

Beiträge zur Vererbung der Grannenlänge bei Gerste

I. Faktorenanalyse einer grannenspitzen Mutante und einer grannenlosen Primitivform¹⁾

JÜRGEN GRUNEWALDT

Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Erwin-Baur-Institut, Abteilung Straub,
Köln-Vogelsang (BRD)

The Transmission of awn-length in Barley

I. Factor Analysis of a Short Awned Mutant and an Awnless Primitive Form

Summary. The F_2 generation of a short-awned mutant and an awnless barley segregated for long-awned types. The cross parents used were: Mutant grsp. 5 of the long-awned barley variety 'Haisa II', and the awnless Ethiopian barley 'Ubamer Baco'. F_2 -plant progenies in F_3 showed that two factors, one a suppressor (S) and (s), and the other an awn-length factor (A') or (a), control awn length in the cross combination performed. 'Ubamer Baco' includes both in the dominant condition (SSA'A'), while the mutant represents the genetic constitution (ssaa). The corresponding genotype of 'Haisa II' is (ssAA). In the F_2 , segregating long-awned types possess the suppressor in the homozygous recessive stage and the awn-length factor either homozygous dominant (ssA'A') or heterozygous (ssA'a). Together with the recessive suppressor 'Ubamer Baco' is long-awned. Modifying factors have an effect on the expression of awn length. Thus genotypes which are identical in the suppressor and the awn-length factor show variability.

Einleitung

Die genetische Determination und die Vererbung der Grannenlänge sind von einer Reihe von Autoren (Tab. 1) untersucht und beschrieben worden. Die Ergebnisse reichen von einfacher, monofaktorieller Kontrolle der Grannenlosigkeit mit dominantem (Schulte 1955, Smith 1951), intermediärem (Engledow 1921, Huber 1929, 1931, Schulte 1955) oder rezessivem (Litzenberger u. Green 1951) Verhalten der Kurzgrannigkeit bis zu mehrfaktoriellen (Fruwirth 1919, Miyake und Imai 1922, Harlan und Martini 1935, Myler 1942 und Schulte 1955) und komplexen Vererbungsmodi. Dabei können variierende Faktoren

die Wirkung von einem oder mehreren Hauptfaktoren einschränken oder verstärken (Tschermak 1923, v. Ubisch 1923, Takezaki 1928, Huber 1931). Außerdem wurden Wechselwirkungen zwischen Haupt- und Nebenfaktoren beobachtet, die bei Homozygotie bzw. Heterozygotie der beiden Faktorengruppen zu spezifischen, abweichenden Grannenlängen führen (Litzenberger u. Green 1951, Schulte 1955).

In den in Tab. 1 zusammengestellten Untersuchungen wurde die Grannenlänge nur von v. Ubisch (1923) und Takezaki (1928) gemessen. In allen übrigen fand eine visuelle Klassifizierung der auftretenden Länge-Typen statt. Diese Tatsache und die Umweltvariabilität der Grannenlänge (Engledow 1921, Schulte 1955) verdichten den Eindruck, daß die Anzahl der an der Länge-Ausbildung beteiligten Faktoren nicht in allen Untersuchungen exakt genug erfaßt werden konnte. Für den Vergleich der Ergebnisse kommt erschwerend hinzu, daß das bearbeitete Material sehr divergierend ist und Analysen über die Allelität oder Identität der gefundenen Faktoren fast ganz fehlen. Ansätze dazu finden sich bei Schulte (1955), der die Homologie des Faktors 1k für Grannenlosigkeit bei Arlington Awnless, var. Dundar-beyi und 'Wong' feststellte. Ebenso ist nach Schulte (1955) der Faktor für Grannenspitzigkeit bei den Formen aus var. *inermis* und var. *geseinudi-inermis* allel.

In der vorliegenden Untersuchung wird die Kombination einer grannenlosen Gerste und einer grannenspitzen Mutante mit Hilfe von Maß und Zahl

Tabelle 1. Untersuchungen zur Vererbung der Grannenlosigkeit bei Gerste

Fruwirth	(1919)	Takezaki	(1928)
Engledow	(1921)	Huber	(1929, 1931)
		Harlan und Martini	(1935)
Miyake und Imai	(1922)	Myler	(1942)
zit. nach Myler	(1942)	Litzenberger und	
Tschermak	(1923)	Green	(1951)
v. Ubisch	(1923)	Schulte	(1955)
Syakudo und			
Kawase	(1925)		

¹ Finanziert mit Hilfe eines Assoziationsvertrages zwischen EURATOM/ITAL und dem Max-Planck-Institut, Köln, und durch die Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung, München. Die Arbeiten wurden in der Abteilung Pflanzengenetik des Institutes für Strahlenbotanik der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung durchgeführt.

analysiert und in Nachkommenschaftsprüfungen auf die Anzahl der an der Grannenlänge-Ausbildung beteiligten Faktoren untersucht.

Material und Methoden

1. Kreuzungseltern

Die verwendete grannenspitze Mutante grsp. 5 stammt aus der langgrannigen Gerstensorte 'Haisa II', die zu *Hordeum vulgare* L. convar. *distichum* Alef. s.l. var. *nutans* (Rode) Alef. gehört. Die Mutante wurde 1959 aus einer M_2 -Generation ausgelesen (Gaul, unveröffentlicht), die aus Bestrahlung von Körnern mit 20 Kr. Röntgenstrahlen hervorging. Von 'Haisa II' unterscheidet sich grsp. 5 vor allem durch eine auf etwa 3 cm drastisch verkürzte Granne mit hoher Merkmalskonstanz.

'Ubamer Baco', im Text häufig als U.B. bezeichnet, ist eine grannenlose Gerste, die von Giessen et al. (1956) zu *Hordeum vulgare* L. convar. *distichum* Alef. s.l. var. *duplicalbum* Körn. gestellt wird.

2. Kreuzungskombinationen

Drei Kreuzungskombinationen wurden hergestellt:

1. Hauptkreuzung grsp. 5 \times 'Ubamer Baco'
2. Kontrollkreuzung 'Haisa II' \times 'Ubamer Baco'
3. Rückkreuzung grsp. 5 \times 'Haisa II'

Mit der Hauptkreuzung soll die Ausbildung der Grannenlänge in einem genetischen Hintergrund geprüft werden, der aus einer Mischung von grsp. 5- und 'Ubamer Baco'-Faktoren zusammengesetzt ist.

Die Kontrollkreuzung liefert Information über die Grannenlänge-Verteilung in einer Kombination der Mutanten-Mutterlinie (nicht mutiert) mit 'Ubamer Baco'. Sie ermöglicht es, die Dominanzverhältnisse zwischen Grannenlänge-faktoren aus 'Ubamer Baco', 'Haisa II' und grsp. 5 zu vergleichen.

Die Rückkreuzung gibt Aufschluß über den Vererbungsmodus der Mutanteneigenschaften und über eine eventuelle Variation der Grannenlänge im genetischen Hintergrund der Ausgangsorte.

Alle Kreuzungskombinationen wurden reziprok durchgeführt. Die geringen Abweichungen in den beiden Kreuzungsrichtungen ließen sich nicht statistisch absichern. Die Ergebnisse sind daher unter einer Kombinations-Richtung zusammengefaßt.

3. Anbau

F_1 -Generation. Die F_1 -Pflanzen aus der Haupt- und Rückkreuzung wurden im Gewächshaus in Töpfen angezogen, die F_1 aus der Kontrollkreuzung wuchs im Freiland auf. Der Feldanbau erfolgte in 1 m langen, 20 cm voneinander entfernten Reihen, in die die Körner in 5 cm Abstand mit der Hand ausgelegt wurden. Der F_1 -Anbau war links und rechts eingerahmt von 'Ubamer Baco' und 'Haisa II'.

F_2 -Generation. Die F_2 -Generation und die Kreuzungseltern wurden mit einer „Øjord“ einzelkornweise, mit einem Kornabstand von 5 cm, gedrillt. Die Drillparzellen umfaßten 6 Reihen mit einer Länge von je 6,65 m und einem Abstand von 20 cm.

F_3 -Generation. Nur aus der Kreuzung grsp. 5 \times U.B. wurden selektierte Pflanzen als Einzelpflanzen-Nachkommenschaften in die F_3 überführt. Der Anbau erfolgte in Form der Handauslage im Freiland.

4. Erfassen der Grannenlänge

Zwei aufeinander folgende Grannen aus dem mittleren Bereich der Ähre des längsten Halmes jeder Pflanze wurden in grünem Zustand zwischen der Vorspelzenspitze und der Grannenspitze gemessen. Die Meßgenauigkeit betrug ± 1 mm. Die beiden Meßwerte pro Pflanze wurden gemittelt.

5. Signifikanzteste

Die Signifikanz von Mittelwertabweichungen wurde mit Hilfe des *t*-Testes, die von Aufspaltungen mit Hilfe des χ^2 -Verfahrens geprüft.

Ergebnisse

1. F_2 -Generation

Die Abb. 1 zeigt eine Auswahl von F_2 -Pflanzen der Hauptkreuzung, in der neben den Kreuzungseltern Typen mit Grannenlängen zwischen 1 cm und 10 cm (Hauptgruppe I) und solche zwischen 14 cm und 17 cm (Hauptgruppe II) herauspalteten. Auf die Hauptgruppe I entfielen 1046 Pflanzen, auf die andere 318. Die Verteilung innerhalb der beiden Gruppen zeigt Abb. 2. Die F_2 -Generation der Kontrollkreuzung umfaßte 162 Pflanzen und zeigt eine Aufspaltung in 'Ubamer Baco'-Typen, Pflanzen mit Grannenlängen zwischen 1 cm und 9 cm und langgrannige Formen (Abb. 2). Das Verhältnis der drei Gruppen zueinander entsprach etwa 1:2:1. In der

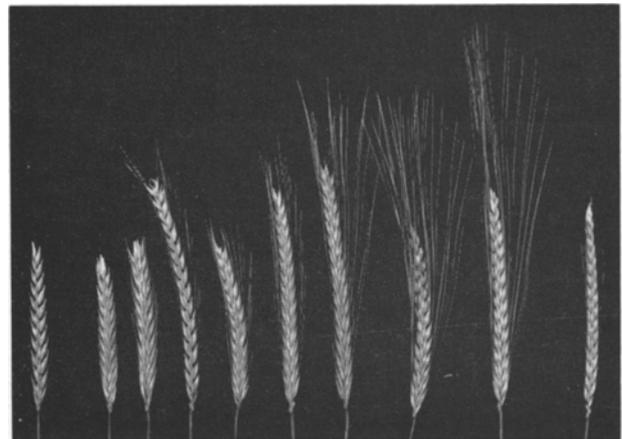


Abb. 1. Begrannung von F_2 -Pflanzen aus der Kombination der Mutante grsp. 5 \times 'Ubamer Baco'. Von links nach rechts sind Ähren abgebildet von: 'Ubamer Baco', acht F_2 -Pflanzen und grsp. 5

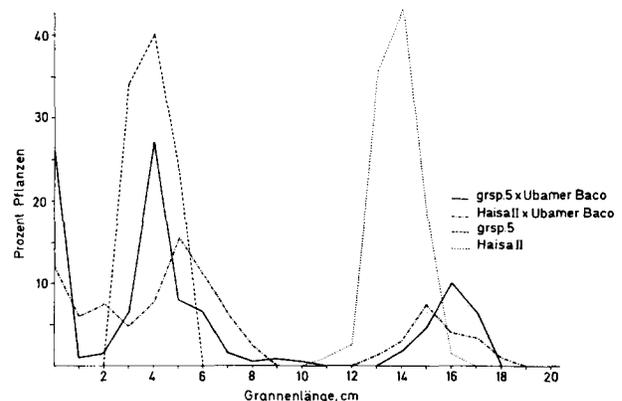


Abb. 2. Häufigkeitsverteilung für die Grannenlänge in der F_2 -Generation aus der Mutante grsp. 5 \times 'Ubamer Baco' 'Haisa II' \times 'Ubamer Baco', Mutante grsp. 5 und 'Haisa II'

Tabelle 2. Aufspaltung von F_2 -Pflanzen aus der Kombination Mutante *grsp. 5* (*ssaa*) × 'Ubamer Baco' (*SSA'A'*) in der F_3 -Generation

Gruppe	F_2 -Generation			F_3 -Generation			χ^2	Signifikanz
	Genotyp	Grannenlänge-Intervall, cm	Anzahl Nachsch.	Anzahl Pflanzen	Grannenlänge-Intervall, cm	Spaltungsrate Anzahl Verhältnis		
Ia	SSA'A'	0	20	1871	0	—	—	—
	SSA'a	0						
	SSaa	0						
Ib	ssaa	3 bis 5	17	1017	3 bis 5	—	—	—
Ic	Ssaa	1 bis 6	23	2314	1 bis 6	—	—	—
Id 1	SaA'A'	6 bis 10	14	1593	0 bis 10	1176	3:1	1,17
					14 bis 17	417		n.s.
Id 2	SaA'a	6 bis 10	11	1253	0 bis 10	1010	13:3	0,33
					14 bis 17	243		n.s.
IIa	ssA'A'	14 bis 17	15	1482	14 bis 17	—	—	—
IIb	ssA'a	14 bis 17	32	3362	2 bis 6	810	1:3	1,48
					14 bis 17	2552		n.s.

Rückkreuzung wurden 981 F_2 -Pflanzen analysiert. Die Grannenlänge der zu einem Viertel herausspaltenden Mutantentypen stimmt in Mittelwert und Varianz mit der Mutante *grsp. 5* überein. Die langgrannigen F_2 -Typen weichen nicht signifikant von 'Haisa II' ab (Grunewaldt, unveröffentlicht). Die Mutante *grsp. 5* unterscheidet sich also monofaktoriell von 'Haisa II'.

2. F_3 -Generation

F_2 -Pflanzen der Hauptkreuzung wurden als Einzelpflanzen-Nachkommenschaften zur weiteren genetischen Analyse in die F_3 -Generation überführt. Die Selektion betraf Vertreter aller Grannenlängeklassen, und die Intensität richtete sich nach der Breite des jeweiligen Längeintervalles (Abb. 2). So wurden in der Hauptgruppe I etwa dreimal so viele Pflanzen ausgelesen wie in der Hauptgruppe II, die Gesamtzahl betrug 177.

Die F_2 -Individuen aus der Hauptgruppe I spalteten im Nachbau auf in entweder:

- 'Ubamer Baco'-Typen oder
- Mutantentypen oder
- Pflanzen mit Grannenlängen zwischen 0 cm bis 6 cm oder
- Typen mit Grannenlängen zwischen 0 cm bis 10 cm und 14 cm bis 17 cm.

Die F_2 -Individuen aus der Hauptgruppe II spalteten im Nachbau auf in entweder:

- Typen mit Grannenlängen zwischen 14 cm bis 17 cm oder
- Pflanzen mit Grannenlängen zwischen 2 cm bis 6 cm und 14 cm bis 17 cm.

Das unterschiedliche Spaltungsverhalten von F_2 -Pflanzen bot eine weitere Unterteilung innerhalb der beiden Hauptgruppen an, die in der oben dargestellten Form erfolgte. Die Anzahl herausspaltender langgranniger Typen in der Untergruppe Id wick entweder nicht von einem 1:3 oder einem 3:13 Verhältnis ab. Diese Untergruppe wurde daher noch einmal unterteilt in Id 1 und Id 2.

3. Hypothese zur Erklärung des zugrundeliegenden genetischen Mechanismus

Die verwendeten Gersten werden wie folgt symbolisiert: 'Ubamer Baco' mit SSA'A', die Mutante *grsp. 5* mit ssaa und 'Haisa II' mit ssAA. Dabei steht S für einen Hemmfaktor (Suppressor) und A' bzw. A, a für einen die Grannenlänge beeinflussenden Faktor. Bei homozygot dominantem Suppressor (SS) entsprechen alle Pflanzen, unabhängig vom Grannenlängefaktor, 'Ubamer Baco'. Sie sind also grannenlos.

Mit heterozygotem Suppressor (Ss) ist eine Grannenausbildung bis max. 10 cm möglich, und die Länge beträgt zwischen 6 cm und 10 cm in Verbindung mit dem homozygoten oder heterozygoten Grannenlängefaktor aus U.B. (A'A' oder A'a) und zwischen 1 cm bis 6 cm, wenn der Faktor *grsp. 5* (aa) homozygot enthalten ist. Bei homozygot rezessivem Vorkommen des Hemmfaktors (ss) werden lange Grannen dann gebildet, wenn der Längefaktor aus 'Ubamer Baco' homozygot (A'A') oder heterozygot (A'a) vorliegt. Kurze Grannen zwischen 3 cm bis 5 cm entstehen dagegen, wenn die genetische Konstitution ssaa ist.

Diese Hypothese wurde an dem zur Verfügung stehenden Kreuzungsmaterial geprüft. Phänotypisch müssen sich alle Genotypen mit homozygot dominantem Suppressor entsprechen. Diese Pflanzen sind grannenlos (Gruppe Ia) und ergeben im Nachbau nur Grannenlose. Wie aus Tab. 2 zu entnehmen ist, traten im Nachbau aller Grannenlosen nur Unbegrannte auf. Der Nachbau von F_2 -Pflanzen aus dem Längebereich der *Mutantengranne* (3 cm bis 5 cm) ergab entweder wieder nur Mutanten oder auch Typen bis 6 cm Grannenlänge. Im ersten Fall kann es sich um ssaa F_2 -Pflanzen gehandelt haben (Gruppe Ib), im zweiten um SSaa-Genotypen (Gruppe Ic, Tab. 2). Die gleiche Aufspaltung wie die zuletzt genannte zeigen auch F_2 -Individuen mit Grannenlängen zwischen 1 cm bis 3 cm und 5 cm bis 6 cm. Es

liegt nahe, sie der Gruppe Ic zuzuordnen, die damit ein Grannenlängeintervall zwischen 1 cm und 6 cm aufweist. Der Nachbau von F_2 -Pflanzen aus dem *Längebereich* zwischen 6 cm bis 10 cm führt zu einer Variationsbreite, die der der F_2 -Generation entspricht. Dabei beträgt das Verhältnis langgranniger zu allen anderen Typen im Nachbau von Id 1-Pflanzen 1:3 und von Id 2-Pflanzen 3:13. Das bei der ersten Gruppe aufgetretene Verhältnis langgranniger zu übrigen Pflanzen entspricht dem beim Nachbau von SsA'A'-Genotypen zu erwartenden, während das zweite Aufspaltungsergebnis aus dem Anbau von SsA'a-Typen zu gewinnen ist (Tab. 2). Die langgrannigen F_2 -Pflanzen führten entweder nur zu langgrannigen, was auf den Genotyp ssA'A' (Gruppe IIa) schließen läßt, oder sie spalteten in langgrannige und Typen zwischen 2 cm und 6 cm Grannenlänge auf. Die gefundene 1:3-Aufspaltung unterstützt die Annahme, daß sie die genetische Konstitution ssA'a hatten (Tab. 2).

Diskussion

In der F_2 -Generation aus der Kombination einer grannenlosen Gerste mit einer grannenspitzen Mutante spalteten langgrannige Typen heraus. Zur Klärung dieses Phänomens wurde eine Hypothese aufgestellt, die die gleichzeitige Wirkung eines Hemmfaktors (Suppressors) S und eines Grannenlänge-faktors A' bzw. a annimmt. 'Ubamer Baco', die grannenlose Gerste, enthält sowohl den Suppressor als auch den Grannenlänge-faktor homozygot dominant (SSA'A'). Die Mutante grsp. 5 dagegen besitzt beide Faktoren homozygot rezessiv (ssaa). Langgrannige Pflanzen entstehen dadurch, daß der rezessive Suppressor aus der Mutante kombiniert wird mit dem Grannenlänge-faktor aus U.B. Daraus folgt, daß 'Ubamer Baco' ohne den dominanten Hemmfaktor langgrannig ist mit der genetischen Konstitution ssA'A' (Tab. 2). Grannenlose Formen dagegen enthalten den Suppressor homozygot dominant, und die Zusammensetzung des Grannenlänge-faktors hat keine Wirkung auf die Ausprägung der Grannenlänge. Der Genotyp der Grannenlosen ist demnach mit SSA'A', SSA'a oder SSaa anzunehmen (Tab. 2). Im heterozygoten Zustand des Hemmfaktors können bis zu 10 cm lange Grannen ausgebildet werden, wenn der Grannenlänge-faktor aus U.B. wenigstens einmal vertreten ist (SsA'A' oder SsA'a). Kommt dagegen nur der Faktor grsp. 5 vor (aa), so beträgt die Grannenlänge zwischen 1 cm bis 6 cm (Tab. 2).

Die aufgestellte Hypothese wurde durch den Nachbau von F_2 -Einzelpflanzen geprüft. Die in Tab. 2 zusammengestellten Ergebnisse zeigen, daß die zu erwartenden Aufspaltungen sowohl bezüglich der Variationsbreiten als auch der Spaltungs-raten eintraten. Deswegen dürfte die Hypothese zutreffen und ein Suppressor die Grannenlängeausbildung bei der Mutante grsp. 5 und 'Ubamer Baco' kontrollieren.

Hinzuweisen ist auf die in der F_2 -Generation der Kreuzung grsp. 5 \times U.B. gefundene Aufspaltung, die nicht exakt dem zu erwartenden 3:13-Verhältnis von langgrannigen zu anderen entspricht. Es fehlen kurzgrannige Pflanzen. Die F_2 -Generation wurde in Form von Drillparzellen bei ungünstigen Bodenverhältnissen angebaut. Ein nicht immer gleichmäßiger Kornabstand war die Folge davon. Das Aufwachsen von zwei Pflanzen an der gleichen Stelle war möglich und wurde nur in den Fällen festgestellt, in denen unterschiedlich lang begrannnte zusammenstanden.



Abb. 3. Begrannung von M_1 -Pflanzen aus 'Ubamer Baco'. Von links nach rechts sind abgebildet: 'Ubamer Baco' und Ähren von vier M_1 -Pflanzen

Zur weiteren Stützung der Suppressor-Hypothese wurde eine etwa 15 000 Pflanzen umfassende M_1 -Generation von 'Ubamer Baco' hergestellt (Grunewaldt, unveröffentlicht). Von den M_1 -Pflanzen zeigten 26 eine Grannenlänge, die außerhalb der Variationsbreite von U.B. lag. Die längste ausgebildete Granne betrug 9 cm (Abb. 3). Die Hypothese besagt, daß in heterozygotem Zustand des Suppressors (Ss) 'Ubamer Baco' Grannenlängen zwischen 6 cm und 10 cm ausgebildet (Tab. 2). Mit der Mutationsauslösung kann Heterozygotie für den Suppressor, also die genetische Konstitution Ss, induziert werden. Der Nachbau der selektierten 26 M_1 -Pflanzen wird zeigen, ob sie den angenommenen Genotyp darstellen.

Über Faktoren, die eine Hemmung in der Grannenlängeausbildung bei Gerste bewirken, wurde in der Literatur berichtet. So fand Tschermak (1923) einen dominanten Hemmfaktor in der Kombination von *H. vulg.* var. *inermis* mit einer Kapuzengerste. v. Ubisch (1923) beschreibt ebenfalls einen dominanten Faktor, der begrannnte Gersten in Grannenlose umwandelt, während nach Huber (1931) ein semidominantes Gen die Ausbildung der Grannenlänge steuert.

ert. Schulte (1955) dagegen erklärt die Grannenlosigkeit von var. Dundar-beyi mit der Wirkung eines rezessiven hemmenden Faktors. Syakudo und Kawase (1925) berichten von einem hemmenden Nebenfaktor, der mit anderen Nebenfaktoren die Grannenlängeausbildung beeinflusst.

In keiner der angegebenen Publikationen ist an größerem Untersuchungsmaterial der Nachweis eines Suppressors geführt worden. Die berichteten Ergebnisse beruhen vielmehr entweder nur auf einer geringen Pflanzenanzahl oder nur der F_1 - oder F_2 -Analyse.

Die F_2 -Pflanzen aus 'Haisa II' \times U.B. zeigen etwa die gleiche Variationsbreite wie diejenigen aus $grsp. 5 \times$ U.B. (Abb. 2). Zusammen mit der ebenfalls vergleichbaren Grannenlänge der F_1 -Pflanzen kann daraus geschlossen werden, daß sich das Ausgangsallel in 'Haisa II' und der mutierte Faktor $grsp. 5$ im Zusammenwirken mit dem heterozygoten Suppressor und dem Längenfaktor aus 'Ubamer Baco' gleich verhalten.

In Tab. 2 sind für die Genotypen mit heterozygotem und homozygot rezessivem Suppressor Grannenlängeintervalle angegeben. Diese zeigen an, daß neben dem untersuchten Grannenlängenfaktor $A'-A$, a eine Reihe von „variierenden“ Faktoren Einfluß auf die Grannenlängeausbildung nimmt.

Zusammenfassung

In der Kombination der monofaktoriellen grannenspitziigen Mutante $grsp. 5$ (aus der langgrannigen Gerstensorte 'Haisa II') mit der grannenlosen abessinischen Gerste 'Ubamer Baco' traten in der F_2 -Generation langgrannige Typen auf. Die F_3 -Analyse ergab, daß zwei Faktoren, ein Suppressor (S) bzw. (s) und ein Grannenlängenfaktor (A) bzw. (a), die Grannenlänge in der durchgeführten Kreuzung kontrollieren. Ubamer Baco enthält den Suppressor und den Grannenlängenfaktor homozygot dominant (SSA'A'), während beide in der Mutante rezessiv vorliegen (ssaa). Haisa II hat entsprechend die genetische Konstitution (ssAA). Die in F_2 herauspaltenden langgrannigen Typen besitzen den Suppressor homozygot rezessiv und den Grannenlängenfaktor entweder homozygot dominant (ssA'A') oder heterozygot (ssA'a). Zusammen mit dem rezessiven Suppressor ist 'Ubamer Baco' langgrannig. Variierende Faktoren wirken

auf die Ausprägung der Grannenlänge ein und bewirken eine Variabilität von Genotypen, die bezüglich des Suppressors und des Grannenlängenfaktors übereinstimmen.

Danksagung

Frau W. Langemann und Frau A. Brendel haben durch Sorgfalt das Gelingen dieser Untersuchung ermöglicht. Beiden danke ich. Ebenso danke ich Frl. E. Luley für die Hilfe bei der Herstellung des Manuskriptes.

Literatur

- Engledow, F. L.: Inheritance in barley. II. The awn and the lateral floret. *Journ. Agric. Sci.* XI (2) (1921).
- Fruwirth, C.: Die Hauptgetreidearten. Zweizeilige Gerste. In: *Handb. d. landw. Pflanzenzüchtung*. Berlin: Paul Parey 1919.
- Giessen, J. E., Hoffmann, W., Schottenloher, R.: Die Gersten Äthopiens und Erythräas. *Z. f. Pflanzenzüchtg.* 35, 377–440 (1956).
- Harlan, H. V., Martini, M. L.: The lateral flowers of two rowed barley. *J. Hered.* 26, 109–113 (1935).
- Huber, J. A.: Vererbungsstudien an Gerstenkreuzungen. *Bibliotheca Genetica* 14, 119–137 (1929).
- Huber, J. A.: Vererbungsstudien an Gerstenkreuzungen. *Z. f. Züchtung, Reihe A Pflanzenzüchtung* 16, 394–464 (1931).
- Litzenberger, S. C., Green, J. M.: Inheritance of awns in barley. *Agronomy J.* 43, 117–123 (1951).
- Miyake, K., Imai, Y.: Genetic studies in barley I. *Bot. Mag. (Tokio)* 36, 25–38 (1922). Zitiert nach Myler (1942).
- Myler, J. L.: Awn inheritance in barley. *Journ. Agric. Res.* 65, 405–412 (1942).
- Schulte, H. K.: Untersuchungen zur Genetik und zur physiologischen Funktion der Granne bei der Gerste. *Z. f. Pflanzenzüchtg.* 34, 157–196 (1955).
- Smith, L.: Cytology and Genetics of barley. *Bot. Rev.* 17, 1–51, 133–202, 285–355 (1951).
- Syakudo, K., Kawase, T.: VII. Studies on quantitative inheritance. *Ikushugaku Zasshi, Japan. Journ. Breed.* 1, 125–128 (1925). Ref.: *Plant Breed. Abstr.* 13, (1) 1953 No. 333.
- Takezaki, Y.: The inheritance of the ear-length and awn-length in barley, with special reference to their factor analysis and the determination of their qualifying value. V. Intern. Kongr. f. Vererbungswiss. *Z. f. Ind. Abstammungs- u. Vererbungsl. Suppl.* II, 1447–1454 (1928).
- Tschermak, E. v.: Züchtung der Landw. Kulturpfl. 4, 320. Herausgegeben von C. Fruwirth (1923).
- Ubisch, G. v.: 4. Beitrag zu einer Faktorenanalyse von Gerste. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 41, 79–84 (1923).

Eingegangen 24. Mai 1973

Angenommen durch W. Seyffert

Dr. Jürgen Grunewaldt
Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung
(Erwin-Baur-Institut)
D-5 Köln 30 (Germany/BRD)