



Կայքէջ՝ anau.am/scientific-journal

УДК: 633.71:631.523

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОТОСИНТЕЗА АРОМАТИЧЕСКИХ СОРТОВ ТАБАКА И ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ СЕЛЕКЦИИ: ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ

В.А. Маркарян, к.б.н

Национальный аграрный университет Армении

margaryan_vardan@yahoo.com

СВЕДЕНИЯ

Ключевые слова:

*табак,
интенсивность дыхания,
комбинационная способность,
диаллельный анализ,
корреляции,
селекция*

АННОТАЦИЯ

В третьей статье серии рассмотрены результаты генетического анализа семи сортов табака сортотипа Самсун по интенсивности дыхания. Исследованием установлено, что в генетической детерминации признака преобладают аддитивные эффекты генов. Обосновано, что низкий показатель признака и \bar{g}_i у сортов, а также их полное доминирование и сверхдоминирование у гибридов и коэффициент фотосинтетической продуктивности являются важными критериями получения перспективных форм.

КФП и содержание зелёных пигментов целесообразно использовать в качестве маркеров по идентификации ценных генотипов в потомстве гибридов.

Предложены конкретные рекомендации по оптимизации всех звеньев селекции изученных сортов табака.

Введение

Для табачного растения дыхание является важнейшим условием жизнедеятельности и решающим элементом продукционного процесса, в ходе которого посредством окисления органических соединений происходит обмен веществ и выделение энергии. Промежуточные лабильные соединения, образующиеся в процессе дыхания, используются в качестве структурных элементов для биосинтеза жизненно важных веществ, а высвобождающаяся энергия – для процессов роста, синтеза необходимых веществ, для их транспортировки и перераспределения в растении. Поэтому в результате дыхательного процесса снижается потенциальный урожай, что особенно очевидно для растений, у которых хозяйственный урожай формируется непосред-

ственно фотосинтетическим аппаратом, т.е., листьями (А.Ленинджер, 1976; С.И. Лебедев, 1982). Поэтому для повышения продуктивности и качества сырья табака важное значение имеют оптимизация соотношения фотосинтеза и дыхания, выявление перспективных генотипов с более экономным использованием ассимилятов на дыхание.

Анализ результатов исследований показал, что в них, в основном, рассматривались физиолого-биохимические и энергетические аспекты зависимости интенсивности дыхания (ИД) от разных факторов. Однако касательно табака исследования в указанном направлении не проводились.

В работе С.И. Лебедева показано, что ИД у различных

растений и даже в разных частях одного и того же растения сильно варьируется в зависимости от фазы развития и температуры. Также выявлена значительная зависимость ИД от водообеспеченности, минерального питания, условий освещения и газового состава среды, а также возможность концентрирования CO_2 в растительной клетке за счёт его реассимиляции. Установлено, что с повышением концентрации O_2 в атмосфере ИД многих растительных тканей повышается, а при повышении CO_2 – уменьшается. Наконец, выявлено, что как недостаточное содержание O_2 , так и повышенное содержание CO_2 снижали дыхательную активность тканей растений.

Изучая динамику ИД за время вегетации у сорта табака Тык-Кулак, А.И. Смирнов пришёл к выводу, что ИД определяется, главным образом, стадией развития растения, суммарным воздействием внутренних факторов и условиями среды, в которой проявляется это воздействие. (Изменение дыхания листьев табака с возрастом, 1928).

Результаты исследований по изучению динамики фотосинтеза и ИД в онтогенезе двух сортов табака позволили прийти к выводу, что ИД в расчёте на целое растение изменяется в соответствии с динамикой продуктивности фотосинтеза (Huzisige, H., et al., 1966; Л.А. Ездакова, 1962). Тем не менее, по данным Y.Wada (The Physiological Basis of Crop Yield. In Crop Physiology, 1968), интенсивность фотосинтеза и содержание хлорофилла у четырёх сортов табака возрастает в период от развёртывания листа из верхушечной почки до начала затухания интенсивного роста (23-й день), а затем постоянно снижается. Однако ИД начинала убавляться сравнительно раньше (11-й день), затем уменьшалась, и к началу его интенсивного старения «балансирувалась» с фотосинтезом.

Таким образом, в литературе отсутствуют работы по генетическому анализу ИД, оценке комбинационной способности исходного материала, наследованию, корреляциям и идентификации ценных генотипов по фенотипам. Поэтому разработка и реализация генетико-селекционной программы по совмещению в генотипе перспективных гибридов высокой фотосинтетической продуктивности с низкой ИД, с востребованными показателями структурных элементов качества урожая, с улучшением физиолого-биохимических свойств растений, являются актуальными задачами генетики фотосинтеза табака.

Материалы и методы

Исходным материалом в данной работе послужили сорта Самсун 47 (С-47), Самсун 55 (С-55), Самсун 36 (С-36), Самсун 224 (С-224), Самсун 27 (С-27), Самсун Бафра

(С.Б.), Самсун Маден (С.М.) и их прямые гибриды, полученные по диаллельной схеме скрещивания.

Основные принципы подбора и обстоятельная характеристика сортов, методики полевых и лабораторных исследований, а также модели и методы генетико-математического анализа подробно представлены в первой статье данной серии (В.А. Маркарян, 2019).

Результаты и анализ

Дисперсионный анализ средних значений сортов и гибридов, а также вариант общей и специфической комбинационной способности (ОКС, СКС) по ИД подтвердил высокую достоверность их показателей. Наряду с этим, доказана также важность аддитивных и неаддитивных эффектов генов в генетической обусловленности признака. Примечательно, что в этой детерминации аддитивный вклад генов примерно в 6.1 раза превосходит неаддитивные эффекты (таблица 1).

Таблица 1. Дисперсионный анализ средних значений признака и комбинационной способности сортов и гибридов табака по ИД*

Источник изменчивости	Число степеней свободы	Средний квадрат MS признака
Общий	83	0.047
Повторность	2	0.004
Вариант	27	0.140**
Случайный	54	0.002
ОКС	6	2.183**
СКС	21	0.352**
Ошибка	54	0.0006

** $P < 0.001$

*Таблица составлена автором.

По анализируемому признаку сорта и гибриды, а также их эффекты ОКС (\hat{g}_i) и вариант эффекты ОКС (σ^2Gi) и СКС (σ^2Si) существенно различаются. Следует отметить, что низкий показатель ИД является более ценным свойством и непременным условием получения ценных форм с высокой фотосинтетической продуктивностью. Среди исследуемых сортов с такими показателями выделяются сорта С.М., С-27, С-47 и С.Б., а высокими показателями – сорта С-55, С-224 и С-36. Существующие различия между ними были достоверными (таблица 2).

Таблица 2. Результаты анализа комбинационной способности по интенсивности дыхания (мклО₂/дм²/час)*

Сорт	С-47	С-55	С-36	С-224	С-27	С.Б.	С.М.	\hat{g}_i	σ^2Gi	σ^2Si
С-47	0.321	0.919	0.956	0.464	0.567	0.626	0.512	0.052	0.003	0.041
С-55	0.919	0.986	0.628	0.876	0.666	0.496	0.733	0.230	0.053	0.012
С-36	0.956	0.628	0.540	0.455	0.366	0.392	0.414	0.008	0.00003	0.024
С-224	0.464	0.876	0.455	0.678	0.234	0.628	0.335	0.014	0.0001	0.018
С-27	0.567	0.666	0.366	0.234	0.315	0.351	0.329	-0.120	0.014	0.007
С.Б.	0.626	0.496	0.392	0.628	0.351	0.338	0.357	-0.077	0.006	0.012
С.М.	0.512	0.733	0.414	0.335	0.329	0.357	0.286	-0.108	0.012	0.003

$НСР_{0,01}=0.098$; $(\hat{g}_i-\hat{g}_j)=0.009$

*Таблица составлена автором.

Однако, по нашему мнению, по одной только величине показателя ИД нецелесообразно давать оценки, а тем более – делать поспешные выводы о перспективности исходного материала в целях селекции на получение генотипов с высоким фотосинтетическим потенциалом. Поэтому, для объективной характеристики селекционного материала по фотосинтетической продуктивности, вводится специальный показатель – Коэффициент фотосинтетической продуктивности (КФП), который вычисляется соотношением показателей интенсивности фотосинтеза и дыхания: $КФП=ИФ/ИД$. Принимая во внимание особую селекционную ценность показателей КФП сортов и гибридов, его генетическому анализу в рамках данной серии будет посвящена отдельная статья.

Среди исследуемых сортов по КФП выгодно отличаются сорта С-47, С-27, С.Б. и С.М., а его низким показателем – сорта С-55 и С-224.

Характерной особенностью наследования ИД в F_1 было отсутствие позитивного гетерозиса (т.е., сверхдоминирование низкого показателя признака) и преобладание промежуточного типа наследования, которое из 21 гибрида наблюдается у 12 гибридов. У 4-х гибридов обнаружен негативный гетерозис (т.е., сверхдоминирование высокого показателя признака), у 3-х – полное доминирование родительской формы с высоким, а у 2-х гибридов – с низким показателем признака. Следует отметить, что все проявления негативного гетерозиса, как правило, выявлены с участием сорта С-47, причём у трёх гибридов вторые родительские пары имеют близкие к ним показатели признака, а у гибрида С-47хС-36 они существенно отличаются. В селекционном плане особый интерес представляют гибриды, у которых наблюдается позитивный гетерозис или доминирование низкого

показателя признака. В этом плане гибрид С-224хС-27 не только имеет самый низкий показатель ИД, и у него зафиксировано полное доминирование низкого показателя второй родительской пары, но он также обладает наивысшим КФП, что указывает на перспективность этого гибрида и необходимость его включения в селекционную программу. Обоснованием такого вывода послужил и тот факт, что родительские пары данного гибрида характеризуются наиболее низкими показателями \hat{g}_i и, что особенно важно, у сорта С-27 детерминация ИД осуществляется преимущественно аддитивными генами. Низкий показатель \hat{g}_i имеют также сорта С.М. и С.Б., у которых обсуждаемый признак имеет почти равные показатели. Они проявляются в результате действия разных генетических систем, а именно: у первого сорта преобладают действия аддитивных, а у второго – неаддитивных эффектов генов.

Поэтому в целях селекции рекомендуется использовать сорт С.М., а для выведения гетерозисных гибридов – сорт С.Б. За исключением двух сортов (С-27 и С.М.), в генетическом контроле ИД у остальных сортов преобладают неаддитивные эффекты генов.

Следует также отметить, что зафиксированы определённые соответствия между показателями признака сортов и \hat{g}_i . Высокие показатели этих параметров характерны у сортов С-55, С-224 и С-36 – с некоторыми отклонениями (сорта С-224 и С-36 по показателю признака существенно превосходят сорт С-47, однако уступают ему по показателю \hat{g}_i). Их низкими показателями характеризуются сорта С.М., С-27 и С-47 (по ИД сорт С.М. имеет по сравнению с сортом С-27 более низкий показатель, однако по величине \hat{g}_i превосходит его). К возможным причинам отмеченных несоответствий обратимся ниже - по итогам полигенного анализа.

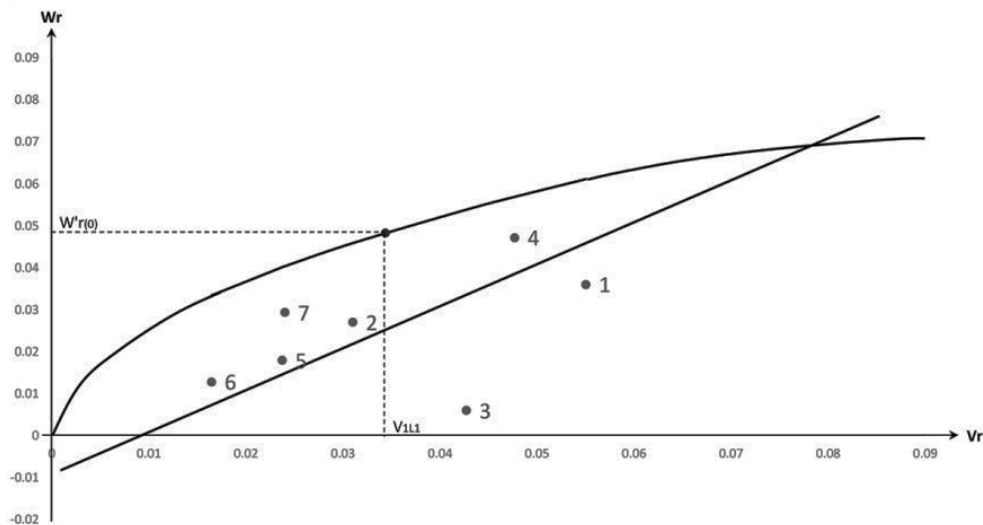


Рис. График (W_r , V_r) по признаку «Интенсивность дыхания» 1.С-47; 2.С-55; 3.С-36; 4.С-224; 5.С-27; 6.С.Б.; 7.С.М.

Как известно, модель Хеймана имеет ряд ограничений, одним из которых является необходимость отсутствия неаллельных генных взаимодействий (эпистаза), что было доказано однородностью разности $W_r - V_r$ с помощью критерия t (0.0005), который при числе степеней свободы $n=5$ был несущественным. На графике зависимости линия регрессии существенно не отличается от линии единичного наклона, что доказывается коэффициентом корреляции между W_r и V_r ($r_{W_r V_r} = +0.501$). Наличие сверхдоминирования в генетическом контроле ИД подтверждается показателем средней степени доминантности - $(\hat{H}1/D)^{1/2} = 1.238$ и расположением линии регрессии, которая пересекает ось OW_r ниже начала координат (рис.).

В позиционировании сортов вдоль линии регрессии наблюдается любопытная картина. Дело в том, что сорта с высоким (С-55) и низким (С.М., С-27) показателями ИД сгруппировались ближе к центру линии регрессии, а сорт С-36 чуть сдвинут к верхней части графика, что свидетельствует о насыщенности их генотипов доминантными (60-70 %) генами. Аналогичная картина наблюдается также у сортов С-47 и С-224, которые, имея резко отличающиеся показатели ИД, располагаются в верхней части линии регрессии, что указывает на наличие в их генотипах максимального числа (60 %) рецессивных генов. Соотношение доминантных и рецессивных полигенов в генотипах сортов, у которых участились случаи несоответствия между показателями признака и \hat{g}_i , показывает, что у сорта С-47, по сравнению с сортами С-36 и С-224, генотип более насыщен рецессивными генами, что и способствует превалированию его показателя

\hat{g}_i . Аналогичная интерпретация приемлема также для объяснения причин указанных несоответствий, имевших место у сортов С.М. и С-27.

Следует также отметить, что в генотипе у первой родительской пары перспективного гибрида С-224хС-27 обнаружено накопление максимального числа рецессивных генов, что необходимо учесть в его селекционной работе, а именно: появление генотипов с высокими показателями КФП следует ожидать в старших гибридных популяциях ($F_3 - F_5$) – по мере их перехода в гомозиготное состояние. Поэтому отбор и жесткую отбраковку селекционного материала необходимо перенести с младших гибридных поколений на более поздние сроки и, по мере возможности, включить больший объем выборок в начальной работе.

Особого внимания заслуживает также гибрид С-47хС-224, у которого высокий показатель КФП обусловлен, преимущественно, действием рецессивных полигенов, и, следовательно, появления гомозиготных форм следует ожидать на ранних этапах селекции. Что касается подбора исходного материала для гетерозисных гибридов, то для этой цели более ценными являются сорта С.Б., С.М. и С-27, у которых накоплено большее число доминантных генов, а у гибридов с их участием - С.М.хС.Б., С-36хС.М. и С-36хС.Б. установлены высокие показатели КФП.

Таким образом, в результате графического анализа выявлена роль разных групп генов в детерминации анализируемого признака, а также генетическая обусловленность отмеченных несоответствий между показателями признака и \hat{g}_i . Доказано, что в увеличение

признака очевидный вклад внесли рецессивные гены, что подтверждается также коэффициентом корреляции между показателем признака (x_p) и суммой вариантов и коварианс (W_r+V_r), который имеет положительный знак ($r_{x_r/W_r+V_r}=+0.234\pm 0.194$). Сделанный вывод о важности доминирования высокого значения признака доказан также вычисленным параметром F_r , характеризующим направление доминирования для каждого сорта, которое у всех сортов имело положительный знак и варьировалось в пределах от 0.142 (С.М.) до 0.227 (С-36). С учётом полученной информации, выделены перспективные гибриды для селекции с конкретными рекомендациями по отбору и отбраковке.

Успех селекционной работы во многом зависит от знания и учёта существующих корреляций между селекционируемыми признаками, поскольку в генотипе перспективных сортов часто приходится совмещать ряд количественных признаков, связанных не только положительными, но и отрицательными корреляциями. В этом аспекте особую ценность представляют генетические корреляции (r_g), которые, по сравнению с фенотипическими (r_p) и паратипическими (r_e), зачастую имеют противоположную направленность, и без учёта этого фактора ценные гибриды можно довести до летального исхода и неоправданно затянуть процесс селекции. В связи с этим, определённый интерес представляет сопряжённость между ИД и структурными элементами фотосинтетической продуктивности и качества сырья табачного растения.

По результатам сопоставления вычисленных коэффициентов корреляций следует констатировать, что из 13-и пар признаков у 12-и r_g превосходят r_p и r_e , а в одном случае (ИДхИФ) все коэффициенты оказываются очень слабыми и несущественными. Из указанных 12-и пар у 9-и выявлены достоверные корреляции, из коих у 6-и (ИДхКЛ, ИДхДЛ, ИДхШЛ, ИДхВР, ИДхППЦ, ИДхКФП) пар они очень сильные, у 2-х (ИДхУСЛ, ИДхХ«а+b») – средние, и у одной пары (ИДхТЛ) – слабые корреляции. Следует также отметить, что отрицательные корреляции по всем трём коэффициентам характерны в 4-х случаях (ИДхХ«а+b», ИДхКФП, ИДхХ«а», ИДхХ«b»), из которых лишь у первых 2-х пар r_g и r_p имеют достоверные показатели, а r_e по всем парам характеризуются недостоверными показателями. Аналогичные показатели r_e зафиксированы также у 3-х пар (ИДхППЦ, ИДхТЛ, ИДхИФ), однако в этих случаях r_g и r_p имеют положительные показатели, при этом у первых 2-х пар они оказались существенными. Следует также отметить, что при сильных и очень сильных генетических корреляциях r_p характеризуется такими же показателями, хотя и оказывается чуть слабее по сравнению с r_g . Однако в этой ситуации r_e является достаточно слабым и несущественным, за исключением 3-х комбинаций (ИДхКЛ, ИДхДЛ, ИДхШЛ), когда существуют достоверные корреляции (таблица 3).

Таблица 3. Генетические (r_g), фенотипические (r_p) и паратипические (r_e) корреляции ИД с другими количественными признаками****

Признак	Коэффициенты корреляций		
	r_g	r_p	r_e
ИД х КЛ ¹	0.432***	0.430***	0.273*
ИД х ДЛ ²	0.650***	0.628***	0.213*
ИД х ШЛ ³	0.651***	0.633***	0.213*
ИД х ВР ⁴	0.545***	0.539***	0.203
ИД х ППЦ ⁵	0.559***	0.547***	-0.079
ИД х ТЛ ⁶	0.235*	0.179	-0.228
ИД х ССВ ⁷	0.181	0.132	0.090
ИД х УСЛ ⁸	0.370**	0.359**	0.054
ИД х ИФ ⁹	0.051	0.040	-0.086
ИД х Х«а+b» ¹⁰	-0.286**	-0.225*	-0.074
ИД х Х«а» ¹¹	-0.177	-0.138	-0.018
ИД х Х«b» ¹²	-0.182	-0.139	-0.026
ИД х КФП ¹³	-0.521***	-0.501***	-0.172

* $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$

1-Количество листьев; 2-Длина листа; 3-Ширина листа; 4-Высота растений; 5-Период посадки-цветения; 6-Темп листообразования; 7-Содержание сухого вещества; 8-Урожай сухих листьев; 9-Интенсивность фотосинтеза; 10-Хлорофилл «а+b»; 11-Хлорофилл «а»; 12- Хлорофилл «b»; 13-Коэффициент фотосинтетической продуктивности.

****Таблица составлена автором.

Следовательно, у изученных сортов и гибридов табака ИД положительно коррелирует с основными элементами продуктивности: КЛ, ДЛ, ШЛ, ВР, ППЦ, УСЛ и ТЛ. Причём, у этих пар признаков r_g и r_p имеют высокий уровень достоверности, а с признаками ССВ и ИФ – установлены слабые и недостоверные коэффициенты корреляции. Выявленные сильные отрицательные корреляции с КФП и Х«а+b» указывают на то, что уменьшение абсолютного показателя ИД способствовало накоплению зелёных пигментов и увеличению фотосинтетической продуктивности растения. Что касается влияния условий окружающей среды на коррелятивные связи ИД с другими анализируемыми признаками, то вычисленные показатели r_e свидетельствуют об отсутствии их значительной роли, и в корреляциях с количеством и размерами листа имеют место лишь слабые, однако – достоверные показатели.

Заклучение

Результаты генетического анализа показали, что ИД проявляется как типичный полигенный признак со свойственными ему характерными особенностями – сложной генетической обусловленностью, сильной изменчивостью и высокими корреляциями с другими количественными признаками. Доказана важность совместного действия аддитивных и неаддитивных эффектов генов в генетической обусловленности признака, в которой преобладающая роль принадлежит аддитивным генам. У разных сортов равные показатели ИД проявляются в результате действия разных генетических систем и с различными соотношениями доминантных и рецессивных полигенов.

Обосновано, что низкий показатель ИД и \hat{g}_i у сортов, также как и его полное доминирование и сверхдоминирование у гибридов в F_1 , являются ценным критерием и неперенным условием получения перспективных форм с высокой фотосинтетической продуктивностью. С целью объективной характеристики селекционного материала по фотосинтетической продуктивности введён специальный показатель – КФП. С учётом указанных критериев, а также в зависимости от характера детерминации признака, представлены конкретные рекомендации для всех звеньев селекции на фотосинтетическую продуктивность - для подбора исходного материала, отбора и браковке в расщепляющихся гибридных поколениях. Для селекционной работы рекомендованы сорта: С.М., С-27, С-47 и С.Б., а также гибриды: С-224хС-27 и С-47хС-224, у которых высокий показатель КФП обусловлен преимущественно действием рецессивных полигенов. Для целей гетерозисной селекции, выделены сорта (С.Б., С.М. и С-27) и ценные гибриды с их участием (С.М.хС.Б., С-36хС.М., С-36хС.Б.), в генотипе которых установлена большая концентрация доминантных генов.

Интересно отметить, что установленные сильные положительные корреляции ИД с важнейшими компонентами продуктивности приводят к выводу о том, что последние не могут служить главными ориентирами в селекции для идентификации перспективных генотипов в плане высокой фотосинтетической продуктивности, поскольку с их увеличением возрастает также интенсивность дыхательных процессов, а следовательно – и темп расхода накопленных питательных веществ. Поэтому исключительно ценным маркером при идентификации генотипов по фенотипам в гибридных популяциях является тёмно-зелёная окраска листа, т.е., высокая концентрация зелёных пигментов в нём, а также показатель КФП, которые имеют сильные отрицательные генетические корреляции с ИД.

Литература

1. Ездакова Л.А. Фотосинтез и дыхание у табака. Физиол. и биохим. культ. раст. - М., 1962. - 10. - 4. - С. 259-267.
2. Лебедев С.И. Физиология растений. - М., 1982.- 463 с.
3. Ленинджер А. Биохимия. - М., 1976. - 960 с.
4. Маркарян В.А. Генетические аспекты фотосинтеза ароматических сортов табака и пути оптимизации селекции: Интенсивность фотосинтеза // Аграрная наука и технология. Национальный аграрный университет Армении. - № (66) 2. - 2019. - С. 76-81.
5. Смирнов А.И. Изменение дыхания листьев табака с возрастом. Государственный институт табаководения. - Вып. 46. - 1928. - С. 12-19.
6. Huzisige, H., Wada, G., Sunaguti, H., Omory, M.(1966). *Bat. May.Tokyo*, - 79 p.
7. Wada, Y. (1968). *The Physiological Basis of Crop Yield. In Crop Physiology. Tokyo*, - 77 p.

Ա Մ Փ Ո Փ Ա Չ Ի Ր

Ծխախոտի բուրավետ սորտերի ֆոտոսինթեզի գենետիկայի հայեցակետերը և սելեկցիայի օպտիմալացման ուղիները. շնչառության ինտենսիվությունը

Շարքի երրորդ հոդվածում ներկայացված են ծխախոտի Սամսուն սորտատիպի յոթ սորտերի շնչառության ինտենսիվության գենետիկական վերլուծության արդյունքները: Հետազոտությամբ հաստատվել է ադիտիվ գեների գերակշիռ ազդեցությունը: Հիմնավորվել է, որ սորտերի մոտ հատկանիշի և \hat{g}_i -ի ցածր ցուցանիշները, հիբրիդների մոտ դրանց ամբողջական դոմինանտությունն ու գերդոմինանտությունը, ինչպես նաև ֆոտոսինթետիկ արդյունավետության գործակիցը ($\Phi_{\text{ԱԳ}}$) հեռանկարային ձևերի ստացման կարևոր չափորոշիչներ են:

$\Phi_{\text{ԱԳ}}$ -ը և կանաչ պիգմենտների պարունակությունը նպատակահարմար է օգտագործել որպես հիբրիդային սերունդներում արժեքավոր գենոտիպերի նույնակալացման միջոց:

Առաջարկվել են ծխախոտի հետազոտված սորտերի սելեկցիայի բոլոր օղակների օպտիմալացման կոնկրետ ուղիներ:

ABSTRACT

Genetic Aspects of Photosynthesis of Aromatic Tobacco Varieties and the Optimization Ways of Selection: Intensity of Respiration

The results of genetic analysis for respiration intensity in seven varieties of Samsun tobacco are summed up in the third article of the presented series. The research data testify that the additive genes are the main determinants for this property. It has been proved that the low indices of the mentioned trait and the \hat{g}_i of the varieties, their complete domination and over-domination in hybrids, as well as the coefficient of photosynthetic efficiency are important criteria for breeding prospective varieties.

Coefficient of photosynthetic efficiency and the content of green pigments are relevant means for the identification of valuable genotypes in the hybrid generations.

Specific ways for optimizing all selection phases of the investigated tobacco varieties have been recommended.

Принята: 16.12.2019 г.
Рецензирована: 17.01.2020 г.