

Deutsche Landw.-Presse 54, 62 (1927). — 11. BREDEMANN, G. und TH. HUNNIUS: Untersuchungen über den Nährwert des Silomais beim Schnitt in verschiedenen Reifestadien. Deutsche Landw.-Presse 54, 62 (1927). — 12. BUCHINGER, A.: Verschiedene Fragen über den Mais mit besonderer Berücksichtigung dreijähriger Versuchsergebnisse mit amerikanischen Hybriden. Bodenkultur 3, 506—534 (1949). — 13. BUCHINGER, A.: Maisversuche 1951. Bodenkultur 3, Sonderheft 167—188 (1951). — 14. BUCHINGER, A.: Bericht über die 7. FAO-Hybridmais-Tagung. Bodenkultur 8, 71 (1954). — 15. BUCHNER, H.: Vergleichende Untersuchungen über Grünfütter- und Silomais unter besonderer Berücksichtigung der amerikanischen Hybridmaise und der Stickstoffdüngung. Diss. Gießen 1953. — 16. BUNTING, E. S. and G. D. BLACKMAN: An assessment of the factors controlling the productivity of maize in England. Journal of Agricultural Science 41, 3, 271—281 (1951). — 17. DURAN, V. and ВОСЕТА: Sobre trabajos selectivos en maices. Inst. Nact. de Invest. Agronom, Madrid. Atti Conv. Genet. Agraria 157—168 (1951). — 18. FINGERLING, G.: Futterrüben und Mais. Mitteilung d. DLG 44, 1003—06 (1929). — 19. GELIN, O.: Hybridmais. Weibulls ill. Arsb. 49, 35—36 (1954). — 20. GÖTZ, W.: Mehr Mais-silage! Deutsche Landw.-Presse 76, 135 (1933). — 21. GRAEBER, W.: Was leisten die deutschen Sorten im Grün- und Gärfuttermaisanbau? Mitt. DLG 68, 503—505 (1953). — 22. HEIMSCH, CH. and H. J. STAFFORD: Developmental relationships of the internodes of maize. Plant Res. Inst. Univ. of Texas, Austin. Bull. Torrey Bot. Club 79, 52—58 (1952) ref.: Ber. wiss. Biologie 78, 309 (1952). — 23. Hektographische Berichte der FAO-Konferenzen 1951—1955. — 24. HENDEL, H.: Nicht jeder Mais ist Silomais. Deutsche Landw.-Presse 74, 74 (1951). — 25. KAMLAH, H.: Maissortenversuche des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Halle/Saale. Mitt. d. DLG 44, 848—849 (1929). — 26. KNOLL, I. G.: Über die Leistung und Anbauwürdigkeit amerikanischer Hybridmaise in Deutschland. Saatgutwirtschaft 1, 48—49 (1949). — 27. KÖNEKAMP, A. und K. BÄR: Prüfung von Gärfuttermaisen auf ihren Anbauwert in Ostdeutschland mit besonderer Berücksichtigung der wichtigsten Ertragskomponenten. Pflanzenbau 8, 237—246 (1932). — 28. La culture du mais

hybride en France: Actualités Agron. 1, 144 (1951). — 29. LENG, E. R.: Time-relationships in Tassel Development of Inbred and Hybrid Corn. Agronomy Journal 43, 9, 445—449 (1951). — 30. Mais 1954: Landbouvoorsichting 11, Bijl 9, 161 (1954). — 31. MALLACH, J.: Untersuchungen über den Einfluß von Standweite und Aussaatzeit auf verschiedene Sorten von Silomais. Pflanzenbau 4, 321—324 (1928). — 32. NEWHALL, F.: Influence of temperature on the interval between planting and emergence of corn. M. S. Thesis, Iowa State College Lebrary, Ames Iowa 1947. — 33. PFRANG, H.: Standweite und Saatzeit in ihrem Einfluß auf verschiedene Sorten Silomais. Pflanzenbau 6, 260—265 (1930). — 34. PISSAREW, W. E. und M. D. SHILKINA: Der Mais im Moskauer Gebiet. Pflanzenzüchtung und Samenbau 9, 17—22 (1951). — 35. PRIADGENCU, A.: Die Entwicklung der Maiszüchtung in der Rumänischen Volksrepublik. Acta Agronomica Academia S. Hungariae Tomus IV, 61—97 (1956). — 36. Results of co-operative hybrid maize tests in Europe 1949. FAO Development Paper Nr. 7, Washington 1950. — 37. SCHNELL, W.: Über die Anbauneigung von Maishybriden und -sorten. Z. f. Acker- und Pflanzenbau 98, 1—24 (1954). — 38. SCHNELL, W.: Auf die Reifegruppe kommt es an! Mitt. d. DLG 62, 263—264 (1954). — 39. SCHRÖDER: Zur Sortenwahl bei amerikanischen Silomaishybriden. Mitt. d. DLG 62, 71—72 (1954). — 40. SEN, B.: Trials of U. S. A.-hybrid corn. Current Science 18, 213—215 (1949). — 41. SHAW, R. H. and H. C. S. THOM: On the phenology of field corn, silking to maturity. Agronomy Journal 43, 541—546 (1951). — 42. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler, Landwirte und Mediziner. Fischer, Jena 1956. — 43. WICK: Die Sortenfrage beim Silomaisanbau. Mitt. d. DLG 47, 261—262 (1932). — 44. ZSCHEISCHLER, J.: Welche Maissorten sollen importiert werden? Praxis und Forschung 7, 171—174 (1955). — 45. ZSCHEISCHLER, J.: Praxis und Forschung 7, 199—201 (1955). — 46. Zentralstelle für Sortenwesen — Ministerium für Land- und Forstwirtschaft Berlin. Berichte über die Ergebnisse der Kontroll- und Hauptprüfungen mit Mais (1949—1954). — 47. YANG, Y. K.: A study on the nature of genes controlling hybrid vigor, as it affects silking time and plant height in maize. Agronomy Journal 41, 309—312 (1949).

Die chemische Selektion einer großen Pflanzenzahl (10⁵)*

Von FRIEDLIEB SEEHOFER

Die positive Massenselektion nach morphologischen oder ökonomischen Gesichtspunkten ist uralte und hat sich bei Landsorten und Populationen bewährt.

Die quantitativen Differenzen qualitativer Eigenschaften müssen genetisch bedingt sein. Besonders erfolgreich ist eine positive Massenauslese bei rezessiven Merkmalen, bei Selbstbefruchtern, bei einer großen Samenzahl und bei Pflanzen, deren wirtschaftlicher Nutzungswert vor der Blüte liegt.

Die Selektion nach chemischen Daten steht bei einer großen Pflanzenzahl vor beträchtlichen experimentellen Schwierigkeiten. Es muß ein Kompromiß zwischen Aufwand und Genauigkeit der Analyse geschlossen werden. Für eine Vorselektion genügt eine grobe Klassifizierung in Gruppen von je 20% der Variationsbreite des betreffenden Pflanzeninhaltsstoffes.

V. SENGBUSCH und Mitarbeiter (1) wandten bei der Entwicklung der Süßlupine große Serienanalysen an. CUZIN (2) führte die papierchromatographische Nikotinanalyse auf dem Felde durch. KRAFT (3) beschrieb einen Tüpfeltest mit Preßsaft für 500 Pflanzen pro Person und Tag; diese Methode läßt sich zu einer colori-

metrischen Analyse mit genügender Genauigkeit ausarbeiten.

Wir haben dem KRAFTschen Verfahren noch eine Stufe vorgeschaltet: Ein experimenteller Kniff, dessen Einfachheit proportional zu seiner praktischen Nutzanwendung steht.

Aus der Population eines 1 ha großen, grünen Virginia-Tabakfeldes mit ca. 40000 Pflanzen wurde die positive Massenselektion auf Zucker wie folgt durchgeführt: jeder Pflanze wurde 1 Blatt gleicher Beschaffenheit und gleicher Insertionshöhe abgebrochen und auf vorbereitete Chromatographiepapierbögen gedrückt, die auf einer festen Unterlage waagrecht vor dem Körper getragen wurden. Auf 1/2 Chromatographiebogen (30mal 60 cm, Schleicher & Schüll 2043a) ließen sich 500 Preßsaftflecken bringen. Pro Person und Tag ließen sich von 5000 Pflanzen Proben ziehen.

Die Kennzeichnung der Pflanzen erfolgte aus den Bogenreihen in Abständen von ca. 100 mit Kunststoff-Etiketten. Ein Abzählen war nicht nötig. Gleichzeitig kann die Selektion nach morphologischen Gesichtspunkten erfolgen. Für eine morphologisch ungeeignete Pflanze bleibt der Platz für den Preßflecken frei.

* Nach einem Vortrag vom 10. Okt. 1956 auf der Alkaloidtagung in Quedlinburg.

Die Flecken wurden durch Besprühen mit Triphenyltetrazoliumchlorid [TTC] (4) sichtbar gemacht. Dabei konnte noch eine vorteilhafte Differenzierung erfolgen. Die Qualität von Virginia-Tabaken geht parallel mit einem hohen Zuckergehalt. Dabei ist die Fructose besonders qualitätsfördernd; gewünscht ist ein hohes Fructose-Glucose-Verhältnis (5). Bei einer Entwicklungstemperatur von 40°C entsteht aus Fructose mit TTC 7mal mehr Formazan als aus Glucose (6), und erst bei 75°C ist das Reduktionsvermögen der Glucose etwa gleich.

Die Probebogen wurden mit einer alkalischen TTC-Lösung (2% TTC in Wasser, 1N NaOH, 1:1) besprüht und bei 45°C in einer wasserdampfgesättigten Atmosphäre sichtbar gemacht. Nach 3 bis 5 min wurden die zuerst sichtbaren Flecken markiert. Von diesen ca. 1% = 400 Pflanzen wurde nach dem KRAFTSchen Verfahren 1 ccm Preßsaft gewonnen, 1:1 mit Äthanol versetzt und zentrifugiert. Von dem klaren Saft ließ sich durch Kolorimetrieren mit TTC oder Xanthidrol (7) eine verhältnismäßig genaue quantitative Bestimmung durchführen. Trägt man mit einer Mikro-Pipette 5—10 cmm auf Chromatographie-Papier zu Flecken gleichen Durchmessers auf, läßt sich mit TTC schon rein visuell eine Charakterisierung in 5 Klassen durchführen; jede Klasse mit 20% von der Maximalschwankungsbreite des betreffenden Pflanzeninhaltsstoffes. Diese Klassifizierung gewinnt noch an Genauigkeit, wenn ein Mittel aus Abschätzungen von verschiedenen Personen gebildet wird.

1 = sehr schwach; 2 = schwach; 3 = mittel; 4 = stark; 5 = sehr stark.

Eine genaue chemische Analyse von je 10 Pflanzen einer Klasse ergab 90% Treffer. Eine 80%ige Übereinstimmung wurde beim Vergleich der semiquantitativen Methode mit dem ursprünglichen Tüpfeltest gefunden.

Trägt man die Qualitätszahlen gegen die Daten einer genauen chemischen Analyse auf, so liegen die Punkte befriedigend um eine Gerade.

Wir haben mit zwei Laboranten in zwei Wochen aus 40000 Pflanzen mit durchschnittlich 9% Zucker die 10 zuckerreichsten mit über 20% Zucker herausgefunden. Das Fructose-Glucose-Verhältnis betrug beim Durchschnitt 0,71, bei den Elitepflanzen 1,14.

Billigen wir nun diesem Verfahren die ungünstige Wahrscheinlichkeit von 50% zu, 1 Extrempflanze unter 40000 herauszufinden; bei einer genauen chemischen Analyse dagegen von 1000 Pflanzen unter Vernachlässigung der übrigen beträgt die Wahrscheinlichkeit, diese Extrempflanze zu finden, bei einem viel größeren Aufwand nur 2,5%.

Auf dem Alkaloidgebiet wurde in einer kleinen semiquantitativen Versuchsreihe von ca. 100 Pflanzen bei Tabak und Lupine die alkaloidreichste und alkaloidärmste schnell herausgefunden. Die Anfärbung erfolgte mit Bromcyan und Benzidin (8), DRAGENDORFFSchem Reagenz bzw. Jod.

Der wichtigste kritische Einwand gegen die Tüpfelmethode wird die ungenaue Dosierung sein; aber unter gleichem Druck dürfte analoges Pflanzengewebe infolge gleicher Kapillarkräfte der Leitbahnen und Synärese eines isotonen Kolloides etwa gleiche Mengen Preßsaft abgeben.

Ein mehrmaliges Aufdrücken verschob die Proben nur um 1 Klasse. Eine Verbesserung ist das Drücken durch einen Vorbogen. Der Preßsaft wird mikrofiltriert, und auf dem unteren Testbogen erfolgt durch die Kapillarkräfte des Papiers eine genauere Dosierung.

Ferner läßt sich durch Aufgeben eines Tropfens Methanol oder eines anderen geeigneten Lösungsmittels auf jeden Testfleck die gesuchte Substanz in Form eines primitiven Rundfilterchromatogrammes in einen besser erkennbaren Ring überführen.

Die Hauptaufgabe ist die Ausarbeitung der Sichtbarmachung, wofür uns aber aus der Papierchromatographie, der FEIGLSchen Tüpfel-Chemie und der Fluoreszenz-Analyse genügend Reagenzien bzw. Methoden zur Verfügung stehen. Jede Farbreaktion hat ihren Schwellenwert, ihren ansteigenden Gradienten und ihre Sättigung. Es kommt nun darauf an, in das Gebiet des ansteigenden Gradienten zu kommen, um von der Farbintensität auf den Gehalt schließen zu können.

Von der Pflanzenseite können wir besonders stoffreiches oder stoffarmes Material auswählen (Stamm, Stengel oder Blatt).

Von der Reagenzseite bringt Variieren von Temperatur, Einwirkungszeit, Lösungsmittel, Konzentration und p_{H} meist den gewünschten Erfolg.

Der Maßstab des Färbungsgradienten muß immer empirisch neu angelegt werden, so daß diese Relativmethode äußere Einflüsse wie Klima- und Bodenvariationen sowie den augenblicklichen Assimilationszustand von vornherein eliminiert.

Abschließend sei das Verfahren zur chemischen Massen-Selektion aus einer großen Pflanzenzahl zusammengefaßt:

1. Tüpfeltest bis zu einer Zahl 10^5 .
2. Modifizierte Methode Kraft mit semiquantitativer kolorimetrischer Auswertung bis 10^3 .
3. Genaue chemische Analyse von 10^1 — 10^2 Eliteexemplaren.

Für eine Auslese auf hohen bzw. geringen Zucker- und Alkaloidgehalt wurde das Verfahren bereits erprobt. Es ist sicher noch einer Ausdehnung auf weitere Pflanzeninhaltsstoffe fähig (z. B. Eiweiß, Stärke, organische Säuren, Polyphenole und Farbstoffe).

Zusammenfassung

Es wird über eine Selektions-Methode nach dem Tüpfelverfahren berichtet, mit deren Hilfe eine große Pflanzenzahl (10^5) auf chemische Inhaltstoffe untersucht und klassifiziert werden kann. Die Problematik und die Möglichkeiten des Verfahrens werden diskutiert. Die Ergebnisse einer Auslese auf hohen Zuckergehalt werden mitgeteilt.

Literatur

1. V. SENGBUSCH: Landw. Jahrb. 91, 719 (1942).
2. CUZIN, FARDY: Annales de l'Institut Experimental du Tabac de Bergerac II, 2 (1955).
3. KRAFT: Die Pharmazie 2, Jahrg. 8, 170.
4. WALLENFELS: Naturwiss. 37, 491 (1950).
5. DÖRR: Der Deutsche Tabakanbau 17, 130 (1952); 18, 138 (1952).
6. WALLENFELS: Angew. Chemie 65, 581 (1953).
7. TSCHESCHE, GRIMMER, SEEHOFER: Ber. 86, 1235 (1953).
8. WAHL: Tabak-Forschung 1, 3 (1949).