

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОРНЕПЛОДОВ ЦИКОРИЯ

CHEMICAL COMPOSITION OF ROOT CHICORY



Вьютнова О.М. – кандидат с.-х. наук, врио директора
Новикова И.А. – н.с.

Vyutnova O.M. – PhD in Agriculture
Novikova I.A. – researcher

Ростовская овощная опытная станция по цикорию –
филиал ФГБНУ ФНЦО
E-mail: rossc2010@yandex.ru

Rostov Vegetable experimental station on chicory – Branch of the FSBSI FSVC
E-mail: rossc2010@yandex.ru

Цикорий корневой является ценной сельскохозяйственной культурой благодаря уникальному химическому составу его корнеплодов. В зависимости от сорта, места произрастания и условий выращивания культуры корнеплоды цикория содержат 72,0-77,0% воды, 1,0-1,2% белков, 0,1-0,3% жиров, 1,0-6,0% сахаров, 12,0-30% инулина, 1,3-1,8% клетчатки, 1,1-1,9% золы, 0,3-0,4% фосфора, 1,3-1,4% калия, 0,3-0,4% кальция. Корнеплоды цикория могут служить сырьём для производства различных продуктов: суррогата кофе, спирта, заменителя сахара и инулина в чистом виде. В зависимости от вида конечного продукта перерабатывающая промышленность предъявляет различные требования к химическому составу корнеплодов. Кофе-цикорная промышленность предъявляет требования к повышенному содержанию в корнеплодах инулина как основного питательно-вкусового субстрата, глюкозида интибина, сообщающего цикорию напитку специфические «кофейные» вкусовые и ароматические свойства, а также пониженному содержанию белков, ухудшающих качество напитка и дающих неприятную муть. Сахарная промышленность заинтересована в высоком проценте содержания инулина и других растворимых углеводов, легко переходящих в сахара, и в малом содержании интибина, придающего продукту горький вкус, а также в малом количестве белков, являющихся наиболее злостными патокообразователями, затрудняющими сахарозвлечение. При производстве чистого инулина необходимо, чтобы содержание этого углевода в корнеплодах было как можно более высоким. Наконец, спиртовая промышленность, подобно сахарной, заинтересована в высоком содержании растворимых углеводов как основном исходном материале для спирта, в высоком содержании растворимых белков как питательном субстрате для развития дрожжевых культур при сбраживании сахара и в высоком содержании солей фосфора и калия, также необходимых для успешного размножения дрожжей. Таким образом, при возделывании цикория в качестве сырья для промышленной переработки химический состав корнеплода имеет первостепенное значение. В статье отражено хозяйственное значение цикория корневого как сырья для нужд разных видов промышленности (кофе-цикорная, спиртовая, сахарная) в зависимости от содержания в корнеплодах различных веществ. Отражён химический состав, динамика накопления веществ в процессе вегетации и их распределение в разных частях корнеплода.

Ключевые слова: цикорий корневой, химический состав, инулин, фруктоза, интибин, цикореоль.

Для цитирования: Вьютнова О.М., Новикова И.А. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОРНЕПЛОДОВ ЦИКОРИЯ. Овощи России. 2019;(1):83-85. DOI:10.18619/2072-9146-2019-1-83-85

The value of the root chicory is due to the unique chemical composition of its roots. Depending on the variety, place of growth and growing conditions of culture chicory roots contain 72.0-77.0% water, 1.0-1.2% protein, 0.1-0.3% fat, 1.0-6.0% sugar, 12.0-30% inulin, 1.3-1.8% fiber, 1.1-1.9% ash, 0.3-0.4% phosphorus, 1.3-1.4% potassium, 0.3-0.4% calcium. Chicory roots can serve as a raw material for the production of various products: coffee surrogate, alcohol, sugar substitute and inulin in its pure form. Depending on the type of final product, the processing industry has different requirements for the chemical composition of the root crops. Coffee-chicory industry makes demands of the high content of inulin in the roots as the main nutritional flavor substratum, the high content of glucoside of inhibin reporting chicory drink a specific coffee flavor and aroma, and low content of proteins. The sugar industry is interested in a high percentage of inulin and other soluble carbohydrates that are easily converted into sugars, and in a small content of inhibin, which gives the product a bitter taste, as well as in a small amount of proteins that are the most malicious pathogens that complicate sugar extraction. In the production of pure inulin, the processing industry is primarily interested in ensuring that the content of this carbohydrate in the root crops is as high as possible. The alcohol industry is interested in a high content of soluble carbohydrates as the main source material for alcohol, in a high content of soluble proteins as a nutrient substrate for the development of yeast cultures in the fermentation of sugar and in a high content of phosphorus and potassium salts, also necessary for the successful reproduction of yeast. The article reflects the economic importance of root chicory as a raw material for the needs of different types of industry (coffee-cyclical, alcohol, sugar), depending on the content of different substances in the root crops. The chemical composition, dynamics of accumulation of substances during the growing season and their distribution in different parts of the root crop are reflected.

Keywords: chicory root, chemical composition, inulin, fructose, inhibin, cicoreol.

For citation: Vyutnova O.M., Novikova I.A. CHEMICAL COMPOSITION OF ROOT CHICORY. Vegetable crops of Russia. 2019;(1):83-85. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2019-1-83-85

Цикорий корневой является весьма ценной сельскохозяйственной культурой. Продукт из корнеплодов цикория вырабатывается как в чистом виде, а также является важным компонентом при производстве чайных и кофейных напитков, кондитерских изделий (до 70%), котрым придаёт аромат, специфический вкус, окраску настоя и экстрактивность, повышает питательность (Фёдоров, 1990). Продукт из порезанных на кубики и высушенных корнеплодов пользуется большим спросом на мировом рынке (Кабахидзе и др., 2006). В кондитерской промышленности он применяется при производстве конфет, пряни-

ков, тортов, пудингов и т.п.

Как продукт питания цикорий выпускается в виде растворимого порошка, зёрен, обжаренных в кукурузном масле, растворимого пасты и обжаренного и молотого продукта в пакетированном виде. Особенно большим спросом на рынке пользуется растворимый пастообразный цикорий, содержащий до 70% сухого вещества, основной частью которого является фруктоза (Иванов, 1935).

За рубежом из корнеплодов цикория вырабатывают твёрдые растительные масла, выделяют фруктозу в чистом виде как

заменитель дисахаров, а также для производства кондитерских изделий для людей, страдающих сахарным диабетом. В последнее время всё большая часть производимого там цикория идёт на переработку и выделение инулина в чистом виде, который затем добавляется во всевозможные продукты питания и даже в корма для домашних животных (Полевик, 2005).

Цикорий с незапамятных времён имеет широкое применение в народной медицине при лечении больных диабетом, при болезнях печени, желудка, почек, сердца, нервных и других заболеваниях. Исследованиями Парижской медицинской лаборатории установлено, что в корнеплодах цикория содержится 33 элемента и витамины А, Е, В, В₂, В₁₂, РР (Бабич, 1996).

Как корнеплоды, так и надземная часть могут служить кормом для сельскохозяйственных животных. Инулин цикория является источником растворимых пищевых волокон, прототипов пребиотика (Madrigal, Sangronis, 2007). Различные исследования показали, что пребиотики стимулируют рост полезных кишечных бактерий, таких как лакто- и бифидобактерии (Roberfroid, 2001). Кроме того, пребиотик может стимулировать иммунную систему, снижать уровень патогенных бактерий (Liu, Ivarsson et al., 2012).

Исследования Хассана и др. (2014) применение экстрактов цикория (цикорий обыкновенный) в различных концентрациях и полыни (полынь горькая) показали их высокую эффективность против гельминтов в желудочно-кишечном тракте животных.

Таким образом, продукция из цикория корневого может быть востребована во многих отраслях.

Ценность культуры цикория корневого обусловлена уникальным химическим составом его корнеплодов. В зависимости от сорта, места произрастания и условий выращивания культуры корнеплоды цикория содержат 72,0-77,0% воды, 1,0-1,2% белков, 0,1-0,3% жиров, 1,0-6,0% сахаров, 12,0-30% инулина, 1,3-1,8% клетчатки, 1,1-1,9% золы, 0,3-0,4% фосфора, 1,3-1,4% калия, 0,3-0,4% кальция (Вильчик, 1972).

Корнеплоды цикория могут служить сырьём для производства различных продуктов: суррогата кофе, спирта, заменителя сахара и инулина в чистом виде. В зависимости от вида конечного продукта перерабатывающая промышленность предъявляет различные требования к химическому составу корнеплодов. Так, кофе-цикорная промышленность предъявляет требования к повышенному содержанию в корнеплодах: инулина как основного питательно-вкусового субстрата; глюкозида интибина, сообщающего цикорному напитку специфические «кофейные» вкусовые и ароматические свойства (некоторые из зарубежных учёных говорят о разрушении интибина при поджаривании кубиков из корнеплодов, причём кофейная горечь обуславливается уже не интибином, а ассамаром – продуктом распада инулина), а также пониженному содержанию белков, ухудшающих качество напитка и дающих неприятную муть (Яценко, 2002).

Сахарная промышленность заинтересована в высоком проценте содержания инулина и других растворимых углеводов, легко переходящих в сахара, и в малом содержании интибина, придающего продукту горький вкус, а также в малом количестве белков, являющихся наиболее злостными патокообразователями, затрудняющими сахарозвличение (Говорунов, 2003).

При производстве чистого инулина перерабатывающая промышленность заинтересована, прежде всего, в том, чтобы содержание этого углевода в корнеплодах было как можно более высоко.

Наконец, спиртовая промышленность, подобно сахарной, заинтересована в высоком содержании растворимых углеводов как основным исходным материалом для спирта; растворимых белков как питательном субстрате для развития дрожжевых культур при сбраживании сахара; солей фосфора и калия, также необходимых для успешного размножения дрожжей.

Таким образом, при возделывании цикория в качестве сырья для промышленной переработки химический состав корнеплода имеет первостепенное значение.

В зависимости от цели переработки сельскохозяйственное производство должно использовать разные сорта цикория с различным содержанием в корнеплодах входящих в их состав веществ.

Общим требованием переработчиков является высокое содержание инулина в корнеплодах. Инулин распространён довольно широко в растительном царстве, главным образом в

семействе астровых, отчасти в семействе колокольчиковых, осоковых и некоторых других. Его можно встретить в таких широко известных растениях как лопух, мать-и-мачеха, ромашка, одуванчик, топинамбур, георгин, девясил, ромашка аптечная и др.

В отличие от крахмала инулин легко растворяется в тёплой воде, трудно в холодной, представляет собой белый гигроскопический порошок из мелких двоякопреломляющих кристаллов. Растворы его коллоидальны, обладают слабо-сладким вкусом, не окрашиваются йодом и не восстанавливают фелинговую жидкость. Инулин легко гидролизует (легче крахмала) разбавленными кислотами и даёт при этом одну d-фруктозу (Паншин, 1935).

Инулин чаще всего сопровождается в растениях группой сходных с ним веществ: псевдоинулином, инулинином, леулином, гелиантонином, синантрином, иризином и т.д. Эти вещества также дают при гидролизе d-фруктозу, от инулина отличаются большей растворимостью. Вольф и Геслин (1932) рассматривают эти вещества как инулиды, т.е. продукты деполимеризации инулина под влиянием растительных энзимов; параллельно с уменьшением величины комплексной молекулы увеличивается растворимость и падает вращательная способность.

Триметилфруктоза, получаемая при гидролизе инулина, имеет строение 3,4,6-триметилфруктозы. Таким образом, в состав инулина входит остаток d-фруктозы (V). Молекула инулина построена по меньшей мере из 6 таких остатков.

Уже при простом кипячении с водой происходит частичный гидролиз инулина. Целый ряд как отечественных, так и зарубежных учёных считают, что в природном инулине содержится не менее 20-24 остатков фруктозы. Лёгкость гидролиза инулина является важным фактором в отношении перспектив широкого технологического использования цикория в сахарной и спиртовой промышленности.

Графе и Юк (1935) считали, что низкое содержание инулина в листьях цикория служит доказательством образования этого вещества из моносахаридов листа, после чего происходит миграция инулина в корень. Другим исследователям (Борисюк, Маковецкий, Яценко, 2001) не удалось найти в листьях цикория инулина, а лишь смесь редуцированных сахаров, сахарозы и крахмала. Инулин внезапно появляется на уровне шейки корнеплода цикория, что сопровождается переменной знака вращения. Таким образом, они приходят к выводу, что полимеризация моносахаридов в инулин происходит на уровне шейки корнеплода.

Б.А. Паншин (1935) поставил ряд опытов по изучению распределения инулина в корнеплоде цикория, причём исследовались отдельно ксилемная и флоэмная части. Он пришёл к таким выводам:

1. Общее количество сахаров во внутренних древесинных тканях корнеплода выше, чем в наружных. В особенности разница эта велика в головке и шейке корнеплода.
2. Количество связанных сахаров значительно больше количества сахаров свободных.
3. Максимум общего количества сахаров приходится в наружной части на хвостовую часть корнеплода, в центральной – на шейку и головку корнеплода.
4. Из того, что в верхней части корнеплода заключается минимум связанной фруктозы и максимум связанной глюкозы, следует, что первичными продуктами синтеза моносахаров являются инулиды, которые, мигрируя в хвостовую часть корнеплода, ассоциируются в высшие инулиды и инулин, на что указывает максимум связанной фруктозы и минимум связанной глюкозы в нижней части корнеплода.

Процесс динамики накопления в цикории сухого вещества и инулина был исследован С.Н. Сташко (1932), который установил, что в процессе роста корнеплода происходит непрерывное увеличение процента инулина, причём этот процесс продолжается и после достижения корнеплодом своих максимальных размеров и массы. Содержание же фруктозы, наоборот, несколько падает, тогда как процент зольных элементов и клетчатки изменяется очень мало в сторону возрастания.

Последний месяц вегетации характеризуется резким повышением как процента сухого вещества вообще, так и углеводного комплекса в частности. Однако в случае дождливой, ненастной и холодной погоды этот процесс может приостановиться.

Повышение содержания сухого вещества и углеводов на последних этапах роста зависит от того, какой процесс является преобладающим – разрастание корнеплода или же сахарообразование. В первом случае может наступить даже временное падение содержания сухого вещества и углеводного комплекса (при дождливой погоде), во втором случае процесс сахарообразования будет идти вверх не только в абсолютных цифрах, но и в относительных (процентное содержание). Уборка цикория должна происходить в предельно поздние сроки, что может гарантировать в полной мере использование деятельности растения для накопления максимального урожая и сухого вещества.

Качество цикория в сильной степени зависит от применяемых удобрений. Для сахароносов, как цикорий, особое значение имеет калийное удобрение: содержание сахаров и инулина под влиянием калия повышается, под влиянием азота уменьшается. В отличие от сахарной свёклы на сахаристость и содержание инулина в корнеплодах цикория фосфор влияния не имеет.

Горький вкус корнеплода и листьев цикория зависит от присутствия в них глюкозида интибина. В чистом виде он представляет из себя бесцветную желеобразную массу с резко выраженным горьким вкусом. Интибин растворим почти во всех растворителях, кроме эфира, и восстанавливает фелингову жидкость. Если к его раствору прибавить концентрированную серную кислоту и несколько капель раствора – нафтола, то зона соприкосновения окрашивается в темно-фиолетовый цвет. Содержание горького вещества в ростках цикория составляет 0,01-0,05%, в то время, как в корнеплодах 0,03-0,1% от сухого вещества. При обжаривании кубиков из корнеплодов цикория интибин под воздействием высоких температур частично разрушается. Во время зимнего хранения горькое вещество в корнеплоде исчезает благодаря расщеплению глюкозида и иному соединению его ароматических компонентов. При поджаривании цикория в кубиках образуется эфирное масло, называемое цикореолом. Оно получается путём пирогенетической реакции из углеводов и белков корнеплода, сообщает напиток из цикория его специфический вкус и аромат, может быть получено водной перегонкой жареного цикория. Содержание цикореола составляет 0,08-0,1% (Авдонин, 1935).

При спиртовом производстве интибин остаётся в барде и сильно портит её вкус, при сахарном производстве удаляется не без труда из растворов.

Процент азота в корнеплодах цикория невелик и варьирует от 1,0 до 1,6%. Однако в отдельных случаях (сухая и жаркая погода) может значительно возрастать. В этой своеобразной климатической реакции цикория можно усмотреть проявление общего закона возрастания белкового комплекса у растений по

мере их продвижения в южные засушливые районы (свёкла, ячмень, пшеница). Путём подбора форм с большим или меньшим содержанием азота при высоком содержании инулина возможно выделение из существующего разнообразия сортов цикория, наиболее пригодных в качестве сырья для сахарной (мало белков) и спиртовой (много белков) промышленности.

Из цветков цикория может быть получен особый кристаллический глюкозид цикориин с формулой $C_{32}H_{34}O_{19} + 4 H_2O$. Из водного раствора он выделяется в виде бесцветных тел, плавящихся при +215°C. Его раствор в кислотах – красного, в щелочах – золотисто-жёлтого цвета. При кипячении со слабыми кислотами цикориин распадается на цикориогенин и глюкозу.

Активность ферментативного комплекса, прежде всего, каталазы и пероксидазы, изменяется в значительных пределах в зависимости как от стадии развития растения (корнеплоды, «упрямцы», «цветуха»), так и от времени года. Активность инулазы сказывается лишь на последней стадии роста цикория.

Таким образом, химический состав корнеплода цикория представляет из себя целый комплекс специфических веществ, содержание которых может быть разным в имеющихся сортах, которые, в зависимости от этого, могут выращиваться для переработки в качестве сырья для различных видов промышленности (спиртовая, сахарная, кофе-цикорная).

В традиционном месте возделывания в ЧЗ РФ в настоящее время районированы два сорта корневого цикория – Ярославский и Петровский.

Таблица. Качественные показатели районированных сортов цикория корневого
Table. Quality indicators of zoned varieties of root chicory

Название сорта	Содержание в корнеплодах, %		
	сухое вещество	фруктоза	инулин
Ярославский	21,14	22,12	16,92
Петровский	20,52	24,31	16,11

Качественный состав этих сортов отличается незначительно, но сорт Петровский имеет форму корнеплода, пригодную для механизированной уборки серийно выпускаемыми машинами. Поэтому он является более перспективным для возделывания в зоне цикоросеяния.

● Литература

1. Авдонин Н.С. Агрохимия цикория. // Сб. Цикорий. М., Издание Всесоюзного НИИ сырья спиртовой промышленности, 1935. – С.148-170.
2. Бабич А.О. Кормовые и лекарственные растения в XX-XXI столетиях. – Киев, Аграрная наука, 1996. – С.496-497.
3. Борисюк В.О., Маковецкий К.А., Яценко А.Д. Взаимосвязь сухого вещества и инулина в корнеплодах цикория корневого. Киев, Цукрови бураки. – №3. – 2001. – С.6-8.
4. Вильчик В.А. Цикорий. Ярославль, Верхне-волжское книжное издательство, 1982. – С.52, 67.
5. Говорун В.Н. О перспективах и технических возможностях производства глюкозно-фруктозных сиропов (ГФС) из цикория с применением ионообменных технологий // Научное обеспечение устойчивого овощеводства в России. – Воронеж, Всероссийский НИИ сахарной свёклы и сахара, 2003 г. – С.223-225.
6. Иванов Н.И. Промышленное использование цикория // Цикорий. – М., Издание ВНИИ сырья спиртовой промышленности, 1935. – С.9.
7. Кабахидзе М.А., Панундидзе Г.Р., Кутанадзе Н.И., Каранидзе Г.Д. Цикорий – перспективная культура в аджарском регионе – Тбилиси, 2006 г. – Пиво и напитки. – №1 – С.44.
8. Паншин Б.А. Биохимия цикория // Цикорий. – М., Издательство ВНИИ сырья спиртовой промышленности, 1935. – С.88.
9. Полевик Н.Д. Научное обеспечение и тенденции развития пищевых добавок в России. – С-П., ВНИИ пищевых ароматизаторов, кислот и красителей, 2005. – С.2.
10. Сташков С.Н. Исследование вопроса о накоплении инулина в корнях цикория во время его роста. – М., Труды химико-технологического сектора института плодоовощной промышленности, вып. 1, 1932. – С.274.
11. Фёдоров Ю.Н. Кофе не от кофейных зёрен // Сельские зори. – М., №8, 1990. – С.37.
12. Яценко А.А. Научное обоснование и практическая реализация принципов, определяющих эффективность производства цикория корнеплодного / Диссертация в виде научного доклада доктора с.-х. наук – Рамонь, Уманская государственная аграрная академия – филиал Института сахарной свёклы, 2002 г. – С.4.
13. Liu H., Ivanson E., Dicksved Y., Lundh T., Lindberg E. Inclusion of Chicory (*Chicorium intybus* L.) in pigs diets affects the intestinal microenvironment and the gut microbiota, Applied and Environmental Microbiology, vol. 78, no 12, pp. 4107, 2012.
14. Madrigal L., Sangronis E. Inulin and derivatives as key ingredients in functional foods: a review – Archivos Latinoamericanos de Nutricion, vol. 57, pp. 387, 2007.
15. Roberfroid M.V. Prebiotics: preferential substrates for specific germs? American Journal of Clinical Nutrition, vol. 73, no. 2, pp. 4077, 2001.

● References

1. Avdonin N.S. Agricultural chemistry of chicory. // Chicory. M., Publication of the all-Union research Institute of raw alcohol industry, 1935. P.148-170.
2. Babich A.O. Fodder and medicinal plants in the XX-XXI centuries. Kyiv, Agrarian science, 1996. P.496-497.
3. Borisjuk V.A., Makovetskii K.A., Yatsenko, A.D. the Relationship of dry matter and inulin in the roots of chicory root. – Kiev, Cukrova beets, No. 3. 2001. P.6-8.
4. Vilchik V. Chicory. Yaroslavl, 1982. P.52, 67.
5. Govorunov V.N. On the prospects and technical possibilities of production of glucose-fructose syrups (GFS) from chicory using ion exchange technologies // Scientific support of sustainable vegetable growing in Russia. - Voronezh, all-Russian research Institute of sugar beet and sugar, 2003. P.223-225.
6. Ivanov N. And. Industrial use of chicory // Chicory. M., Publication of Institute of raw materials of alcohol industry, 1935. P.9.
7. Kobakhidze M.A., Papunidze G.R., Kutsaladze N., Karanje, G.D. Chicory – a promising crop in the region of Adjara, Tbilisi, 2006, Beer and drinks, No. 1. P.44.
8. Panshin, B.A. Biochemistry of chicory // Chicory. M., Publishing Institute of raw materials of the alcohol industry, 1935. P.88.
9. Polevik N.D. Scientific support and trends in the development of food additives in Russia. - C-P., Institute of food flavors, acids and dyes, 2005. – P.2.
10. Stashkov S.N. A study on the accumulation of inulin in the chicory roots during its growth. - M., Proceedings of the chemical and technological sector of the Institute of fruit and vegetable industry. Vol. 1. 1932. P.274.
11. Fedorov Yu. Coffee not from coffee beans // Rural dawn. M., №8. 1990. – P.37.
12. Scientific substantiation and practical implementation of the principles that determine the effectiveness of the production of chicory of root beet, in The form of a scientific report of Dr. S. H. Sciences-Ramon, Uman state agrarian Academy-branch of the Institute of sugar beet, 2002-4.
13. H. Liu, E. Ivanson, Dicksved Y., Lundh T., Lindberg E. Inclusion of Chicory (*Chicorium intybus* L.) in pigs diets affects the intestinal microenvironment and the gut microbiota, Applied and Environmental Microbiology. Vol. 78. No. 12. P.4107, 2012.
14. Madrigal L., Sangronis E. Inulin and derivatives as key ingredients in functional foods: a review – Archivos Latinoamericanos de Nutricion. Vol. 57. P. 387, 2007.
15. V. Roberfroid M. Prebiotics: preferential substrates for specific germs? American Journal of Clinical Nutrition. Vol. 73, No. 2. P.4077, 2001.