

**ВЛИЯНИЕ ГОМО- И ГЕТЕРОЗИГОТНОГО СОСТОЯНИЯ МУТАНТНЫХ ГЕНОВ  
RIN, NOR и ALC, РЕГУЛИРУЮЩИХ ПРОЦЕССЫ СОЗРЕВАНИЯ ПЛОДОВ  
ТОМАТОВ, НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФАЗ РАЗВИТИЯ  
(*Lycopersicon esculentum M.*)**

*Лилия ЦЭРАНУ*

*Институт генетики и физиологии растений Академии наук Молдовы*

În articol sunt prezentate rezultatele studiului focusat pe cercetarea influenței genelor mutante *rin*, *nor* și *alc*, în stare homo- și heterozigotă, asupra variabilității fazelor fenologice de dezvoltare la tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*). În comparație cu soiurile obișnuite, starea heterozigotă după genele *nor*, *rin* și *alc* a indus la plantele mutante prelungirea perioadei de vegetație cu 9-11 zile (*nor*), 3-6 zile (*rin*) și 8-10 zile (*alc*). Perioada de maturizare în masă a fructelor și cea de colectare a recoltei au fost transferate pentru termene mai târzii (octombrie-noiembrie). Analiza dispersională trifactorială privind studierea efectului influenței genotipurilor maternelor, paternelor, a condițiilor climaterice ale anului și a interacțiunii lor asupra fazelor fenologice de dezvoltare a hibridilor F<sub>1</sub>, heterozigoți, după genele *rin*, *nor* și *alc*, au arătat că condițiile climaterice ale anului influențează cel mai mult variabilitatea acestui caracter (82,30%). Ponderele genotipului matern reprezintă 8,59%, iar influența combinată a genotipului patern și a condițiilor climaterice ale anului este de 3,88%. În comparație cu soiurile obișnuite, starea heterozigotă după genele *nor* și *alc* a indus la plantele mutante întârzierea maturizării fructelor cu 2-13 zile și cu 9 zile, ceea ce induce reducerea productivității timpurii la tomate. Cea mai mare influență asupra variabilității caracterului respectiv au avut-o condițiile climaterice ale anului (42,28%) și interacțiunea genotipului matern și patern (24,09%); ponderea influenței genotipului matern a reprezentat 15,20%, iar cea a genotipului patern 12,29%.

The paper presents the results of a research on studying the influence of mutant genes *rin*, *nor* and *alc* in homo- and heterozygote states on the variability of phenological phases at tomato (*Lycopersicon esculentum Mill.*). In comparison with the normal sorts, the heterozygote state after the mutant genes *nor*, *rin* and *alc* has induced the prolongation of the vegetation period with 9-11 days (*nor*), 3-6 days (*rin*), 8-10 days (*alc*). The fruit maturation and the yielding periods moved to later terms (October-November). The three factorial ANOVA/MANOVA analysis of the influence of maternal, paternal, climacteric conditions of the year and their interaction on the phenological phases of development of F<sub>1</sub> hybrids, heterozygote after the *rin*, *nor* and *alc*, revealed that the climatic conditions of the year have influenced significantly the variability of this character (82.30%), while the influence of maternal genotype was 8.59%; the combined influence of paternal genotype and climacteric conditions of the year was 3.88%. In comparison with normal sorts, the heterozygote state after the mutant genes *nor* and *alc* has induced delaying of the maturation period with 2-13 days and 9 days, this fact has reduced the precocious yielding. The climacteric conditions of the year revealed the most significant influence on this character (42.28%), while the interaction of the maternal and paternal genotypes represented only 24.09%; the influence of maternal genotype on this character represents 15.20% and that of paternal genotype 12.29%.

В современных условиях, когда все более острой становится проблема снижения энергозатрат в сельском хозяйстве и обеспечения природоохранных технологий, усиливается влияние рыночной конъюнктуры на селекцию растений, возникла необходимость адресного создания сортов, адаптированных к требованиям специализированных крупных, а также небольших фермерских хозяйств, удовлетворяющих требованиям заказчиков к конечным продуктам по поводу их хранения, переработки и маркетинга. Использование полудоминантных генов *rin*, *nor* и *alc*, регулирующих процессы созревания плодов, является новым направлением селекции томатов в Молдове [1-3]. В гетерозиготном состоянии эти гены способствуют снижению уровня дыхания, синтеза этилена, *pH* и активности полигалактуроназы, что обеспечивает замедление процесса созревания и размягчения уже зрелых плодов, а также улучшает их лежкость и транспортабельность [4-13]. Кроме того, указанные сорта и гибриды вследствие более медленного созревания плодов вступают в массовое плодоношение на 6 – 9 дней позднее, чем обычные, что вызывает заметный сдвиг в динамике урожая на более поздние сроки и способствует увеличению выхода продукции во внесезонное время (октябрь – ноябрь). Их можно использовать также для открытого грунта как позднеспелые.

Целью наших исследований было изучение влияния гомо- и гетерозиготного состояния мутантных генов, регулирующих процессы созревания и длительность хранения плодов томатов, на изменчивость фенологических фаз развития (*Lycopersicon esculentum* M.).

### Материалы и методы

Для исследования влияния гомо- и гетерозиготного состояния мутантных генов *rin*, *nor*, *alc*, регулирующих процессы созревания и лежкость плодов томатов, в 1996 году проведена гибридизация методом топкросса высокопродуктивных сортов промышленного типа ♀ *Баллада*, *Корона*, *Нарвик* с линиями, содержащими гены *rin*, *nor*, *alc* в гомозиготном состоянии: ♂ *rin* 12970, *GCR* 946 *nor*, *Cornell* 111 *alc*. В условиях открытого грунта (2000, 2004 гг.) изучали характер изменчивости фенологических фаз развития (вегетационный период, всходы-цветение, цветение-созревание) у родительских линий и гибридов  $F_1$  с генами *rin*, *nor*, *alc* в гетерозиготном состоянии, используя схему посадки блоками: родительские формы, гибриды  $F_1$ . Исходные данные статистически обрабатывали трехфакторным дисперсионным анализом [14] с помощью пакета прикладных программ STATGRAPHICS Plus 2.1.

### Результаты и обсуждение

Результаты наших исследований показали, что климатические условия года оказывали существенное влияние на продолжительность вегетационного периода. Все изученные нами генотипы, гомо- и гетерозиготные по гену *nor*, *rin*, *alc*, в климатических условиях 2000 года отличались большей длительностью вегетационного периода, а в менее благоприятных условиях 2004 года – скороспелостью. Наиболее длительный вегетационный период отмечен в среднем за два года наблюдений у линий, гомозиготных по мутантным генам, регулирующих процессы созревания: *rin* 12970 и *GCR* 946 *nor* – 145 дней, а также *Cornell* 111 *alc* – 127 дней. Период от всходов до созревания у гибридных комбинаций  $F_1$ , гетерозиготных по гену *nor*  $F_1$  *Корона/nor* и  $F_1$  *Нарвик/nor*, в среднем за два года наблюдений был на 9-11 дней длиннее, чем у сортов с нормальным генотипом  $nor^+/nor^+$ , за исключением гибридной комбинации  $F_1$  *Баллада/nor*, у которой данный период был короче на 3 дня, чем у сорта *Баллада*. Для гибридных комбинаций  $F_1$  *Корона/alc*,  $F_1$  *Нарвик/alc*, гетерозиготных по гену *alc*, также наблюдали более продолжительный вегетационный период (123-125 дней), близкий к позднеспелой линии *alc/alc* (*Cornell* 111 *alc*), за исключением гибрида  $F_1$  *Баллада/alc*, который отличался скороспелостью, вегетационный период которого в среднем за два года исследований составил 114 дней. В целом, период от всходов до созревания у двух гибридных комбинаций  $F_1$ , гетерозиготных по гену *alc*, –  $F_1$  *Корона/alc* и  $F_1$  *Нарвик/alc*, в среднем за два года наблюдений был на 8 – 10 дней длиннее, чем у сортов с нормальным генотипом, за исключением гибридной комбинации  $F_1$  *Баллада/alc*, у которой данный период был короче на 5 дней, чем у сорта *Баллада*. Наличие гена *rin* в гетерозиготном состоянии в меньшей степени удлиняло вегетационный период: у гибридных комбинаций  $F_1$  *Корона/rin* и  $F_1$  *Нарвик/rin* – в среднем на 3-6 дней, исключение составила также гибридная комбинация  $F_1$  *Баллада/rin*, у которой соответствующий период был на 3 дня короче по сравнению с материнским компонентом скрещивания сорта интенсивного типа *Баллада* (таблица 1, рис.1).

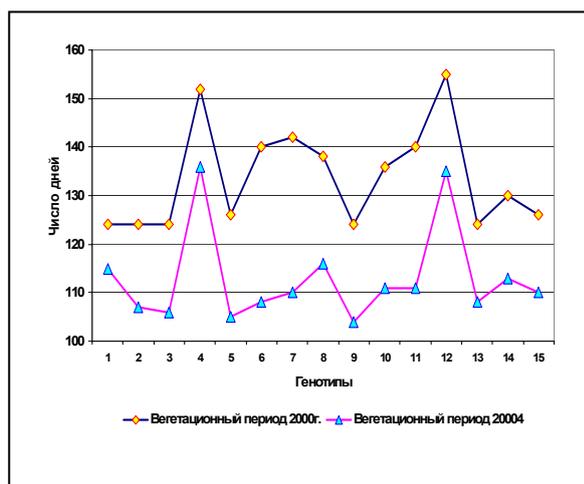
Таблица 1

### Продолжительность фенологических периодов у родительских форм и гибридов $F_1$ , гетерозиготных по генам *rin*, *nor* и *alc*

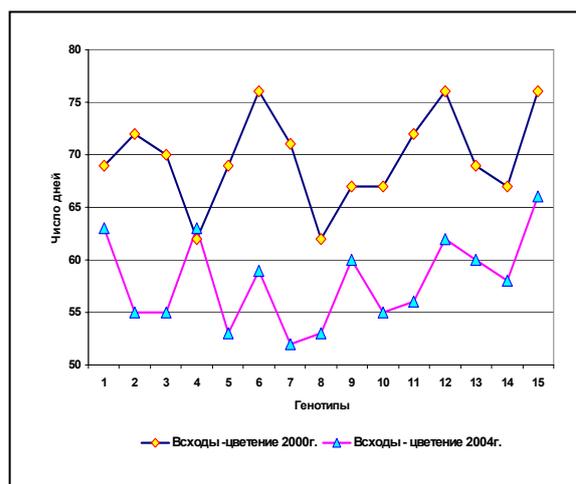
Генотипы	Вегетационный период			Всходы - цветение			Цветение - созревание		
	2000 г.	2004 г.	$X_{cp}$	2000 г.	2004 г.	$X_{cp}$	2000 г.	2004 г.	$X_{cp}$
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Баллада	124	115	119	69	63	66	55	52	53
Корона	124	107	115	72	55	63	52	52	52
Нарвик	124	106	115	70	55	62	54	51	52
<b>GCR 946 nor</b>	<b>152</b>	<b>136</b>	<b>145</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>63</b>	<b>90</b>	<b>73</b>	<b>83</b>
$F_1$ Баллада/nor	126	105	116	69	53	61	57	52	55
$F_1$ Корона /nor	140	108	124	76	59	67	64	49	57
$F_1$ Нарвик/nor	142	110	126	71	52	61	71	58	65

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Cornell 111alc</b>	<b>138</b>	<b>116</b>	<b>127</b>	<b>62</b>	<b>53</b>	<b>57</b>	<b>76</b>	<b>63</b>	<b>69</b>
F <sub>1</sub> Баллада/alc	124	104	114	67	60	63	57	44	50
F <sub>1</sub> Корона /alc	136	111	125	67	55	61	69	56	62
F <sub>1</sub> Нарвик/alc	140	111	125	72	56	64	68	55	61
<b>rin 12970</b>	<b>155</b>	<b>135</b>	<b>145</b>	<b>76</b>	<b>62</b>	<b>69</b>	<b>79</b>	<b>73</b>	<b>76</b>
F <sub>1</sub> Баллада/rin	124	108	116	69	60	65	55	48	51
F <sub>1</sub> Корона /rin	130	113	121	67	58	62	63	55	59
F <sub>1</sub> Нарвик/rin	126	110	118	76	66	71	50	44	47

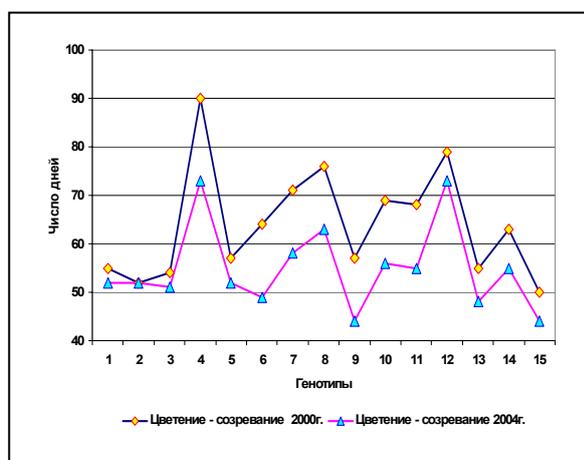
Изучаемые образцы сравнивали по длительности фенологических периодов «всходы – цветение» и «цветение – созревание». Это позволило определить, на какой стадии гомо- и гетерозиготные по генам *rin*, *nor* и *alc* генотипы различаются между собой по скороспелости. Позднеспелая гомозиготная *GCR 946 nor* линия по продолжительности периода «всходы - цветение» не отличалась от нормальных сортов (62-63 дня), за исключением сорта *Баллада*, у которого продолжительность данного периода составила 66 дней. Наличие гена *nor* в гетерозиготном состоянии сократило продолжительность периода «всходы – цветение» в среднем за два года исследований на 5 дней у гибридной комбинации *F<sub>1</sub>Баллада/nor* и увеличило данный период на 4 дня у *F<sub>1</sub>Корона/nor* по отношению к нормальным сортам *nor<sup>+</sup>/nor<sup>+</sup>*.



1



2



3

**Рис. 1-3.** Влияние климатических условий года на проявление фенологических фаз развития у родительских форм и гибридов *F<sub>1</sub>*, гетерозиготных по генам *rin*, *nor* и *alc*, при выращивании в открытом грунте.

1 – *Баллада*; 2 – *Корона*; 3 – *Нарвик*;  
 4 – *GCR 946 nor*; 5 – *F<sub>1</sub>Баллада/nor*;  
 6 – *F<sub>1</sub>Корона /nor*; 7 – *F<sub>1</sub>Нарвик/nor*;  
 8 – *Cornell 111alc*; 9 – *F<sub>1</sub>Баллада/alc*;  
 10 – *F<sub>1</sub> Корона /alc*; 11 – *F<sub>1</sub>Нарвик/alc*;  
 12 – *rin 12970*; 13 – *F<sub>1</sub>Баллада/rin*;  
 14 – *F<sub>1</sub>Корона /rin*; 15 – *F<sub>1</sub>Нарвик /rin*.

Трехфакторный дисперсионный анализ эффектов действия генотипов родительских форм, климатических условий года и их взаимодействия на вегетационный период гибридов *F<sub>1</sub>*, гетерозиготных

по генам *rin*, *nor* и *alc*, показал, что на изучаемый признак влияли с различной силой материнский генотип – климатические условия года, а также взаимодействие факторов отцовский генотип – климатические условия года. При этом климатические условия года оказали наибольшее влияние (82,30%) на изменчивость данного признака у гибридов  $F_1$ , гетерозиготных по генам *rin*, *nor* и *alc*. Доля фактора генотип матери составила 8,59%, а на совместное действие факторов генотип отца – климатические условия года пришлось 3,88% (таблица 2).

Позднеспелая гомозиготная по мутантному гену *rin* линия *rin 12970* зацвела позже всех: продолжительность периода «всходы – цветение» у нее в среднем за два года составила 69 дней. Наличие гена *rin* в гетерозиготном состоянии сократило период «всходы – цветение» в среднем на 1 день у гибридных комбинаций  $F_1$ *Баллада/rin*,  $F_1$ *Корона/rin* и увеличило данный период на 9 дней у  $F_1$ *Нарвик/rin*, который в 2000 году зацвел одновременно с линией *rin 12970*, гомозиготной по мутантному гену *rin*, а 2004 году – даже на 4 дня позже (таблица 1; рис. 2).

Таблица 2

**Трехфакторный дисперсионный анализ эффектов действия генотипов матери, отца, климатических условий года и их взаимодействия на фенологические фазы развития гибридов  $F_1$ , гетерозиготных по генам *rin*, *nor* и *alc***

Дисперсия	Степени свободы	Сумма квадратов	$F_\phi$	P	%
<b>Вегетационный период</b>					
Материнских форм, <i>A</i>	2	250,778	22,57	0,0066**	8,59
Отцовских форм, <i>B</i>	2	36,1111	3,25	0,1451	1,24
Условий года, <i>C</i>	1	2403,56	432,64	0,0000***	82,30
Взаимодействия, <i>AB</i>	4	55,5556	2,50	0,1983	1,90
<i>AC</i>	2	38,7778	3,49	0,1327	1,33
<i>BC</i>	2	113,444	10,21	0,0268*	3,88
Остаток	4	22,2222			0,76
<b>Всходы – цветение</b>					
Материнских форм, <i>A</i>	2	20,1111	4,53	0,0940	2,04
Отцовских форм, <i>B</i>	2	34,7778	7,83	0,0414*	3,53
Условий года, <i>C</i>	1	734,722	330,63	0,0001***	74,59
Взаимодействия, <i>AB</i>	4	121,556	13,68	0,0133*	12,34
<i>AC</i>	2	14,1111	3,18	0,1494	1,43
<i>BC</i>	2	50,7778	11,43	0,0222*	5,16
Остаток	4	8,88889			0,90
<b>Цветение – созревание</b>					
Материнских форм, <i>A</i>	2	168,778	18,08	0,0099**	15,20
Отцовских форм, <i>B</i>	2	136,444	14,62	0,0145*	12,29
Условий года, <i>C</i>	1	480,5	102,96	0,0005***	43,28
Взаимодействия, <i>AB</i>	4	267,556	14,33	0,0122*	24,09
<i>AC</i>	2	10,3333	1,11	0,4143	0,93
<i>BC</i>	2	28,0	3,00	0,1600	2,52
Остаток	4	18,6667			1,68

Действие факторов значимо на уровне: \* -  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\* -  $P < 0,001$ .

Как показали исследования [8; 12; 13], ген *alc* в гетерозиготном состоянии не влияет на период до созревания зрелого плода и увеличивает период цветение–созревание. В наших исследованиях позднеспелая гомозиготная линия *Cornell 111 alc* характеризовалась меньшей длительностью «всходы – цветение»: 57 дней по сравнению с нормальными по мутантному гену сортами (62–66 дней). Наличие гена *alc* в гетерозиготном состоянии сокращало продолжительность периода «всходы – цветение» в среднем за два года исследований на 2–3 дня у гибридных комбинаций  $F_1$ *Баллада/alc*,  $F_1$ *Корона/alc* и увеличивало данный период на два дня у  $F_1$ *Нарвик/alc*.

Трехфакторный дисперсионный анализ эффектов действия родительских генотипов и климатических условий года и их влияния на фенологический период «всходы – цветение» гибридов  $F_1$ , гетерозиготных по генам *rin*, *nor* и *alc*, выявил, что изменчивость данного показателя в значительной степени определяется (на 74,59%) климатическими условиями года с достоверностью ( $P < 0,001$ ). Доля остальных факторов составила: взаимодействие факторов генотип матери, генотип отца – 12,34%, взаимодействие факторов генотип отца, условия года – 5,16% и меньшее влияние обусловлено генотипом отцовских форм – 3,53% (таблица 2).

Продолжительность периода «цветение – созревание» у линии *GCR 946 nor* с замедленным созреванием была намного дольше в среднем за два года исследования – 82 дня, в то время как у нормальных сортов – 52-53 дня. Гибриды  $F_1$  *nor*<sup>+</sup>/*nor* также отличались замедленным созреванием. Созревание плодов запаздывало на 2 дня у гибридной комбинации  $F_1$  *Ballada/nor*; на 5 дней – у  $F_1$  *Корона/nor* и на 13 дней – у  $F_1$  *Нарвик/nor*, что способствовало смещению отдачи урожая на более поздние сроки и снижению раннего урожая по сравнению с обычными сортами. Наши исследования частично согласуются с выводами [9], которые показали, что на продолжительность цветения наличие или отсутствие гена *nor* не оказывало никакого влияния. Однако начало созревания плодов у новых гибридов наступало раньше, чем у обычных сортов, на 2-6 дней и на 19-20 дней быстрее, чем у линии, гомозиготной по гену *nor*. У гибридов *nor*<sup>+</sup>/+ созревание плодов в среднем шло на 45-50% медленнее, чем у обычных (+/+), и составляло 12,8-12,9 суток против 8,1-8,5 суток у обычных гибридов. В целом период от всходов до полного созревания первого плода у гибридов  $F_1$  *nor*<sup>+</sup>/*nor* запаздывал по сравнению с обычными сортами в среднем на 7-8 дней. Продолжительность периода «цветение – созревание» в среднем за два года исследований у линии *Cornell 111 alc* была намного больше (69 дней) по сравнению с нормальными сортами (52-53 дня). Созревание плодов у гибридов  $F_1$  *alc*<sup>+</sup>/*alc* в среднем за два года исследований запаздывало на 9 дней по сравнению с обычными сортами, что так же, как и у гибридов  $F_1$  *nor*<sup>+</sup>/*nor*, способствовало смещению отдачи урожая на более поздние сроки и снижению раннего урожая. Продолжительность периода «цветение-созревание» в среднем за два года исследований у линии, гомозиготной по гену *rin*, была намного большей (76 дней) по сравнению с нормальными сортами (52-53 дня), однако созревание у гибридов  $F_1$  *rin*<sup>+</sup>/*rin* в среднем за два года исследований запаздывало на 7 дней только у гибридной комбинации  $F_1$  *Корона/rin*; две другие комбинации характеризовались скороспелостью, у них созревание наступало на 2-5 дней раньше, чем у ♀ компонента скрещивания *rin*<sup>+</sup>/*rin*<sup>+</sup> (таблица 1; рис.3). Наибольшее влияние на изменчивость признака продолжительность периода «цветение-созревание» оказывали климатические условия года (43,28%) и взаимодействие факторов генотип матери и отца (24,09%). Доля влияния генотипа материнских форм составила 15,20%, отцовских форм – 12,29% (таблица 2).

### Выводы

Гетерозиготное состояние по генам *nor*, *rin*, *alc* вызывало удлинение вегетационного периода на 9-11 дней (*nor*), 3-6 дней (*rin*) и 8-10 дней (*alc*) в сравнении с нормальными сортами, что приводило к заметному сдвигу в динамике отдачи урожая на более поздние сроки и способствовало увеличению выхода продукции во внесезонное время (октябрь-ноябрь). На изменчивость данного признака фактор климатические условия года оказал наибольшее влияние (82,30%). Доля фактора генотип матери составила 8,59%, а на совместное действие факторов генотип отца – климатические условия года пришлось 3,88%. Гетерозиготное состояние по гену *nor* вызывало задержку созревания плодов на 2-13 дней и по гену *alc* – на 9 дней, что способствовало снижению раннего урожая по сравнению с обычными сортами. Наибольшее влияние на изменчивость данного признака оказывали климатические условия года (43,28%) и взаимодействие факторов генотип матери и отца (24,09%). Доля влияния генотипа материнских форм составила 15,20%, а отцовских форм – 12,29%.

### Литература:

1. Цэрану Л.А., Жакотэ А.Г., Ганя А.И. Влияние мутантных генов *rin*, *nor* и *alc* на урожайность гибридов  $F_1$  томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.) // Известия Академии наук Молдовы: Биологические, химические и сельскохозяйственные науки. - Кишинев. - 2004. - №3(294). - С.65-69.
2. Цэрану Л.А., Жакотэ А.Г., Ганя А.И. Влияние мутантного гена *alc* в гетерозиготном состоянии на изменчивость некоторых количественных признаков у гибридов  $F_1$  томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.) // Analele Științifice ale USM: Seria "Științe chimico- biologice". - Chișinău, 2006, p.214-221.

3. Цэрэну Л.А., Жакотэ А.Г., Ганя А.И. Изменчивость некоторых количественных признаков у гибридов F<sub>1</sub> томата, гетерозиготных по гену *nor*. // *Analele Științifice ale USM. Seria «Științe chimico-biologice»*. - Chișinău, 2005, p.322-328.
4. Robinson R.W., ML Tomes. Ripening inhibitor a gene with multiple effect on ripening // *Tomato Genetic Cooperative Report*. - 1968. - No18. - P.36-37.
5. Tigchelaar E.C., ML Tomes, AE Kerr, R.J. Barman. A new fruit ripening mutant, non ripening *nor* // *Tomato Genetic Cooperative Report*. - 1974. - No23. - P. 33-34.
6. Timothy J.Ng and E.C. Tigchelaar. Action of the Non- ripening (*nor*) Mutant on fruit Ripening of Tomato // *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* - 1977. - 102(4). - P. 504-509.
7. Mutschler M., Gutieri M., Kinzer S., Grierson D., et. al. Changes in ripening- related processes in tomato conditioned by the *alc* mutant // *Theor. And Appl. Genet.* - 1988. - 76. - No2.- P.285-292.
8. Mutschler M. Ripening and storage characteristics of the *Alcobaca* ripening mutant in tomato // *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* - 1984. - 109. - No4. - P.504-507.
9. Гавриш С.Ф., Король В. Г. Некоторые биологические особенности несущих ген *nor* гибридов F<sub>1</sub> томата // *Известия ТСХА. Выпуск 1*. - 1991. - С. 118-132.
10. Игнатова С.И., Гаранько И.Б. и др. Перспективы использования генов в селекции гибридов томата с длительным периодом хранения плодов // *Доклады ВАСХНИЛ*. - 1985. - №10. - С.15-18.
11. Кравченко В.А., Еременко В.В. Использование геноносителей лежкости и транспортабельности в гетерозисной селекции томата // *Оптимизация селекционного процесса на основании генетических методов: Материалы международной конференции 18-20 августа 1999 г. - Харьков, 1999, с.73-75.*
12. Mutschler M., Wolfe D.W., Cobb E. D., Yourstone K.S. Tomato fruit quality and shelf life in hybrids heterozygous for the *alc* ripening mutant // *HortScience*. - 1992. - No27. - P.352-355.
13. Faria M.V., Maluf W.R., Azevedo S.M. et al., Yield and post-harvest quality of tomato hybrids heterozygous at the loci *alcobaca*, *old gold-crimson* or *high pigment* // *Genetics and Molecular Research*. - 2003. - No2. - P.317-327.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 4-е, перераб. и доп. - Москва: Колос, 1979. - 416 с.

*Prezentat la 30.01.2007*