

полной бутонизации озимого рапса обеспечило получение максимальной биологической урожайности культуры (4,85–4,88 т/га) при следующих элементах структуры урожая: густота стояния растений к уборке – 40–42 шт./м², количество стручков на растении к уборке – 149–154 шт., количество семян в стручке – 16,9–17,1 шт., масса 1000 семян – 4,6 г, масса семян с одного растения – 11,62–12,12 г.

3. В среднем за три года исследований оптимальным оказался вариант с внесением Мегафол в два срока по 0,75 л/га, обеспечившим урожайность 3,62 т/га маслосемян озимого рапса.

4. Наибольшую прибавку по сбору сырого протеина (0,11–0,12 т/га) озимый рапс обеспечивал при внесении биостимулятора Мегафол в дозах 1,0 и 1,25 л/га в два срока в фазе начало бутонизации и в фазе полной бутонизации, а по сбору жира (0,04 т/га) – при внесении в дозе по 0,75 л/га в два срока в аналогичные фазы.

Литература

1. Аутко, А. А. Влияние регуляторов роста на качество рассады капусты белокочанной / А. А. Аутко, Г. В. Наумова, Л. Ю. За-

бара // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы II Междунар. науч. конф., Минск, 5–8 декабря 2001 г. / НАН Беларуси, Ин-т эксперимент. ботаники им. В. Ф. Купревича, Беларус. о-во физиол. раст.; редкол.: Н. А. Ламан [и др.]. – Минск, 2001. – С. 15.

2. Овчинникова, Т. Ф. Влияние гуминового препарата из торфа «Гидрогумат» на полиферазную активность и метаболизм дрожжевых микроорганизмов / Т. Ф. Овчинникова // Биол. науки. – 1991. – № 10. – С. 87–90.
3. Жолик, Г. А. Влияние регуляторов роста на ход формирования семенной продуктивности озимого рапса / Г. А. Жолик // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – № 6. – С. 13–15.
4. Ключкова, О. С. Эффективность применения Карамба и микроудобрений Эколист в посевах озимого рапса / О. С. Ключкова, А. А. Запрудский // Современные технологии с.-х. производства: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2008. – С. 59–60.
5. Песковский, Г. А. Эффективность применения некорневых удобрений Эколист на рапсе / Г. А. Песковский // Беларус. сел. хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 60–62.
6. Экологически безопасные биологически активные препараты растительного происхождения и перспективы их использования в овощеводстве / Г. В. Наумова [и др.] / Овощеводство на рубеже третьего тысячелетия: материалы науч.-практ. конф. / Акад. агр. наук РБ, Бел. НИИ овощеводства. – Минск, 2000. – С. 30–31.

УДК 635.24:631.52(476)

Направления селекции топинамбура в Беларуси

П. А. Пашкевич, кандидат с.-х. наук, Д. А. Дубарь, научный сотрудник
Центральный ботанический сад НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 22.06.2021)

Приведены результаты комплексного изучения коллекции сортообразцов топинамбура. Установлены недостатки топинамбура, без селекционного устранения которых промышленное производство в нашей республике является малоэффективным. Главными недостатками топинамбура являются низкий начальный темп роста, большая высота растений, растянутый вегетационный период, слабая сохраняемость и нетехнологичная форма клубней. Для повышения технологичности и урожайности клубней топинамбура необходимо создавать раннеспелые низкорослые сорта с быстрым темпом начального роста, имеющие округлую форму клубней с развитым пробковым слоем. Выделены источники хозяйственно ценных признаков для селекционного улучшения сортов топинамбура.

The results of a comprehensive study of the collection of varieties of Helianthus tuberosus L. are presented. Some flaws of the H. tuberosus, that make the industrial production of H. tuberosus in our republic ineffective without selective elimination, are revealed. The main flaws of the H. tuberosus are: low initial growth rate, huge plant height, extended growing season, poor preservation and non-technological shape of tubers. It is necessary to breed early-maturing low-growing varieties with a fast rate of initial growth, with tubers of round shape and developed cork layer for growth of the technological efficiency and productivity of the H. tuberosus tubers. The sources of economically valuable traits for the selective improvement of H. tuberosus varieties are identified.

Введение

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L., земляная груша) известен в Европе с XVII века и впервые завезен из Северной Америки во Францию, откуда он в качестве овощного растения распространился по всей Европе. В Северной Америке индейцы возделывали топинамбур для использования в пищу. В России эта культура начала культивироваться в XVIII веке. В 1938 г. во Франции этой культурой было занято свыше 150 тыс. га земли [7].

В настоящее время время посадки топинамбура в мире занимают около 2,5 млн га [2]. Топинамбур активно возделывают в США, Канаде, Бразилии, Франции, России и других странах, где на плодородных землях при внесении необходимых доз органических и минераль-



ных удобрений урожайность зеленой массы достигает 1200–1500 ц/га, а клубней – 1000–1200 ц/га [1, 7].

В сыровых агроклиматических условиях Сибири в России урожайность зеленой массы топинамбура дости-

гает 1600 ц/га, клубней – 640 ц/га, а при использовании топинамбура в качестве страхующей культуры можно гарантированно получать до 300 ц/га зеленой массы и 60 ц/га клубней [6].

В большинстве регионов европейской части России гарантированный урожай зеленой массы топинамбура зеленоукосных сортов составляет 400–600 ц/га и 200–300 ц/га клубней [7].

Топинамбур как культура для Беларуси известна достаточно давно. Его возделывали как в довоенное время, так и в 50–60-х годах XX века. Но впоследствии, в силу субъективных и объективных причин, его посадки сокращались, и он начал исчезать с полей нашей республики [7]. В данной статье рассматриваются признаки топинамбура, которые являются помехой для развертывания широкомасштабного его возделывания, и возможные пути их селекционного улучшения.

Методика и объекты исследований

Исследования коллекционного и селекционного материала топинамбура проводились в 2014–2016 гг. на территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси. Объект исследований – 20 коллекционных сортообразцов. Тип почвы – дерново-подзолистая связносупесчаная на связной пылевато-песчанистой супеси, подстилаемой с глубины 0,5–0,8 м моренным суглинком, pH_{KCl} – 5,2, обеспеченность фосфором – 164 мг/кг почвы, калием – 150 мг/кг, содержание гумуса – 2,93 %, кальция – 718 мг/кг, магния – 68 мг/кг почвы.

Температурные показатели и режим увлажнения в вегетационный период растений в годы исследований заметно отличались от среднегодовой нормы. Пе-

риоды 2014–2016 гг. в целом можно охарактеризовать как жаркие и засушливые, с крайне неравномерным выпадением осадков.

Вносили вручную доломитовую муку из расчёта 500 г/м², азофоску и аммофоску (по 20 г/м²) и сернокислый калий (10 г/м²), также вносили в подкормку перед вторым окучиванием аммиачную селитру (10 г/м²). Для более качественной предпосевной обработки почву повторно дисковали на глубину 8–10 см.

Посадку клубней сортообразцов проводили ежегодно в третьей декаде апреля в четырех повторениях. Перед посадкой клубни обрабатывали протравителем Винцит форте, КС из расчета 1,25 л/т. Предшественник – пар. Учетная площадь делянки составляла 6 м², междурядье – 75 см, глубина посадки – 8–10 см. Норма высадки клубней – 50 000 шт./га. Кроме того, в 2016 г. был заложен опыт по изучению влияния нормы посадки на урожайность клубней нового сорта Анастас в следующих вариантах: 80 000, 120 000, 160 000 и 200 000 шт./га. Минеральные удобрения вносили в норме $N_{120}P_{60}K_{150}Ca_3Mg_{20}$.

Учет урожая зеленой массы проводился в начале цветения, клубней и замеры параметров клубневого гнезда раннеспелых сортообразцов – в конце сентября, среднеспелых и позднеспелых – в первой декаде октября.

Результаты исследований и их обсуждение

Главные недостатки топинамбура, которые являются помехой для развертывания его широкомасштабного возделывания, – низкая технологичность, растянутый вегетационный период и слабая сохраняемость клубней.

Низкая технологичность топинамбура связана в первую очередь с низким темпом начального роста.

Таблица 1 – Характеристика сортообразцов топинамбура по результатам испытаний в 2014–2016 гг.

| Сортообразец | Темп начального роста, см/сутки | Высота растений, см | Продолжительность вегетационного периода, сут. | Урожайность, ц/га | |
|---------------------|---------------------------------|---------------------|--|-------------------|---------|
| | | | | зеленой массы | клубней |
| Анастас | 0,17 | 57 | –* | 222 | 198 |
| Гибрид 1 | 0,26 | 168 | 153 | 412 | 442 |
| Гибрид 2 | 0,21 | 178 | 166 | 288 | 283 |
| Сиреники 1 | 0,52 | 164 | 152 | 324 | 315 |
| Десертный | 0,19 | 179 | 158 | 252 | 331 |
| Скороспелка | 0,22 | 171 | 155 | 267 | 384 |
| Бланк Прекос | 0,25 | 175 | 153 | 303 | 278 |
| Трансвааль | 0,60 | 176 | 153 | 263 | 280 |
| Топинсолнечник ЦБС | 0,52 | 252 | –* | 481 | 314 |
| Надежда | 0,14 | 206 | –* | 258 | 177 |
| Находка | 0,32 | 251 | –* | 453 | 430 |
| Интерес ВНИИКХ | 0,32 | 223 | –* | 398 | 230 |
| Диетический | 0,21 | 234 | –* | 432 | 335 |
| Топинсолнечник ВИРа | 0,32 | 226 | –* | 328 | 223 |
| Интерес 21 | 0,32 | 242 | –* | 459 | 404 |
| Виолет де Ренес | 0,20 | 241 | –* | 331 | 274 |
| Сиреники 2 | 0,31 | 259 | –* | 472 | 398 |
| Канадский | 0,31 | 261 | –* | 477 | 336 |
| Гигант | 0,35 | 248 | –* | 401 | 327 |
| Киевский белый | 0,14 | 268 | –* | 607 | 514 |

Примечание – *Прочерком отмечены сортообразцы, которые не созрели.

Такие посадки в наибольшей степени подвергаются негативному влиянию сорняков, так как они позже затевают поверхность почвы, создавая тем самым слабую конкуренцию сорной растительности. Также они слабо используют основные факторы весеннего плодородия почвы (влагу и питательные вещества) и требуют внесения гербицидов на участках, сильно засоренных многолетней сорной растительностью. По результатам наших исследований (таблица 1), темп начального роста большинства коллекционных сортообразцов находился в пределах 0,14–0,35 см/сутки. По данному показателю можно выделить **сорт Сиреники 1** (0,52 см/сутки), образцы **Трансвааль** (0,6 см/сутки) и **Топинсолнечник ЦБС** (0,52 см/сутки). Примечательно, что Сиреники 1 и Трансвааль являются раннеспелыми, а Топинсолнечник ЦБС – среднеспелым.

В последующие периоды роста и развития растений темп роста, особенно у высокорослых сортообразцов, значительно возрастает до максимальных значений – 2 см/сутки.

Во вторую очередь низкая технологичность топинамбура связана с большой высотой растений (по нашим наблюдениям – до 330 см). Большая высота растений осложняет уход за растениями, уборку клубней, ухудшает циркуляцию воздуха и, как следствие, фитопатологическое состояние посадок. У большинства сортообразцов топинамбура средняя высота за 2014–2016 гг. находилась в пределах 164–268 см (таблица 1). Исключением является низкорослый сорт селекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси Анастас, показатель у которого составил 57 см.

Сорт Анастас внесен в Государственный реестр сортов в 2018 г. Однолетнее растение высотой 50–70 см (рисунок 1). Клубни веретеновидные, пурпурные, цвет мякоти белый. Сорт позднеспелый, фазы бутонизации и цветения в условиях Беларуси не наступают. Предназначен для приусадебного возделывания, а также в фермерских хозяйствах. Сорт клубневого назначения. Высокоустойчив к полеганию, засухе, склеротинии (основной экономически значимой болезни). На участках с высоким почвенным плодородием при применении высоких доз азотных удобрений (200 кг/га по д. в.) его норму посадки можно увеличить до 200 000 клубней на 1 га, что в свою очередь позволяет повысить выход семенных клубней. Урожайность клубней – 217–373 ц/га, расположение клубней компактное. Изучение влияния гуминовых удобрений в 2020 г. показало хорошую отзывчивость сорта Анастас: внесение вермикомпоста



Рисунок 1 – Растения топинамбура сорта Анастас

под основную обработку почвы в норме 5 т/га повысило урожайность клубней до 601,4 ц/га.

Одним из главных недостатков топинамбура является продолжительный вегетационный период. По продолжительности данного периода в условиях Беларуси все сортообразцы можно разделить на 3 группы: раннеспелые (150–170 дней), среднеспелые (не созревают, стадия полного цветения наступает на 130–140 сутки) и позднеспелые (не созревают, в октябре возможно лишь начало цветения). Установлено, что большинство изученных сортообразцов являются позднеспелыми. К **раннеспелым** можно отнести **Гибрид 1, Гибрид 2, Сиреники 1, Трансвааль, Бланк Прекос, Десертный, Скороспелка**. Указанные сортообразцы имели относительно невысокую урожайность зеленой массы (263–412 ц/га) и, что следует особо подчеркнуть, в условиях Беларуси проходили все стадии роста и развития, этим способствуя более полному транспорту ассимилятов из вегетативной массы в клубни. Среднеспелые и особенно позднеспелые сортообразцы в силу продолжительного периода вегетативного роста не успевают оперативно сформировать клубни, о чем свидетельствует меньшая урожайность клубней по сравнению с таковой зеленой массы (таблица 1), а сигналом для ускорения данного процесса у них служит наступление заморозков. Необходимо учитывать, что во время проведения учета урожайности зеленой массы у позднеспелых сортообразцов в середине сентября листья были поражены мучнистой росой, что затрудняет использование зеленой массы на корм. По этой причине скашивание зеленой массы среднеспелых и позднеспелых сортообразцов необходимо проводить в августе – начале сентября, что в свою очередь сильно снижает урожайность клубней. Указанные выше закономерности по многим позициям подтверждаются работами российских ученых [4]. Одним из преимуществ раннеспелых сортов является то, что в октябре растения имеют усохшие столоны, что облегчает механизированную уборку как осенью, так и весной. У среднеспелых и позднеспелых сортов столоны осенью активны, клубневое гнездо сцеплено, что осложняет механизированную и особенно ручную уборку (на приусадебных участках).

При возделывании топинамбура для получения клубней стоит учитывать, что при скашивании сочной зеленой массы на корм сельскохозяйственным животным значительно снижается урожайность клубней. Так, после уборки 607 ц/га зеленой массы образца Киевский белый (таблица 1) урожайность клубней при благоприятных условиях будет составлять около 150–200 ц/га вместо 514 ц/га без скашивания зеленой массы.

Для получения высокой урожайности зеленой массы следует применять позднеспелые сорта, склонные к моноподиальному ветвлению и формированию куста из 2–3 равновеликих стеблей. К таким относятся сортообразцы селекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси и КФХ «Бортники-агро» Бортниковский и Моисеенков.

Сорт Бортниковский внесен в Государственный реестр сортов в 2020 г. Технологичный сорт кормового назначения. Среднеустойчив к плотным ценозам, полеганию, засухе, склеротинии. Урожайность клубней – 319–401 ц/га, расположение клубней среднекомпактное, клубни легко отделяются от столонов. Урожайность зеленой массы – до 663 ц/га.

Растения **сортаобразца Моисеенков** имеют высоту 330 см. Степень моноподиального ветвления 7 баллов. Сортаобразец позднеспелый, клубни крупные, продолговато-округлые, желтые, цвет мякоти белый. Технологичный сортаобразец кормового назначения. Среднеустойчив к плотным ценозам, полеганию, засухе, склеротинии. Урожайность клубней – 400 ц/га, расположение клубней среднекомпактное, клубни легко отделяются от столонов. Урожайность зеленой массы – 700 ц/га. В конце 2020 г. был оформлен и подан пакет документов для прохождения его государственного сортоиспытания.

Существенным недостатком топинамбура является неудовлетворительная сохранность клубней, которая связана в первую очередь со слабо развитым пробковым слоем. Позднеспелые культурные сортаобразцы, по данным Сутурина А. Н. и Кочнева Н. К., характеризуются пробковым слоем до 30 мк [5]. Для сравнения, раннеспелые культурные сортаобразцы имеют пробковый слой 40–50 мк, что также указывает на перспективность селекции топинамбура на раннеспелость.

Нередкой проблемой при уборке и переработке топинамбура является нетехнологичная форма клубней и наличие на них наростов – «деток». Веретеновидная, грушевидная форма с «детками» осложняет уборку, промышленную переработку клубней, увеличивает количество отходов и уменьшает выход продукции. Однако в результате селекционной работы выведен ряд сортов топинамбура с технологичной формой клубней без «деток». В этом плане одним из лучших сортов топинамбура является среднеспелый сорт Доминика селекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси (рисунок 2).

Сорт Доминика внесен в Государственный реестр сортов в 2020 г. Фаза его бутонизации наступает на 96–100 день после посадки, цветения – на 120–126 день, технической спелости – на 160–170 день. Высокотехнологичный сорт клубневого назначения. Устойчив к плотным ценозам, полеганию, засухе, склеротинии. Результаты его государственного испытания в 2018–2019 гг. приведены в таблице 2.

Выводы

1. Главными недостатками топинамбура как помеха для развертывания широкомасштабного его возделывания являются низкий начальный темп роста, большая высота растений, растянутый вегетационный период, слабая сохраняемость и нетехнологичная форма клубней.

2. Для повышения технологичности и урожайности клубней топинамбура необходимо создавать раннеспелые низкорослые сорта с быстрым темпом начального



Рисунок 2 – Клубни сорта Доминика

роста, имеющие округлую форму клубней с развитым пробковым слоем.

3. Выделены источники хозяйственно ценных признаков для селекционного улучшения сортов топинамбура.

Литература

1. Кочнев, Н. К. Топинамбур – биоэнергетическая культура XXI века / Н. К. Кочнев, М. В. Калиничева – М.: Арес, 2002. – 76 с.
2. Купцов, Н. С. Энергоплантации: справ. пособ. по использованию энергетических растений / Н. С. Купцов, Е. Г. Попов; отв. ред. Б. Ю. Анощенко. – Минск: Конфидо, 2015. – С. 67–68.
3. Манохина, А. А. Разработка и освоение научно обоснованной технологии механизированного возделывания топинамбура: дис. ... д-ра с.-х. наук: 05.20.01 / А. А. Манохина; [ФГБОУ ВО «Росс. гос. аграр. ун-т – Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева». – М., 2017. – 294 с.
4. Старовойтова, О. А. Технология выращивания топинамбура в органическом земледелии / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина // Техника и технологии АПК: вестн. – 2016. – № 6. – С. 44.
5. Сутурин, А. Н. Топинамбур – многофункциональная биотехнологическая культура XXI века / А. Н. Сутурин, Н. К. Кочнев // Топинамбур – биотехнологическая культура XXI века: материалы междунаrod. науч.-практ. конф., Москва, 23–26 ноября 2011. – М., 2011. – С. 35–45.
6. Топинамбур в Беларуси / В. В. Титок [и др.]; Национальная академия наук Беларуси, Центральный ботанический сад. – Минск: Беларуская навука, 2018. – С. 9.
7. Ярошевич, М. И. Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – перспективная культура многоцелевого использования / М. И. Ярошевич, Н. Н. Вечер // Труды БГУ. – 2010. – Т. 4, вып. 2. – Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/16267/1/2009-4-2-198-208.pdf>. – Дата доступа: 19.03.2021.
8. Nutritional value, bioactivity and application potential of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as a neotype feed resource / Y. Wang [et al.] // Animal Nutrition. – 2020. – № 6. – P. 429–437.

Таблица 2 – Результаты государственного испытания сорта Доминика в Беларуси

| Станция (сортаучасток) | Урожайность, ц/га клубней | | | Отклонение от контрольного сорта, ц/га | Средняя масса клубня, г | Продолжительность вегетационного периода, сут. |
|------------------------|---------------------------|---------|---------|--|-------------------------|--|
| | 2018 г. | 2019 г. | средняя | | | |
| Кобринская СС | 488 | 428 | 458 | 47 | 42 | 144 |
| Витебский ГСУ | 148 | 261 | 205 | 99 | 46 | 160 |
| Мозырская СС | 358 | 207 | 283 | –21 | 23 | 155 |
| Гродненский ГСУ | 441 | 351 | 396 | 47 | 33 | 138 |
| Молодечненская СС | 222 | 257 | 240 | –14 | 28 | 152 |
| Горецкая СС | 148 | 486 | 317 | 36 | 34 | 132 |
| Среднее | 301 | 332 | 317 | 32 | 34 | 147 |