

VARIABILITÄT DER ERNTESTRUKTUR DER SCHWARZEN JOHANNISBEER-ABARTEN (*RIBES NIGRUM* L.) UNTER VERSCHIEDENEN BESTÄUBUNGSBEDINGUNGEN

Bożena DENISOW

Department of Botany, University of Agriculture, Akademicka 15
20-950 Lublin, POLEN
e-mail: denisow@agros.ar.lublin.pl

Resümee

Die Feldversuche erfolgten in Puławy, Polen (51°14'N 22°00'O), gemäß der wahllosen Blockmethode in Versuchspartzen. Es wurden acht Abarten getestet: Ben Alder, Ben Lomond, Ben Nevis, Ben Tirran, Ceres, Ojebyn, Titania, Triton. Drei Bestäubungsmethoden wurden verglichen: 1. freie Bestäubung, 2. Bestäubung mit dem eigenen Pollen durch eine Hummelkönigin, 3. Selbstbestäubung. Die Früchte wurden in 4 Größenklassen klassifiziert. Bei allen untersuchten Abarten beeinflusste die Bestäubungsart die Erntestruktur beachtlich. Im Falle der freien Bestäubung machten die Beeren mit 10-12 mm oder über 12 mm Durchmesser 70% aus. Eine ähnliche Qualität der Ernte wurde auch durch die Bestäubung durch eine Hummel im Käfig erhalten. Das Fruchtansetzen unter Selbstbestäubungsbedingungen war signifikant niedriger: 43-46% Beeren mit 10-12 mm Durchmesser oder mit einem größeren Durchmesser als 12 mm.

Stichwörter: schwarze Johannisbeere (*Ribes nigrum* L.)/freie Bestäubung/Selbstbestäubung/Bestäubung durch eine Hummel/Erntestruktur

Einleitung

Entsprechende geographische Bedingungen, die Einführung wirksamer Erntemethoden und die geläufige Verwendung von Erntemaschinen machten aus Polen einen der bedeutendsten Hersteller von schwarzen Johannisbeeren in Europa. Die stabile wirtschaftliche Lage des Außenmarktes führte zu einem gesteigerten Export von schwarzen Johannisbeeren in die EU, was seinerseits eine zusätzliche Steigerung der Produktionsprofitabilität verursachte.

Die Produktionsprofitabilität wird von einer hohen Qualität der Rekordernte gesichert. Die lebensfähigen Ernten hängen von kommerziellem Standpunkt nicht nur von den genetischen Merkmalen der Abarten ab, sondern auch von der Verwendung entsprechender agrotechnischer Methoden wie auch von der entsprechenden Bestäubung der Blüten. Die Bestäubung ist im Falle der schwarzen Johannisbeere ein äußerst wichtiger Faktor in der Steigerung der Ernten, da die heutzutage gezogenen Abarten Klone mit einem hohen Selbstbefruchtungsgrad darstellen, aber eine niedrige Selbstbestäubungsfähigkeit besitzen (KOLTOWSKI et al., 1999; DENISOW, 2003). Im allgemeinen erreichen bei der schwarzen Johannisbeere sehr viele Pollenkörner die Narben. Die bedeutendsten Träger des Pollens sind die Insekten, vor allem die Honigbienen. Die Beförderung des Pollens zu den Narben ist eine bedeutende Tätigkeit der Bienen, sogar im Falle der autofertilen Abarten. Die Zahl der auf die Narbe beförderten Pollenkörner ist im Falle der Insektenbestäubung dreimal größer als bei der Selbstbestäubung (DENISOW, 2002 a, b).

Wiederholt wurde in der polnischen und ausländischen Fachliteratur der positive Einfluß, den die Honigbienen auf die schwarze-Johannisbeer-Ernte ausüben, hervorgehoben. Die Sträucher mit Insektenbestäubung setzten mehr Früchte pro Ast an und das Gewicht der Beeren steigerte sich im Durchschnitt (McGREGOR, 1976; FREE, 1993; SZKLANOWSKA und DABSKA, 1993; HOFMANN, 1995; SZKLANOWSKA und DENISOW, 1998; KOLTOWSKI et al., 1999). Dennoch erwähnten DIJKSTRA et al. (1987) keine positive Beeinflussung der schwarzen-Johannisbeer-Anpflanzungen durch die aufgestellten Honigbienenenvölker.

Außer dem Erntevolumen ist auch ihre ökonomische Qualität bedeutungsvoll, da die kleinen Beeren weder von Verbrauchern noch von der Industrie gekauft werden. Die Qualität der schwarzen Johannisbeer-Ernte hängt vor allem von den Ausmaßen der Beeren ab, da eine schwache und ungenügende Bestäubung zu mißgebildeten Früchten führt, wie es im allgemeinen der Fall anderer ungenügend bestäubter Spezies ist (McGREGOR, 1976; FREE, 1993). Da sich die Fachliteratur sehr selten mit dem Einfluß der Bestäubung auf die Qualität der Ernte befaßte, möchte das vorliegende Studium entdecken, in welchem Maße die An- oder Abwesenheit der Insekten die schwarze-Johannisbeer-Ernte beeinflusst.

Material und Methode

Schwarze-Johannisbeere-Abarten und Durchführungsort des Studiums

Das Studium erfolgte auf einer Testanpflanzung in Puławy, im Südosten Polens, zwischen 1994 und 1997. Folgende Abarten wurden geprüft: Ben Alder, Ben Lomond, Ben Nevis, Ben Tirran, Ceres, Ojebyn, Titania und Triton. Die Sträucher wurden 1993 angepflanzt und ihre Dichte betrug 3200 Sträucher pro Hektar. Der Podsolboden hatte einen pH-Wert von 5,2. Im Herbst 1992 wurden 100 kg P₂O₅/ha und 200 kg K₂O/ha ausgebracht. In den folgenden Jahren befolgten das Anbauen und die Fertilisierungsbehandlung die üblichen Empfehlungen für kommerzielle Anpflanzungen.

Zweck des Studiums

Das Studium benützte die Methode des wahllosen Blocks mit je fünf Sträuchern einer Abart/Parzelle, d.h. 32 Sträucher in einer Reihe. Drei Bestäubungsmethoden wurden angewendet: Erste Methode (A) – freie Bestäubung, d.h. daß während der gesamten Blüteperiode die Sträucher von verschiedenen Insekten bestäubt wurden. Zweite Methode (B) – ein isolierter Strauch wurden von einer Hummel bestäubt. Der ausgesuchte Teststrauch wurde mit einem Plastmassenetzt noch vor dem Erblühen isoliert. Ein jeder Isolator wurde an vier Stöcken befestigt, damit das Netz mit dem Strauch nicht in Kontakt kam. Unter jedem Isolator befand sich eine Bilinski-Hummelbeute (BILINSKI, 1976), in die eine Hummelkönigin eingeführt wurde. Dritte Methode (C) – Selbstbestäubung. Alle Sträucher einer Reihe wurden von den Insekten isoliert. Die Isolierung erfolgte erst am Ende der Blüteperiode, als alle Früchte des Zweiges angesetzt hatten.

Analyse der Früchte

Die Früchte wurden reif gepflückt. Die Beeren von einigen Zweigen eines jeden Versuchsstrauches, der einer gewissen Kombination angehörte, wurden gemäß ihrer Größe sortiert. Es ergaben sich vier Durchmesserklassen: >12 mm, 10-12 mm, 8-10 mm, <8 mm. Die Früchte einer jeden Größenklasse wurden gezählt und ihr Prozentsatz bestimmt. Außerdem wurden die Früchte einer jeden Klasse gewogen und das durchschnittliche Gewicht von 100 Früchten festgelegt. Anhand der erhaltenen Daten wurde die Erntestruktur eingeschätzt. Die Zahl der Samen pro Frucht wurde mithilfe einer Probe von 40 Früchten bestimmt. Dieses wurde viermal (160 Proben) für jede Bestäubungskombination und jede Abart wiederholt.

Wetterbedingungen

1994 und 1995 betrug die Temperatur während der Blüteperiode zwischen 3,2 und 13,1 bzw. 5 und 11,5 °C. Die folgenden zwei Jahre kennzeichneten sich in der gleichen Periode durch höhere Temperaturen: 9,4 bis 17,8 bzw. 10,2 bis 21 °C. In den Jahren 1994 – 1996 regnete es in der intensivsten Wachstumsperiode der Früchte sehr stark (Mai/Juni 1994 146 mm und 1996 183 mm im Vergleich zu dem Durchschnitt Mai/Juni für eine längere Zeitperiode – 110 mm). 1995 zeichnete sich durch Dürre aus (68 mm im Mai/Juni), hingegen war Juli 1997 stark regnerisch (132 mm, wobei der Durchschnitt von Juni eine längere Zeit 85 mm betrug).

Statistische Analyse

Die Daten wurden anhand doppelter und dreifacher Varianz geprüft. Die Differenzen zwischen den Bestäubungsmethoden, zwischen den Abarten mit der gleichen Bestäubungsart und zwischen den Jahren wurden mit dem Duncan t-Test bestimmt. P=0,05 wurde als Differenz betrachtet. Die Daten sind als Durchschnitte mit Standardabweichungen dargestellt.

Ergebnisse

In den Untersuchungsjahren blühte die schwarze Johannisbeere in Puławy zwischen dem 15. April und dem 15. Mai. Die untersuchten Abarten wurden gemäß der Blüteperiode und dem Reifen der Früchte in zeitige (Ceres), zeitige und mäßige (Ben Lomond, Ben Nevis, Ojebyn, Titania, Triton) und späte Abarten (Ben Alder, Ben Tirran) klassifiziert.

Die Früchte wurden in den aufeinanderfolgenden Jahren des Studiums zwischen dem 4. und 22. Juli, dem 11. und 25. Juli, dem 6. und 18. Juli und dem 7. und 11. Juli geerntet.

Die Erntestruktur hing signifikant von der angewandten Bestäubungsmethode ab (Abb.1).

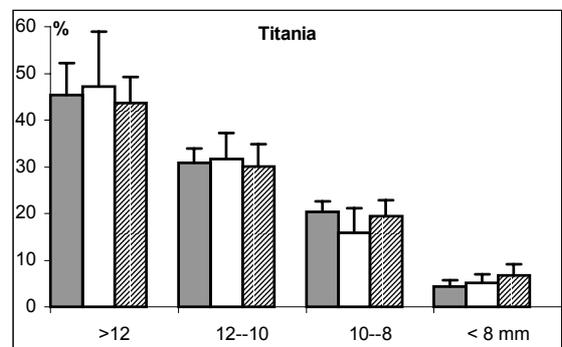
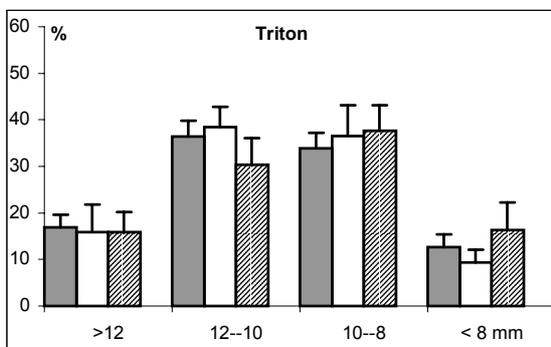
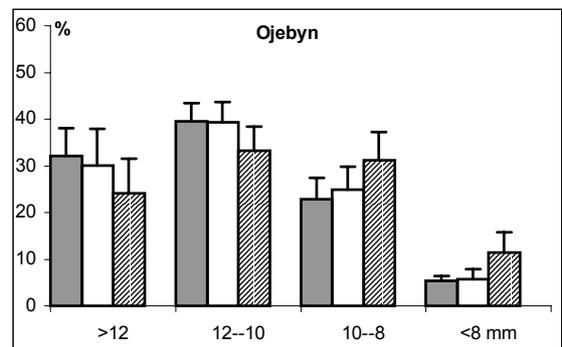
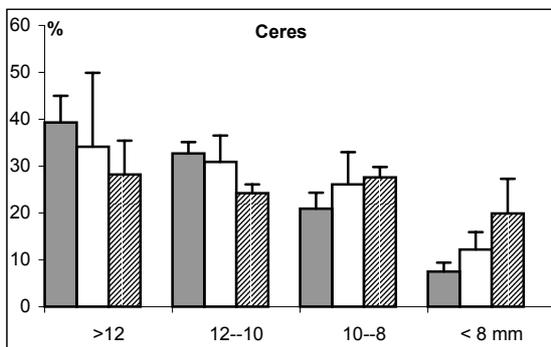
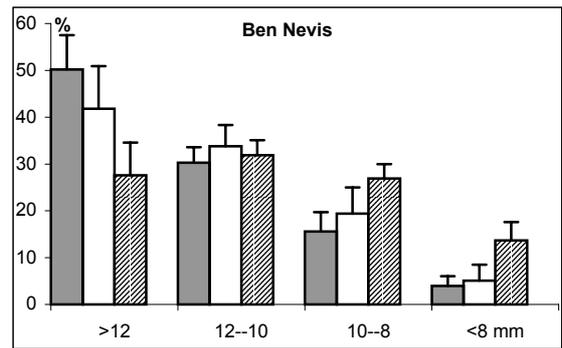
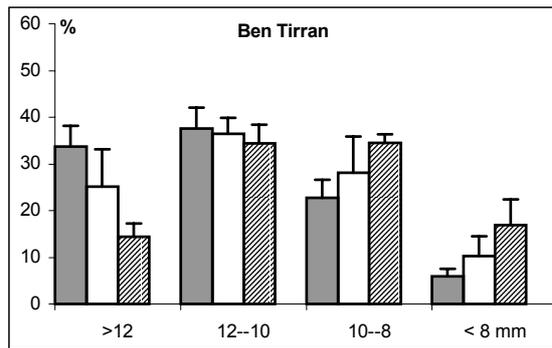
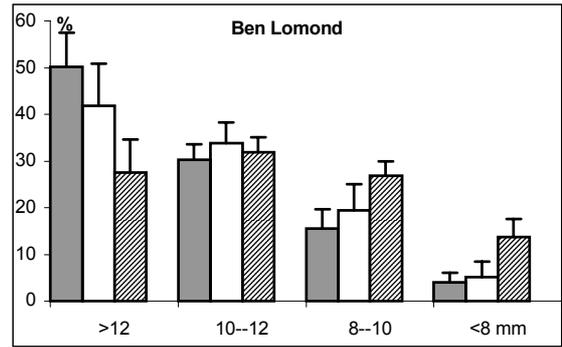
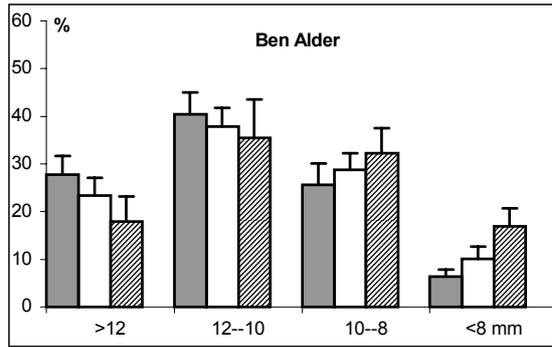


Abb.1 – Der Früchteprozentsatz gemäß der Klassengröße hing bei den 8 Abarten von schwarzer Johannisbeere von der Bestäubungsart ab (Durchschnitt der 4 Jahre). Für die statistische Signifikanz siehe Ergebnisse.

■ A - freie Bestäubung □ B – Bestäubung durch eine Hummel ▨ C – Bestäubung unter Isolator

Die geprüften Abarten reagierten auf die gleiche Weise auf die angewandten Bestäubungsmethoden. Der höchste Prozentsatz von hochqualitativen Beeren wurde bei den Sträuchern mit freier Bestäubung erhalten. In der A Kategorie machten die Früchte mit einem Durchmesser von >12 und 10-12 mm mehr als 70% aller Früchte aus. Nur 1995 war der Prozentsatz der größeren Beeren signifikant niedriger, d.h. 59%. Ein ähnlicher Prozentsatz wurde bei den verschiedenen Größeklassen im Falle der Bestäubung durch eine Hummel im Isolator erhalten. Die Früchte der Klassen mit größeren Ausmaßen ergaben 75, 51, 75 und 69% der Ernten der folgenden Jahre. Der Prozentsatz der größeren Beeren war im Falle der Sträucher mit Selbstbestäubung im Vergleich zu den obigen Kombinationen signifikant niedriger und überschritt 60% nicht; 1995 betrug er sogar nur 43%. Der Prozentsatz der kleineren Beeren (8-10 mm und <8 mm) war signifikant größer und erreichte in den folgenden Untersuchungsjahren 43, 57, 39 und 38% (Abb.2).

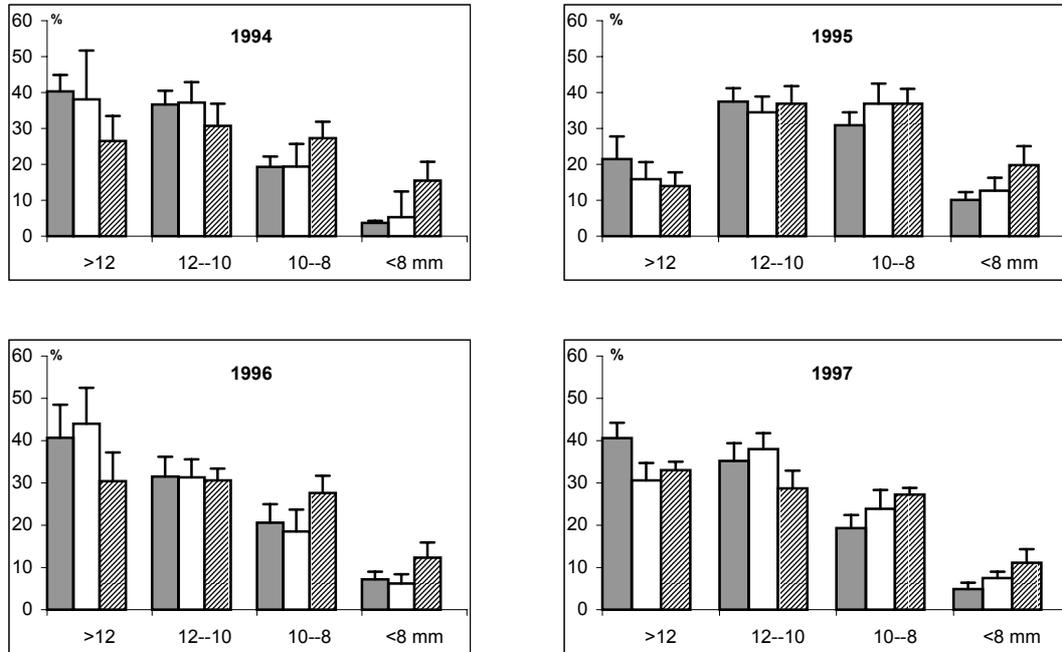


Abb. 2 – Der Prozentsatz der Beeren verschiedener Größeklassen hing von der Bestäubungsart ab (Durchschnitt von 8 Abarten). Für statistische Signifikanz siehe Ergebnisse.

■ A – freie Bestäubung □ B – Bestäubung durch eine Hummel ▨ C – Selbstbestäubung unter Isolator

Die Differenzen zwischen den Abarten wurden durch den Vergleich der Erntestrukturen infolge der freien Bestäubung bestimmt. Der größte Prozentsatz von großen Beeren (> 12 mm und 10-12 mm) wurde in allen Jahren bei der Ernte von Ben Lomond und Ben Nevis (ungefähr 80%) und Titania (ungefähr 75%) festgestellt. Die kleinste Zahl von großen Beeren wurde bei der Ernte von Triton (nur 50% Klasse I und II und nur 16% für größere Beeren, d.h. > 12 mm) bestimmt.

Die beobachtete Erntestruktur stand auch mit dem durchschnittlichen Gewicht der Früchte in Verbindung (Abb.3).

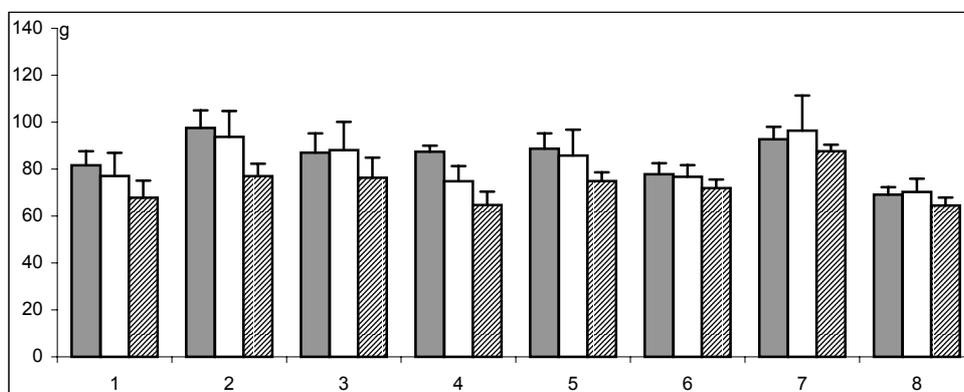


Abb.3 – Gewicht von 100 Beeren von 8 Abarten schwarzer Johannisbeere abhängig von der Bestäubungsart (Durchschnitt der 4 Jahre). Für statistische Signifikanz siehe Ergebnisse.

■ A – freie Bestäubung □ B – Bestäubung durch eine Hummel ▨ C – Selbstbestäubung unter Isolator

Dieser Faktor hängt von der Bestäubungsart, der Abart und dem Versuchsjahr ab. Die schwersten Beeren kamen bei Titania (Durchschnittsgewicht von 100 Beeren = 92,3 g) und Ben Lomond (89,4 g) vor. Die kleinsten Beeren hatte Triton (67,9 g/100 Stück). Alle Abarten hatten die größten Beeren infolge der freien Bestäubung, wobei das Durchschnittsgewicht von 100 Beeren 84,4 g betrug. Im Falle des Gewichts der Beeren, die sich infolge der Bestäubung durch eine Hummel bildeten, wurde eine statistisch nicht signifikante Differenz festgestellt. Die Früchte, die sich dank der Selbstbestäubung bildeten, verzeichneten nur 73,1 g pro 100 Beeren, signifikant niedriger im Vergleich zu den Bestäubungsarten A und B. Die Blüten mit freier Bestäubung hatten stets Früchte, die ungefähr 26 bis 29 Samen enthielten. Die Beeren der Sträucher mit Hummelbestäubung enthielten zwischen 21 und 26 Beeren. Zwischen A und B wurde eine unsignifikante Differenz festgestellt. Die durch Autogamie angesetzten Beeren enthielten ungefähr 13 bis 22 Samen, statistisch niedriger als bei A und B (Abb.4).

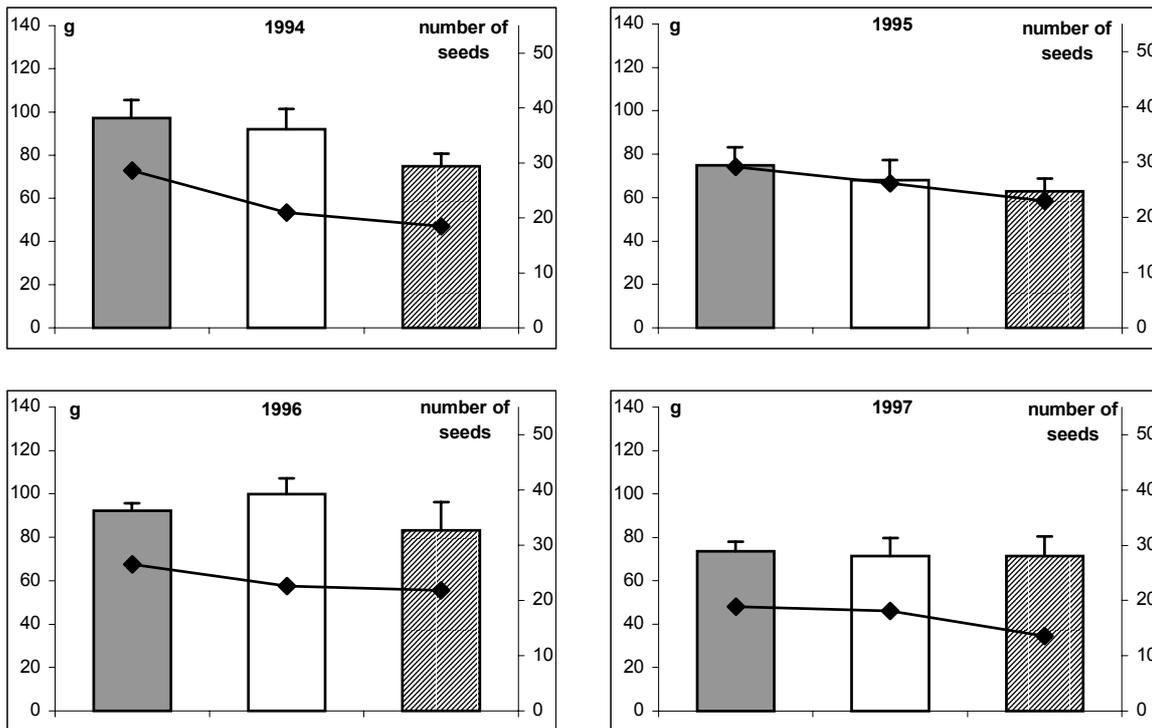


Abb. 4 – Das Gewicht von 100 Früchten der schwarzen Johannisbeere abhängig von der Bestäubungsart während des Versuchs (Durchschnitte von 8 Abarten).

Wegen der Eindeutigkeit wird der Standardirrtum nicht angegeben, da er durchschnittlich 9,8% nicht überschritt.

■ A – freie Bestäubung □ B – Bestäubung durch eine Hummel ▨ C – Selbstbestäubung unter Isolator

Auch die Wetterbedingungen während der Blütezeit und dem Ansetzen der Früchte beeinflussten die Qualität der schwarzen Johannisbeer-Ernten in großem Maße. Das Höchstgewicht von 100 Beeren wurde 1994 und 1996 verzeichnet – 88,1 g bzw. 91,8 g. In diesen Jahren waren während der Wachstums- und Reifungsperiode der Beeren die Regenfälle viel stärker als der Durchschnitt auf lange Dauer. 1995 war außerordentlich trocken und demzufolge wogen 100 Beeren weniger – 68,7 g.

Diskussionen

Die Qualität der Ernte während des unternommenen Versuchs wurde aufgrund des Prozentsatzes der Beeren in einer der drei Größeklassen und vom Gewicht von 100 Beeren bestimmt. Beide Merkmale hingen beachtlich von der Bestäubungsart ab.

In den Untersuchungsjahren wurde der größte Prozentsatz an großen Beeren (Größenkategorie >12 und 19-12 mm) bei den Sträuchern mit freier Bestäubung bzw. durch eine Hummelkönigin erhalten. Gleichzeitig wogen 100 Beeren von Sträuchern mit Insektenbestäubung 84,4 g. Sie wogen nur um etwas mehr als das Gewicht der Beeren durch Hummelbestäubung – 82,9 g. Die ähnlichen Ergebnisse im Zusammenhang mit dem Gewicht der Beeren und der Struktur der Ernten infolge der freien und der Hummelbestäubung weisen auf die positive Rolle hin, die auch die kleinste Zahl von Bestäubern in den Anpflanzungen von schwarzer Johannisbeere spielt, nimmt man in Betracht, daß eine alleinige Hummel sich als eine sehr wirksame Pollenüberträgerin erwies, was sich in der zufriedenstellenden Struktur der Ernte widerspiegelte.

Die Abwesenheit von jeglichen statistischen Differenzen zwischen den Ergebnissen der Kombinationen A und B bestätigt die Beobachtungen von DIJKSTRA et al. (1987), u. zwar daß die Aufstellung von Bienenvölkern in den Anpflanzungen nicht unbedingt positive Wirkungen und große Ernten zur Folge hat. Dieses suggeriert, daß in den Gebieten mit zahlreichen wildlebenden Bestäubern, wie Hummeln und solitäre Bienen, zufriedenstellende Ernten ohne dem Aufstellen von Honigbienenvölkern erhalten werden können. Unter den Bedingungen Polens beschäftigt sich die Hummelpopulation im zeitigen Frühjahr mit der Zucht von Königinnen oder sie beschränkt sich nur auf junge Völker mit einigen Arbeiterinnen. Unter diesen Bedingungen scheint die Aufstellung von Bienenvölkern notwendig zu sein.

Obwohl meine Ergebnisse vor allem auf der Struktur der Ernte fußen, bestätigen sie die Ergebnisse zahlreicher Versuche, die ihrerseits suggerieren, daß die Abarten der schwarzen Johannisbeere der bestäubenden Insekten bedürfen, um ergebige Ernten zu liefern (McGREGOR, 1976; SZKLANOWSKA und DABSKA, 1993; KOLTOWSKI et al., 1999). Die beachtlich bessere Struktur der Ernten, die von Sträuchern mit Insektenbestäubung erhalten wurden, beweist, daß die Bestäuber in den Anpflanzungen der schwarzen Johannisbeere unbedingt notwendig sind.

In allen Untersuchungs Jahren lieferten die vollständig isolierten Sträucher einen kleinen Prozentsatz von Früchten mit größeren Durchmessern als 12 mm oder zwischen 10 und 12 mm – nur 40-60%. Auch das Gewicht der Früchte, die nach der Selbstbestäubung im Isolator ansetzten, war beachtlich kleiner im Vergleich zur freien Bestäubung (durchschnittlich um 13% kleiner). Gemäß verschiedener Verfasser kann das durchschnittliche Gewicht einer gewissen Zahl von Früchten, deren Blüten von Insekten bestäubt worden sind, um 10-50% das der Früchte überschreiten, die unter Isolator von selbstbestäubten Blüten erhalten wurden (FREE, 1993; SZKLANOWSKA und DABSKA, 1993; HOFMANN, 1995; SZKLANOWSKA und DENISOW, 1998).

Es scheint, daß im Falle der untersuchten Abarten das größere Gewicht der Beeren der entomophil bestäubten Sträucher, d.h. eine bessere und größere Qualität der Ernte, die Kosten für das Aufstellen von geliehenen Bienenvölkern decken.

Die während der Untersuchung festgestellten unterschiedlichen Größen der Beeren verschiedener Abarten stehen in enger Verbindung mit den genetischen Merkmalen dieser Abarten. In all diesen Jahren lieferten Titania und Ben Lomond die größten Beeren, während die kleinsten von Triton stammten. Ähnliche Ergebnisse erhielten auch KOLTOWSKI et al. (1999), die feststellten, daß Titania und Ben Lomond die größten und Triton die kleinsten Beeren lieferten.

1995 wurde bei allen Bestäubungsarten eine niedrigere Erntequalität und ein kleineres Gewicht der Früchte beobachtet. Diese Tatsache beweist, daß außer der Bestäubung auch andere Faktoren einen kennzeichnenden Einfluß ausüben. Zu diesen Faktoren gehört bestimmt die Dürrezeit während der Reifung der Früchte, da sie deren Gewicht beeinflusst. Die reichen Regenfälle (reicher als der Durchschnitt auf lange Dauer) während der Fruchtereifung vergrößerte das durchschnittliche Gewicht der Beeren. Auch KOLTOWSKI et al. (1999) berichteten über einen ähnlichen Einfluß der Wetterbedingungen während dieser bedeutenden Periode der Fruchtentwicklung. Die schlechte Erntestruktur im Jahre 1995 unter freien Bestäubungsbedingungen könnte eine Folge der Abwesenheit der Bestäuber in den Anpflanzungen sein. Die Bienenvölker des naheliegenden Bienenstandes waren nach einem strengen Winter sehr stark geschwächt und ihre Dichte war um vieles kleiner als in den vergangenen Jahren. Dazu kam ein kühles und windiges Wetter während der Blütezeit der schwarzen Johannisbeere. Unter diesen Wetterbedingungen konnten die Insekten nicht fliegen. Diese Sachlage könnte durch eine gesteigerte Dichte der Honigbienen überschritten werden, da dadurch die herabgesetzte Flugwirksamkeit ausgeglichen werden würde.

L I T E R A T U R

- Biliński M. (1976) Chów trzmieli w izolatorach (The breeding of bumblebees under isolators), *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe* 20, 41-68 (in Polnisch)
- Denisow B. (2002 a) Stopień zapylenia kwiatów położonych na różnych poziomach w gronie (The degree of pollination of black currant flowers situated on different positions in raceme), *Annales UMCS sec III* 10, 59-64 (in Polnisch)
- Denisow B. (2002 b) The efficiency of pollen transfers in some cultivars of black currant (*Ribes nigrum* L.), 2nd European Scientific Apicultural Conference, 11-13 September, 17
- Denisow B. (2003) Self-pollination and self-fertility in eight cultivars of black currant (*Ribes nigrum* L.), Proc. XVIIth International Congress on Sexual Plant Reproduction, Lublin *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 45(1), 111-114
- Dijkstra J., Smeekens C., De Ruijter A., Hermanns G.J.F. (1987) Bienen und Schwarze Johannisbeere, eine Sicherheit im Ertrag?, *Erwerbsobstbau*, 29 (4), 118-121
- Free J.B. (1993) Insect pollination of crops. Academic Press, Cambridge
- Hofmann S. (1995) Effect of bee pollination on yield components of red and black currant, *Erwerbsobstbau* 37(3), 82-84
- Kołatowski Z., Pluta S., Jabłoński B., Szklanowska K. (1999) Pollination requirements of eight cultivars of black currant (*Ribes nigrum* L.), *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 74(4), 472-474
- McGregor S.E. (1976) Insect pollination of cultivated crop plants. Washington D.C. Agricultural Research Service
- Szklanowska K., Dąbska B. (1993) The influence of insects pollination on fruit setting of three black currant cultivars (*Ribes nigrum* L.), *Acta Horticulture. The VI International Symposium on Rubus and Ribes*, Skierniewice, 222-229
- Szklanowska K., Denisow B. (1998) Wartość pożytkowa i owocowanie ważniejszych odmian porzeczki czarnej w warunkach Lublina (The melliferous value and fructification of important black currant cultivars in Lublin), *Zeszyty Naukowe AR Kraków*, 333(57), 849-853 (in Polnisch)