daß sie für eine weitere Verwendung noch zu aufwendig war.

Bei den nun folgenden methodischen Veränderungen war davon ausgegangen worden, daß der Spargeltrieb im Freiland im Dunkeln heranwächst, bevor er die Erde durchstößt, Licht erhält und Anthozyan bildet. Nach einigen Vorversuchen wurde Methode 5 angewendet, wobei die 40stündige Vorbehandlung ohne Licht bei $+20^{\circ}\text{C}$ und $+10^{\circ}\text{C}$ die Freilandverhältnisse vor dem Durchstoßen, der Gewächshausaufenthalt mit Licht nach dem Durchstoßen der Erde ersetzen sollte. Der Essigsäuretest wurde nur noch ein Jahr beibehalten. In dieser Zeit konnte festgestellt werden, daß sich die *dw*-Typen an ihrer typischen Verfärbung erkennen lassen. Zunächst wurde die Bonitur der *sb*-Typen aufgenommen, um das bei verschiedener Sonnenscheindauer unterschiedliche Verhältnis von *sb*- und *b*-Typen festzuhalten. Die Bonitur der *dw*-Typen begann im Untersuchungsjahr 1966/67. Es konnte nachgewiesen werden, daß Bonitur und Essigsäuretest übereinstimmen, daß andererseits aber *dw*-Typen bei zu hohen Temperaturen durch längeren Sonnenschein oder bei zu geringer Sonnenscheindauer nicht mehr zu erkennen waren, während *b*-Typen noch als *sb*-Typen sichtbar wurden. Daraus mußte der Schluß gezogen werden, daß der Frühtest eine sichere Methode zur Erkennung aller anthozyanhaltigen Typen ist, während die anthozyanarmen Typen wie im Freiland bei höheren Temperaturen nicht zu erkennen sind. An einer sicheren Methode zur Erkennung der *dw*-Typen wird deshalb noch gearbeitet. Die besten Möglichkeiten dafür bestehen wahrscheinlich in einem Phytotron mit regelbaren Temperatur- und Lichtverhältnissen.

Die günstigste Jahreszeit zur Anwendung des Testes nach Methode 5 sowie zur Ausnutzung der Frühtestmöglichkeit sind die Herbst- und Wintermonate. Die Untersuchungen konnten sofort nach der Samenernte beginnen. Eine Keimhemmung wurde am geprüften Material nicht festgestellt.

Nur mit Hilfe des Anthozyanfrühtestes war es möglich, vor der Klärung des Erbganges der Anthozyanbildung bei Spargel für den Vertrieb der Spargelsorte 'Spaganiva' ein Material auszuwählen, das praktisch frei von anthozyanhaltigen Typen war. Es umfaßte in den Jahren 1965–67 3,9 Mill. Individuen.

V. Zusammenfassung

1. In der vorliegenden Arbeit wird die Entwicklung eines Frühtestes beschrieben, mit dem anthozyanhaltige Spargelkeimlinge erkannt wurden. Damit kann der Test zur Erkennung von Nachkommenschaften anthozyanfreier Einzelpflanzen, die noch anthozyanhaltige Typen enthalten, sowie zur Auslese von anthozyanfreien Nachkommenschaften benutzt werden.

2. Der Frühtest dauerte 15 bis 18 Tage gegenüber einem Freilandtest, für den etwa 400 Tage benötigt wurden. Damit bietet er die Möglichkeit, eine für die Züchtung wichtige Information um 15 Monate vorzulegen.

3. Eine Übereinstimmung zwischen Freiland-Anthozyantest und Frühtest konnte nachgewiesen werden. Die Richtigkeit der Ergebnisse konnte außerdem an 3,9 Mill. ausgelesenen Individuen der Spargelsorte 'Spaganiva' bestätigt werden, die frei von anthozyanhaltigen Typen waren.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. v. SENGBUSCH sehr herzlich danken für die Möglichkeit, diese Arbeiten durchführen zu können.

Für ihre gute Mitarbeit an der Entwicklung des Frühtestes danke ich auch Frau Ursula FISCHER sowie zahlreichen anderen an den Arbeiten beteiligten Institutsmitgliedern.

Literatur

1. EGGBRECHT, H.: Die Untersuchung von Saatgut — Methodenbuch V. Radebeul und Berlin: Neumann-Verlag 1949. — 2. HANDKE, S.: Tätigkeitsbericht der Max-Planck-Gesellschaft, Max-Planck-Institut für Kulturpflanzenzüchtung Hamburg, Spargel. Die Naturwissenschaften 53, 971–972 (1966). — 3. HUYSKES, J. A., und J. SNEEP: Sproß- und Blattgemüse — Spargel. Handbuch der Pflanzenzüchtung, Band IV, 131–148. Berlin und Hamburg: Paul Parey 1962. — 4. KARRER, P.: Anthocyane. Handbuch der Pflanzenanalyse, 3. Band, 941–984. Wien: Springer 1932. — 5. MUDRA, A.: Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Berlin und Hamburg: Verlag Paul Parey 1958. — 6. SENGBUSCH, R. v.: Auslese anthozyanfreier Formen in *Asparagus officinalis*. Nicht veröffentlicht (1942).