

ПРОУЧВАНЕ КОМПОНЕНТИТЕ НА ПРОДУКТИВНОСТТА ПРИ ХИБРИДИ ДРЕБНОПЛОДНИ КРАСТАВИЦИ ЧРЕЗ КОРЕЛАЦИОНЕН И РЕГРЕСИОНЕН АНАЛИЗ

НИКОЛАЙ ВЕЛКОВ

Институт по зеленчукови култури „Марица“, Пловдив

Study Components of Productivity in Small Fruit Cucumber Hybrids Using Correlation and Regression Analysis

N. Velkov

Maritsa Vegetable Crops Research Institute, Plovdiv, Bulgaria

E-mail: velkov_n@abv.bg

Abstract

The interrelations between basic components of productivity of 12 small fruit cucumber hybrids by correlation and regression analysis were studied. It was established strong correlations between the yield and fruit number average per plant ($r = 0.86 - 0.99$). Correlation coefficients between yield and average fruit weight differ significantly that depends on fruit size. The correlation is negative in size of fruits 3 – 6 cm ($r = -0.89$), it is weak in size 6 – 9 cm ($r = -0.01$) and it is positive in size 9 – 12 cm ($r = 0.66$). The traits of fruit length, fruit diameter and seed cavity diameter possess weak influence on yield. It was calculated linear regression equations that expressed influence of studied traits on yield.

Correlation interrelations between yield received during whole vegetation period (total of 30 harvest times) and yield received during the separate harvests were studied. Correlation was weak between total yield and the yield received from first to fourth harvests ($r = 0.43 - 0.59$). It was established strong correlations between total yield and the yields received from fifth and subsequent harvests ($r = 0.66$). It was calculated regression equation that shows relations between total yield and yield received from first to fifth harvests (earliness).

The results contribute for increasing effectiveness of selection for productivity in small fruit cucumber hybrid combinations.

Key words: cucumber, yield, fruits, number, weight, length

Едно от важните направления в селекцията на дребноплодни краставици е насочено към повишаване продуктивността на новите сортове. Известно е, че растенията от краставици могат да образуват три типа цветове: мъжки, женски и хермафродитни. В зависимост от съчетаването на трите типа цветове са възможни седем полови типа, но само монооecious тип на цъфтеж (върху растението се образуват мъжки и женски цветове) и гупеоecious тип на цъфтеж (образуват се само женски цветове) имат най-голямо значение за селекцията. Един от начините за повишаване на продуктивността е да се използва женският тип на цъфтеж, което гарантира образуването на повече плодове. Друг основен начин за повишаване на продуктивността е да се използва хетерозисният ефект на хибридни комбинации. Краставиците имат добре изразен хетерозисен ефект по отношение на силата на растеж на растението, ранозрялостта и добива (Александрова, 1995; Hanchinamani, 2006). Това предопределя хетерозисния метод на селекция като основен при създаването на нови сортове краставици. Днес почти всички сортове са F1 хибриди, получени чрез кръстосването на две инбредни линии. Проявата на хетерозисния ефект зависи от специфичната комбинативна способност на използваните родителски линии. Добивът е количествен признак със слабо наследяване, което затруднява селекционно-подобрителната работа. Един от начините за про-

веждането на отбор е посредством елементите на добива, които имат добра наследяемост и силна корелативна връзка.

При дребноплодните краставици съществува силна положителна корелация между добива и признаците брой плодове на растение, брой междувъзлия на разклонение и процент на женските цветове (Cramer and Wehner, 2000).

Силна положителна корелация е установена между общия брой плодове, средната маса на плода, дължината на плода, диаметъра на плода, броя на разклоненията на стъблото, броя на междувъзлията и дължината на стъблото. Признаците дни до поява на първи мъжки/женски цвят и дни до първа беритба имат отрицателна корелация (Arunkumar et al., 2011).

Добивът корелира положително с признаците стандартен добив, брой плодове, дължина и ширина на плода, средна маса на плода, продължителност на беритбения период и отрицателно – с признаците чувствителност към брашнеста мана, антракноза и ъгловати петна (Kumar et al., 2011).

Установена е положителна корелация между добива и броя на плодовете, средната маса на плодовете, устойчивостта към мана и брашнеста мана (Neykov and Alexandrova, 1995).

Ранозрялостта корелира силно с показателите дни от сеитба до поява на 50% от мъжки/женски цветове, процент на плодовете по централното стъбло,

Таблица 1. Корелационни коефициенти на изследваните признаци в зависимост от фракцията на плодовете
Table 1. Correlation coefficients of studied traits depended on fruit size

Показатели	Добив	Брой плодове	Маса на плода	Дължина	Диаметър	Семенна камера
3 – 6 cm						
Добив	1					
Брой плодове	0,99	1				
Маса	-0,89	-0,92	1			
Дължина	0,50	0,46	-0,24	1		
Диаметър	-0,29	-0,29	0,25	-0,36	1	
Семенна камера	0,10	0,10	-0,01	-0,19	0,55	1
6 – 9 cm						
Добив	1					
Брой плодове	0,86	1				
Маса на плода	-0,01	-0,5	1			
Дължина	-0,18	-0,43	0,53	1		
Диаметър	-0,08	-0,25	0,34	0,85	1	
Семенна камера	-0,23	-0,12	-0,07	-0,01	0,26	1
9 – 12 cm						
Добив	1					
Бр. плодове	0,93	1				
Маса на плода	0,66	0,41	1			
Дължина	0,06	-0,10	0,27	1		
Диаметър	0,16	0,02	0,30	0,92	1	
Семенна камера	0,03	-0,21	0,49	0,66	0,56	1
Стандартна продукция						
Добив	1					
Брой плодове	0,63	1				
Маса на плода	-0,19	-0,88	1			
Дължина	-0,41	-0,48	0,33	1		
Диаметър	-0,50	-0,67	0,51	0,72	1	
Семенна камера	-0,17	-0,45	0,29	-0,07	0,41	1

процент на разклоненията, добива от първите беритби и средната маса на плодовете (Mingan and Hongwen, 1994).

Тези изследвания спомагат за разбирането на определени зависимости между добива и елементите на продуктивността, но самият добив от дребноплодни краставици се образува от различни по големина плодове или фракции с различно качество (3 - 6 cm, 6 - 9 cm, 9 - 12 cm, нестандартни). От друга страна, добивът се получава от многократни беритби през вегетационния период, които достигат 20 – 30 и повече броя. При оценяване продуктивността на хибридни комбинации от важно значение е отборът да се извърши в по-ранни фази от развитието на растението, което би повишило неговата ефективност. Това налага да се изяснят по-подробно корелативните връзки между добива от различните фракции с елементите на продуктивността, тяхната взаимна зависимост и възможността отборът по продуктивност да се извърши в най-ранна фаза.

Целта на настоящото изследване беше да се проучат взаимовръзките на някои основни компоненти на продуктивността при хибриди дребноплодни краставици, да се установи влиянието на тези елементи вър-

Таблица 2. Анализ на варианса между добива и изследваните показатели
Table 2. Analysis of variance between yield and studied traits

Източник на вариране	Сума на квадратите	Степени на свобода df	Варианс	F	Sig.	R ²
3 – 6 cm						
Регресионна	5,540	5	1,108	368,24	0,000	0.997
Остатъчна	0,018	6	0,003			
Обща	5,558	11				
6 – 9 cm						
Регресионна	1,337	5	0,267	149,32	0,000	0.992
Остатъчна	0,011	6	0,002			
Обща	1,348	11				
9 – 12 cm						
Регресионна	3,688	5	0,738	39,169	0,000	0.97
Остатъчна	0,113	6	0,019			
Обща	3,801	11				
Стандартен добив						
Регресионна	7,715	5	1,543	37,040	0,000	0.97
Остатъчна	0,250	6	0,042			
Обща	7,965	11				

$$(1) Y_{(3-6\text{ cm})} = -1.955 + 0.040X_1^{***} + 0.055X_2^{*} + 0.099X_3 + 0.144X_4 - 0.157X_5$$

$$(2) Y_{(6-9\text{ cm})} = -2.373 + 0.094X_1^{***} + 0.052X_2^{***} - 0.078X_3 + 0.189X_4 - 0.166X_5$$

$$(3) Y_{(9-12\text{ cm})} = -2.358 + 0.181X_1^{***} + 0.016X_2^{**} - 0.062X_3 - 0.044X_4 + 0.08X_5$$

$$(4) Y_{(\text{Standard})} = -7.282 + 0.074X_1^{***} + 0.146X_2^{***} - 0.072X_3 + 0.941X_4 - 0.734X_5$$

[Y - yield; X₁ - fruit number per plant; X₂ - fruit weight; X₃ - fruit length; X₄ - fruit diameter; X₅ - diameter of seed cavity].

Таблица 3. Корелационни коефициенти между добивите, формирани през отделните беритби
Table 3. Correlation coefficients between yields formed during separate harvests

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	1,00																														
2	0,88	1,00																													
3	0,76	0,91	1,00																												
4	0,72	0,85	0,98	1,00																											
5	0,66	0,82	0,95	0,96	1,00																										
6	0,73	0,88	0,96	0,97	0,97	1,00																									
7	0,63	0,81	0,92	0,91	0,98	0,95	1,00																								
8	0,60	0,80	0,95	0,97	0,97	0,96	0,94	1,00																							
9	0,60	0,82	0,94	0,97	0,95	0,96	0,92	0,98	1,00																						
10	0,58	0,81	0,93	0,95	0,97	0,95	0,95	0,98	0,99	1,00																					
11	0,56	0,78	0,93	0,96	0,95	0,94	0,92	0,99	0,99	0,99	1,00																				
12	0,55	0,78	0,91	0,94	0,93	0,93	0,89	0,98	0,99	0,98	0,99	1,00																			
13	0,50	0,73	0,88	0,91	0,95	0,92	0,93	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	1,00																		
14	0,54	0,75	0,88	0,91	0,91	0,91	0,87	0,96	0,96	0,95	0,98	0,99	0,98	1,00																	
15	0,58	0,76	0,87	0,92	0,89	0,90	0,84	0,94	0,96	0,94	0,96	0,98	0,96	0,99	1,00																
16	0,55	0,75	0,88	0,91	0,92	0,91	0,88	0,96	0,96	0,96	0,97	0,99	0,98	0,99	0,99	1,00															
17	0,56	0,76	0,88	0,92	0,91	0,90	0,87	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00														
18	0,59	0,76	0,86	0,90	0,89	0,88	0,84	0,93	0,94	0,94	0,95	0,97	0,96	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00													
19	0,56	0,73	0,84	0,88	0,91	0,87	0,88	0,92	0,92	0,94	0,94	0,94	0,96	0,96	0,98	0,98	0,98	0,98	1,00												
20	0,56	0,72	0,84	0,88	0,91	0,87	0,88	0,92	0,92	0,94	0,94	0,95	0,97	0,96	0,96	0,98	0,99	0,98	1,00	1,00											
21	0,58	0,72	0,82	0,87	0,90	0,86	0,88	0,90	0,90	0,92	0,91	0,92	0,95	0,93	0,94	0,96	0,96	0,97	0,99	0,99	1,00										
22	0,58	0,71	0,81	0,85	0,90	0,85	0,88	0,88	0,88	0,90	0,90	0,90	0,93	0,91	0,92	0,95	0,95	0,96	0,99	0,99	1,00	1,00									
23	0,60	0,71	0,80	0,85	0,89	0,86	0,86	0,87	0,87	0,89	0,88	0,89	0,92	0,91	0,92	0,94	0,94	0,96	0,98	0,98	0,99	0,99	1,00								
24	0,61	0,70	0,80	0,84	0,89	0,85	0,87	0,87	0,86	0,88	0,87	0,88	0,91	0,90	0,90	0,93	0,93	0,94	0,98	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00							
25	0,53	0,62	0,74	0,78	0,86	0,80	0,86	0,82	0,81	0,84	0,82	0,82	0,88	0,84	0,84	0,89	0,89	0,89	0,95	0,95	0,97	0,98	0,98	0,99	1,00						
26	0,57	0,64	0,73	0,78	0,84	0,80	0,84	0,81	0,80	0,83	0,81	0,81	0,86	0,84	0,84	0,88	0,88	0,90	0,95	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00					
27	0,56	0,61	0,71	0,76	0,83	0,78	0,83	0,78	0,78	0,81	0,78	0,79	0,84	0,81	0,82	0,86	0,86	0,87	0,93	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00				
28	0,49	0,55	0,65	0,69	0,79	0,72	0,81	0,73	0,71	0,75	0,72	0,72	0,80	0,75	0,74	0,80	0,80	0,81	0,89	0,88	0,91	0,93	0,94	0,95	0,98	0,98	0,99	1,00			
29	0,48	0,51	0,59	0,63	0,72	0,66	0,75	0,66	0,65	0,70	0,65	0,66	0,74	0,69	0,70	0,75	0,75	0,77	0,85	0,84	0,88	0,90	0,92	0,93	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	1,00	
30	0,43	0,47	0,55	0,59	0,70	0,63	0,73	0,63	0,62	0,67	0,62	0,62	0,71	0,65	0,65	0,72	0,71	0,73	0,82	0,81	0,85	0,87	0,89	0,91	0,95	0,95	0,97	0,97	0,98	0,99	1,00

Таблица 4. Анализ на варианса между добива и добива, получен от първите пет беритби (ранозрялост)
Table 4. Analysis of variance between total yield and yield received from first five harvests (earliness)

Източник на вариране	Сума на квадратите	Степени на свобода df	Варианс	F	Sig.	R ²
Регресионна	3912348,114	1	3912348,114	9,655	0,011	0.49
Остатъчна	4052128,468	10	405212,847			
Обща	7964476,583					

$$(5) Y_{(\text{total yield})} = 5233.957 + 2.813X_1^*$$

[Y - yield; X₁ - yield received from first to fifth harvests (earliness)].

ху добива и да се определи най-ранната фаза от развитието на растенията, през която може да се осъществи отборът по продуктивност.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проучването е проведено през периода 2008 – 2010 г. в ИЗК „Марица“, Пловдив. В опита са включени 12 хибридни комбинации дребноплодни краставици. Растенията са отглеждани в стоманено-стъклена оранжерия тип Венло. Сеитбата е извършвана в края на месец март, а разсаждането на постоянно място 35 дни по-късно, по схема 240+80 x 35 cm. Опитът е заложен по блоковия метод с четири повторения от вариант. От всеки вариант са отгледани по 40 растения при размер на опитната парцела 22,4 m².

След настъпване на фаза плододаване всяка седмица са извършвани по три беритби. Набраните плодове са сортирани по размер: 3 - 6 cm, 6 - 9 cm, 9 - 12 cm и над 12 cm (нестандартни) съгласно Наредба № 108 от 12.09.2006 г.

Отчитани са показателите: стандартен добив (kg/m²), брой плодове на едно растение, средна маса на плода (g), дължина на плодовете (cm), ширина на плодовете (cm) и диаметър на семенната камера (cm).

Резултатите са обработени чрез статистическа програма SPSS 12 for Windows. Чрез прилагането на корелационен анализ е установена силата и посоката на изпитваните зависимости и са изведени регресионни уравнения за определяне тяхното въздействие върху добива.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Изчислените корелационни коефициенти показват, че добивът, получен от плодовете с размер 3 - 6 cm се влияе най-силно от показателя брой плодове на растение (r = 0.99). Корелацията между добива и дължината на плодовете е по-слаба (r = 0.50). Много силна, но отрицателна корелация се установи между добива и средната маса на плода (r = -0.89) и между показателите брой плодове на растение и маса на плода (r = -0.92).

При фракция на плодовете 6 - 9 cm се установи, че между добива и броя на плодовете на растение съществува силна корелативна връзка (r = 0.86). За разлика от фракцията 3 - 6 cm не е установена корелативна зависимост между добива и средната маса на плодовете. Положителна корелация се установи между показателите маса на плодовете и дължина на плодовете (r = 0.53), диаметър и дължина на плодовете (r = 0.85). И при тази фракция,

както при предходната се установи отрицателна корелация между показателите брой плодове на растение и маса на плода (r = -0.50).

При фракция на плодовете 9 - 12 cm се установи, че добивът има положителна корелация с показателите брой плодове на растение (r = 0.93) и маса на плодовете (r = 0.66). Силна положителна корелация се установи между показателите дължина и диаметър на плода (r = 0.92) и дължина на плода и диаметър на семенната камера (r = 0.66).

Изчислените корелационни коефициенти на стандартната продукция, която обединява всички фракции показват, че най-силно влияние върху добива оказва признакът брой плодове на растение (r = 0.63). Отрицателни зависимости се установиха между показателите брой плодове на растение и маса на плода (r = -0.88), брой плодове на растение и дължина на плода (r = -0.48), брой плодове на растение и диаметър на плода (r = -0.67). Силна положителна корелация се установи между показателите дължина и диаметър на плодовете (r = 0.72).

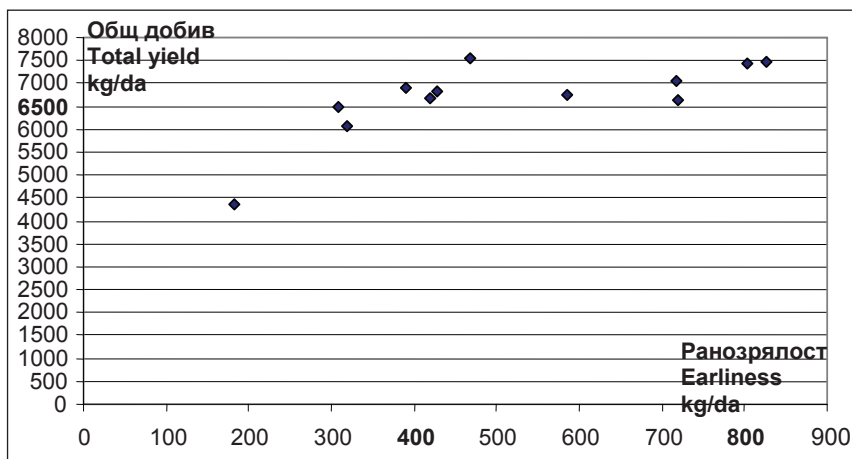
Резултатите показват, че корелативните връзки между добива и някои от изследваните показатели се променят в зависимост от фракцията на плодовете. Тези резултати ни дават основание да твърдим, че отборът по продуктивност трябва да се извършва комплексно, като се отчита добивът от отделните фракции плодове.

Получените резултати кореспондират с установеното от други автори. Според Arunkumar et al. (2011) и Kumar et al. (2011) корелацията е най-силна между добива и броя плодове на растение. При някои изследвания се установява положителна корелация между добива и масата на плодовете (Shetty and Whener, 2002). От нашето проучване се установи, че корелацията между добива и масата на плодовете е в зависимост от фракцията плодове: при 3 - 6 cm тя е отрицателна, при 6 - 9 cm липсва и при 9 - 12 cm е положителна.

От друга страна, броят на плодовете е много постоянен признак отколкото масата на плодовете (Wehner, 1989). Броят на плодовете има по-висока наследяемост спрямо масата на плодовете, но броят на плодовете силно корелира с масата на плодовете (Smith et al., 1978).

От това следва, че признакът среден брой плодове на растение може да има определящо значение при извършване на отбора по продуктивност.

За да определим влиянието на изследваните елементи на продуктивността върху добива проведохме регресионен анализ в зависимост от фрак-



Фиг. 1. Зависимост между ранозрялостта и общия добив
Fig. 1. Relations between earliness and total yield

цията на плодовете. Резултатите показват, че добивът по отношение на проучваните количествени показатели е значителен и достоверен (табл. 2).

След обработка на данните се получиха следните регресионни модели (1, 2, 3 и 4). Приложеният анализ показва, че върху формирането на добива при фракция 3 - 6 см най-силно влияние оказва дължината на плода. Доказано, но по-слабо е влиянието на показателите брой плодове на растение и средната маса на плода. При увеличаване с единица бройка добивът ще се повиши с 0,040 kg, а при увеличаване на средната маса на плода от тази фракция добивът ще се увеличи с 0,055 kg.

Върху добива, получен от фракция 6 - 9 см доказано влияние оказват показателите брой плодове на растение и средната маса на плода. При увеличение на броя на плодовете с единица добивът ще се увеличи с 0,094 kg, а при увеличаване средната маса с единица добивът ще се повиши с 0,052 kg. Показателите дължина на плода и диаметър на семенната камера имат отрицателно влияние върху добива.

Добивът, получен от фракцията 9 - 12 см се влияе значително от показателите брой плодове на растение и средната маса на плода. При тази фракция отрицателно значение на регресионните коефициенти получиха показателите дължина ($R = -0.062$) и диаметър на плода ($R = -0.044$).

Като цяло стандартната продукция от дребноплодни краставици се влияе значително от първите два фактора: брой плодове на растение и средната маса на плода.

Коефициентът на детерминация R^2 е използван като критична стойност при оценка на изведените регресионни уравнения. Коефициентът на детерминация има много високи стойности и при четирите изведени уравнения ($R^2 = 0.97 - 0.997$) (табл. 2).

Друг важен момент от селекцията на дребноплодни краставици е да се установи най-ранната фаза, през която може да се преценят най-добивните комбинации. На табл. 3 са отразени корелационните коефициенти, получени при сравняване добивите от 30 беритби. От първата до четвъртата

беритба стойностите на корелационните коефициенти варират от 0.43 до 0.59. Резултатите показват, че високи корелационни коефициенти ($r = 0.66$) се получават след петата беритба. На петата беритба се отчита ранозрялостта на хибридите. Следователно петата беритба и последващите могат да послужат като критерий за най-ранно пресяване на изпитваните материали.

За да се опише зависимостта на добива от първите пет беритби (ранозрялост) и общия добив е изведено регресионно уравнение (5). Регресионното уравнение е достоверно при ниво на значимост $P = 0.05$, а коефициентът на детерминация е висок $R^2 = 0.49$ (табл. 4). На фиг. 1 е отразена зависимостта на добива, получен от първите пет беритби (ранозрялост) и общия добив. Резултатите показват, че хибриди, които натрупват добив от 400 до 800 kg/da през първите пет беритби, потенциално биха дали високи добиви над 6500 kg/da в края на вегетацията.

ИЗВОДИ

Средният брой плодове на растение корелира най-силно с добива.

Средната маса на плодовете има определящо значение за формирането на добива, но е в зависимост от фракцията на плодовете (3 - 6 см, 6 - 9 см, 9 - 12 см).

Добивът от дребноплодни краставици се влияе най-силно от броя плодове на растение и средната маса на плода.

Отборът по продуктивност може да се извърши най-рано след петата беритба.

Получените регресионни уравнения допринасят за по-ефективно изпълнение на селекционна програма по продуктивност на хибриди дребноплодни краставици.

ЛИТЕРАТУРА

Александрова, М. 1995. Принос в хетерозисната селекция и хибридното семепроизводство при краставицата (*Cucumis sativus* L.). Хабилюационен труд. Пловдив, 313 с.

Наредба № 108 от 12.09.2006 г. за изискванията за качество и контрола за съответствие на пресни плодове и зеленчуци издадена от министъра на земеделието и горите, обн. ДВ, бр. 84 от 17.10.2006 г. Приложение № 2 към чл. 8. А-12. Изисквания за качество на краставици.

Hanchinamani, C. N. 2006. Genetic variability, divergence, heterosis and combine ability studies in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Ph. D. Thesis. University of Agricultural Sciences, Dharwad, Karnataka, India, p. 131

Cramer, C. S. and T. Wehner. 2000. Path analysis of the correlation between fruit number and plant traits of cucumber populations. *HortScience*, 35 (4): 708-711

Arunkumar, K. H., V. Ramanjinappa and A. Hugar. 2011. Association of yield and yield components in F2 population of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Archives*, Vol. 11, No. 1, p. 457-459

Kumar, S., R. Kumar, R. K. Gupta, R. Sephia. 2011. Studies on correlation and path-coefficient analysis for yield

and its contributing traits in cucumber. *Crop Improvement*, Vol. 38, 1, p. 18-23.

Mingan, Y., C. Hongwen. 1994. Analysis of component traits for early yield in cucumber. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 17: 27-29

Neykov, S., M. Alexandrova. 1995. Correlation between some quantitative characters of salad cucumber cultivars. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 1, 275-278

Shetty, N. S. and T. C. Whener. 2002. Estimation of fruit grade weights based of fruit number and total fruit weight in cucumber. *HortScience*, 37(7): 1117-1121

Smith, O. S., R. L. Lower, R. H. Moll. 1978. Estimates of heritabilities and variance components in pickling cucumbers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 103: 222-225

Wehner, T. C. 1989. Breeding for improved yield in cucumber. *Plant Breed. Rev.* (Ed.) J. Janick. Vol. 9: 323-359