

Einige physiologische und züchterische Probleme der Befruchtung in der Gattung *Ribes*

II. Eine Schnellmethode zur Ermittlung des Selbstkompatibilitätsgrades bei Schwarzen Johannisbeeren

PÁL TAMÁS, Balsgård, Fjälkestad

Some Physiological and Breeding Problems in the Fertilization of *Ribes*

II. A fast method for the ascertainment of the degree of self-compatibility in black currants

Summary. The connection between degree of self-compatibility and variation of berry size was investigated on representatives of two extreme compatibility types with the aid of statistical methods.

For varieties with a high degree of self-compatibility (test plant: the Scandinavian local variety 'Brödtorp') uniform size of berries within the cluster is characteristic.

Variation of berry size is, however, large for varieties in the highly self-incompatible group which in these experiments is represented by the Balsgård hybrid Ri 330, progeny of *R. nigrum* L. × *R. ussuriense* Jancz. Here the largest and smallest berries are found close to each other often without intermediate size and no connection between insertion line and berry size is detectable. The size variation of berries is also changed considerably by climatic conditions during the flowering period.

These relationships illustrated in fig. 1, can be useful for the selection of different, extreme compatibility types from large populations of hybrids. Results based on this method should be tested later by means of other methods.

Einleitung

Bei der Schwarzen Johannisbeere ist die Befruchtung häufig der begrenzende Faktor der Ertragsbildung. Der Prozentsatz der befruchteten Samenanlagen und noch mehr der der entwickelten Samen weist eine große Variation auf. Diese Variation hängt sowohl von endogenen Faktoren, z. B. dem Grad der Selbstkompatibilität, der genetischen Herkunft der Kreuzungspartner, als auch von ernährungsphysiologischen und klimatischen Faktoren ab. Die Kompatibilitätsverhältnisse haben jedoch einen so entscheidenden Einfluß auf die Beerengröße, die Produktivität der Büsche wie auch die Anbausicherheit, daß die Verbesserung der Sorten in dieser Hinsicht als eine der wichtigsten Aufgaben bei der Züchtung der Schwarzen Johannisbeere betrachtet werden muß.

Um die Kompatibilitätsverhältnisse zahlenmäßig auszudrücken, können prinzipiell zwei verschiedene Untersuchungsmethoden angewandt werden:

1. Die unmittelbare Methode bestimmt das Verhältnis von befruchteten Samenanlagen bzw. entwickelten Samen zur Gesamtzahl der angelegten Samenanlagen in Prozent:

$$\frac{\text{Anzahl der befruchteten Samenanlagen bzw. entwickelten Samen}}{\text{Anzahl der angelegten Samenanlagen}} \cdot 100 \quad (\text{Methode 1})$$

2. Die indirekten Methoden beziehen sich auf korrelative Zusammenhänge, nämlich

a) auf das Ausmaß des Rieselns, ausgedrückt in Prozent:

$$\frac{\text{Anzahl der sich entwickelnden Beeren}}{\text{Gesamtzahl der bestäubten Blüten}} \cdot 100 \quad (\text{Methode 2})$$

oder aber

b) die Variation der Beerengröße nach freier Abblüte, d. h. nach Bestäubung mit verschiedenen Vätern. (Methode 3)

Beide, die im allgemeinen angewandte Methode 2 (WELLINGTON, HATTON and AMOS (1921) wie auch die unmittelbare Methode (TAMÁS und PORPÁCZY 1967) können wertvolle Angaben über die Kompatibilitätsverhältnisse liefern. Wegen Schwierigkeiten vor allem technischer Art sind sie jedoch praktisch unbrauchbar, wenn man systematische Untersuchungen der Ausbildung und Vererbung der Selbstkompatibilität, d. h. der mit der Verträglichkeit zusammenhängenden genetischen Probleme an größeren Hybridpopulationen durchführen will.

Die nun zu beschreibende Schnell- oder Bonierungsmethode (Methode 3) ermöglicht eine Orientierung über den Grad der Selbstkompatibilität auch im Fall freier Abblüte, d. h. ohne künstliche Bestäubung. Sie wurde im wesentlichen im Jahre 1963 entwickelt und während der zwei folgenden Jahren an extremen Kompatibilitätstypen aus der Art *R. nigrum* oder aus Arthybriden *R. nigrum* × *R. ussuriense* kontrolliert.

Untersuchungsmaterial

Um die Größenvariation der Beeren zu studieren, wurden Sorten ausgewählt, die bezüglich des Selbstkompatibilitätsgrades zwei extremen Typen angehören. Die Sorte Brödtorp repräsentiert die Gruppe mit hochgradiger Selbstkompatibilität, die Hybride Ri 330 (Consort × Wellington XXX) die mit fast völliger Selbstinkompatibilität. Bei beiden Testpflanzen wurden von zwei Ästen sämtliche Trauben gepflückt, davon je 25 Trauben zufallsmäßig ausgewählt und ihre Beeren einzeln gewogen. Es wurde das Gewicht der Beeren mit einer Genauigkeit von 0,1 g und gemäß der Insertionsfolge festgestellt, wobei auch die fehlenden Beeren, d. h. die degenerierten Blüten berücksichtigt worden sind.

Die Charakterisierung der Variation der Beerengröße mit Hilfe von statistischen Methoden

Die Variation der Beerengröße kann mit verschiedenen Methoden analysiert werden. Zunächst seien hier die Ergebnisse der durchgeföhrten Varianzanalyse dargestellt (Tab. 1).

Die in Gramm angegebenen Originaldaten wurden in Prozent des durchschnittlichen Beerengewichtes beider Sorten umgerechnet. Es zeigt sich, daß die Streuung zwischen den Trauben größer als zwischen den Beeren ist. Die Hypothese, daß die Beeren der untersuchten Trauben gleiche „wahre“ Mittel haben, wurde mit der Signifikanzschwelle $P = 5\%$ getestet. Die berechneten Quotienten, d. h. 1,26 für Brödtorp und 1,65 für Ri 330, liegen außerhalb der kritischen

Tabelle 1. Varianzanalyse der Beerengröße bei Brödtorp mit hochgradiger Selbstkompatibilität bzw. bei Ri 330 mit nahezu völliger Selbstinkompatibilität.

Streuungsursache	Brödtorp			Ri 330		
	SQ	FG	MQ	SQ	FG	MQ
Zwischen den Trauben	39130	24	1630,4	408725	24	17030,0
Zwischen den Beeren	162717	126	1291,4	2170082	210	10334,0
Gesamt	201847	150		2578807	234	
Quotient: $\frac{17030,0}{1630,4} = 10,445$			Quotient: $\frac{1630,4}{1291,4} = 1,26$			
Quotient: $\frac{10334,0}{1291,4} = 8,002$			Kritische Werte: ($P = 5\%$): $F \leq 0,56$ und $F \geq 1,62$			
Kritische Werte ($P = 5\%$): $F \leq 0,50$ und $F \geq 1,99$			Quotient: $\frac{17030}{10334} = 1,65$			
Kritische Werte ($P = 5\%$): $F \leq 0,57$ und $F \geq 1,77$						

Tabelle 2. Variation der Beerengröße gemäß der Insertionsfolge an einigen typischen Trauben bei Sorten mit hochgradiger Selbstkompatibilität bzw. -inkompatibilität.

Rangordnung der Blüten	Gewicht der einzelnen Beeren g							
	Brödtorp			Ri 330				
	a	b	c	d	e	f	g	
→ basal	1	0	1,06	0,93	0	0,56	1,17	0,33
	2	0,90	1,22	0,74	0	0,21	0,79	0,41
	3	0,81	1,04	0,99	0	0	0	1,08
	4	0,68	1,08	0	0,31	0,20	0	0,59
	5	0,81	0,93	1,08	0,21	0	0,28	0,56
	6	0,80	0,92		0	0	0,30	0,79
	7	0,62			0	0,33	0,25	0,84
	8	0,80			0	0,43	0	0,32
	9				0	0	0,71	0
terminal ←	10				0,87		0,49	

Grenzen, so daß die Richtigkeit der Hypothese (die Richtigkeit der Probenahme!) bestätigt wurde.

Für uns ist es wichtig, die analysierten Stichproben miteinander zu vergleichen. Es zeigt sich, daß sich die entsprechenden MQ-Werte beider Sorten größtenteils voneinander unterscheiden. Die Quotienten bezüglich der Streuung zwischen den Trauben (10,445) bzw. zwischen den Beeren (8,002) liegen deutlich über dem kritischen Wert $F = 1,99$. Nach diesen Angaben ergibt sich ein grundlegender Unterschied zwischen den beiden Sorten, nämlich in Hinsicht auf die Variation der Beerengröße. Für Brödtorp mit hochgradiger Selbstkompatibilität ist die Ausgeglichenheit der Beerengrößen charakteristisch. Bei der selbstinkompatiblen Ri 330 kann man dagegen eine starke Variation der Beerengröße sowohl innerhalb der Traube als auch bezüglich der Beeren analoger Position an verschiedenen Trauben, d. h. zwischen den Trauben, konstatieren (s. auch Tab. 2).

Bei Untersuchung der Trauben fällt der große

Unterschied bezüglich der Anzahl degenerierter Blüten bei den beiden Sorten ins Auge. Die selbstkompatible Brödtorp ließ nur 4,6%, Ri 330 dagegen 37,8% „leere Blütenstellen“ erkennen. Die Anzahl der abgefallenen Blüten ist bei diesen extremen Kompatibilitätsarten nicht durch die Insertionsfolge bestimmt (Spalte 4 und 5 von Tab. 3). Die berechneten Korrelationskoeffizienten sind niedrig und statistisch nicht gesichert (Tabelle 4).

Die Größenvariation der Beeren bei Sorten mit unterschiedlichem Selbstkompatibilitätsgrad

Einige typische Trauben der drei Kompatibilitätsarten wurden in Abb. 1 schematisch dargestellt. Die Tendenz bezüglich der Größenvariation der Beeren bei Sorten mit unterschiedlichem Selbstkompatibilitätsgrad kann in folgendem zusammengefaßt werden:

1. Pflanzen mit hochgradiger Selbstkompatibilität. Für die Pflanzen mit hochgradiger Selbstkompatibilität ist vor allem die Ausgeglichenheit der Beeren charakteristisch. Die Größenvariation beruht mehr auf den ungleich entwickelten Trauben an den verschiedenen Teilen des Busches als auf der Streuung innerhalb der einzelnen Trauben. Die Anzahl degenerierter Blüten bzw. unentwickelter Beeren ist klein. Die Verteilung solcher „gerieselten Blüten“ in der Traube zeigt keine Beziehung zur Insertionsfolge innerhalb der Trauben.

2. Pflanzen mit herabgesetzter Selbstkompatibilität. Die Beerengröße bei den „Übergangsformen“, d. h. Pflanzen mit herabgesetzter Selbstkompatibilität, nimmt von der Basis bis zur Spitze der Trauben deutlich ab. Die Terminalblüten degenerieren sehr

Tabelle 3. Verteilung der degenerierten Blüten bzw. die Veränderung der durchschnittlichen Beerengrößen gemäß der Insertionsfolge.

Rangordnung der Blüten	Anzahl der Trauben mit entsprechender Blütezahl		Anzahl der degenerierten Blüten in Prozent der untersuchten Trauben		Durchschnittliches Gewicht von Beeren analoger Position in Prozent des Mittelwertes der Versuche	
	Brödtorp	Ri 330	Brödtorp	Ri 330	Brödtorp	Ri 330
1	2	3	4	5	6	7
basal	1	25	25	4	44	103 ± 43,95
	2	25	25	—	48	116 ± 28,68
	3	25	25	—	48	112 ± 23,22
→	4	25	25	8	28	99 ± 34,64
	5	24	25	8	12	90 ± 38,71
	6	17	24	8	33	78 ± 39,23
terminal ←	7	8	24	—	21	78 ± 34,69
	8	2	21	—	52	115 ± 7,79
	9		19	—	47	67 ± 97,98
	10		12	—	67	74 ± 94,73
	11		8	—	37	34 ± 57,01
	12		2	—	50	119 ± 31,85
Anzahl sämtlicher Blüten	151	235				79 ± 111,72
Anzahl der degenerierten Blüten als Prozent sämtlicher Blüten			4,6	37,8		
Durchschnittliche Beerengröße, g					0,73	0,29

Tabelle 4. Korrelative Zusammenhänge zwischen der Insertionsfolge und dem Grad der Degeneration bzw. den durchschnittlichen Beerengrößen.

Sorte	Untersuchte Zusammenhänge	Korrelation		Signifikanz	
		r	t	P = 5%	P = 10%
Brödtorp {	Rangordnung der Beeren { Anzahl degenerierter Blüten Durchschnittliches Gewicht von Beeren analoger Position	+0,2568 -0,2115	0,84 0,68	n. s. n. s.	n. s. n. s.
	Rangordnung der Beeren { Anzahl degenerierter Blüten Durchschnittliches Gewicht von Beeren analoger Position	-0,6832 -0,4051	2,29 1,25	n. s. n. s.	x n. s.
Ri 330 {	{ Anzahl degenerierter Blüten Durchschnittliches Gewicht von Beeren analoger Position				

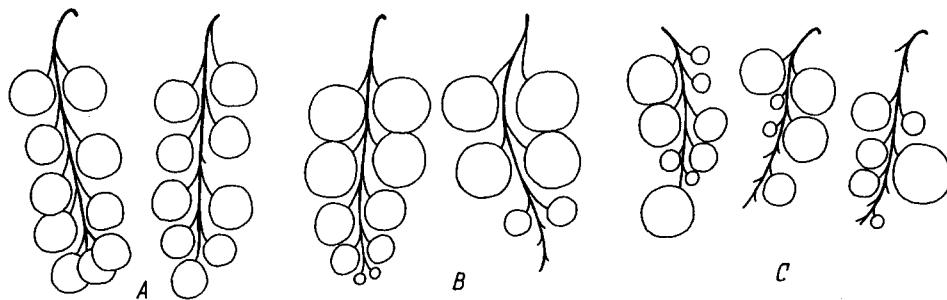


Abb. 1. Schematische Darstellung der Größenvariation der Beere bei Sorten mit hochgradiger Selbstkompatibilität (A), mit herabgesetzter Selbstkompatibilität (B) und mit hochgradiger Selbstinkompatibilität (C).

früh oder aber die entwickelten Terminalbeeren sind auffallend klein ($\leq 0,3$ g) und oft auch spätreifend.

3. Pflanzen mit völlig oder aber nahezu völlig Selbstinkompatibilität. Die Variation der Beerengröße bei Pflanzen mit hochgradiger Selbstinkompatibilität ist groß. Die größten und kleinsten Beeren und die degenerierten Blüten befinden sich oft ohne Übergang nebeneinander und verteilen sich an den Trauben unabhängig von der Insertionsfolge. Diese Größenvariation ist vor allen Dingen in Jahren mit ungünstigen Witterungsbedingungen, d. h. bei ungenügender Insektentätigkeit während der Blütezeit, ins Auge fallend. In solchen Jahren vermehrt sich die Anzahl unentwickelter Beeren beträchtlich. Es kommen in den Trauben oft mehrere degenerierte Blüten vor, weiterhin sind oft Trauben zu finden, an denen die Terminalbeere eine der größten oder sogar die größte ist. Es findet sich immer eine große Anzahl von Trauben, bei welchen 2–3 an der gleichen Seite nebeneinander stehende Beeren deutlich kleiner oder auch größer als der Durchschnitt der übrigen Beeren sind.

Zusammenfassung

Die Zusammenhänge zwischen dem Grad der Selbstkompatibilität und der Variation der Beerengröße wurden an Repräsentanten der zwei extremen

Kompatibilitätstypen mit Hilfe von statistischen Methoden untersucht und dargestellt.

Für die Sorten mit hochgradiger Selbstkompatibilität (Testpflanze: Brödtorp, stammend aus *R. nigrum conc. scandinavicum*) ist die Ausgeglichenheit der Beeren innerhalb der Traube charakteristisch.

Die Variation der Beerengröße an Pflanzen mit hochgradiger Selbstinkompatibilität (Testpflanze: Ri 330, ein *R. nigrum* \times *R. ussuriense*-Nachkomme) ist groß. Die größten und die kleinsten Beeren stehen ebenso wie die degenerierten Blüten oft ohne Übergang nebeneinander und lassen keine Beziehung zur Insertionsfolge erkennen. Die Größenvariation der Beeren von selbstinkompatiblen Sorten zeigt auch eine erhebliche Jahresfluktuation.

Diese Beobachtungen können bei der Selektion extremer Kompatibilitätstypen aus größeren Hybridpopulationen genutzt werden. Die mit Hilfe dieser Schnellmethode erhaltenen Resultate müssen später mit anderen Methoden kontrolliert werden.

Literatur

- TAMÁS, P., und A. PORPÁCZY JR.: Einige physiologische und züchterische Probleme der Befruchtung in der Gattung *Ribes*. I. Die Variabilität der Kompatibilitätsverhältnisse bei Schwarzen Johannisbeeren. Züchter 37, 232–238 (1967). — 2. WELLINGTON, R., R. G. HATTON and J. AMOS: The "running off" of black currants. Journ. Pomol. 2, 160 (1921).