

***ХІМІЧНИЙ СКЛАД СОРТІВ ТА СЕЛЕКЦІЙНИХ НОМЕРІВ ЦИКОРІЮ
КОРЕНЕПЛІДНОГО СЕЛЕКЦІЇ УМАНСЬКОЇ ДОСЛІДНО-СЕЛЕКЦІЙНОЇ
СТАНЦІЇ ІНСТИТУТУ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ***

Миколайко В. П.

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Україна

У статті наведено результати досліджень хімічного складу сортів та селекційних номерів цикорію коренеплідного. Вивчено індивідуальну та групову мінливість за вмістом сухих речовин, відновлюючих цукрів, суми цукрів і інуліну та за формою коренеплоду сортів цикорію коренеплідного Уманський 90, Уманський 95, Уманський 96, Уманський 97 та Уманський 99, які занесено до Державного реєстру сортів рослин України та селекційних номерів, які було отримано на Уманській дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКЦБ) з інтродукованих генотипів — Польщі (Sleska), Угорщини (Fredonia) і Франції (Cassel x Dagerade). Наявність індивідуальної та групової мінливості досліджуваних сортозразків за вмістом інуліну характеризує широкий спектр створеного вихідного матеріалу цикорію коренеплідного, який підтверджується і варіабельністю за кількістю сухих речовин у коренеплодах.

Досліджено основні ознаки – сухі речовини 28,6–31,6 %, полісахарид інуліну 11,5–15,7 %; вміст суми цукрів від 13,6 % до 18,1 % до маси сирої речовини. Проведення доборів за цими ознаками в наступних поколіннях дасть змогу отримувати новий вихідний матеріал для селекції сортів з підвищеним вмістом сухих речовин, інуліну та полісахариду.

Ключові слова: *цикорій коренеплідний, селекційний номер, форма коренеплоду, суха речовина, відновлюючий цукор, сума цукрів, інулін*

Вступ. Однією з основних умов, від якої залежить успіх селекції цикорію коренеплідного є наявність різноманітного вихідного матеріалу, що має комплекс важливих господарсько-цінних ознак та ступінь їх вивченості. У процесі створення вихідного матеріалу, окрім урожаю коренеплодів враховується вміст сухих речовин і інуліну, насиченість яких залежить від походження генотипу.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Для підтримки і поліпшення господарсько-цінних ознак даної культури необхідно проводити постійні індивідуальні відбори на основі трансгресивної селекції, з урахуванням, при визначенні напрямку продуктивності, первинної оцінки матеріалів за вмістом інуліну, а потім визначенню і маси коренеплоду [1-3].

Цикорій коренеплідний (*Cichorium intybus* L. var. *sativum* Lam) — цінна харчова, технічна та лікарська рослина. Коренеплоди і листя рослин цикорію містять корисні речовини: білок, цукор, каротин, вітаміни групи В, аскорбінову кислоту, глікозид інтібін, що має специфічний гіркуватий смак, дубильні речовини, мінеральні солі, органічні кислоти, холін, а також цінний полісахарид — інулін, який при розщепленні дає фруктозу. У квітах знайдено кумаринові глікозиди, в молочному соусі – гіркі речовини (лактучин, лактуконікрін) та ін. [4-6].

Цінний хімічний склад цикорію дозволяє використовувати цю рослину для отримання цілого ряду продуктів дієтичного харчування, харчових добавок, лікарських препаратів і високопоживних кормів [7].

Найціннішою речовиною цикорію є полісахарид інулін, застосування якого в медицині практично необмежене. Він використовується у фармакології для виготовлення понад 40 лікарських препаратів, що застосовуються при лікуванні хвороб шлунку, печінки, нирок, серця, нервової системи [8].

У коренеплодах цикорію коренеплідного міститься 16–24 % інуліну, який сприяє виведенню з організму радіонуклідів та токсинів, 2,5 % фруктового цукру, 1,2 % білків, 0,6 % жирів, вітаміни А, В₁, В₂, В₁₂, РР та більше 30 мінеральних елементів [2].

У СРСР було розроблено технологію виробництва спирту з коренів цикорію. Дана технологія мала широке застосування. В СРСР спирт з коренів цикорію виробляли на 40 спиртових заводах, які одночасно працювали і з картоплею. Причому технологія виробництва спирту із цикорію, мала значні переваги перед технологією виробництва спирту із картоплі за рахунок менших затрат і більшого виходу спирту. Переваги цикорію перед картоплею, як сировини для виробництва спирту, полягають в тому, що гідроліз інуліну відбувається з мінеральними кислотами і не потребує солоду, як того вимагає переробка крохмалю. Отримана фруктоза легко зброджується дріжджами в спирт. Спирт-сирець з цикорію не відрізняється за якістю від картопляного і хлібного, а вихід можна отримати значно більший, оскільки гідроліз інуліну можна довести до кінця, на відміну від гідролізу крохмалю [9].

Мета і задачі дослідження. У зв'язку з цим перед нами першочерговим завданням стоїть створення високопродуктивних сортів, адаптованих до різних ґрунтово-кліматичних умов, тривалістю періоду вегетації не більше 150–170 діб, стійких до хвороб і шкідників, здатних забезпечувати врожайність коренеплодів 35–45 т/га та вміст інуліну в коренеплодах 17–20 % [1].

Матеріали і методи. За вихідний матеріал використано селекційні номери та сорти цикорію коренеплідного, які в результаті селекційної роботи було отримано на Уманській дослідно-селекційній станції ІБКЦБ: Уманський-90 з подовженою формою коренеплоду, Уманський 95, Уманський 97 та Уманський 99 з конусоподібної формою коренеплоду і Уманський 96 з циліндричною формою коренеплоду, які занесено до Державного реєстру сортів рослин України, а також селекційні номери, відібрані з сортозразків, інтродукованих з Польщі (Sleska з подовженою формою коренеплоду), Угорщини (Fredonia – з конусоподібної формою коренеплоду) і Франції (Cassel x Dagerade з циліндричною формою).

Експериментальні дослідження, які виконано на Уманській дослідно-селекційній станції ІБКЦБ та агробіостанції Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини в кінці вегетації, перед закладкою на зберігання в першій-другій декаді листопада 2010–2014 рр., розташованих в Лісостеповій зоні України на лісових темно-сірих і опідзолених важкосуглинистих чорноземах з вмістом гумусу 2, 7–3,5 %.

Клімат зони помірно-континентальний з нестійким зволоженням. Середньорічна температура повітря +7,0 °С. Середньорічна кількість опадів 500–640 мм. Максимальна кількість опадів відзначено в червні–липні, мінімальне – в січні і лютому.

Вміст відновлюючих цукрів, суми цукрів і інуліну в коренеплодах визначали за методикою Д. К. Шапіро [10], сухі речовини в соку коренеплоду – за допомогою рефрактометра та методом висушування зразків коренеплодів до постійної маси при температурі 105 °С.

Статистичний обрахунок даних проводили за методом дисперсійного аналізу за В. Ф. Мойсейченком та В. О. Єщенком [11].

Обговорення результатів. Вивчення вмісту сухих речовин у коренеплодах цикорію у окремих селекційних номерів показало досить високу їх варіабельність, що вказує на високий генетичний потенціал і можливість селекції за цією ознакою. Так, вміст сухих речовин в середньому за роки досліджень між окремими номерами змінювався – від 28,6 % до 31,6 % до маси сирої речовини (рис. 1).

Найвищий вміст сухих речовин у коренеплодах забезпечив сорт Уманський 96, різниця якого порівняно з контролем (Уманський 99) становила 2,5 %. Близькими до контролю за цим показником були номери сортів Sleska і сорт Уманський 90. Інші селекційні номери мали проміжні показники за вмістом сухої речовини із незначною різницею між собою.

У залежності від форми коренеплоду відхилення між номерами з низьким і високим вмістом сухої речовини було зафіксовано на рівні з подовженою формою – 0,7 %, конусоподібною – 1,1 %, циліндричною – 1,5 % до маси сирової речовини.

Вуглеводи складають основну частину сухих речовин коренеплоду цикорію. З вуглеводів найбільше значення мають моноцукри – глюкоза, фруктоза, галактоза і арабіноза.

На рисунку один представлено характеристику сортів та селекційних номерів цикорію коренеплідного за змістом цукрів у відсотках до маси сирової речовини залежно від форми коренеплоду і підтверджено, що нами достатньо широко використано генофонд вихідних матеріалів, потомства яких мали варіабельність.

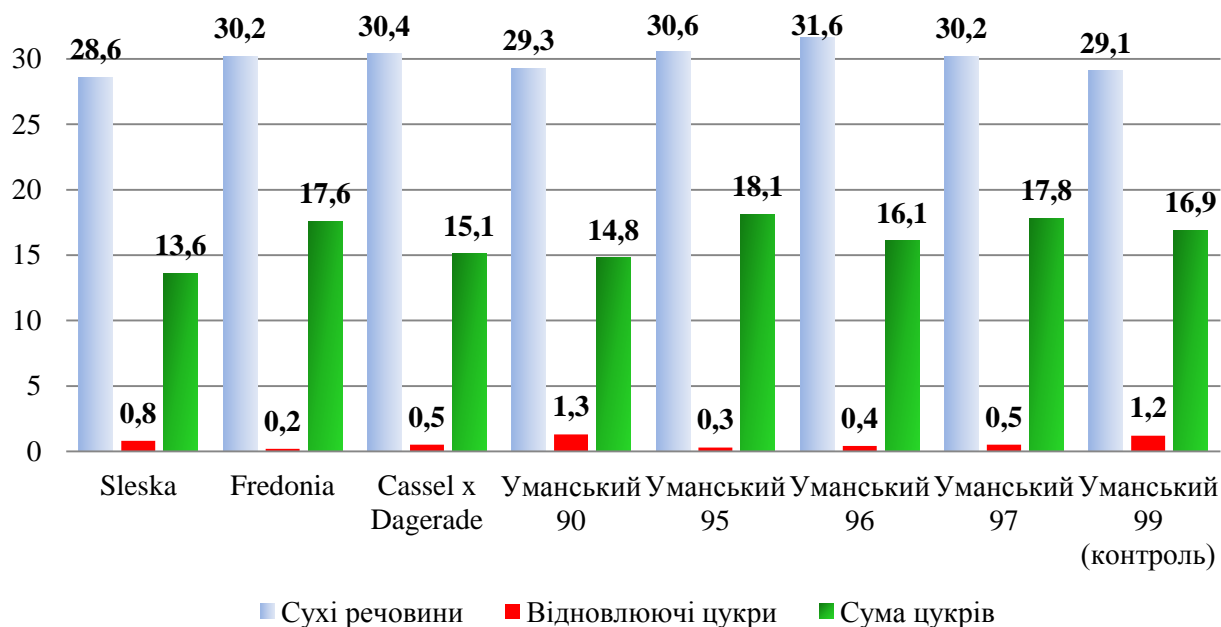


Рис. 1. Хімічний склад селекційних номерів цикорію коренеплідного за вмістом сухої речовини та цукрів, % до маси коренеплоду

Визначення вмісту відновлюючих цукрів, які входять до складу сухих речовин коренеплодів цикорію, показало, що їх кількість варіює від 0,2 до 1,3 % до маси сирової речовини. Так, в залежності від форми коренеплоду, між потомствами селекційних номерів спостерігалось відхилення: з подовженою формою від 0,8 до 1,3%; з конусоподібною – 0,2–1,2 %; з циліндричною – 0,4–0,5 % до маси сирової речовини.

Вивчення індивідуальної мінливості за вмістом суми цукрів у коренеплодах цикорію вказує на різний їх вміст. У середньому в коренеплодах вміст суми цукрів варіює від 13,6 % до 18,1 % до маси сирової речовини. Основна маса коренеплодів, в роки досліджень мала 15 %, 16 % і 17 % до маси сирової речовини суми цукрів.

У розрізі сортів найвищий вміст суми цукрів спостерігався в сортах Уманський 95 (18,1 %), Уманський 97 (17,8 %) і Fredonia (17,6 %), що відповідно на 1,2 %, 0,9 % та 0,7 % більше, ніж у контрольного варіанту Уманський 99.

Полісахарид інулін є основною речовиною, завдяки якому культивується цикорій. Накопичення інуліну в коренеплодах відбувається протягом усього періоду вегетації і досягає свого оптимального вмісту в кінці вересня на початку жовтня місяців, на період технічної стиглості сортів, з масовим всиханням нижніх листків.

Вивчення групової мінливості за вмістом інуліну в коренеплодах показало досить істотні відмінності між потомством, де варіювання коливалося від 11,5 % до 15,7 % до маси сирової речовини (рис. 2).

Більш низький вміст інуліну, в середньому за роки проведення досліджень, відмічено в варіантах з подовженою формою коренеплоду, який становив 11,5–12,2 % до маси сирової речовини, тоді як високий вміст інуліну відзначено у селекційних номерах з конусоподібною формою —14,1; 15,6; 15,7 і 16,5 % до маси сирової речовини.

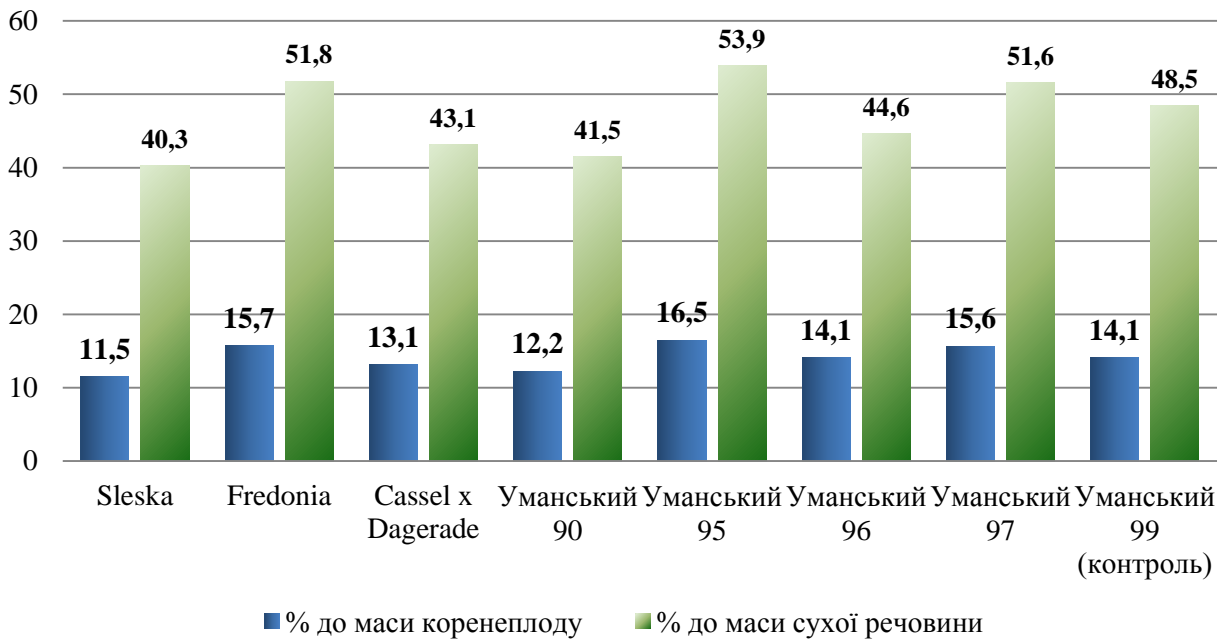


Рис. 2. Вміст інуліну у селекційних номерах цикорію коренеплідного, %.

Досліджувані селекційні номери з циліндричною формою мали проміжні показники вмісту інуліну і в середньому за роки досліджень становили від 13,1 до 14,1 % до маси сирої речовини.

У залежності від сорту високий вміст інуліну встановлено в номерах сортів Уманський 95, Fredonia і Уманський 97, що становив 53,9; 51,8 і 51,6% відповідно до маси сухої речовини.

Результати досліджень (рис. 1, 2) підтверджують закономірність, що з підвищенням вмісту сухої речовини в коренеплодах цикорію коренеплідного водночас зростає і вміст інуліну, що узгоджуються з твердженнями А. О. Яценка [1].

Висновки. Наявність індивідуальної та групової мінливості за вмістом інуліну характеризує широкий генофонд створеного вихідного матеріалу цикорію коренеплідного, який підтверджується і варіабельністю за кількістю сухих речовин у коренеплодах. Дослідження показали, що в селекційних номерах, основні вивчені ознаки варіюють за вмістом сухих речовин від 28,6 % до 31,6 %, утримання полісахариду інуліну від 11,5 % до 15,7 %; вмістом суми цукрів від 13,6 % до 18,1 % до маси сирої речовини.

Проведення доборів за цими ознаками в наступних поколіннях дозволить утримувати індивідуальну мінливість, накопичувати цінні властивості і підвищувати ефективність селекційної роботи, що дасть змогу створювати нові сорти цикорію коренеплідного з підвищеним вмістом сухих речовин та інуліну.

Список використаних джерел

1. Борисюк, В. О. Взаємозв'язок сухої речовини та інуліну в коренеплодах цикорію коренеплідного [Текст] / В. О. Борисюк, К. А. Маковецький, А. О. Яценко // Цукрові буряки. – 2001. – № 3. – С. 8–9.
2. Яценко, А. О. Цикорій: біологія, селекція, виробництво і переробка коренеплодів [Текст] / А. О. Яценко. – Умань: 2003. – С. 157.
3. Яценко, А.–О. Цикорій коренеплодний [Текст] / А. О. Яценко, А. В. Корниенко, Т. П. Жужжалова. – Воронеж: ВНИИСС, 2002. – С. 135.
4. Шичева, Л. А. Ботаническое описание цикория [Текст] / Л. А. Шичева // Цикорій. – М., Издательство ВНИИ сырья спиртовой промышленности, 1935. – С. 17–25.

5. Паншин, Б. А. Биохимия цикория [Текст] / Б. А. Паншин // Цикорий. – М., Издательство ВНИИ сырья спиртовой промышленности, 1935. – С. 88, 91.
6. Вильчик, В. А. Цикорий [Текст] / А. А. Вильчик. – Ярославль, Верхне-волжское книжное издательство, 1982. – С. 11.
7. Волков, Н. Н. Теоретические основы селекционной работы по выведению новых и улучшению старых сортов цикория [Текст] / Н. Н. Волков // Учёные записки МОПИ им. Крупской. – М., 1960. – Т. 89, Вып. 2. – С. 23.
8. Степанов, В. Н. Цикорий [Текст] / В. Н. Степанов // Растениеводство. – М., Россельхозиздат, 1959. – С. 167–168.
9. Стельмах, В. М. Напрямки наукових досліджень з використання цикорію та продуктів на його основі з профілактичною й лікувальною метою [Текст] / В. М. Стельмах, В. А. Бурлака // Вісник ЖНАЕУ. – 2010. – № 2. – С. 65–72.
10. Шапиро, Д. К. Практикум по биологической химии [Текст] / Д. К. Шапиро. – Минск: Высшэйшая школа, 1976. – 288 с.
11. Мойсейченко, В. Ф. Основы наукових досліджень в агрономії [Текст] / В. Ф. Мойсейченко, В. О. Єщенко. – К.: Вища школа, 1994. – 334 с.

References

1. Borysiuk VO, Makovetskiy KA, Yatsenko AO. Relationship between dry matter and inulin in roots of common chicory. Tsukrovi buriaky. 2001; 3:8–9.
2. Yatsenko, AO. Chicory: biology, breeding, production and processing of root crops. Uman; 2003. 157 p.
3. Yatsenko AO, Korniyenko AV, Zhuzhzhhalova TP. Chicory root. Voronezh: VNISS; 2002. 135 p.
4. Shicheva, LA. Botanical description of chicory. In: Chicory. Moscow: Izdatelstvo VNII Syria spiritovoy promyshlennosti; 1935. P. 17, 18, 22, 25.
5. Panshin, BA. Biochemistry of chicory. In: Chicory. Moscow: Izdatelstvo VNII Syria spiritovoy promyshlennosti; 1935. P. 88, 91.
6. Vilchik, VA. Chicory. Yaroslavl: Verkhnie-Volzhskeye knizhnoie izdatelstvo; 1982. P. 3, 5, 8-11.
7. Volkov, NN. Theoretical basis of plant breeding to produce new chicory varieties and to improve old ones. Scientists notes MOPI nd. a Krupskaya. 1960; 89(2):23.
8. Stepanov, VN. Chicory. In: Crop. Moscow, Rosselkhozizdat; 1959. P. 167–168.
9. Stelmakh VM, Burlaka VA. Research trends on the use of chicory and chicory-derived products with prophylactic and therapeutic purposes. Visnyk Zhytomyrskogo NAEU. 2010; 2:65-72.
10. Shapiro, DK. Workshop on biological chemistry. Minsk: Vysheyshaya shkola; 1976. 288 p.
11. Moysyeychenko VF, Yeshchenko VO. Basic principles of research in agronomy. Kyiv: Vyshcha Shkola; 1994. 334 p.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕЛЕКЦИОННЫХ НОМЕРОВ ЦИКОРИЯ КОРНЕПЛОДНОГО

Миколайко В. П.

Уманский государственный педагогический университет им. Павла Тычины, Украина

Цель и задачи исследований. Изучение основных признаков по химическому составу селекционных номеров цикория корнеплодного (*Cichorium intybus* L. var. *sativum* Lam), варьирующих по содержанию сухих веществ, суммы сахаров и инулина.

Материалы и методы. В экспериментальных исследованиях изучена индивидуальную и групповую изменчивость содержания сухих веществ, восстанавливающих сахаров, суммы сахаров и инулина, а также формы корнеплода в селекционных номерах сортов цикория корнеплодного. Все образцы в результате интенсивного селекционного процесса были получены на Уманской опытно-селекционной станции ИБКИЦБ – Уманский 90 Уманский 95 Уманский 96, Уманский 97 и Уманский 99 – и занесены в Государственный реестр сортов растений Украины. Также были изучены селекционные

номера, отобранные из образцов Польши (Sleska), Венгрии (Fredonia) и Франции (Cassel x Dagerade).

Обсуждение результатов. В статье приведены результаты исследований химического состава селекционных номеров цикория корнеплодного. Изучение содержания сухих веществ в корнеплодах цикория у отдельных селекционных номеров показало достаточно высокую их вариабельность, что указывает на высокий генетический потенциал и возможность селекции по этому признаку. Так, содержание сухих веществ в среднем за годы исследований у отдельных номеров изменялось от 28,6 % до 31,6 % к массе сырого вещества. Характеристика селекционных номеров цикория по содержанию сахаров в % к массе сырого вещества в зависимости от формы корнеплода подтверждает, что нами использован широкий генофонд исходных материалов, так как в их потомстве отмечена вариабельность. Определение содержания восстанавливающих сахаров, входящих в состав сухих веществ корнеплодов цикория, показало, что их количество варьирует от 0,2 до 1,3 % к массе сырого вещества. Так, в зависимости от формы корнеплода, между потомством селекционных номеров наблюдалось отклонение: с удлиненной формой от 0,8 до 1,3 %; с конусообразной - 0,2-1,2 %; с цилиндрической - 0,4-0,5 % к массе сырого вещества. Изучение индивидуальной изменчивости по содержанию суммы сахаров в корнеплодах цикория указывает на разное их содержание. В среднем в корнеплодах содержание суммы сахаров варьирует от 13,6 % до 18,1 % к массе сырого вещества. Основная масса корнеплодов, в годы исследований было 15 %, 16 % и 17 % к массе сырого вещества суммы сахаров. Полисахарид инулин является основным веществом, благодаря которому культивируется цикорий. Накопление инулина в корнеплодах происходит в течение всего вегетационного периода и достигает своего оптимального содержания в конце сентября начале октября месяцев, на период технической спелости сортов, с массовым усыханием нижних листьев. Изучение групповой изменчивости по содержанию инулина в корнеплодах показало весьма существенные различия между потомством, где варьирования колебалось от 11,5 % до 15,7 % к массе сырого вещества. Более низкое содержание инулина в среднем за годы исследований отмечено в вариантах с удлиненной формой и составлял 11,5 - 12,2 % к массе сырого вещества, тогда как высокое содержание инулина отмечено в селекционных номерах с конусообразной форме (14,1; 15,6; 15,7 и 16,5 % к массе сырого вещества). Исследуемые селекционные номера с цилиндрической формой имели промежуточные показатели содержания инулина и в среднем за годы исследований составляли от 13,1 до 14,1 % к массе сырого вещества. В зависимости от формы корнеплода отклонения между номерами с низким и высоким содержанием сухого вещества были наравне с удлиненной формой - 0,7 %, конусообразной - 1,1 %, цилиндрической - 1,5 % к массе сырого вещества. Наличие индивидуальной и групповой изменчивости по содержанию инулина характеризует широкий генофонд, созданного исходного материала цикория корнеплодных, который подтверждается и вариабельность по количеству сухих веществ в корнеплодах.

Выводы. Исследования показали, что в селекционных номерах, изучены основные признаки, которые варьируют - по содержанию сухих веществ от 28,6 % до 31,6 %, содержанию полисахарида инулина от 11,5 % до 15,7 %; содержанием суммы сахаров от 13,6 % до 18,1 % к массе сырого вещества. Проведение отборов по этим признакам в следующих поколениях позволит содержать индивидуальную изменчивость, накапливать ценные свойства и повышать эффективность селекционной работы.

Ключевые слова: *цикорий корнеплодный, селекционный номер, форма корнеплода, сухое вещество, восстанавливающие сахара, сумма сахаров, инулин*

CHEMICAL COMPOSITION OF BREEDING NUMBERS OF COMMON CHICORY

Mikolayko V. P.

Pavlo Tychnya Uman State Pedagogical University, Ukraine

The aim and tasks of the study. To explore basic parameters of chemical composition of breeding numbers common chicory (*Cichorium intybus* L. var. *sativum* Lam) varying by dry matter content and total sugars and inulin content.

Material and methods. We experimentally examined individual and group variability of dry matter content, reducing sugars, total sugars, inulin content and root shape in breeding varieties of common chicory obtained by intensive breeding in Uman Experiment Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet – Umanskiy 90, Umanskiy 95, Umanskiy 96, Umanskiy 97, and Umanskiy 99, which are listed in the State Register of Plant Varieties of Ukraine, as well as in breeding numbers selected from variety specimens from Poland (Sleska), Hungary (Fredonia) and France (Cassel x Dagerade).

Results and Discussion. The paper presents the study results on chemical composition of breeding numbers of common chicory. The assay of dry matter content in chicory roots of individual breeding numbers showed a rather high variability, indicating a high genetic potential and possibility of breeding by this trait. Thus, the average dry matter content over the study years varied between individual numbers from 28.6 % to 31.6 % related to wet weight. Characterization of chicory breeding numbers in terms of sugar content in % related to wet weight, depending on root shape, confirmed that we used a wide gene pool of source material, which gave offspring with variability. Determination of reducing sugars in dry matter of chicory roots showed that their content varied from 0.2 to 1.3 % related to wet weight. Thus, depending on root shape, this parameter varied across breeding numbers: it was in the range of 0.8 to 1.3% for elongated roots; 0.2 - 1.2 % - for conic roots; 0.4 - 0.5 % - for cylindrical roots related to wet weight. The assay of individual variability by total sugar content in chicory roots suggests their different content. On average total sugar content in roots varied from 13.6% to 18.1% related to wet weight. During the study years the total sugar content in the major mass of roots was 15 %, 16 % and 17 % related to wet weight. Polysaccharide inulin is the main substance due to which chicory is cultivated. Accumulation of inulin in roots occurs throughout the growing season and reaches its optimum at the end of September/beginning of October, in the period of technical ripeness of varieties associated with mass drying out of lower leaves. The study of group variation in terms of inulin content in roots revealed highly significant differences between offsprings, where variations ranged from 11.5% to 15.7% related to wet weight. A lower average content of inulin during the study years was recorded in variants with elongated shape - 11.5 - 12.2 % related to wet weight, whereas a high content of inulin was noticed in breeding numbers with conic shape (14.1; 15.6; 15.7 and 16.5% related to wet weight). The test breeding numbers with cylindrical shape had intermediate values of inulin content, and the average for the study years ranged from 13.1 to 14.1% related to wet weight. Depending on root shape, fluctuations between numbers with low and high dry matter content were similar to elongated shape - 0.7 %, conic shape - 1.1 %, cylindrical shape - 1.5% related to wet weight. The presence of individual and group variability by inulin content indicates to a wide gene pool of created source material of common chicory, which is also confirmed by variability in dry matter content in roots.

Conclusions. The studies showed that in the breeding numbers the examined key traits varied: dry matter content - from 28.6 % to 31.6 %; polysaccharide inulin content - from 11.5 % to 15.7 %; total sugars - from 13.6 % to 18.1 % related to wet weight. Selection by these traits in further generations will allow maintaining individual variability, accumulating valuable properties and increasing breeding efficiency.

Key words: *common chicory, breeding number, root shape, dry matter, reducing sugars, total sugars, inulin*