
II Международная научная конференция
«Роль метаболомики в совершенствовании
биотехнологических средств производства»

по направлению
«Метаболомика и качество жизни»

Организаторы конференции:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Российская академия наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и
ароматических растений»

6 – 7 июня 2019 г., ФГБНУ ВИЛАР

г. Москва

ISBN 978-5-87019-086-0

УДК 633.88:615.45: 615.3:577:57.04



9 785870 190860

ББК: 42: 52.8: 24.2: 24.4.

Председатель редакционного совета: Сидельников Н.И.

Редакционный совет:

Быков В.А. академик РАН, д.т.н., профессор

Савченко И.В. академик РАН, д.б.н.

Мизина П.Г. д.фарм.наук, профессор

Морозов А.И. д.с.-х.н.

Осипов В.И. д.б.н.

Савин П.С. к.б.н.

Сайбель О.Л. к.фарм.н.

Семкина О.А. к.фарм.н.

Ферубко Е.В. к.мед.н.

Хазиева Ф.М. к.б.н.

Ответственные секретари:

Бабенко А.Н. к.б.н., Дыдыкина А.А.

Материалы публикуются в авторской редакции

© ВИЛАР, 2019-06

© Коллектив авторов

СЕЛЕКЦИЯ ИНТЕНСИВНЫХ СОРТОВ ТОПИНАМБУРА И ТОПИНСОЛНЕЧНИКА

Н.С. Купцов

к.б.н., ведущий научный сотрудник, *e-mail*: N.Kuptsov@cbg.org.by , +375172840787

Е.Г. Попов

к.б.н., ведущий научный сотрудник, *e-mail*: E.Popoff@cbg.org.by , +375172841592

Б.Ю. Аношенко

к.б.н., ведущий научный сотрудник, *e-mail*: B.Anoshenko@cbg.org.by , +375173321578

В.В. Титок

д.б.н. чл.-корр. НАН Беларуси, директор, *e-mail*: Office@cbg.org.by , +375172841484 Центральный ботанический сад НАН Беларуси, 220012, ул. Сурганова, 2 в, Минск, Беларусь

Аннотация: Обоснована необходимость ускоренного, в условиях современного сельскохозяйственного производства и аридизации климата Европы, создания интенсивных сортов топинамбура и топинсолнечника. Излагаются генетические пути их создания и результаты практической селекции.

Ключевые слова: топинамбур, топинсолнечник, интенсивные сорта, гетерозис

ВВЕДЕНИЕ

Топинамбур [*Helianthus tuberosus* L.] – клубненосное многолетнее растение рода *Helianthus* Североамериканского центра происхождения культурных растений. Топинамбур является гексаплоидом ($2n = 102$), основное число хромосом $X = 17$ [1, 2]. Интродуцировано данное растение в Европу французскими моряками экспедиции Лескарбо в 1605 г. [3]. Топинамбур, в силу экологической пластичности, удачно натурализовался в Европе, а в дальнейшем, благодаря своим замечательным вкусовым и лечебным свойствам при сравнительно высокой урожайности, быстро распространился в Австралии, а также в странах Азии, Африки, и Южной Америки [4].

Топинсолнечник – экспериментальный гибрид, полученный в результате скрещивания топинамбура с диплоидным подсолнечником (*Helianthus annuus* L., $2n = 34$). По морфологическим и хозяйственно ценным признакам топинсолнечник схож с топинамбуром, однако является тетраплоидом ($2n = 68$) [1, 2].

К настоящему времени разработаны технологии производства из надземной массы и клубней топинамбура и топинсолнечника инулина, фитопрепаратов, биологически активных добавок, продуктов функционального питания, биокорректоров, фруктозы, биоэтанола и другой продукции, пользующейся спросом на внутреннем и внешнем рынках [5], что обусловило рост площадей под этими культурами. В мировом земледелии указанные культуры занимают более 2,5 млн. га [3, 4].

В Беларуси топинамбур промышленно выращивается на площади около 500 га, кроме этого, он традиционно возделывается в частном секторе (дачные и садовые участки, крестьянские

усады). В республике разработаны ряд продуктов и методов использования топинамбура [4]: 1) Бальнеологическое лечебно-оздоровительное средство [Патент РБ № 17961], 2) БАД «Кальфосил» [Патент РБ № 17826], 3) диетический продукт из топинамбура [Патент РБ № 17853].

Однако, что в Беларуси в условиях интенсивного сельхозпроизводства основным сдерживающим фактором расширения посевных площадей под топинамбуром и топинсолнечником является отсутствие интенсивных сортов и технологий их возделывания, так как селекционно-генетические работы с этими культурами до 2014 года не проводились.

Мировой опыт растениеводства убедительно показывает, что только современные интенсивные сорта сельхозкультур, возделываемые в плотных агроценозах по современным технологиям, способны формировать максимально возможную урожайность, а также обеспечивать её качество и защиту от неблагоприятных факторов внешней среды, болезней и вредителей. При этом в современном сельхозпроизводстве наиболее продуктивны плотные гомогенные моноценозы, состоящие из растений, морфофизиологическая структура которых уклонена в ксероморфную сторону. Это обусловлено, во-первых, тем, что уплотнение моноценоза обеспечивает больший выход продукции с единицы площади, а его ценотические условия действуют в том же направлении, что и таковые аридные и засуха. Во-вторых, продолжающаяся аридизация климата планеты и тот факт, что в Европе этот процесс идёт более быстрыми темпами, чем в среднем по миру, требуют ориентации селекции на ускоренное целенаправленное создание у сельхозкультур интенсивных ксероморфных сортов различного типа развития (яровых, факультативных, озимых и многолетних), а также технологий их возделывания [4, 6]. Соответственно, исследования по топинамбуру и топинсолнечнику должны быть также направлены на ускоренное выведение интенсивных сортов различных типов развития, что, в свою очередь, существенно повысит урожайность культур и, в дальнейшем, обеспечит расширение их промышленных посадок. Кроме того, полиплоидный уровень топинамбура и топинсолнечника позволяют результативно использовать эти культуры в гибридизации с интенсивными сортами подсолнечника *Helianthus annuus* L. [4, 6], как с целью создания многолетнего подсолнечника, так и принципиально новой культуры межвидового гибрида *Гелиуникум*, способного обеспечивать экономически выгодную урожайность как семян, так и клубней. Для успешной селекционной работы в указанном направлении необходимым условием является наличие моделей растений интенсивных сортов, в соответствии с которыми исследователи могут вести отбор желательных генотипов как с коллекционного, так и селекционного материала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси (ЦБС) в период 2014-2016 годов проведены комплексные исследования (морфофизиологические, биохимические, иммунологические, агротехнические) 58 образцов коллекции топинамбура с использованием общепринятых методов [4, 7, 8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общеизвестно, что модель сорта даёт представление о соотношении признаков его растения, при котором обеспечивается максимальная урожайность агроценоза в данных экологических условиях при нелIMITированном питании и влагообеспеченности. Опираясь на результаты собственного сравнительного агротехнического, морфофизиологического, иммунологического и биохимического изучения образцов коллекции топинамбура и топинсолнечника, нами разработана для этих культур модель растения интенсивного сорта клубневого направления использования, которая кратко описывается следующим образом. Растения невысокие (70...90 см), имеют компактный габитус и ксеро-

морфную мезоструктуру, толерантны к комплексу экономически значимых болезней, засухе и плотному агроценозу (80...90 тыс./га). Клубни яйцевидной или овальной формы, имеют выравненную поверхность и оптимальный пробковый слой, обеспечивающий их качественную лёжку. Масса клубня 60...120 г. Содержание инулина в сухом веществе клубней ~60...70%. Потенциальная урожайность клубней 70...80 т/га. Изучение коллекционного материала топинамбура и топинамбурника показало, что наличный генофонд содержит почти все необходимые признаки и свойства для селекции интенсивных сортов в соответствии с моделью. Единственным ключевым признаком, который отсутствует в коллекционном материале является «оптимальный пробковый слой клубня» (ОПС). В связи с этим в ЦБС НАН Беларуси разработана технология генетико-селекционного синтеза у топинамбура признака «ОПС» (рис. 1).

Мы предлагаем для целенаправленного синтеза развитого пробкового слоя клубней в качестве теоретической основы использовать закономерности изменения генетической структуры признаков растений традиционных сельхозкультур в ходе их доместики и селекции. Общеизвестно [4], что в процессе доместики многих видов (пшеница, рис, кукуруза, подсолнечник, люпин и др.) в генотипах происходит накопление мутантных генов по различным признакам. В случае необходимости селекции на максимальное и стабильное выражение культурного признака в генотипе происходит объединение с помощью рекомбинаций двух и более неаллельных мутантных генов. Для синтеза пробкового слоя в кожуре клубней топинамбура необходимо вовлечь в гибридизацию его экологически и географически отдаленные сорта и дикие формы. Это связано с тем, что генетические системы, контролирующие тот или иной элементарный признак, в разных экологических нишах содержат неаллельные гены. Взаимодействие неаллельных генов даст реальную возможность отобрать в расщепляющихся поколениях таких гибридов рекомбинантные генотипы с новыми значениями признаков, в том числе и с оптимальной толщиной пробкового слоя. Кроме того, перспективным направлением может оказаться также использование межвидовых гибридов топинамбура, а также топинамбурника, с интенсивными сортами подсолнечника. Топинамбурники, как и некоторые дикие формы топинамбура, имеют более развитый пробковый слой, чем культурные образцы и сорта топинамбура [1, 2]. Схема генетического синтеза элементарного признака «оптимальный пробковый слой клубня» приведена на рис. 1.

По сведениям литературы [9], естественные и экспериментальные полиплоиды при эколого-географических скрещиваниях образуют в гибридном потомстве популяции, состоящие, в основном, из гетерозигот. Способность полиплоидов обеспечивать высокий уровень гетерозиготности популяции является основой для поддержания гетерозиса в ряду поколений гибридов. Учитывая это, в ЦБС НАН Беларуси разработана технология создания сортов топинамбура и топинамбурника с незатухающим гетерозисом (см. рис. 2). В основу этой технологии положено целенаправленное создание сортов с незатухающим гетерозисом с помощью экспериментального синтеза максимальной гексааллельной гетерозиготности по желательным элементарным признакам у топинамбура и четырёхаллельной гетерозиготности – у топинамбурника (рис. 2). Исключительно вегетативное размножение сортов топинамбура и топинамбурника в состоянии обеспечивать многократное воспроизведение в широких масштабах гетерозисного эффекта.

Создание гетерозисных сортов должно быть основополагающим направлением селекции на повышение урожайности и адаптивности этих культур.

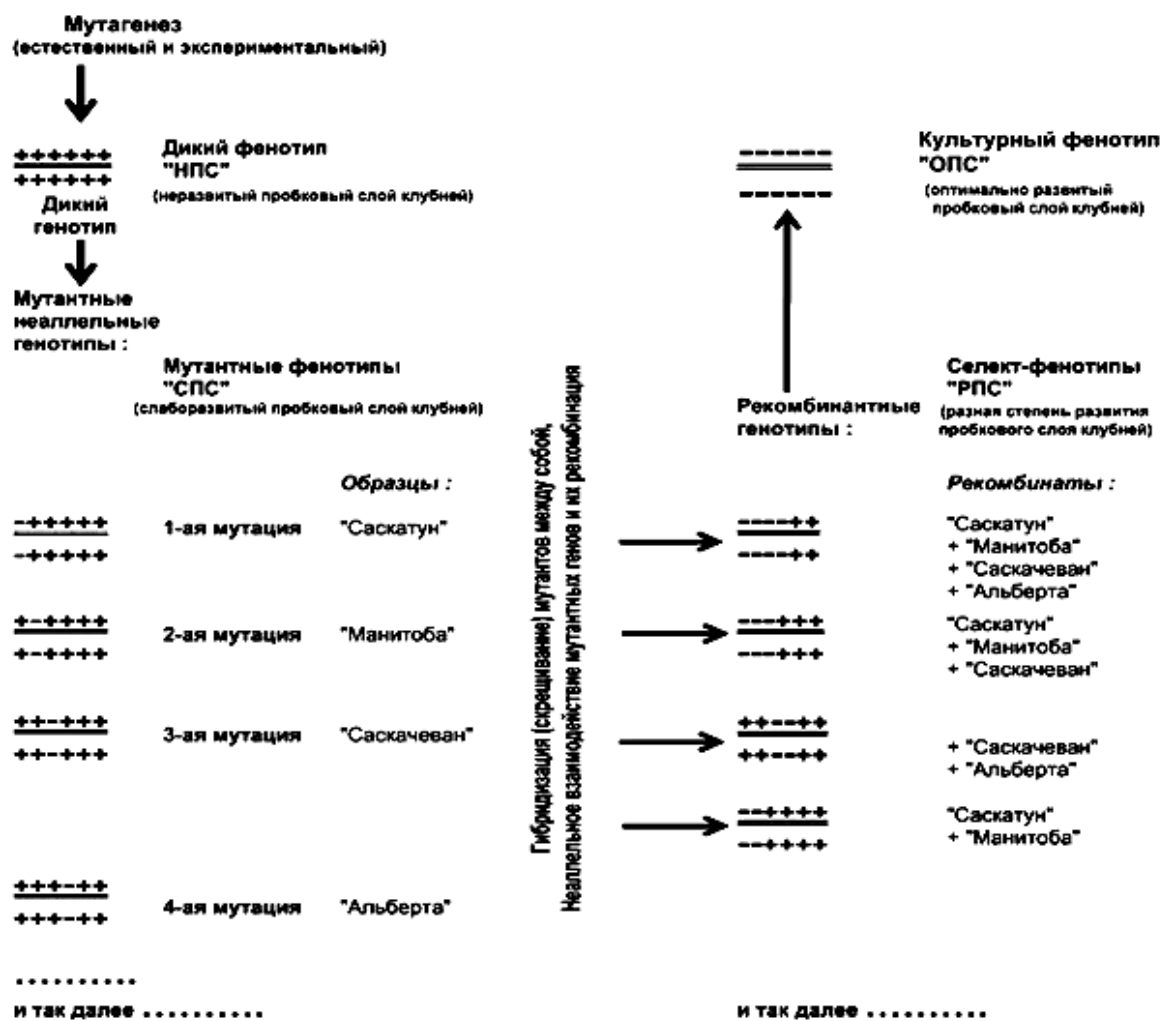


Рисунок 1 – Схема селекционного синтеза у топинамбура признака «оптимальный пробковый слой клубня»

С использованием параметров разработанной модели топинамбура в ЦБС НАН Беларуси впервые выведен интенсивный короткостебельный сорт *Анастас* клубневого направления, внесённый в 2018 г. в Госреестр Республики Беларусь. Растения сорта *Анастас* невысокие, в плотном моноценозе – до 80 см. *Анастас* имеет компактный габитус (рис. 3). Сорт создан путём индивидуального отбора на жёстком инфекционном фоне из популяции коллекционного образца *Дwarf*, короткостебельных устойчивых к комплексу болезней растений. Стебель *Анастаса* устойчив к полеганию, имеет слабую антоциановую (пурпурную) окраску. Моноподиальное ветвление развито хорошо, а симподиальное – слабо. Облиственность растений высокая (доля листьев от массы растений ~55 %). Листья тёмнозелёные ксероморфные. Удельная поверхностная плотность листа – 8,6 мг/см². Листовой индекс при густоте стояния 90 тыс./га – 5,6 м² лист/м² поля. Клубневое гнездо умеренно-компактное (3,3 дм³). Клубни удлиненно-овальной формы легко отделяются от столонов (рис. 3). Поверхность клубней умеренно-гладкая (без крупных наростов и деток). Глазки вдавленные, глубина их залегания мелкая. Окраска кожуры клубней фиолетово-пурпурная, мякоти – белая. Масса клубня варьирует от 20 г до 80 г. Клубни *Анастаса* имеют умеренно развитый пробковый слой. Период вегетации растения – 150...170 сут. Сорт обладает высокой устойчивостью к экстремальным факторам среды (к основной экономически значимой болезни склеротинии, к

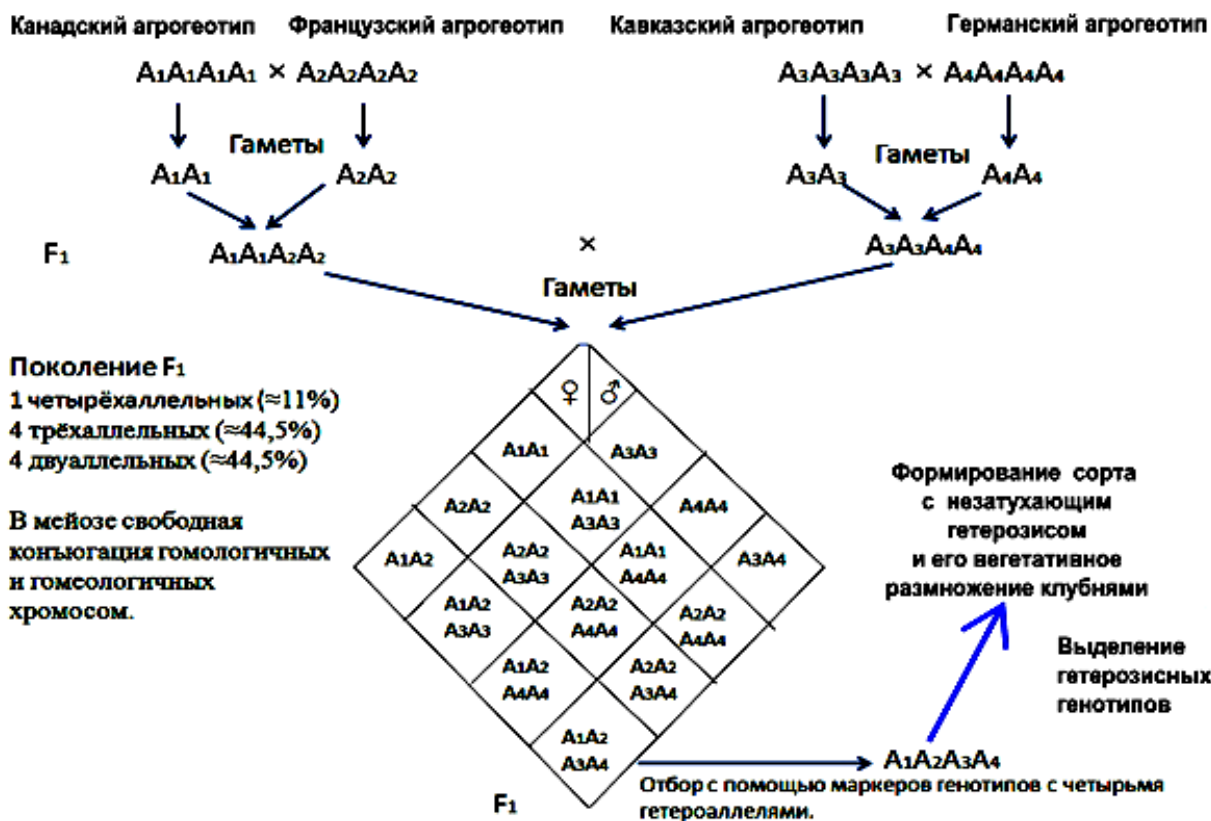


Рисунок 2 – Схема технологии создания сортов топинамбоба ($2n = 68$) с незатухающим гетерозисом

засухе, к полеганию). Технология возделывания и уборки сорта *Анастас* аналогична таковой картофеля. Потенциальная урожайность клубней 45...50 т/га при плотности агроценоза 90 тыс./га. Содержание инулина в сухом веществе клубней ~60%. Сорт пригоден для промышленной переработки клубней (получение инулина, производство фитопрепаратов, продуктов питания).



а



б



в

Рисунок 3 – Растение сорта *Анастас* (а), его клубневое гнездо (б), клубень (в)

ВЫВОДЫ

1. В Беларуси в условиях интенсивного сельхозпроизводства основным сдерживающим фактором расширения посевных площадей под топинамбуром и топинсолнечником является отсутствие интенсивных сортов и технологий их возделывания, так как селекционно-генетические работы с этой культурой в республике до 2014 года не проводились.
2. На основе результатов комплексного изучения 58 коллекционных образцов разработана модель растения интенсивного сорта, обладающего ксероморфностью, компактным габитусом, и короткостебельностью. В соответствии с параметрами разработанной модели создан интенсивный сорт *Анастас*, который в 2018 году внесён в Госреестр Республики Беларусь.
3. Разработаны и используются генетико-селекционные технологии создания сортов топинамбура и топинсолнечника с признаком «оптимальный пробковый слой» и с незацветающим гетерозисом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kays S.J., Nottingham S.F. Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke *Helianthus tuberosus* L. // Boca Raton FL: Taylor & Francis Group, 2007; 479 p.
2. Пасько Н.М. *Helianthus tuberosus* L. (морфология, классификация, биология, исходный материал для селекции) : дисс. ... докт. с.-х. наук 06.01.05 //Л.: 1989; 454 с.
3. Зеленков В.Н., Романова Н.Г. Топинамбур: агробиологический портрет и перспективы инновационного применения: монография // М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т. – М.: РГАУ-МСХА, 2012; 161 с.
4. Титок В.В., Рупасова Ж.А., Купцов Н.С. и соавт. Топинамбур в Беларуси (монография). // Минск: РУП «Издательство “Беларуская навука”», 2018; 263 с.
5. Аникиенко Т.И., Цугленок Н.В. Эколого-энергетические и медико-биологические свойства топинамбура: монография // Красноярск, 2008; 213 с.
6. Crews, T.E., Cattani D.J. Strategies, advances, and challenges in breeding perennial grain crops // Sustainability. – 2018; 10 (7): 2792–9.
7. Зеленский М.И., Быков О.Д. Терминология количественных характеристик при изучении роста продуктивности и фотосинтеза сельскохозяйственных растений. Методические указания // ВАСХНИЛ. ВИР. – Л.: Наука, 1982; 46 с.
8. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др Методы биохимического исследования растений. под ред. Ермакова А.И. // Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд., 1987; 430 с.
9. Савченко В.К. Генетика полиплоидных популяций. Под ред. П.Ф. Рокицкого. // Мн.: Наука и техника, 1976; 240 с.

BREEDING OF INTENSIVE OF JERUSALEM ARTICHOKE AND TOPINSA SUNFLOWER VARIETIES

N.S. Kuptsov

(Ph.D), E.H. Popoff (Ph.D), B.Yu. Anoshenko (Ph.D), V.V. Titok (ScD) – research scientists of Central Botanical Garden (Natl. Sci. of Belarus), Minsk. E-mail: E.Popoff@cbg.org.by

Summary: Different breeding aspects for creating novel intensive Jerusalem artichoke and Topinsa sunflower varieties are presented that could be efficiently used for modern agriculture at continuing aridization of Europe climate. Corresponding genetic algorithms of their creation and results of practical selection are discussed.

Key words: Jerusalem artichoke, topinsa sunflower, intensive *cultivars*, heterosis