

ХАБЛАК С. Г.<sup>1✉</sup>, АБДУЛЛАЕВА Я. А.<sup>1</sup>, РЯБОВОЛ Л. О.<sup>2</sup>, РЯБОВОЛ Я. С.<sup>2</sup><sup>1</sup> Агрохолдинг «AGR group»,

Украина, г. Киев, e-mail: sergeyhab211981@gmail.com

<sup>2</sup> Уманский национальный университет садоводства, кафедра генетики, селекции растений и биотехнологии,

Украина, 20301, г. Умань, ул. Институтская, 1, sergeyhab211981@gmail.com

✉ sergeyhab211981@gmail.com, (066) 442-66-08

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПО СОЗДАНИЮ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЖЕЛТОСЕМЕННЫХ СОРТОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА *BRASSICACEAE*

**Цель.** Изучение генетических коллекционных ресурсов арабидопсиса с целью выявления мутаций с селекционно-ценными аллелями, представляющими интерес для трансгеноза в культивируемые масличные растения сем. Brassicaceae методами геномной инженерии и биотехнологии. **Методы.** Эмпирические исследования (наблюдение, сравнение), теоретические исследования (абстрагирование, анализ и синтез). **Результаты.** Проведенное изучение генетических коллекций ресурсов арабидопсиса (NASC и ABRC) показало, что в международных коллекционных центрах имеются мутации (*tt1-1*; *tt2-1*; *tt3-1*; *tt4-1*; *tt5-1*; *tt8-1* и *ttg-1*) с селекционно-ценными аллелями, пригодные для трансгеноза аллелей в культивируемые масличные растения сем. Brassicaceae с целью создания исходного материала с желтой окраской семян. **Выводы.** Изучение потенциала крупнейших международных коллекционных центров арабидопсиса NASC, ABRC и SASSC по основным биологическим и селекционным признакам позволяет выявить хозяйственно ценные аллели для реализации селекционных программ различного направления.

**Ключевые слова:** *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., Brassicaceae, семена, желтая окраска.

Мировые генетические ресурсы растений рассматриваются во всем мире как основной источник улучшения сельскохозяйственных культур на ближайшие десятилетия. Создание источников и доноров селекционно-важных признаков, то есть организация предселекционной работы с охватом всего доступного генетического разнообразия культуры, в большинстве случаев базируется на мировых генетических ресурсах или коллекциях культивируемых растений и их диких сородичей [1].

В последнее время с развитием ДНК-технологии, геномной инженерии, биоинформатики, геномики в селекционном процессе все большее значение приобретают международные генетические ресурсы арабидопсиса: Ноттингемский центр в Ноттингемском университете в Великобритании (Nottingham Arabidopsis Stock Centre, NASC, UK), центр биологических ресурсов Arabidopsis при университете штата Огайо (Arabidopsis Biological Resource Centre, ABRC, USA) и аналогичный центр в Японии (Sendai Arabidopsis Seed Stock Centre, SASSC, Japan). Изучение потенциала этих крупнейших международных коллекционных центров арабидопсиса по основным биологическим и селекционным признакам позволяет выявить хозяйственно-ценные аллели для реализации селекционных программ различного направления. Поэтому задачей данной работы является изучение генетических коллекционных ресурсов арабидопсиса с целью возможности выявления мутаций с селекционно-ценными аллелями, представляющими интерес для трансгеноза в культивируемые масличные растения сем. Brassicaceae методами геномной инженерии и биотехнологии.

### Материалы и методы

Материалом для исследований послужили электронные каталоги мутантов международных генетических ресурсов арабидопсиса Ноттингемского центра в Ноттингемском университете в Великобритании (<http://nasc.nott.ac.uk>) и центра биологических ресурсов Arabidopsis при университете штата Огайо (<http://arabidopsis.org/abrc>).

### Результаты и обсуждение

В настоящее время развитие сельского хозяйства в Украине в значительной мере зависит от эффективного использования культур, кото-

рые обеспечивают стабильную урожайность, качество продукции и гарантированный сбыт за условий высокой рентабельности производства. Большое внимание уделяется ряду видов из семейства *Brassicaceae*, которые возделывают на семена в качестве масличных культур: рапсу – *Brassica napus*, горчице сарептской – *Brassica juncea*, рыжику посевному – *Camelina sativa* и сурепице – *Brassica rapa* [2, 3].

В последние годы селекция культурных масличных растений из сем. *Brassicaceae* достигла значительного развития, однако задания по созданию сортов и гибридов еще далеки от полного решения. В настоящее время одним из актуальных вопросов селекции масличных культур сем. *Brassicaceae*, требующих своего решения, является коричневая окраска семенной оболочки, приводящая к достаточно дорогому технологическому процессу по удалению из масла темного пигмента.

Активная селекционная работа по созданию желтосеменных сортов широко ведется последнее время во многих странах мира. В Швеции Zaman M.V. изучил возможность интегральной передачи рапсу желтой окраски семенной оболочки путем скрещивания с сурепицей, капустой кочанной и капустой абиссинской. В Польше в институте селекции и акклиматизации растений широко ведется селекционная работа над получением желтосеменного рапса путем скрещивания *B. campestris* x *B. oleraceae* и *B. oleraceae* x *B. carinata* с последующим изучением генетической стабильности полученных гибридов. Похожая работа проводится в Чехии, Китае и в других странах. Однако получить желтосеменные сорта пока не удается.

В связи с все увеличивающимися возможностями биотехнологии (в частности по переносу генов среди видов, родов и семейств) эффективная селекционная работа с культивируемыми масличными растениями сем. *Brassicaceae* уже не может обойтись без использования геномной и клеточной инженерии. Одним из перспективных источников генов в селекции масличных культур сем. *Brassicaceae* по созданию желтосеменных сортов является арабидопсис Таля (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., имеющий крупнейшие международные генетические коллекционные центры, в которых поддерживаются тысячи мутантов (генетических линий с измененным генотипом), а также клоны и библиотеки ДНК. Более того, создан проект Arabidopsis TILLING Project, одной из главных задач кото-

рого является получение этилметансульфонатиндуцированных мутаций по всем генам *A. thaliana* в сочетании с эффективным методом их выявления, который составляет основу нового инструмента обратной генетики, с целью определения их функций. К настоящему времени общее число индуцированных мутантов, полученных в разных лабораториях, уже в несколько раз превосходит запланированное.

Проведенное тщательное изучение генетических коллекций ресурсов арабидопсиса (NASC и ABRC) показало, что в международных коллекционных центрах имеются мутации с селекционно-ценными аллелями, пригодные для трансгенеза аллелей в культивируемые масличные растения сем. *Brassicaceae* с целью создания исходного материала с желтой окраской семян, получение которых другим способом трудно осуществимо. К ним относятся: *tt1-1*; *tt2-1*; *tt3-1*; *tt4-1*; *tt5-1*; *tt8-1* и *ttg-1*. Подробная характеристика этих мутаций приведена в табл. в том виде, как она дается в Ноттингемском каталоге [5]. Одной из важных особенностей этих мутаций, по которой они были отобраны, является желтый цвет семян. Согласно классификации, используемой специалистами NASC, данные мутации относят к морфологическим мутациям. Придавая большее значение окраске семян, этим мутантам в NASC присвоили символическое обозначение *tt* (*transparent testa*).

Исключительно высокая степень консерватизма в составе генов, их линейном расположении и ориентации в хромосомах у арабидопсиса и масличных растений семейства *Brassicaceae* – залог того, что переносимые из *A. thaliana* гены будут обнаруживать сходные эффекты и у видов-реципиентов, что позволяет создать искусственным путем отсутствующий в данное время исходный материал для селекции масличных крестоцветных культур с желтой окраской семян. Поэтому указанные мутации предлагаются использовать в селекционных программах по созданию сортов масличных растений сем. *Brassicaceae* с желтой окраской семенной оболочки. При этом ожидаемым результатом трансгенеза этих аллелей в геном масличных культур сем. *Brassicaceae* является получение на базе трансгенных растений новых желтосеменных сортов без темного пигмента, что значительно облегчит технологический процесс и сократит затраты на получение пищевого масла.

Таблица. Обшая характеристика мутаций

Locus	Allele	Name	Map position	Phenotype	Back-ground	Mutagen	Comments	Reference	Donor	Stock #
<i>tt1</i>	<i>tt1-1</i>	Transparent testa	1-55	Yellow seeds due to absence of brown pigment in seed coat	<i>Ler</i>	X		Koopmeef M. (1981) Arab. Inf. Serv. 18. 45-51	1	NW82
<i>tt2</i>	<i>tt2-1</i>	Transparent testa	5-47	Yellow seeds due to absence of brown pigment in seed coat	<i>Ler</i>	X		Koopmeef M. (1981) Arab. Inf. Serv. 18. 45-51	1	NW83
<i>tt3</i>	<i>tt3-1</i>	Transparent testa	5-47	Yellow seeds due to absence of brown pigment in seed coat and anthocyaninless leaves and stems	<i>Ler</i>	X		Koopmeef M. (1981) Arab. Inf. Serv. 18. 45-51	1	NW84
<i>tt4</i>	<i>tt4-1</i>	Transparent testa	5-14	Yellow seeds due to absence of brown pigment in seed coat and anthocyaninless leaves and stems	<i>Ler</i>	EMS		Koopmeef M. (1981) Arab. Inf. Serv. 18. 45-51	1	NW85
<i>tt5</i>	<i>tt5-1</i>	Transparent testa	3-74	Like <i>tt4</i> (yellow seeds due to absence of brown pigment in seed coat and anthocyaninless leaves and stems) perhaps brighter green	<i>Ler</i>	N		Koopmeef M. (1981) Arab. Inf. Serv. 18. 45-51	1	NW86
<i>tt8</i>	<i>tt8-1</i>	Transparent testa	?	Yellow seeds due to absence of brown pigment in seed coat	<i>Ler/Enkei m</i>		This mutant was identified in the F2 of A/S mutant F107 x <i>Landsberg erecta</i> cross			NW111
<i>ttg</i>	<i>ttg</i>	Transparent testa: <i>Glabra</i>	5-31	Like <i>tt1</i> . Yellow seeds. No anthocyanin in leaves and stems. Trichomes absent. Aberrant seed coat structure	<i>Ler</i>	EMS		Koopmeef M. (1981) Arab. Inf. Serv. 18. 45-51	1	NW89

Примечания: EMS – этилметансульфонат (ethylmethane sulfonate), X – рентгеновские лучи (X - rays), N – быструе нейтроны (fast neutron), 1 – Мартиен Коопмеef.

## Висновки

1. Изучение потенциала крупнейших международных коллекционных центров арабидопсиса NASC, ABRC и SASSC по основным биологическим и селекционным признакам позволяет выявить хозяйственно-ценные аллели для реализации селекционных программ различного направления.

2. Проведенное изучение генетических коллекций ресурсов арабидопсиса (NASC и ABRC) показало, что в международных коллекционных центрах имеются мутации (*tt1-1*; *tt2-1*; *tt3-1*; *tt4-1*; *tt5-1*; *tt8-1* и *ttg-1*) с селекционно-ценными аллелями, пригодные для трансгенеза аллелей в культивируемые масличные растения сем. *Brassicaceae* с целью создания исходного материала с желтой окраской семян.

## References

1. Konarev A.V. The use of molecular markers in solving the problems of plant genetic resources and selection. *Agrarian Russia*. 2006. Vol. 6. P. 4–21. [in Russian] / Конарев А.В. Использование молекулярных маркеров в решении проблем генетических ресурсов растений и селекции. *Аграрная Россия*. 2006. № 6. С. 4–21.
2. State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine in 2006 (extract). K.: State Service for the Protection of Rights to Varieties, 2006. 232 p. [in Ukrainian] / Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2006 році (витяг). К.: Державна служба з охорони прав на сорти, 2006. 232 с.
3. Likhchov V.V. Plant growing. Cultivation technologies of crops. K.: Center for Educational Literature, 2004. 808 p. [in Ukrainian] / Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
4. Gaidash V.D. Rape. Ivano-Frankivsk: Siversey LTD, 1998. 224 p. [in Ukrainian] / Гайдаш В.Д. Ріпак. Івано-Франківськ: Сіверсія ЛТД, 1998. 224 с.
5. Seed List. The Nottingham Arabidopsis Stock Center. Nottingham: The University of Nottingham, 1994. 147 p.

**HABLAK S.G.<sup>1</sup>, ABDULLAEVA Y.A.<sup>1</sup>, RYABOVOL L.O.<sup>2</sup>, RYABOVOL Y.S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Agroholding "AGR group",

Ukraine, Kiev, e-mail: sergeyhab211981@gmail.com

<sup>2</sup> Umanian National University of Horticulture, Department of Genetics, Plant Breeding and Biotechnology, Ukraine, 20301, Uman, e-mail: liudmila1511@ukr.net

## PROSPECTS FOR THE CREATION OF THE ORIGINAL MATERIAL FOR THE SELECTION OF YELLOW SEED VARIETIES OIL CROPS OF THE BRASSICACEAE FAMILY

**Aim.** Study of the genetic resources of Arabidopsis for the purpose of detecting mutations with selection-valuable alleles of interest for transgenesis in cultivated oil plants of the genus Brassicaceae by genetic engineering and biotechnology. **Methods.** Empirical research (observation, comparison), theoretical research (abstraction, analysis and synthesis). **Results.** A study of genetic collections of Arabidopsis resources (NASC and ABRC) showed that there are mutations in international collection centers (*tt1-1*; *tt2-1*; *tt3-1*; *tt4-1*; *tt5-1*; *tt8-1* and *ttg-1*) with breeding-valuable alleles suitable for transgenesis of alleles in cultivated oilseeds of the genus Brassicaceae in order to create a source material with a yellow seed color. **Conclusions.** The study of the potential of the largest international Arabidopsis collection centers of NASC, ABRC and SASSC on basic biological and breeding grounds allows us to identify economically valuable alleles for the implementation of breeding programs in different directions.

**Keywords:** *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., Brassicaceae, seeds, yellow color.

**ХАБЛАК С. Г.<sup>1</sup>, АБДУЛАСВА Я. А.<sup>1</sup>, РЯБОВОЛ Л. О.<sup>2</sup>, РЯБОВОЛ Я. С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Агрохолдинг «AGR group»,

Україна, м. Київ, e-mail: sergeyhab211981@gmail.com

<sup>2</sup> Уманський національний університет садівництва, кафедра генетики, селекції рослин та біотехнології, Україна, 20301, м. Умань, вул. Інститутська, 1, e-mail: liudmila1511@ukr.net

## ПЕРСПЕКТИВИ ЩОДО СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ ЖОВТОНАСІННИХ СОРТІВ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР РОДИНИ BRASSICACEAE

**Мета.** Вивчення генетичних колекційних ресурсів арабидопсису з метою виявлення мутацій із селекційно-цінними аллелями, що представляють інтерес для трансгенезу в культивовані олійні рослини роду Brassicaceae методами генної інженерії і біотехнології. **Методи.** Емпіричні дослідження (спостереження, порівняння), теоретичні дослідження (абстрагування, аналіз і синтез). **Результати.** Проведене вивчення генетичних колекційних ресурсів арабидопсису (NASC і ABRC) показало, що в міжнародних колекційних центрах є мутації (*tt1-1*; *tt2-1*; *tt3-1*; *tt4-1*; *tt5-1*; *tt8-1* і *ttg-1*) з селекційно-цінними аллелями, що придатні для трансгенезу алелів у

культивовані олійні рослини род. Brassicaceae з метою створення вихідного матеріалу з жовтим забарвленням насіння. **Висновки.** Вивчення потенціалу найбільших міжнародних колекційних центрів арабідопсису NASC, ABRC і SASSC за основними біологічними і селекційним ознаками дозволяє виявити господарсько-цінні алелі для реалізації селекційних програм різного напрямку.

*Ключові слова:* *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., Brassicaceae, насіння, жовте забарвлення.