

Емилия Начева, Тенчо Чолаков

## **ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА И ЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ НА ЭЛЕМЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ В СЕЛЕКЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ КАРТОФЕЛЯ**

В Институте овощных культур г. Пловдива (Болгария) проведены исследования изменчивости элементов продуктивности ранних и среднеранних сортов и линий картофеля под влиянием генотипных различий культуры и метеорологических условий в период вегетации. Получены количественные показатели элементов продуктивности в селекционном материале картофеля. Установление зависимости элементов продуктивности от генотипа растений и агрометеорологических условий.

### **Введение**

Продуктивность картофеля является комплексным количественным показателем, определяемым большим числом генов, каждый из которых имеет относительно слабое влияние и находится под сильным воздействием факторов внешней среды [6]. К основным элементам продуктивности относятся: количество клубней на одном стебле растения, средняя масса клубней и общая масса клубней одного растения [4]. Отбор и оценка продуктивности линий и сортов картофеля производится при таком взаимном сочетании указанных выше элементов, которое обеспечивает максимальный урожай высококачественной продукции с единицы площади [3].

По данным Росса [2], количество клубней в одном гнезде генетически связано с числом стеблей, на каждом из которых формируются от 2 до 5 клубней. Масса клубней также определяется генами [1], однако в этом случае она в меньшей степени зависит от факторов внешней среды, поэтому и является более надежным показателем продуктивности в процессе селекции.

Целью настоящего исследования является оценка элементов продуктивности в селекционном материале картофеля, а также

установление их зависимости от генотипа растений и условий среды для изучаемых сортов и линий.

### **Материалы и методы**

Эксперимент проводился на экспериментальной базе Института овощных культур (г. Пловдив) на протяжении 1999-2001 гг. на двенадцати сортах и селекционных линиях картофеля. Они охватывают две группы спелости – раннюю (ML 77.71/1, I 75.127/125, II 78/1188, III 72.206/9, Павлин, Конкорде (в качестве контрольного)) и среднераннюю (III 77.273/6, I 79.318/278, I 79.418/119, I 80.318/125, III 80.743/15 и Санте (контрольный)). Опытный материал закладывался блоковым способом в двух повторностях, в каждом из блоков помещалось по 100 растений. Площадь каждой повторности – 18 м<sup>2</sup>. Клубни высаживали в грунт в первой декаде марта по схеме 75×24 см. Опыты проводились по стандартной для нашей страны технологии выращивания раннего картофеля.

В период вегетации определялось число стеблей, а при уборке учитывались такие элементы продуктивности, как число клубней на одном стебле, средняя масса одного стандартного клубня, общее количество и масса клубней в гнезде (стандартных и нестандартных).

Результаты биометрических исследований были подвергнуты двухфакторному дисперсионному анализу [5].

### **Результаты и обсуждение**

В период проведения экспериментов в динамике метеорологических элементов наблюдались значительные отклонения от их средних многолетних значений (рис.1). Общим признаком в годы проведения экспериментов являлось то, что вегетация картофеля начиналась при температуре воздуха выше нормы. Ближе к климатологической норме были условия вегетации в 1999 и 2001 годах. Наибольшие отклонения наблюдались в 2000 году, когда значения средней декадной температуры воздуха, начиная с апреля по июнь, были выше средних многолетних на 0,9-3,3°С. Месячный дефицит осадков за весь рассматриваемый период варьировал от 21 (апрель) до 71% (май) нормы.

Обработанные методами математической статистики биометрические результаты экспериментов приведены в табл. 1.

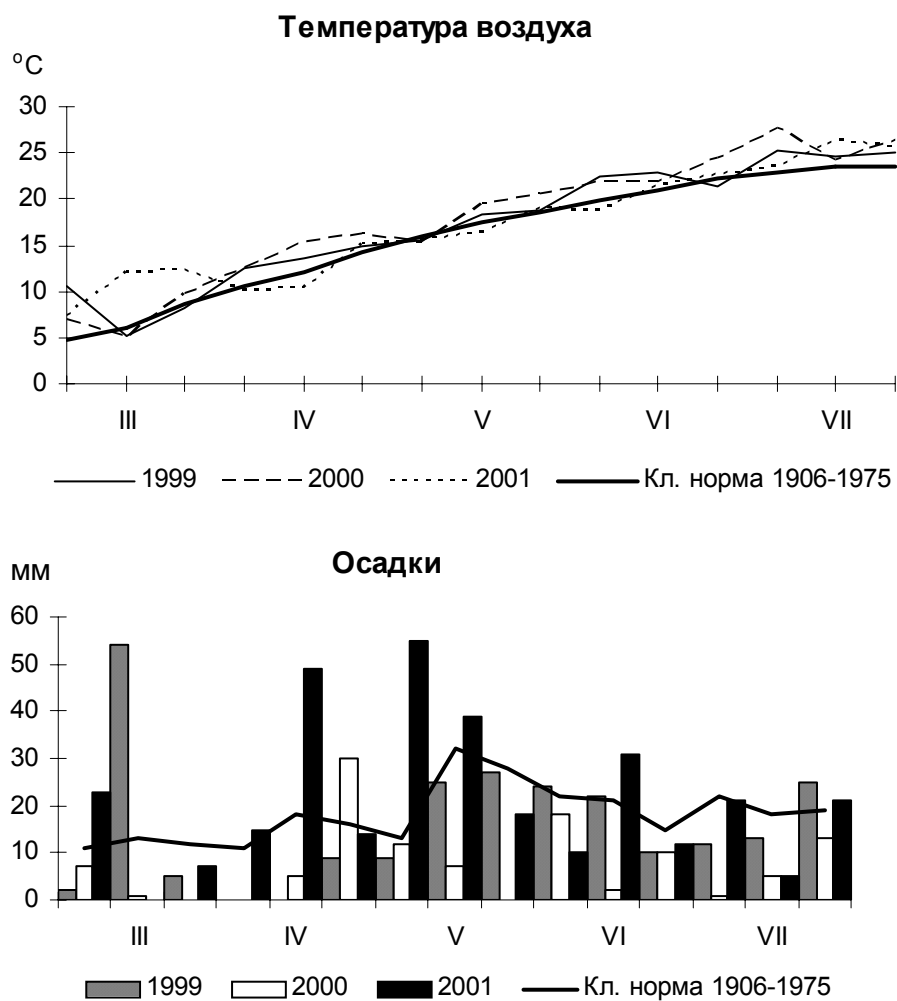


Рис. 1. Динамика метеорологических величин на протяжении вегетационного периода

Из данных табл. 1 видно, что в ранней группе спелости среднее количество стеблей на одном растении составляет 3,62. Этот показатель продуктивности изменялся от 2,7 (ML 77.71/1) до 4,8 (II 78/1188) стеблей. Среднеспелые линии картофеля отличаются большим количеством стеблей (4,7), по сравнению с ранними. Наибольшие значения (5,9 и 5,3) установлены в линиях I 80.318/125 и III 77.273/6. Наиболее слабое варьирование между двумя группами спелости относится к количеству клубней, сформировавшихся на одном стебле. Средние значения этого элемента продуктивности в исследуемом селекционном материале находятся в пределах от 2,1 (III 72.206/9) до 4,2 (I 79.318/278) клубней на одном стебле.

Таблица 1

Элементы продуктивности картофеля ранней и среднеранней групп спелости

Сорт/линия	Количество стеблей	Количество клубней на одном стебле	Количество клубней в одном гнезде			Масса одного стандартного клубня, г
			общее	стандартных	нестандартных	
<b>Ранняя группа х±σ</b>						
ML 77.71/1	2.7±0.30	3.6±0.37	9.7±1.66	7.2±1.14	2.5±0.45	79.8±17.1
I 75.127/125	3.1±0.29	3.3±0.30	10.2±1.41	7.6±1.03	2.6±0.47	71.6±11.4
II 78/1188	4.8±0.75	2.3±0.28	11.0±2.21	8.1±1.65	2.9±0.78	68.4±18.4
III 72.206/9	4.0±0.72	2.1±0.41	8.4±2.01	6.9±1.24	1.5±0.33	96.2±28.8
Павлин	3.6±0.54	3.1±0.45	11.2±2.61	7.1±1.08	4.1±0.85	62.3±15.9
Конкорде	3.5±0.64	2.9±0.46	10.2±3.36	7.9±2.29	2.3±0.94	82.5±30.5
<b>Среднее значение</b>	<b>3.62±0.54</b>	<b>2.88±0.38</b>	<b>10.12±2.2</b>	<b>7.47±1.41</b>	<b>2.65±0.64</b>	<b>76.8±20.3</b>
<b>Среднеранняя группа х±σ</b>						
III 77.273/6	5.3±0.73	2.2±0.33	11.7±2.74	7.4±1.35	4.3±1.29	75.9±18.9
I 79.318/278	3.2±0.64	4.2±0.93	13.4±3.99	12.1±2.77	1.4±0.33	59.8±10.2
I 79.418/119	4.8±1.02	3.0±0.63	14.4±4.42	10.5±2.73	3.9±1.68	56.4±12.8
I 80.318/125	5.9±0.71	2.3±0.36	13.6±2.07	10.1±1.84	3.5±0.80	65.1±19.5
III 80.743/15	4.6±0.65	2.7±0.46	12.4±2.58	9.7±1.51	2.7±0.71	79.1±16.1
Санте	4.1±0.76	3.20±0.73	13.1±4.59	9.9±2.81	3.2±1.29	68.4±23.1
<b>Среднее значение</b>	<b>4.70±0.75</b>	<b>2.93±0.57</b>	<b>13.1±3.39</b>	<b>9.93±2.17</b>	<b>3.17±1.02</b>	<b>67.4±16.8</b>
Разница между средними значениями для двух групп	1.08	0.05	2.98	2.46	0.52	9.35

Линии с большим количеством клубней на одном стебле (I 79.318/278, ML 77.71/1, I 75 1278125) отличаются малым числом стеблей на одном растении, что указывает на отрицательную связь между этими элементами продуктивности. Различное сочетание последних определяет и уровни варьирования общего количества клубней в одном гнезде. Например, для ранней группы этот показатель имеет значения от 8,4 (III 72 206/9) до 11,2 (сорт Павлин), а для среднеспелой – соответственно 11,7 (III 77.273/6) и 14,4 (I 79.418/119) общего количества клубней.

Анализ экспериментальных данных показывает, что растения среднеспелой группы образуют в каждом гнезде в среднем на 3 клубня больше, чем раннеспелой. Эта тенденция сохраняется и в отношении стандартных клубней. Их среднее количество для раннеспелых сортов составляет 7,47, для среднеспелых – 9,93. Наибольшее количество

клубней отмечено в первой группе (линия II 78/1188). Количество стандартных клубней среднеспелых линий и сортов несколько выше – 12,1 (I 79.318/278), 10,5 (I 79.418/119), 10,1 (I 80.318/125). Однако их средняя масса меньше. Разница массы одного стандартного клубня между двумя группами достигает 10 г. Таким образом, селекционный материал раннеспелой группы формирует меньшее число клубней, но их средняя масса больше. В результате анализа различных комбинаций между указанными элементами выявлена существенная изменчивость продуктивности (г/гнездо) как между самыми линиями и сортами, так и по годам (рис.2).

Из ранней группы наиболее высоким стандартным весом клубней одного гнезда отличаются линии III 72.206/9 и Конкорде. В 1999 году они достигали максимальных значений этого показателя (815 и 814 г). Аналогичная тенденция обнаруживается и для остального селекционного материала этой группы за исключением сорта Павлин.

Повышение температур воздуха и четко выраженный дефицит атмосферных осадков в 2000 году снизили продуктивность растений. Ее границы варьирования сузились от 390 г (Павлин) до 690 г (Конкорде). Максимальное снижение веса клубней отмечено для линии III 72.206/9 (с 815 до 495 г). Среди остальных линий разница в стандартной продуктивности в первые два года эксперимента находилась в пределах 22-222 г. Надо отметить, что в удовлетворительном по степени благоприятности 2001 году, диапазон фенотипной изменчивости между селекционными материалами составлял 450-681 г и ранжирование испытываемых линий и сортов было сходным с 1999 годом. Только у Конкорде (контрольный сорт) замечено тенденциозное уменьшение продуктивности (814, 690, 450 г) в течение экспериментального периода, что объясняется его сильной восприимчивостью к вирусным заболеваниям.

Из среднеранней группы картофеля в 1999 г. максимальный стандартный вес клубней отмечался у линий I 79.318/278 (908 г) и III 80.743/15 (805 г). В остальных случаях продуктивность варьировала от 599 г (I 80.318/125) до 732 г (Санте).

В связи с неблагоприятными метеорологическими условиями в 2000 году наблюдалось снижение продуктивности у сортов и линий среднеранней группы. У некоторых линий реакция на изменение погодных условий была выражена особенно четко. Размах варьирования для линии I 79.318/278 составлял 908-339 г, что указывает на тесную

связь между продуктивным потенциалом этого сорта и колебаниями погодных условий.

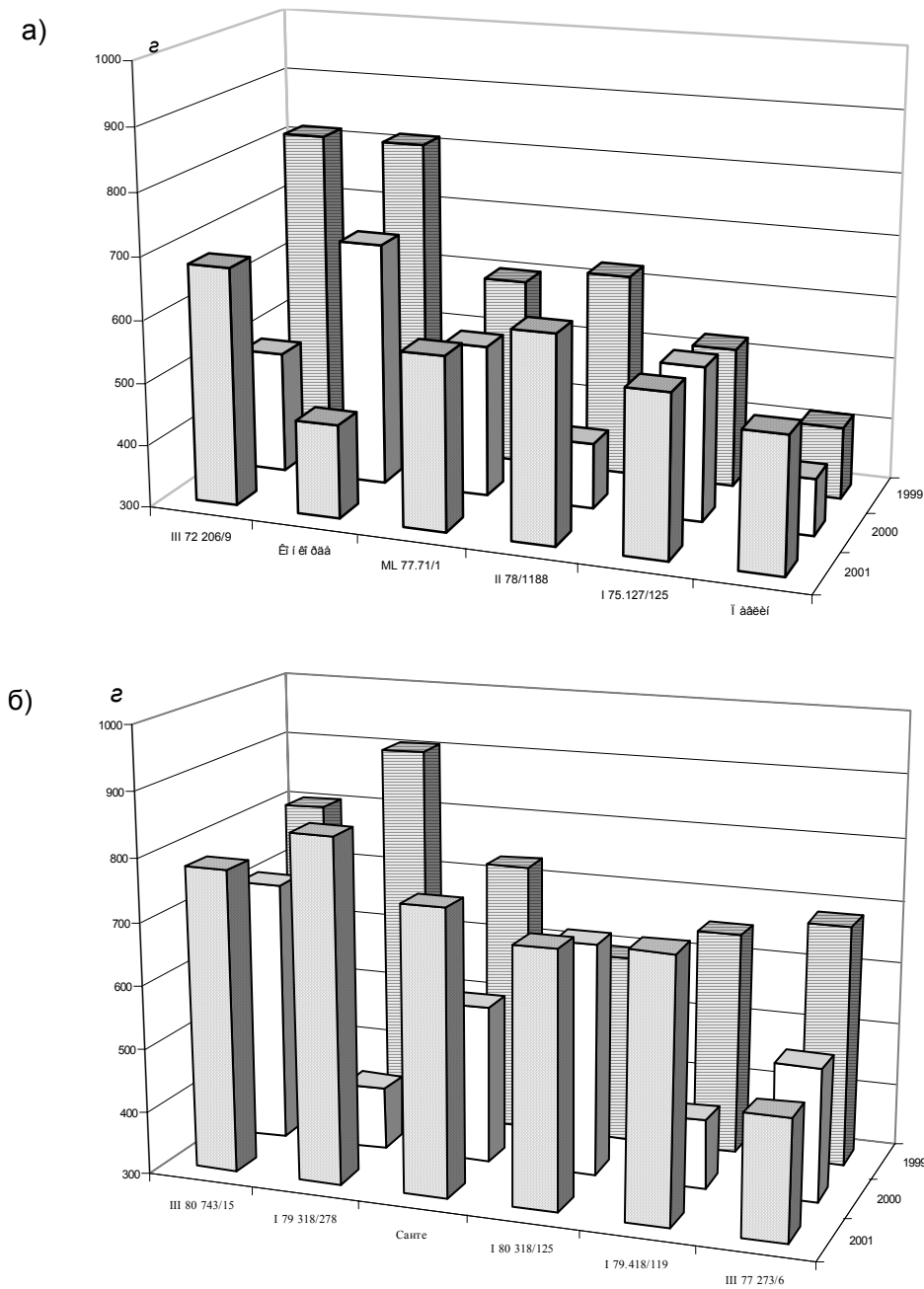


Рис. 2. Межгодовая динамика продуктивности (г/гнездо) ранних (а) и среднеранних (б) линий и сортов картофеля

Самый большой адаптивный потенциал к метеорологическим условиям отмечен у линии III 80.743/15, для которой варьирование показателя продуктивности одного гнезда на протяжении всего экспериментального периода не превышало 900 г (805, 716, 780).

Основные статистические характеристики данных исследований фенотипной изменчивости продуктивности картофеля приведены в табл.2.

Таблица 2

Границы фенотипной изменчивости продуктивности (г/гнездо) у линий и сортов картофеля ранней и среднеранней групп

Сорт/линия	Продуктивность (г/гнездо)	Коэффициент вариации ( $C_v$ ,%)	Среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ )	Минимум продуктивности			Максимум продуктивности				
				фактический	теоретический		фактический	теоретический			
					$x-\sigma$	$x-2\sigma$		$x-\sigma$	$x+\sigma$	$x+2\sigma$	$x+3\sigma$
<b>Ранняя группа</b>											
ML 77.71/1	574	17,5	100,5	396	473,5	373,0	272,5	692	674,5	775,0	875,5
I75.127/125	544	14,1	76,7	417	497,3	420,6	343,9	753	620,7	697,4	774,1
II 78/1188	554	23,4	129,9	405	424,7	295,4	166,1	780	683,9	813,8	943,7
III 72.206/9	668	28,9	193,1	374	474,9	281,8	88,7	1098	861,1	1054,2	1247,3
Павлин	442	20,2	89,2	206	352,8	263,6	174,4	657	531,2	620,4	709,6
Конкорде	651	30,0	195,3	275	455,7	260,4	65,1	874	846,3	1041,6	1236,9
<b>Среднее значение</b>	<b>572,2</b>	<b>22,4</b>	<b>128,2</b>	<b>345,5</b>	<b>444,0</b>	<b>315,8</b>	<b>187,6</b>	<b>809,0</b>	<b>700,4</b>	<b>828,6</b>	<b>956,8</b>
<b>Среднеранняя группа</b>											
III 77.273/6	561	23,8	133,5	354	427,5	294,0	160,5	843	694,5	825,0	961,5
I79.318/278	717	33,0	236,0	372	481,0	245,0	9,0	984	953,0	1189,0	1425,0
I79.418/119	592	35,1	208,8	271	383,2	174,4	0,0	825	800,8	1009,6	1218,4
I80.318/125	657	18,3	120,3	349	536,7	416,4	296,1	892	777,3	897,6	1117,9
III80.743/15	778	23,9	186,0	426	592,0	406,0	220,0	993	964,0	1150,0	1336,0
Санте	677	26,5	176,7	403	490,3	313,6	136,9	949	853,7	1030,4	1207,1
<b>Среднее значение</b>	<b>663,7</b>	<b>26,7</b>	<b>177,2</b>	<b>362,5</b>	<b>486,5</b>	<b>309,3</b>	<b>132,1</b>	<b>914,3</b>	<b>840,9</b>	<b>1018,1</b>	<b>1195,4</b>

Для ранней группы среднее значение фенотипной изменчивости составляет 572,2 г, а фактические минимум и максимум приближаются к теоретически возможным в интервале значений  $x \pm 2\sigma$ . Следовательно, экологический потенциал ранней группы позволяет увеличить продуктивность одного гнезда до 956 г. Самое большое варьирование фенотипной изменчивости наблюдается для линии III 72.206/9. В этом случае фактический минимум доходит до теоретически возможного в области  $x-2\sigma$ , а максимум существенно не отличается от теоретического в интервале  $x+3\sigma$ . Наименьшее экологическое варьирование характерно для линии I 75.127/125 ( $C_v=14,1\%$ ). Коэффициенты вариации остальных линий и сортов находятся в пределах 17,5 (ML77.71/1) – 30,0% (Конкорде).

Биометрические показатели в среднеранней группе картофеля указывают на более высокую изменчивость продуктивности ( $C_v=18,3-35,1\%$ ). В этой группе выделяется линия I 79.318/278, максимальная фактическая продуктивность которой (984 г) намного ниже теоретической (1425 г). Это указывает на то, что ее биологический потенциал позволяет при лучшем сочетании факторов среды увеличить стандартный урожай.

Наблюдаемые фенотипные различия селекционного материала предполагают существование генетически обусловленного разнообразия, которое предоставляет возможность для отбора новых форм. Доказательством этого являются результаты, полученные путем дисперсионного анализа элементов продуктивности сортов и линий картофеля (табл. 3).

Таблица 3

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа признаков продуктивности картофеля разных групп спелости

Фактор изменчивости	Количество стеблей	Количество клубней на одном стебле	Количество клубней в одном гнезде			Масса одного стандартного клубня	Масса клубней одного гнезда		
			стандартных	нестандартных	общее		стандартных	нестандартных	общая
<b>Ранняя группа</b>									
Метеорологические условия за год	0.21	0.04	0.13	0.08	6.68	27.8	51027.6***	159.2	17758.6
Генотип	3.03***	2.03***	1.47	3.19**	7.25*	872.9***	39634.4***	1208.4***	19600.4*
Метеорологические условия за год и генотип	0.84***	0.16	2.16*	2.19	4.50*	143.3	22784.2***	1397.9***	41179.3***
Случайные отклонения	0.06	0.07	0.87	0.59	2.29	103.4	3506.2	157.3	7066.1
<b>Среднеранняя группа</b>									
Метеорологические условия за год	0.80*	0.44	2.34	1.95**	3.99*	43.4	58376.3*	353.7	7218.9
Генотип	6.22***	3.21***	13.81***	6.24***	5.38**	476.8***	35966.1*	3616.2***	23969.1*
Метеорологические условия за год и генотип	0.86**	1.16**	13.78***	1.83***	10.93***	118.1**	40039.8*	1234.5**	21352.8
Случайные отклонения	0.16	0.23	0.94	0.26	0.92	25.6	12436.8	244.5	9877.8

\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$

Анализ изменчивости значений и сопоставление результатов оценки дисперсий основных элементов продуктивности – количества стеблей одного растения, количества клубней на одном стебле и средней массы

одного стандартного клубня позволяют сделать вывод о том, что эти показатели зависят, прежде всего, от наследственного потенциала исследуемых сортов и линий. Степень проявления остальных признаков, таких как количество и масса клубней в одном гнезде (стандартных и нестандартных), в большей степени находится под влиянием взаимодействия между генотипом и факторами внешней среды.

Метеорологические условия за вегетационный период оказывают существенное влияние (табл. 3) только на некоторые из исследуемых элементов, такие как стандартная масса клубней в одном гнезде (в обеих группах спелости), количество стеблей на одном растении, общее и нестандартное количество клубней в одном гнезде у среднеспелых линий картофеля.

### **Выводы**

У картофеля ранней и среднеспелой групп наблюдается значительное фенотипное разнообразие элементов продуктивности. Максимальное количество стеблей на одном растении отмечается для линий I 80.318/125 (5.9) и III 77.273/6 (5.3), а наибольшая масса стандартного клубня - для линии III 72.206/9 (96.2) и сорта Конкорде (82.5).

У ранней группы отмечена самая высокая продуктивность (г/гнездо) для линии III 72.206/9 (688 г). Этот же показатель для среднеранней группы имеет максимальные значения для линии III 80.743/15 (798 г) и I 79.318/278 (717 г).

Фенотипная изменчивость основных элементов продуктивности (количество стеблей на одном растении, количество клубней на одном стебле и масса одного стандартного клубня) определяется, прежде всего, генотипными различиями между исследованными линиями и сортами. В отличие от них, варьирование остальных признаков – количества и массы клубней в одном гнезде, определяется, в большой степени, взаимодействием генотипа с факторами внешней среды.

Погодные условия (агрометеорологический характер года) оказывают существенное влияние на следующие показатели: стандартная масса клубней в одном гнезде (в обеих группах спелости), количество стеблей на одном растении, общее и нестандартное количество клубней в одном гнезде среднеспелых линий картофеля.

\* \*

*В Інституті овочевих культур (м. Пловдив, Болгарія) проведено дослідження мінливості основних елементів продуктивності ранніх і середньоранніх сортів і ліній картоплі за особливостей впливу генотипних відмінностей культури і метеорологічних умов у період вегетації. Отримано кількісні показники елементів продуктивності у селекційному матеріалі картоплі. Встановлено залежності елементів продуктивності від генотипу рослин і агрометеорологічних умов.*

\* \*

1. *Howard, H.* The production of new varieties. In: P. Harris (ed.): The potato crop, London: Chapman & Hall, 1978. – P. 607-646.
2. *Ross, H.* Potato breeding - problems and perspectives. Advanced in plant breeding. Supplements to Journal of plant breeding. Verlag Paul Parey, Berlin and Hamburg, 1986. – 132 p.
3. *Tarn T., Tai G.* Tuberosum x Tuberosum and Tuberosum x Andigena potato hybrids: comparisons of families and parents and breeding strategies for Andigena potatoes in long day temperature environments. Theor. Appl. Genet. 45, 1983. – P. 150-156.
4. *Zrust J., M. Juzl, J Heusek, V. Prichystalova* Some of yield forming components of very early potato varieties. Vedecke prace, Vyzkumny ustav bramborarsky. Havlickuv Brod 13, 1999. – P. 133-146.
5. *Лакін Г.* Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 365 с.
6. *Яшина И.* Наследование морфологических и хозяйственно-биологических признаков. Картофель.– М., 1970. – С. 63-72.

*Институт овощных культур, Пловдив, Болгария*