

**«Әбілқас Сағынов  
атындағы  
Қарағанды техникалық  
университеті» КЕАҚ**



**НАО «Қарагандинский  
технический университет  
имени Абылқаса  
Сагинова»**

## **ТРУДЫ**

**Международной научно-практической конференции  
«XVI Сагиновские чтения.  
Интеграция образования, науки и производства»  
Часть 3**

**«XVI Сағынов оқулары.  
Білім, ғылым және өндіріс интеграциясы»  
атты Халықаралық ғылыми-практикалық  
конференциясының  
ЕҢБЕКТЕРІ  
3 - бөлім**

## **PROCEEDINGS**

**International scientific and practical conference  
«XVI Saginov readings.  
Integration of education, science and production»  
Part 3**



**Қарағанды 2024**

## INDUSTRIAL APPLICATION OF CARBON DIOXIDE AS A SOLVENT

Extraction by liquid carbon dioxide (CO<sub>2</sub>-extraction), it is customary to divide into two different technologies - subcritical and supercritical (SC). The difference lies in the fact that under subcritical CO<sub>2</sub> extraction, the extract gas is contacted with the raw material in the form of a liquid, and in the supercritical CO<sub>2</sub> extraction in the fluid state. The main difference between SC extraction and traditional extraction, which uses biologically active components for isolation, carbon dioxide in the subcritical state is that not only individual phase states (such as a liquid or a gas) take part in the extraction by SC of carbon dioxide, but some boundary states of the matter that are now commonly called supercritical or fluid, extraction is provided by a constant and controlled flow of extractant through the extracted raw material. From a practical point of view, this means not only a more complete allocation of BAS, but also a significant expansion of their spectrum, and in those areas that are practically unattainable in the case of subcritical extraction technology [1]. Industrial application of SC extraction technology was found already in the 80s of the last century, and the last 20-25 years were marked by the development of a number of directions in one way or another related to the use of SC technologies [2]. Extraction with liquefied gases is one of the newest and most promising methods of extraction of material containing volatile and unstable substances, such as essential oils, cardiac glycosides, phytoncides, plant hormones, et. all. If you take the CIS countries, carbon dioxide extraction has been known in Russia for a long time, already in the sixties of the last century by the efforts of Krasnodar and Moscow scientists Pekhov A.V., Kasyanov G.I. industrial plants for the production of CO<sub>2</sub> extracts "Cascade", "Cascade-2", "Lavender" [1] were launched. SC extraction is a relatively new process; Studies and research in this area have been actively carried out since the early 1970s. The main number of works is devoted to the extraction of various SC CO<sub>2</sub> substances due to its high dissolving power, cheapness, availability, non-toxicity and low critical parameters. The first production processes of decaffeination of coffee in SC CO<sub>2</sub> appeared more than 30 years ago [2,3]. Carbon dioxide at pressures from 16 to 22 MPa and temperatures from 60 to 90 °C has a high selectivity for caffeine, which allows you to maximize the "bouquet" of a natural product. After extraction, the caffeine content decreases from 0,7% 3% up to 0,02%. Another large-scale food production, where supercritical technologies are used, is the preparation of hops extracts. In this process, SC CO<sub>2</sub> significantly supplanted the

dichloromethane traditionally used for this purpose. In this case, the environmental benefits and fundamentally new quality of the product obtained are unquestionable, since dichloromethane extracts always contained residual amounts of toxic solvent [1-5]. In industrially developed countries, SC extraction from natural matrices is widely used in the food and pharmaceutical industries, as well as in the production of perfumes and cosmetics. Oil and fat industry. In order to obtain commercial oil, it is necessary to carry out a whole complex of measures, such as removing lecithin, mucus, acid, bleaching, deodorization, etc. These technological operations are necessary, but require the use of additional equipment and energy resources. When extracting SC CO<sub>2</sub>, these processes are carried out during one technological cycle and the quality of the oil obtained in this case is much better. The work in terms of using the technology of supercritical extraction for the production of vegetable oils has been carried out since the early 1980s in the USA (soybeans, corn germs), Canada (sunflower and rapeseed), Japan (seaweed), Germany (lupine, cotton, copra). But on the way of wide application of this method in this case there is a rather complicated technical problem, namely: ensuring continuous introduction and removal of raw materials into and out of the extractor. Functional food ingredients. With the advent of companies in the market that use SC fluids in their production, there has also appeared the possibility of separating from plant raw materials components of hitherto unknown or deprived of attention by a large producer due to the high cost of their production. So, for the first time it became possible to obtain natural dyes. Considering the toughest norms of food production in the world, their use presented an excellent opportunity to replace synthetic ones. Today SC technology produces almost all natural dyes, which in essence are separate fractions of plant SC extracts. And the technology made it possible to use not traditional sources of dyes. For example calendula widely known in the pharmaceutical industry can serve as an excellent source of carotenoids - in its extract, up to 900 mg% is detected. SC technology allows to successfully extract almost 100% of alpha-acids from hop cones, about 7-10% of soft resins, and heavy tar and tannins are not extracted. A very important circumstance is the fact that the technology makes it possible to obtain standardized extracts from raw materials with a low content of alpha-acids. For example, the works carried out at the SIC ER "GORO" showed a real possibility of obtaining a Super-hop CO<sub>2</sub> extract (classified according to the HOPSTEINER classification, Great Britain) with an alpha acid content of 24-30% from the raw material containing these components within 3-3, 2% [5]. Analysis of technology and production of similar foreign equipment has shown that the spread of SC technology and traditional technology is constrained by high prices and restrictions on the distribution of

these high-tech developments. At present, there are no equipment and industrial technologies for supercritical processing of raw materials in our republic.

Some manufacturers of supercritical equipment [1]. Manufacturer's name Purpose of the equipment Price indicators, US \$ 1 Thar Technologies, Inc. (USA) Laboratory and analytical equipment for working with SC solvents Laboratory installations - from 75000 2 Natex (Austria) Industrial equipment 3 Separex (France) Equipment allows you to perform the full range of research and industrial production Laboratory installations - from 200000 Pilot equipment - from 450000 Industrial - from 3,5 million. SITEC (Switzerland) Pilot equipment for supercritical extraction, micronization, sterilization Cost from 165000 Manufacturer's name Purpose of the equipment It is necessary to note that the most developed is the SC fluid extraction of pharmacologically active components from plant raw materials. First of all, this is due to the fact that these regions are unique in the floristic composition of plant raw materials, as well as in Uzbekistan. But in these countries, an attentive approach is being taken to assess the opportunities for widespread use of own raw materials. Such an approach would be useful for the development of supercritical fluid extraction (SCFE) in Uzbekistan. Important is the circumstance that the rapid development of the GEFE in the countries of this region has had a significant impact on the economies of these countries and has served as one of the factors ensuring the stability of innovative development.

*List of sources used:*

1. Kasyanov G.I. *Technology CO<sub>2</sub> - processing of vegetative raw materials (the Theory and practice). Thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences in the form of a scientific report.* - M.: Rosselkhozakademiya, 1994.
2. Zilfikarov IN, Chelombytko A.M., Aliev A.M. *Treatment of medicinal plant raw materials with liquefied gases and supercritical fluids. Monograph, Pyatigorsk, 2007.*
3. Kasyanov G.A. *Theory of gas-liquid technologies* // <http://krkgi.ru/glav/co2tech/extraction.htm>
4. Касьянов Г.И., Коробицын В.С. *Извлечение ценных компонентов из растительного сырья методами до- и сверхкритического CO<sub>2</sub>-экстракции. Монография- Краснодар, 2010.* <https://cyberleninka.ru/article/n/izvlechenie-tsennykh-komponentov-iz-rastitelnogo-syrnya-metodami-do-i-sverhkriticheskoy-so2-ekstraktsii>
5. Стасьева О.Н., Латин Н.Н., Касьянов Г.И. *CO<sub>2</sub>-экстракты Компании «Караван» — новый класс натуральных пищевых добавок. КНИИХП, 2005. -324 с.*

## PROCESSES THAT OCCUR IN THE STORAGE OF PRODUCTS

Various methods of storing fruits, vegetables and dairy products is used. Including products in trenches and piles in field conditions preservation is one of the ancient methods. This method is used in farms, root in households as well as in warehouse-less manufacturing offices widely used in fruit storage.

Permanent fruit and vegetable warehouses are different depending on storage conditions will be different. In this, their size - small, storage mode, ventilation systems, mechanization of work and placement of products differ from each other in ways. Warehouse storage conditions, including the extent to which equipment is provided divided into the following depending on:

1. Simple warehouses with natural ventilation.
2. Warehouses that are actively ventilated by means of a powerful fan.
3. Refrigerators (warehouses with artificial cooling).
4. Air atmosphere controlled coolers.

Living components (microorganism, insects and mites) continue their life activities under certain conditions breathing and reproduction are observed in them. Also dry substance reduction was found. Storage of vegetables and fruits effectively managing the processes in which technology occurs, without allowing the development of unpleasant events by improving the demand characteristics of the products in a timely manner at the same time, it is necessary to store them in appropriate conditions, Respiration is the absorption of substances during the storage of vegetables and fruits is the main process. Metabolism of all substances - polymerization, hydrolysis, the occurrence and movement of substances, bud formation, seed and fruit ripening, exposure to protection and other factors depending on the necessary plastic substances and the power of respiration occurs during Heat is also released during breathing, technology of cooling and storage of stored products defines. In addition, in airtight containers, as well as vegetables to products in deep densely planted trenches oxidation does not go to the end because oxygen is difficult to reach. Finally, the payment of the stored products and especially the last break during the period, there is an interruption in some parts of the breathing process, as a result, oxidation may stop at some intermediate stage. This in cases such as ethyl alcohol, acetic aldehyde, vinegar and lactic acid anaerobic respiration occurs due to the accumulation of oxidized compounds and signs of physiological disorders in metabolism - various darkening, spots, necrosis occur. This case is especially recent aging of parts and tissues of flour products is observed in periods accelerates and their resistance to metabolic disorders disappears. Testing the resistance of fruits to anaerobiosis is as follows held, that is, in the warehouse to keep fruits and vegetables fresh it is necessary to increase

the humidity and decrease the temperature. Do not pour the fruit into the bowl if it is kept thick without leaving an open space for air to pass through sweats. The temperature between the box and the package, usually from the warehouse temperature will be higher. Therefore, the upper layer of vegetables and fruits is sides sweat. Products deteriorate quickly when sweating because of their moisture on the surface allows microorganisms to develop. New low temperature during storage of vegetables, fruits and grapes has a negative effect on them shows. When storing vegetables and fruits in refrigerators artificially, it is cooled naturally with the help of ventilation and outside air.

Dehydration of cells, proteins and other plasma freezing due to irreversible coagulation of colloids the fruits die in time. Mechanical damage increases in the cold accelerates death [1-5].

Biochemical processes. This is the case with raw and processed fruits it is different. When ripe fruits are stored, they contain valuable nutrients taste-determining substances do not accumulate, but rather break down. Full and in unripe picked fruits, these substances accumulate for a long time goes, then decay begins. As the fruits ripen, they the amount of sugar in the content increases, acid and additives decreases. In addition, the accumulation of aromatic substances increases.

Sugars are hydrolysis of starch in fruit, hemicellulose, increases due to the breakdown of glycosides and pectins. Its types the ratio varies. Until a certain period when the fruits begin to ripen Sucrose accumulates due to the increase in glucose and fructose, and then the sucrose is lost as it is reduced and the invert sugar increases starts Unripe fruits have less sugar than ripe ones is inverted by increasing the sweetness of fruits. After the harvest has ripened if he leaves, the amount of sugar will decrease due to his breathing. During storage, the contents of vegetables and fruits - acids to sugars it decomposes relatively quickly. As a result, the ratio of sugar acids will change. By the end of storage, the fruits are quite sweet, acidic as a result of its loss, it becomes useless. The higher the temperature in the warehouse if there is, the decomposition of acids is accelerated.

Fruits with a lot of acids contain citric acid, but less fruits are high in malic acid. According to its quantity, there are few fruits, divided into medium, high and very high acid groups. The first group is husband mulberry, pear, fig, date; to the second group - apples, peaches, cherries, grapes, monkey to the third group - plum, cherry, hokhagat; to the fourth group - includes blackberry, pomegranate and lemon. Compared to raw fruits quickly loses acid.

Additives quickly degrade during storage. It's theirs transition to an insoluble state depends on the thickening of colloids.

Decomposition of additives with increasing temperature accelerates. As the fruits ripen, they accumulate pectin substances and reaches a higher level when dialable. From this time they are breaks down and forms soluble pectin, which softens the fruit. This process goes from the middle of the fruit to the outer part.

Methyl alcohol, which darkens the flesh of the fruit as a result of decomposition is formed. When grapes wither, pectin accumulates. The cover has a color specific to the Navi fruits that do not keep well. Not having a covering color of the fruit indicates that it is believed. Aromatic substances to preserve fruits in time it flies to other compounds under the influence of enzymes becomes. When the crop is fully ripe, their increase has been determined. When the temperature is low, the fruits are less fragrant, as it rises the aroma also increases.

During storage, essential substances in some fruits (peaches) are oxidized, the taste is spoiled and the flesh turns into a sticky black mass. Damage by microorganisms and substances in them causes it to decrease. The wax on their skin during their formation the dust will increase. As it ripens, it thickens and holds when seen, it looks like an egg. If the wax dust is spilled, the water is fast evaporates and the fruit withers.

Vegetables and fruits contain nitrogen during storage the amount of substances, sugars and acids changes. For example, storage in pears by the end of the period, asparagin is completely lost, nitrogenous substances the total amount decreases, and the amount of nitrogen oxides increases in grapes.

Amount of vitamins in vegetables and fruits during storage decreases. Vitamins in early ripening varieties are faster than late ripening ones disappears. High temperature in the storage of vegetables and fruits and hydrolytic processes from synthetic cases with high air entrainment prevails. As a result, the amount of polysaccharides and disaccharides decreases, while the amount of inverted sugar and soluble pectin increases, acids breaks down, a certain part of protopectin is hydrolyzed. Cooker substances and the amount of glucose decreases. Part of the proteins is hydrolyzed. The amount of vitamins and aromatic substances is reduced.

*List of sources used:*

1. Kasyanov G.I. *Technology CO<sub>2</sub> - processing of vegetative raw materials (the Theory and practice). Thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences in the form of a scientific report.* - M.: Rosselkhozakademiya, 1994.
2. Zilfikarov IN, Chelombytko A.M., Aliev A.M. *Treatment of medicinal plant raw materials with liquefied gases and supercritical fluids. Monograph, Pyatigorsk, 2007.*
3. Kasyanov G.A. *Theory of gas-liquid technologies* // <http://krkgi.ru/glav/co2tech/extraction.htm>
4. Касьянов Г.И., Коробицын В.С. *Извлечение ценных компонентов из растительного сырья методами до- и сверхкритического CO<sub>2</sub>-экстракции. Монография- Краснодар, 2010.* <https://cyberleninka.ru/article/n/izvlechenie-tsennyh-komponentov-iz-rastitelnogo-syrya-metodami-do-i-sverhkriticheskoy-so2-ekstraktsii>.
5. Стасьева О.Н., Латин Н.Н., Касьянов Г.И. *CO<sub>2</sub>-экстракты Компании «Караван» — новый класс натуральных пищевых добавок. КНИИХП, 2005. -324 с.*

## СО<sub>2</sub> – ЭКСТРАКЦИЯ – УНИКАЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА

Диаграмма фазового равновесия диоксида углерода (рис. 1.) наглядно демонстрирует условия существования каждой из его агрегатных форм. Кривая *AB* представляет линию кипения, *AC* – линию плавления, *BC* – линию критического давления. Точки *A* и *B* соответственно тройная и критическая. Отрезок *DA* кривой кипения одновременно является и сублимационной линией, в области которой диоксид углерода испаряется из твердого состояния, минуя жидкое.

Замкнутая кривая *ABC* ограничивает пространство существования жидкого диоксида углерода. В каждой точке внутри замкнутой кривой путем изменения одного из ведущих параметров (температуры или давления) или обоих одновременно можно достичь изменения фазового состояния и свойств жидкости (испарение, замерзание).

Ниже линии *DAB* диоксид углерода может существовать только в виде газа, а выше *DAC* – в виде снегообразной твердой массы.

Правее критической линии *BC* расположена сверхкритическая область. В отличие от докритической здесь изменением ведущих параметров в рамках выше критических нельзя добиться изменения фазового состояния. Повышением температуры или давления можно только получить газ в сжатом состоянии с определенными характеристиками. При этом меняется плотность сжатого газа, а с ней и ряд физических свойств последнего.

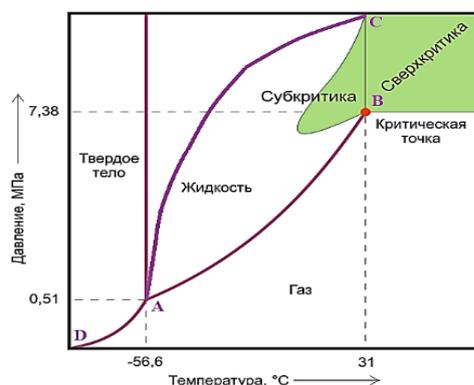


Рис. 1. Диаграмма фазового равновесия СО<sub>2</sub>:  
(*A* – тройная точка, *B* – критическая точка)

Из диаграммы фазового равновесия диоксида углерода следует, что данное вещество имеет довольно высокую тройную точку *A*. Ее характеризуют:  $t_m = -56,57 \pm 0,01^\circ\text{C}$ ,  $P_m = 518,6 \pm 3 \text{ кПа}$ ,  $r_m = 1501 \pm 9 \text{ кг/м}^3$ .

Критическая точка низка (В). Ее параметры:  $t_{кр} = 31,05 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ ,  $P_{кр} = 7383 \pm 5$  кПа,  $r_{кр} = 468,16 \pm 3$  кг/м<sup>3</sup>.

При атмосферном давлении и комнатной температуре диоксид углерода существует только в виде газа. Под действием давления в области температур от  $-56,6$  до  $31,1^{\circ}\text{C}$  он легко сжижается. При охлаждении до температуры ниже тройной точки или дросселировании в области выше линии плавления он трансформируется в твердую снегообразную массу.

Жидкий диоксид углерода хорошо растворяется в спирте и эфире.

Жидкий диоксид углерода является избирательным растворителем средней силы для многих неполярных ароматических веществ (Francis, 1954). При этом действует известное правило, согласно которому подобное растворяется в подобном, растворимость неполярных соединений в одном и том же неполярном растворителе повышается соразмерно с ростом молекулярной массы растворяемого вещества и, наконец, малая способность растворения означает высокую селективность растворителя и наоборот. Стоит отметить и сорастворимость ряда веществ с заметной полярностью в растворах неполярных компонентов в жидком диоксиде углерода. Последнее явление широко используется в экстракционной технологии (Касьянов, Квасенков, 1998).

В приграничной области вокруг критической точки резко падает растворяющая способность диоксида углерода. Здесь, очевидно, действует условие, когда в переходный момент свойства жидкости уже исчерпали себя, а сжатый газ еще не обрел свойств рабочего агента в полной мере.

Для экстракции растительного сырья  $\text{CO}_2$  используется в следующих состояниях:

- жидком докритическом при  $t < t_{кр}$ ,  $P < P_{кр}$ ;
- критическом  $t = t_{кр}$ ,  $P = P_{кр}$ ;
- жидком сверхкритическом  $t < t_{кр}$ ,  $P > P_{кр}$ ;
- газообразном сверхкритическом  $t > t_{кр}$ ,  $P > P_{кр}$ .

Веществом в сверхкритическом состоянии называют вещество при температуре и давлении выше критической точки (определенной температурой  $T_{кр}$  и давлением  $P_{кр}$ , при которых исчезает различие между жидкостью и газом). В критической точке плотность жидкости и её насыщенного пара становятся равны, а поверхностное натяжение жидкости падает до нуля, потому исчезает граница раздела фаз жидкость-пар.

Несмотря на то, что внешне вещество напоминает жидкость, в применении к нему сейчас используется специальный термин — *сверхкритический флюид* - *supercritical fluid* (от английского слова *fluid*, то есть «способный течь»). В современной литературе принято сокращенное обозначение сверхкритических флюидов — СКФ. В сверхкритическом состоянии способны находиться большое количество веществ, фактически переход в сверхкритическое состояние ограничен температурой разложения вещества.

Таким образом сверхкритическое состояние вещества-это состояние при температуре и давлении выше критических ( $T > T_{кр}$ ,  $P > P_{кр}$ ), в замкнутом объеме меньше критического ( $V_{кр}$ ).

Одно из наиболее важных свойств сверхкритического состояния — это способность к растворению веществ.

Основными преимуществами сверхкритических флюидов как растворителей являются:

- сочетание свойств газов при высоких давлениях (низкая вязкость, высокий коэффициент диффузии) и жидкостей (высокая растворяющая способность);
- быстрый массоперенос, осуществляемый благодаря низкой вязкости и высокому коэффициенту диффузии;
- сочетание пренебрежимо малого межфазного натяжения с низкой вязкостью и высоким коэффициентом диффузии, позволяющее сверхкритическим флюидам проникать в пористые среды более легко по сравнению с жидкостями;
- высокая чувствительность растворяющей способности СКФ к изменению давления или температуры;
- простота разделения сверхкритических флюидов и растворённых в них веществ при сбросе давления.

В случае с температурой зависимость свойств флюида несколько более сложная — при постоянной плотности растворяющая способность флюида также возрастает, однако вблизи критической точки незначительное увеличение температуры может привести к резкому падению плотности, и, соответственно, растворяющей способности [1-5].

В сверхкритическом состоянии, как указано выше, вещество расширяется, занимая весь предоставленный объем подобно газу, но имеет высокую плотность, как у жидкости.

Применение углекислого газа позволяет полностью и в щадящем режиме отделять его от экстракта и материала - носителя в противовес классическим растворителям, выведение которых не всегда оказывается полным. Иными словами, экстракты, полученные при помощи данной методики, абсолютно свободны от растворителя.

Потребление энергии для регенерации растворителя во многих случаях меньше, чем при традиционной экстракции. А избыточное давление в системе предотвращает проникновение кислорода во время экстракции, что приводит к исключению процессов окисления.

*Список использованных источников:*

6. Kasyanov G.I. *Technology CO<sub>2</sub> - processing of vegetative raw materials (the Theory and practice). Thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences in the form of a scientific report.* - М.: Rosselkhozakademiya, 1994.
7. Zilfikarov IN, Chelombytko A.M., Aliev A.M. *Treatment of medicinal plant raw materials with liquefied gases and supercritical fluids. Monograph, Pyatigorsk, 2007.*
8. Kasyanov G.A. *Theory of gas-liquid technologies // <http://krkgi.ru/glav/co2tech/extraction.htm>*

## СЖИЖЕННЫЙ И СЖАТЫЙ CO<sub>2</sub> КАК РАСТВОРИТЕЛЬ

*Растворители* – индивидуальное химическое соединение или их смесь, способная растворять различные вещества, то есть образовывать с ними однородные системы переменного состава двух или большего числа компонентов.

Технические условия на растворителе обычно содержат данные по температуре вспышки, по пределам взрывоопасных концентраций паров в воздухе, по давлению пара при стандартных температурах, а также по растворяющей способности – для какого типа веществ можно использовать данный растворитель (для растворения масел и жиров, смол, красителей, каучуков натуральных и синтетических и т. п.).

Существуют определённые принципы классификации растворителей (экстрагентов). Можно выделить группы растворителей в зависимости от характеристик:

- температуры кипения – низкокипящие растворители (например, этиловый спирт, метилацетат) и высококипящие растворители (например, ксилол);
- относительной скорости испарения – быстроиспаряющиеся и медленноиспаряющиеся (в качестве эталона часто берут скорость испарения бутилацетата);
- полярности – неполярные (углеводороды, сероуглерод) и полярные (например, вода, спирты, ацетон);
- токсичности.

Экстрагент в процессе экстракции растительных материалов играет особо важную роль. Он должен обладать способностью проникать через стенки клетки, избирательно растворять внутри клетки биологически активные вещества (БАВ), после чего последним необходимо пройти через различные твердые оболочки и выйти за пределы растительного материала.

К экстрагентам предъявляются определенные требования, вытекающие из специфических особенностей пищевого и фармацевтического производства. Экстрагент должен обладать [53]:

- достаточной растворяющей способностью, и вместе с тем высокой избирательностью, т.е. максимально растворять действующие вещества, и минимально - балластные вещества;
- высокой смачивающей способностью, обеспечивающей хорошее проникновение его через поры материала и стенки клеток;
- быть химически индифферентным к экстрагируемым веществам и производственному оборудованию;

- отсутствие после отгонки постороннего запаха и вредных для человека веществ в извлеченном продукте;
- летучестью, возможно низкой температурой кипения, легкой регенерируемостью, наименьшей теплоемкостью, теплотой испарения и вязкостью;
- иметь однородный стабильный состав, отсутствие коллоидных систем и гидрофобность;
- минимальной токсичностью и огне- и взрывоопасностью;
- безвредностью для обслуживающего персонала;
- доступностью по стоимости.

Выбор экстрагента зависит от степени гидрофильности извлекаемого вещества. Здесь используется правило: подобное растворяется в подобном. Вещества полярные, с высоким значением диэлектрической постоянной, хорошо растворяются в полярных растворителях. Вещества неполярные, с малым значением диэлектрической постоянной, растворимы в неполярных растворителях.

Перспективными для экстрагирования являются предлагаемые в последнее время сжиженные газы: *двуокись углерода (CO<sub>2</sub>)*, пропан, бутан, жидкий аммиак, хладоны (хлорфторпроизводные углеводородов) и др.

Под сжиженным газом понимается газ, который при нормальных условиях ( $P=101,3$  кПа,  $t=20^{\circ}\text{C}$ ) находится только в газообразном состоянии, а переход в жидкое состояние происходит при охлаждении его ниже температуры насыщения при данном давлении. Таким образом, сжиженные газы при  $20^{\circ}\text{C}$  и выше могут находиться в жидком состоянии только под избыточным давлением, которое для каждого газа индивидуально.

Экстрагирование сжиженными газами проводится под давлением, при снятии которого экстрагент улетучивается, а экстрактивные вещества остаются в чистом виде.

Большинство сжиженных газов обладает свойствами неполярных растворителей, хотя сами являются гидрофильными соединениями (кроме фреонов).

Наиболее эффективен способ получения растительных масел и экстрактов с применением жидкой и сверхкритической двуокиси углерода. Сжиженный CO<sub>2</sub> хорошо извлекает эфирные, жирные масла и другие гидрофобные вещества.

#### **Характеристика углекислого газа как растворителя**

*Диоксид углерода (Carbon dioxide)*. Другие названия -углекислый газ, углекислота, двуокись углерода, угольный ангидрид, сухой лед(твердый). Формула - CO<sub>2</sub>. Бесцветный газ со слегка кисловатым запахом и вкусом. Молярная масса 44,0095(14) г/моль; в твердом виде -сухой лед; вид - бесцветный газ; номер CAS; свойства: плотность и фазовое состояние 1,98 кг/м<sup>3</sup>, при н.у.; 771 кг/м<sup>3</sup>, жидкий; 1512 кг/м<sup>3</sup>, твёрдый; растворимость в воде 1.45 кг/м<sup>3</sup>; удельная теплота плавления 25,13 кДж/моль; точка плавления

–57°C (216 К), под давлением; точка кипения –78 °С (195 К), возгоняется; константа диссоциации кислоты (рКа) 6,35 и 10,33; вязкость 0,07 пз при –78°C; строение: форма молекулы -линейная, симметричная O=C=O с расстоянием C=O равным 1,162 Å; химические связи между атомами молекулы ковалентны и полярны; дипольный момент равен нулю; кристаллическая решётка кварцевидная.

Диоксид углерода не токсичен, но не поддерживает дыхание. Большая концентрация в воздухе вызывает удушье (гиперкапния), недостаток углекислого газа тоже опасен (гипокапния). Концентрация углекислого газа в атмосфере Земли составляет 0,038 %.

*Химические свойства.* По химическим свойствам диоксид углерода относится к кислотным оксидам. При растворении в воде образует угольную кислоту. Реагирует со щелочами с образованием карбонатов и гидрокарбонатов. Вступает в реакции электрофильного замещения (например, с фенолом — реакция Кольбе) и нуклеофильного присоединения (например, с магниорганическими соединениями).

*Физические свойства диоксида углерода.* Плотность при нормальных условиях 1,98 г/л. При атмосферном давлении диоксид углерода не существует в жидком состоянии, переходя непосредственно из твёрдого состояния в газообразное. Твёрдый диоксид углерода называют сухим льдом. При повышенном давлении и обычных температурах углекислый газ переходит в жидкость, что используется для его хранения.

*Список использованных источников:*

1. Стасьева О.Н., Латин Н.Н., Касьянов Г.И. CO<sub>2</sub>-экстракты Компании «Караван» — новый класс натуральных пищевых добавок. КНИИХП, 2005. -324 с.
2. Джураев Х.Ф. Научные основы инфракрасно-конвективной сушки плодов сельскохозяйственных культур. Ташкент: Фан, 2005. – 107 с.
3. Джураев Х.Ф., Артиков А.А., Чориев А.Ж. О распределении влаги при сушке пластинчатых, коллоидно – капиллярно – пористых изделий на примере тонко нарезанной дыни // Ж. «Хранение и переработка сельхозсырья», М.: 2002.№7 -С.13-14.
4. Джураев Х.Ф. Закономерность переноса влаги в процессе сушки плодовых культур // Ж. «Вестник ТашГТУ». 2004. № 1 – С. 174-178.
5. Касьянов Г.И. Технология CO<sub>2</sub> - обработки растительного сырья (Теория и практика). Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук в виде научного доклада.- М.:Россельхозакадемия, 1994.

## СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПИЩЕВЫЕ КРАСИТЕЛИ

Синтетические пищевые красители - это органические соединения, не встречающиеся в природе, то есть искусственные. В отличие от натуральных красителей они не обладают биологической активностью и не содержат ни вкусовых веществ, ни витаминов. При этом синтетические пищевые красители обладают значительными технологическими преимуществами по сравнению с натуральными, поскольку менее чувствительны к условиям технологической переработки и хранения, а также дают яркие, легко воспроизводимые цвета.

Таблица 1 - Синтетические красители (порошковые, гранулированные, лаки, дисперсии)

Наименование	Краситель	Применение	Свойства, дозировка, г/кг
Тартразин	E 102	Кондитерские изделия, мороженое, соусы, напитки	Порошковый, водорастворимый. 0,01-0,1
Кармуазин	E 122	Кондитерские изделия, напитки, десерты, мороженое	Порошковый, водорастворимый. 0,01-0,05
Понсо 4R	E 124	Кондитерские изделия, напитки, десерты, мороженое	Порошковый, водорастворимый. 0,01-0,05
Жёлтый «солнечный закат»	E 110	Кондитерские изделия, напитки, снеки, соусы	Порошковый, водорастворимый. 0,01-0,05
Индигокармин	E 132	Кондитерские изделия	Порошковый, водорастворимый. 0,005-0,5
Хинолиновый жёлтый	E 104	Мороженое, кондитерские изделия, напитки	Порошковый, водорастворимый. 0,02-0,12
Коричневый НТ	E 155	Кондитерские изделия	Порошковый, водорастворимый. 0,01-0,06
Синий блестящий	E 133	Напитки, кондитерские изделия	Порошковый, водорастворимый. 0,005-0,5
Чёрный блестящий	E 151	Напитки, кондитерские изделия	Порошковый, водорастворимый. 0,005-0,1
Зеленое яблоко смесевой		Напитки, кондитерские изделия, мороженое, соусы	Порошковый, водорастворимый. 0,005-0,5

Синтетические пищевые красители представляют собой водорастворимые органические соединения. Они выпускаются в виде

порошков или гранул. Препараты синтетических пищевых красителей содержат, как правило, 80-85% основного красителя.

Синтетические красители применяются как индивидуально, так и в смесях друг с другом, используемые для получения цветов и оттенков, которые нельзя приготовить с помощью индивидуальных красителей. Все синтетические пищевые красители рекомендуется использовать, предварительно растворив или разделив их в небольшом количестве окрашиваемого продукта или одного из его компонентов. Раствор или дисперсию красителя вводят в продукт, как правило, перед последней операцией перемешивания.

Лидером в производстве синтетических и натуральных красителей является компания «Sensient» (Великобритания) (таблица 1).

Компания «ИМТ-Групп» предлагает карамельный колер от производителя «D.D. Williamson» (Великобритания), который применяется при изготовлении выпечных и кондитерских изделий, а также десертов. Эти красящие колеры отличались высоким качеством и экономичностью (табл.2).

Таблица 2 - Карамельные красители представление компании «ИМТ-Групп»

Наименование	Краситель	Применение
КАРАМЕЛЬНЫЙ КРАСИТЕЛЬ № 108	E 150D	КАРАМЕЛЬНЫЙ КРАСИТЕЛЬ № 108 является кислотостойким, применяется в таких алкогольных напитках, как ром, бренди, вино и вермут. В отличие от прочих “коричневых” карамелей, карамель № 108 имеет особую ценность для применения в тех продуктах питания и напитках, где необходимы красновато-коричневые оттенки. Зерновой хлеб, приправы, сладкие наливки.
КАРАМЕЛЬНЫЙ КРАСИТЕЛЬ № 050	E150D	КИСЛОТОСТОЙКИЙ КАРАМЕЛЬНЫЙ КРАСИТЕЛЬ ДВОЙНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ № 050 представляет собой качественный краситель общего применения для продуктов питания и напитков с двойной интенсивностью. Печенье, бульоны, хлеб, леденцы, зерновой хлеб, шоколадное молоко, кола, приправы и т.д.

Ассортимент высококачественных пищевых синтетических красителей производства «ROHA DYECHEM PVT. LTD., MUMBAI, INDIA» (таблица 3).

Срок годности синтетических пищевых красителей от 1,5 до 3 лет. Красители должны храниться в сухом, защищенном от света месте, в герметичной упаковке при температуре от 5 до 30°C.

Таблица 3-Красители Водорастворимые в виде порошка (IDACOL)

Наименование	Цвет (только ориентировочно)*	Код	% красящего вещества
Тартразин E102		F09	87
Сансет желтый E110		F08	87
Понсо 4R E124		F07	82-85
Кармуазин E122		F03	85-87
Аллюра красный E129		A11	85
Красный 2G E128		A09	80
Хинолиновый желтый WS E104		D02	70
Коричневый НТ E155		A18	70
Бриллиантовый синий FCF E133		F02	85
Зеленый S E142		A08	80
Индиго кармин E132		F06	85
Черный PN E151		A28	80
Патентованный голубой V E131		A29	85
Эритрозин		F04	87

Некоторые синтетические красители были представлены группой (IDALACOL) с различными концентрациями (красящее вещество 12-17%), а также красители с концентрациями (красящее вещество 32-40%).

Выбор и дозировка красителей для производства конкретного пищевого продукта зависят от желаемого цвета, требуемой интенсивности окраски в зависимости от физико-химических свойств окрашиваемых продуктов.

Список использованных источников:

1. А.Мельников. Чудеса на букву «Е»-2. А и Ф №40. 2007 г.
2. Джураев Х.Ф. Научные основы инфракрасно-конвективной сушки плодов сельскохозяйственных культур. Ташкент: Фан, 2005. – 107 с.
3. Джураев Х.Ф., Артиков А.А., Чориев А.Ж. О распределении влаги при сушке пластинчатых, коллоидно – капиллярно – пористых изделий на примере тонко нарезанной дыни // Ж. «Хранение и переработка сельхозсырья», М.: 2002.№7 -С.13-14.
4. Джураев Х.Ф. Закономерность переноса влаги в процессе сушки плодовых культур // Ж. «Вестник ТашГТУ». 2004. № 1 – С. 174-178.
5. Касьянов Г.И. Технология CO<sub>2</sub> - обработки растительного сырья (Теория и практика). Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук в виде научного доклада.- М.:Россельхозакадемия, 1994.

<b>Мауленова А.М., Киздарбекова М.Ж.</b> «Aster auto» компаниясының ТҚК станциясын диагностикалаудың технологиялық процестерін жетілдіру.....	495
<b>Моисеенко О.В.</b> Обеспечение безопасности движения поездов в нестандартных и аварийных ситуациях в Республике Казахстан .....	498
<b>Оралбек С.К., Машекенова А.Х.</b> Тұрмыстық қатты қалдықтарды жинау және тасымалдау үрдісінің кейбір мәселелері.....	501
<b>Попандопуло Х.Х., Хайбуллин Р.Р.</b> Экологические аспекты функционирования промышленного транспорта.....	504
<b>Садирбаев А.Т., Баурова Н.И., Пак И.А.</b> Экспериментальный автомобильный глушитель.....	507
<b>Сайлауов А.Е., Келисбеков А.К., Камзабеков И.М.</b> Изыскание и исследование устройства для дожигания токсичных выхлопных газов двигателя внутреннего сгорания .....	510
<b>Салфетников В.В.</b> Исследование износа роликопор ленточного конвейера.....	513
<b>Сарсембеков Б.К., Исабаев М.С., Королев Д.Е.</b> Будущее экологически чистого транспорта: ультразвуковые и лазерные технологии очистки выхлопных газов.....	516
<b>Суюнбаев Ш.М.</b> Обоснование сферы применения диспетчерских локомотивов для вывоза местных вагонов железнодорожного участка.....	519
<b>Сұңғатоллақызы А., Максудов З.Т., Мергенбаева А.Ж.</b> Жол-құрылыс машиналар паркін оңтайландыру.....	522
<b>Турсынбекова С.Р., Сулеев Б.Д.</b> Жоғары температурада жұмыс істейтін көлік техникасының гидравликалық жетегін салқындату жүйесінің ең перспективті нұсқаларын талдау.....	525
<b>Умбетжанова А.Т., Халықов Н.Д.</b> Теміржол жылжымалы құрамының жүріс бөліктерін диагностикалауға арналған көпфункционалды техникалық құралдар кешені.....	528
<b><i>ХИМИЯ. БИОТЕХНОЛОГИЯ</i></b>	
<b>J.M. Yarmuhammedov F.Q. Shodmonov, M.Y. Odilova</b> Calendula officinalis l. - Agrotechnics of growing medicinal fingernails in the conditions of the bukhara region.....	532
<b>Mukarkhan K.M., Zhaksybaeva M.E., Razakh Aizhan</b> Improvement of potato microclonal propagation technology.....	535
<b>R.G. Xaydarov, R.M. Isayeva</b> Modern agricultural technologies.....	537
<b>Rakhimberlinova Zh.B. Agysbay A.N.</b> ION exchange properties of coal derivatives.....	539
<b>Sh.U. Mirzayeva, M.I. Artikova, N.Z. Xodjiyeva</b> Industrial application of carbon dioxide as a solvent.....	541
<b>Sh.U. Mirzayeva, M.I. Artikova, M.D. Dilliyeva</b> Processes that occur in the storage of products.....	544

<b>Shakhista Ishniyazova, Anita Blija</b> Improving the quality of higher education in Uzbekistan, within the framework of international erasmus+ projects.....	547
<b>Zengin O., Bogdanova A.A.</b> The essence and perspectives of CRISPR-CAS9 technology application.....	550
<b>Акимбекова Б.Б., Карилхан А.</b> Сульфидті кендердің селективті флотациясына реагенттердің әсері.....	552
<b>Александров Н.К., Альшевский Д.Л., Устич В.И.</b> Биотехнологические подходы к эффективной переработке коллагенсодержащего рыбного сырья.....	554
<b>Алжаппарова Н.А., Усенова М.С., Панышина С.Ю., Ибраев М.К.</b> Синтез и изучение третбутил-1-(пиразол-1-ил)бутан-2-она.....	556
<b>Альшевская М.Н., Кочина А.А.</b> Проектирование и разработка растительных аналогов кисломолочных продуктов.....	559
<b>Артикова М.И., Рузиева З.А., Мирзаева Ш.У., Джураев Х.Ф.</b> Со <sub>2</sub> – Экстракция – уникальный процесс производства.....	561
<b>Артикова М.И., Рузиева З.А., Мирзаева Ш.У., Джураев Х.Ф.</b> Сжиженный и сжатый СО <sub>2</sub> как растворитель.....	564
<b>Бедо Е. П., Альшевская М.Н.</b> Основные разработка рецептур мучных и кондитерских смесей с минимальным содержанием глютена и сахара.....	567
<b>Демец О.В., Бакибаев А.А.</b> Композиционный биоматериал на основе бетулина и гликолурила для лечения инфицированных ран и ожогов.....	569
<b>Дербуш С.Н., Ибрайбеков Ж.Г., Акимжанова К.Т.</b> Биотехнологические методы борьбы с вредителями овощных культур.....	571
<b>Джакупова Д.М., Абуляисова Л.К.</b> Мезогенді тиофен молекулаларының анизотропиясы.....	574
<b>Досыбаев Г.Н., Ахметов А.Ж., Амиргалина А.Қ.</b> Гигиеническая оценка условий труда работников, занятых на хлопковом производстве.....	577
<b>Какенова М.Ж, Самбаева Д.А.</b> Қоқыс полигондарынан алынатын биогаздың кейбір қолданыс жолдары және экологиялық-экономикалық ерекшеліктеріне шолу.....	580
<b>Касьянов Г.И., Шило Н.М.</b> Гравитационный метод обработки мяса и субпродуктов.....	583
<b>Касьянов Г.И., Мостовой И.С.</b> Использование декантеров для обработки рыбного сырья.....	585
<b>Копбалина Қ.Б., Тұрдыбеков Д.М., Смирнов М. Б.</b> Хинолизин алкалоидының туындысы молекуласының құрылымын кванттық химиялық зерттеу.....	587
<b>Коржавина Ю.Н.</b> Совершенствование технологии рыбных полуфабрикатов из объектов аквакультуры с использованием имитационного шпика.....	589
<b>Коробов Д.А., Оралова А.Т.</b> Разработка и исследование компонентного состава пищевых добавок для кормов кур.....	591

<b>Марченко А.В., Арефьева О.Д., Васильева М.С.</b> Синтез и характеристика ZnO/SiO <sub>2</sub> , активных под действием солнечного света .....	594
<b>Мендибаева А.Ж., Нуркенов О.А., Кабиева С.К.</b> Никотин қышқылы гидразондарының қабынуға қарсы белсенділігін синтездеу және зерттеу.....	596
<b>Мирзаева Ш.У., Артикова М.И., Худойбердиев Ш.Ш.</b> Синтетические пищевые красители.....	598
<b>Мостовой И.С., Филиппов К.К.</b> Инновационные декантеры в пищевой промышленности: от улучшения процессов до повышения качества продукции.....	601
<b>Мостовой И.С., Филиппов К.К.</b> Инновационные методы обогащения мясорастительных паштетов CO <sub>2</sub> -экстрактами.....	603
<b>Мостовой И.С., Филиппов К.К.</b> Коррекция состава рыборастворительных паштетов пищевыми добавками в форме CO <sub>2</sub> -экстрактов.....	605
<b>Мукушева Г.К., Алиева М.Р., Кайырбаева М.Ж.</b> (S)-1-метил-3-(1-(5-фенилизоксазол-3-карбонил) пиперидин-2-ил) пиридин-1-иум йодидінің анальгетикалық белсенділігін зерттеу.....	607
<b>Новолоков К.Ю., Шелковников В.В., Бакибаев А.А.</b> Сравнительные характеристики электропроводности 1,1'-биспиропирролидиния тетрафторобората в ацетонитриле и воде.....	609
<b>Р.Г. Хайдаров, О.Б. Бакоева</b> Экстрактовые масла и со <sub>2</sub> – экстракты.....	611
<b>Разгуляева Ю.Д., Зайцев А. В., Лоссанова Ю.С., Бакибаев А.А.</b> Методы контроля и идентификации примеси 1-(2,6-дихлорфенил)индолин-2-она при синтезе 2-[(2,6-дихлорфенил)-амино]фенилуксусной кислоты (диклофенака).....	614
<b>Салина М.В., Ляпунова М.В., Федоришин Д.А., Тугульдурова В.П., Разгуляева Ю.Д., Бакибаев А.А.</b> Изучение влияния полимерной матрицы на свойства противоспаечных пленочных барьеров.....	617
<b>Сарсембаева Т.Е., Ташетов М.Е.</b> Анализ пищевых добавок в молочных йогуртах на соответствие требованиям халяльной продукции.....	620
<b>Сейтжан Р.С., Панышина С.Ю., Топаева С.К.</b> Исследование аминокислотных таутомерных переходов протона в молекуле 2-амино-4-тиазолинона методами спектроскопии ЯМР.....	623
<b>Серых Н.В.</b> Биотехнология и переработка отходов. Биогаз.....	626
<b>Сыздықов А.Қ., Нуркенов О.А., Кабиева С.К.</b> 2 ((морфолиноимино)метил)бензой қышқылының синтезі және циклизациясы.....	628
<b>Такибаева А.Т., Жорабек А.А.</b> Химические свойства нафталина.....	630
<b>Такибаева А.Т., Барлыбаева Д.Г.</b> <i>Betula Kirghisorum</i> қайың қабығының құрамын фитохимиялық зерттеу.....	633
<b>Тарихов Ф.Ф., Гусляков А.Н., Ухов А.Е., Бакибаев А.А.</b> 2D и 3D регулярные пористые каркасы на основе кукурбит [8] урила.....	636
<b>Тәжібай А.Ж., Сейтжан Р.С.</b> Итмұрын жемістері ( <i>fructus rosae</i> l.) өсімдігін химиялық зерттеу.....	639