

Таблиця 1

Критические параметры и фактор ацентричности (ω) биомолекул и растворителя

Компонент	T_c , К	P_c , МПа	ω	V_{ss} , см ³ /моль	Лит-ра
Диоксид углерода	304.12	7.34	0.225	-	[7]
Холестерин	778.70	1.22	1.011	362.4	[9]
β -каротин	674.5	0.836	4.8	536.8	[10]
Салициловая кислота	860.7	5.020	0.785	95.72	[13]
Penicillin V	921.7	17.20	1.168	231.7	[14]

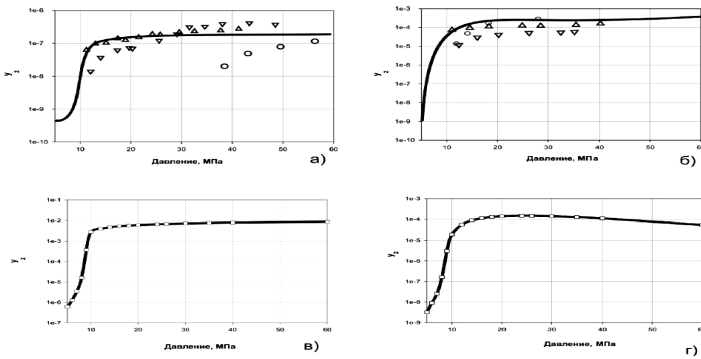


Рис. 2. Кривые растворимости для систем CO₂-биомолекулы: а) холестерин при T = 35 °C; б) β -каротин при T = 40 °C; в) салициловая кислота T = 40 °C; г) пенициллин при T = 41 °C

литературе наблюдаются значительные рассогласования и неопределенность. При использовании комбинации значений k_{ij} , l_{ij} и давления сублимации, которое следует рассматривать в качестве подгоночного параметра, при помощи метода локального отображения удается достичь хорошего качества описания экспериментальных данных. Соответствующие значения параметров приведены в таблице 2.

На рис. 2 (в-г) приведены кривые растворимости еще для двух биомолекул – пенициллина и салициловой кислоты. Точность описания экспериментальных данных является величиной того же порядка, что для холестерина и β -каротина. Значения параметров взаимодействия k_{ij} и l_{ij} а также средних отклонений расчета от экспериментальных данных для всех рассчитанных биомолекул также даны в таблице 2.

Таким образом, метод локального отображения, позволяющий получить высокую точность описания плотности диоксида углерода в околокритической области при помощи простых уравнений состояния, может быть использован для оценок растворимости технологически важных веществ в природных средах в процессах сверхкритической экстракции. Надежное описание плотности диоксида углерода в сверхкритической области на основе принципа локального отображения кубическими уравнениями состояния типа Пенга-Робинсона позволяет разработать надежные алгоритмы расчета растворимости твердых фаз, которые необходимы при проектировании оборудования для сверхкритической экстракции термолабильных биологических молекул в среде природных рабочих тел.

Параметр перекрестного взаимодействия и средние отклонения экспериментальных и расчетных величин для модели ПР

Система	T, C	P, bar	k_{12}	l_{12}	Δy , %	Литература
CO ₂ - холестерин	35	124-279	0.350	0.363	7	[5]
CO ₂ - β -каротин	40	120-276	0.566	0.349	10	[7]
CO ₂ - пенициллин V	41	81-280	0.233	0.084	35	[11]
CO ₂ - салициловая кислота	40	100-350	-0.117	-0.533	5.0	[10]

Таблица 2

качестве описания. В противоположность описанному эффекту предсказание растворимости в значительной мере зависит от давления сублимации, в представлении которого в

де природных рабочих тел.

Поступила 11.2012

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Hardardottir, I. Extraction of Lipid and Cholesterol from Fish Muscle with Supercritical Fluids [Text] / I. Hardardottir, J. Kinsella // J. Food. Sci. – 1988. – 53. – pp.1656-1658.
- Acosta, G. Supercritical Extraction of Fat from Phospholipid Biomembrane Structures [Text] / G. Acosta, F. Hou, R. Smith // J. Supercritical Fluids. – 1994. – 7. – pp.191-196.
- Mohamed, R. Reduction in the cholesterol content of butter oil using supercritical ethane extraction and adsorption on alumina [Text] / R. Mohamed, M. Saldana, F. Socantaype, T. Kieckbusch // The Journal of Supercritical Fluids. – 2000. – 16. – pp.225-233
- Dohm, R. High-pressure Fluid Phase Equilibria: Experimental methods and System Investigated (1988-1993) [Text] / R. Dohm, G. Brunner // Fluid Phase Equilib. – 1995. – pp. 213-282
- Wong, J. Solubilization of Biomolecules in Carbon Dioxide Based Supercritical Fluids. [Text] / J. Wong, K. Johnston // Biotech. Progress. 1986, 2, pp. 29-39.
- Artemenko, S. Azeotropy in the natural and synthetic refrigerant mixtures [Text] / S. Artemenko, V. Mazur // Int. J. Refrigeration. - 2007. - №30(5). - pp. 831 – 839
- Span, R. A new equation of state for carbon dioxide covering the fluid region from the triple-point temperature to 1100 K at pressures up to 800 MPa [Text] / R. Span, W. Wagner // J. Chem. Ref. Data. – 1996. – 25. – pp.1509-1596.
- Foster, N. et al Polar and Nonpolar Cosolvent Effect on the Solubility of Cholesterol in Supercritical Fluids [Text] / Ind. Eng. Chem. Res. 1993, 32, pp. 2849-2853.
- Kosal, E. Solubility of progesterone, testosterone, and cholesterol in supercritical fluids [Text] / E. Kosal, C. Lee, G. Holder // J. Supercrit. Fluids. -1992. – 5. – pp.169 – 175.
- Subra, P., et al. Contribution to the Determination of the Solubility of β -carotene in Supercritical Carbon Dioxide and Nitrous Oxide: Experimental Data and Modeling. Fluid Phase Equilibria [Text]. – 1997. – 131. – pp. 269-286ю
- Johannsen, M. Solubilities of the Fat-Soluble Vitamins A, D, E and K in Supercritical Carbon Dioxide [Text] / M. Johannsen, G. Brunner // J. Chem. Eng. Data. – 1997. – 42. – P.106-111ю
- Skerget, M. Solubility of β -carotene and oleic Acid in Dense CO₂ and Data Correlation by a Density Based Model [Text] / M. Skerget, Z. Knez, M. Habulin // Fluid Phase Equilib. – 1995. – 109. – pp.131-138ю
- Reverchon, E. Salicylic acid solubilization in supercritical CO₂ and its micronization by RESS [Text] / E. Reverchon, G. Donsi // J. Supercrit. Fluids. – 1993. – 6. – pp. 241-248.

УДК 637.072:637.061:664.951.037.5

ИВАНОВА Е.Е., д-р техн. наук, профессор, ОДИНЕЦ Н.А., ассистент, БАСОВА Е.В., аспирант
ФГБОУ ВПО "Кубанский технологический университет" г. Краснодар

КАЧЕСТВЕННАЯ РЫБНОЕ СЫРЬЕ КАК ОСНОВА КАЧЕСТВЕННОЙ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Представлены результаты исследований качественных показателей мышечной ткани пиленгаса в постмортальный период зависимости от массы рыбы, температуры хранения и сезона вылова.

Изучена динамика растворимости белков мышечной ткани пиленгаса в процессе холодильного. Предложен оптимальный срок холо-

дильного хранения пиленгаса без изменения качественных показателей мышечной ткани.

Ключевые слова: Рыба, пиленгас, замораживание, постморальный период, автолиз, холодильное хранение, качество.

The results of haarder muscle tissue qualitative parameters research in postmortem period, depending on the mass of the fish, temperatures of storage and fishing season, have been represented. Dynamics cold storage has been studied. Optimal period of haarder cold storage without charging of muscle tissue qualitative parameters has been suggested.

Keywords: fish, haarder, freezing, postmortem period, autolysis, cold storage, quality

Рыба, как известно, представляет сырье, качественные показатели мышечной ткани которого в процессе хранения, даже при низкой температуре в результате автолитических и бактериальных процессов, протекающих в ней в постморальный период, неуклонно снижаются. Характер, особенности и скорость протекания автолитических и бактериальных процессов зависят от вида рыбы, ее химического состава, биологического состояния, температуры окружающей среды и т.д.

Замораживание является самым распространенным способом хранения рыбного сырья. Изменения в тканях рыбы при замораживании, хранении в замороженном виде и последующем размораживании вызываются сложным комплексом превращений. При этом, характер изменений обуславливается как автолитическими превращениями до холодильной обработки, то есть стадией посмертных изменений, так и физическими и физико-химическими явлениями вымораживания воды, кристаллообразования, структурными изменениями в тканях и т.д. происходящими в процессе ее. Качество готовой продукции, прежде всего, зависит от изменения белков в процессе холодильного хранения.

Исследования процессов, происходящих в рыбе при посмертных изменениях, охлаждении и замораживании посвящены работы многих российских и зарубежных ученых, таких как Быков В.П. [1,2], Семенов Б.Н. [3], Agamal A. [4], Srikal I.N. [5] и др.

В то же время, такой вид рыбы как пиленгас, который в результате проведенных в 1972 – 1980 годах акклиматизационных работ по вселению дальневосточной кефали – пиленгаса в Азовское и Черное моря стал в ряд основных объектов промысла изучен в этом направлении не достаточно. В связи с этим были выполнены исследования, позволяющие оценить характер посмертных изменений, а также изменений растворимости белков мышечной ткани пиленгаса в процессе замораживания и холодильного хранения.

Переход рыбы из одной стадии в процессе постморальных изменений в другую определяли по внешним признакам (гибкость и упругость тела рыбы, окраска поверхностного покрова, цвет жабр) и по величине угла прогиба (В.П. Быков, 1964). В ходе посмертных изменений исследовали модификацию влагоудерживающей способности мышечной ткани и гистамина. Влагоудерживающую способность определяли методом Gray R., Hamm R. в модификации Рехиной Н.И. [6].

Замораживание проводили сухим искусственным способом до температуры в центре тела рыбы минус 18 °С. Пиленгас замораживали в стадии до начала посмертного окоченения. Хранение мороженого пиленгаса, упакованного в полиэтиленовые пакеты проводили в холодильной камере при температуре минус 18 °С.

В процессе холодильного хранения наблюдали за изменением влагоудерживающей способности и растворимости белков мышечной ткани. Фракционный состав белков

определяли методом гель - проникающей хроматографии. Фракции саркоплазматических, миофибрилярных и щелочерастворимых белков получали последовательной экстракцией фосфатным буфером pH 7,5, ионной силой 0,01, pH 7,2 ионной силой 0,5 и 0,1 М раствором едкого натра.

Хроматографическое разделение мышечных белков проводили на сефадексе Г- 75 и колонке Тоурpearl HW-65 (fine). Оптическую плотность элюатов измеряли на спектрофотометре при 280 нм и 220 нм. Характер, особенности и скорость протекания посмертных процессов зависят, как известно, от вида рыбы, ее химического состава, биологического состояния, температуры окружающей среды, методов и орудий лова и т.д. Наблюдения за свежей рыбой показывают, что чем больше продолжительность посмертного окоченения, тем дольше задерживаются рост микрофлоры, начало автолитического распада белков и порчи рыбы. Поэтому все основные показатели посмертных изменений фиксировали в трех позициях до посмертного окоченения, в стадии посмертного окоченения и после разрешения посмертного окоченения.

Время наступления и продолжительность посмертного окоченения у пиленгаса были изучены в зависимости от массы рыбы, температуры хранения и сезона вылова.

В результате работ установлена продолжительность стадий посмертных изменений пиленгаса – массой экземпляров до 1 кг и 1,5-2 кг в зависимости от температуры хранения. Установлено, что у пиленгаса массой экземпляров до 1 кг, при температуре хранения 0-5 °С посмертное окоченение наступало через 20-24 часов после вылова и длилось 48-52 часа, а при температуре 10-15°С – наступало также, но длилось- 30-34 ч. У пиленгаса массой экземпляров 1,5-2 кг посмертные изменения проходили аналогично, но окоченение наступало через 30-32 ч и 24-26 ч при температурах хранения 0-5 °С и 10-15 °С соответственно. Продолжительность посмертного окоченения при температуре хранения 0-5°С составляла 56-60 часов, а при температуре 10-15 °С - значительно меньше, всего- 20-24 ч. Если сравнить результаты исследований толстолобика, проведенные автором ранее [7], и пиленгаса одной массы, выловленных осенью и хранившихся при одной температуре, то можно отметить что, посмертное окоченение у пиленгаса наступает в среднем на 6 часов позже, чем у белого толстолобика и длится на 1-2 часа дольше, т.е. пиленгас после вылова более длительное время сохраняет свое качество. Уснувший пиленгас до начала посмертного окоченения имел высокую водоудерживающую способность, ВУС –72,4-74,3 %. При переходе рыбы в стадию посмертного окоченения ВУС понижалась до 70,3-70,8% и вновь возрастала до 71,6-72,0% после разрешения посмертного окоченения.

Концентрация гистамина в процессе хранения изменилась незначительно, если в мышцах живого пиленгаса содержалось до 25,5 мг/кг гистамина, то после разрешения посмертного окоченения концентрация гистамина составляла не более 38 мг/кг, тогда как предельно допустимая концентрация гистамина в рыбе - 100 мг/кг (СанПиН 2.3.2. 1078-01). Органолептическая характеристика пиленгаса в различных стадиях посмертных изменений представлена в таблице 1.

Из таблицы видно, что пиленгас в стадии посмертного окоченения имел хорошие органолептические показатели, которые соответствовали показателям свежей рыбы, поэтому для сохранения качества рыбного сырья важно, чтобы стадия посмертного окоченения наступала как можно позже и длилась дольше. Время же наступления и продолжитель-

Органолептическая характеристика пиленгаса на разных стадиях посмертных изменений

Показатели	Стадия посмертных изменений		
	до посмертного окоченения	в посмертном окоченении	разрешение после посмертного окоченения
Окраска верхнего покрова	Спинка тёмно-серого цвета; брюшко и боковая поверхность блестящие.	Потускневшая, спинка болотно-серого цвета, брюшко и боковая поверхность серо-серебристые.	Тусклая, спинка серая, блеклая, брюшко и боковая поверхность серо-серебристые.
Запах	Характерный запах моря без постороннего запаха.	Свойственный запаху пиленгаса без постороннего запаха.	Слабовыраженный, свойственный запаху пиленгаса со слабой примесью запаха триметиламина.
Цвет жабр	Ярко-красный.	Красный.	Грязно-серый.
Роговая оболочка глаз	Прозрачная.	Прозрачная с заметным помутнением в центре глаза.	Мутная по всей поверхности.
Состояние слизи	Прозрачная, окраска поверхности рыбы и рисунков на ней просматривается чётко.	Помутневшая, окраска поверхности рыбы просматривается под слизью с затруднением.	Мутная, окраска рыбы просматривается под слизью с трудом.
Состояние глаз	Выпуклые по всему периметру.	На уровне орбиты по всему периметру.	Значительно ниже уровня орбиты (впалые).
Консистенция мышечной ткани	Упругая. При пальпации образуется углубление, выравнивающееся сразу после снятия механического воздействия.	Плотная. При пальпации углубление не образуется.	Мягкая. При пальпации образуется углубление, выравнивающееся примерно через 30 с. после снятия механического воздействия.

ность стадии посмертного окоченения пиленгаса значительной степени зависят от температуры хранения. Снижение температуры хранения до 0 °С позволяет увеличить стадию посмертного окоченения на 18-20 часов.

В процессе холодильного хранения пиленгаса наблюдали за изменением водоудерживающей способности и растворимости белков мышечной ткани. Результаты хроматографического разделения саркоплазматических и миофибриллярных белков мышечной ткани пиленгаса до холодильного хранения и в процессе холодильного хранения в течение 6 месяцев представлены в таблице 2.

Изменение фракционного состава белков мышечной ткани пиленгаса при холодильном хранении

Срок хранения, сут.	Фракции, % к общему белку			
	саркоплазматические	миофибриллярные	щелочерастворимые	белки стромы
0	27,90±0,69	50,30±0,41	13,20±0,21	8,60±0,35
15	27,28±0,50	46,42±0,57	17,60±0,57	8,70±0,35
30	26,25±0,32	43,42±0,46	21,43±0,43	8,60±0,42
60	25,28±0,28	35,96±0,15	30,06±0,74	8,70±0,31
90	23,28±0,43	32,78±0,23	35,24±0,52	8,70±0,42
120	22,07±0,24	31,72±0,32	37,51±0,56	8,70±0,35
150	21,29±0,71	50,52±0,64	39,49±0,39	8,70±0,24
180	19,90±0,15	29,10±0,29	42,30±0,21	8,70±0,12
критерий Кохрена, G	0,424	0,480	0,416	0,258

Во всех опытах критерий Кохрена при заданной вероятности $P=0,95$ и условиях $N=8$, $m=3$ ниже установленного (0,516), таким образом опыты можно считать воспроизводимыми. Исследования показали, что в процессе холодильного хранения в течение 6 мес. количественное содержание миофибриллярных белков снизилось на 42%, то есть почти в 2 раза. Причем практически полностью денатурировала фракция Ф-актина и значительно снизилось содержание фракции актомиозинового комплекса.

Одновременно в процессе хранения увеличилось содержание щелочерастворимых (денатурированных) белков, количество их через 6 мес. холодильного хранения составило 42,30% к общему количеству белка. То есть в процессе

хранения в течение 6 мес. практически половина белков в мышцах пиленгаса денатурирует, что, несомненно, сказывается на качестве мороженой рыбы. Значительное снижение растворимости белков в процессе холодильного хранения подтверждают и исследования водоудерживающей способности белков. Так, если водоудерживающая способность свежего пиленгаса (до посмертного окоченения) составляла в среднем – 74,4 %, то через 15 суток холодильного хранения она снижалась до 60,8 %, через 30 суток водоудерживающая способность составляла 55,5 %, через 180 суток – 45,8 %.

Уже после 4 мес. холодильного хранения кожный покров размороженного пиленгаса имел

Таблица 2

тусклую окраску и мягкую консистенцию. Отваренные куски рыбы имели бледно бело-розовый цвет, свойственный вареному мясу пиленгаса, запах и вкус с легким запахом и привкусом окислившегося жира. Консистенция мягкая, отдельные куски распались при выкладывании. Бульон светлый, но слегка помутневший от взвешенных частиц рыбы.

После 6 месяцев холодильного хранения качество пиленгаса резко ухудшилось. Консистенция мышечной ткани стала очень мягкой, дряблой и вареные куски не имели формы и практически полностью распались. Вкус и запах имели четко выраженный привкус окислившегося жира,

бульон помутнел. Сопоставляя результаты органолептических исследований с биохимическими (растворимость мышечных белков) показателями, что после 6 месяцев снижение органолептических показателей коррелирует с изменениями белков в процессе хранения, так растворимость миофибриллярных белков снизилась на 42 %, саркоплазматических - на 29 %, одновременно увеличилось содержание денатурированных белков на 32 %.

В результате проведенных работ установлена продолжительность стадий постмортальных изменений пиленга. Полученные результаты могут быть использованы технологиями рыбной промышленности для правильной организации доставки, переработки и хранения рыбы на перерабатываю-

щих підприємств.

Виявлена і оцінена взаємозв'язок якості показателів піленгаса (зміна розчинності саркоплазматических і міофібрилярних білків, органолептических показателів і т.д.) і тривалості його холодильного зберігання. Суттєвнє змінення фракційного складу спостерігаються після 4 міс. зберігання, а після 6 міс. холодильного зберігання при температурі мінус 18 °С спостерігається

зниження на 42 % кількості розчинимих міофібрилярних білків і на 19% саркоплазматических, при збільшенні кількості денатурованих білків на 51 % відносно початкового вмісту. Термін холодильного зберігання піленгаса сухою повітряною заморожкою при температурі мінус 18 °С рекомендується не більше 4 міс.

Поступила 11.2012

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Быков, В.П. Зависимость обратимости процесса замораживания от посмертного состояния и способа обработки рыбы [Текст] / В.П. Быков // Тр. ВНИРО.-М.,1970.-Т. 73.-С.36-45
2. Быков, В.П. Изменение мяса рыбы при холодильной обработке: Автолитические и бактериальные процессы [Текст] / В.П. Быков // -М.: Агропромиздат, 1987.-221 с
3. Семенов, Б.Н. Криогенная технология гидробионтов [Текст] / Б.Н. Семенов // Основные направления науч.-техн. обеспеч. развития Калинингр. обл.: Тез. докл. науч.-практ. конф. / Калинингр. гос. ун-т.-Калининград, 1994.-С.44
4. Рехина, Н.И. Об определении влагоудерживающей способности рыбного фарша [Текст] / Н.И. Рехина, С.А. Агапова, И.В. Терехова // Рыбное хозяйство.-1972.-№5.-С.67-68
5. Agamal, A. Studies on frozen storage characteristics of sole fish cynoglossus macrolepidotus [Text] // Fish. Technol. - 1984.-21.-№ 1.-P. 62-64
6. Srikal, I.N. Changes in lipids and proteins of marine catfish during frozen storage [Text] // Food Sci. and Technol. Today. -1989.-Vol.3.- № 4.- p.-270
7. Иванова, Е.Е. Посмертные изменения толстолобика [Текст] / Е.Е. Иванова, А.М. Коклюков, Н.Н. Лукашова // Интенсивное рыборазведение в Краснодарском крае: Сб. науч. тр.: ГосНИИОРХ.-СПб.,1993.-Вып.324.-С.81-83.

УДК 577.15:633.494

БУЛАНША Н.А., аспірант

Одеська національна академія харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОСТІ ПОЛІФЕНОЛОКСИДАЗИ БУЛЬБ ТОПІНАМБУРА

Представлені дослідження активності поліфенолоксидази бульб топінамбура. В результаті проведених експериментів встановлений розподіл активності ферменту у товщі бульб та підібраний режим НВЧ-обробки сировини для інактивації окислювальних процесів. Представлені зміни фенольних сполук при різних режимах НВЧ-обробки.

Ключові слова: поліфенолоксидаза, топінамбур, окислювальні процеси, фенольні сполуки.

Presented research activity of polyphenoloxidase artichoke. Your distribution of enzyme activity in the thick tubers. Picked mode microwave processing of raw materials to inactivate oxidation processes. Presented changes of phenolic compounds with different modes of microwave processing.

Keywords: polyphenoloxidase, Jerusalem artichoke, oxidative processes, phenolic compounds.

Відомо, що забезпечення нормальної життєдіяльності людини може здійснюватися тільки при повному задоволенні потреб організму в основних поживних речовинах. Тому, звертаючи увагу на відносно високу потребу людей у незамінних факторах харчування, поряд зі збільшенням асортименту таких продуктів актуальним є підвищення їх харчової та біологічної цінності. Це може бути досягнуто за рахунок певних технологічних прийомів переробки сировини.

Більшість технологій виготовлення продуктів харчу-

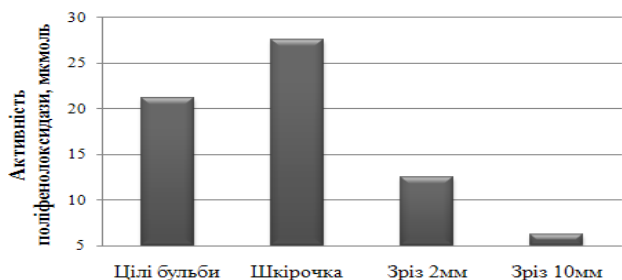


Рис. 1 Розподіл активності поліфенолоксидази у товщі бульб топінамбура

вання з топінамбуру передбачає здійснення на підготовчій стадії такої технологічної операції, як «очищення», у результаті якої відбувається потемніння бульб, що призводить до погіршення як органолептических показників готового продукту, так і зниження його біологічної цінності. Це пов'язано з руйнуванням рослинних клітин, внаслідок чого підвищується доступ кисню до подрібнених тканин і створюються сприятливі умови для дії оксидоредуктаз. В свою чергу, очищення бульб топінамбура від шкірочки дуже трудомістке

процес - бульби мають неправильну форму, а в промисловості відсутнє обладнання, яке б дозволило провести дану технологічну операцію і зберегти біологічно цінні речовини, що містяться у сировині. Відомо, що поліфенолоксидаза – мідьвмістучий (0,2-0,3%) білок, який каталізує реакцію окислення о-дифенолів, а також моно-, три- і поліфенолів з утворенням відповідних хінонів, при цьому акцептором водню слугить молекулярний кисень. З її дією пов'язано утворення темнозабарвлених сполук – меланінів. Фермент проявляє оптимальну активність при кислотності близько 6 одиниць рН. [1]

Метою роботи було визначення активності поліфенолоксидази бульб топінамбура та подальшим вибором режиму НВЧ-обробки для інактивації цього ферменту.

Було досліджено розподіл активності ферменту в товщі бульб. Для цього визначали активність в шкірці і на зрізах товщиною 2 мм та 10 мм. Проводили окислювальну реакцію водної суспензії сировини у присутності пірокатехіну та аскорбінової кислоти з подальшим титруванням йодатом калію. Отримані результати представлені на рис. 1.

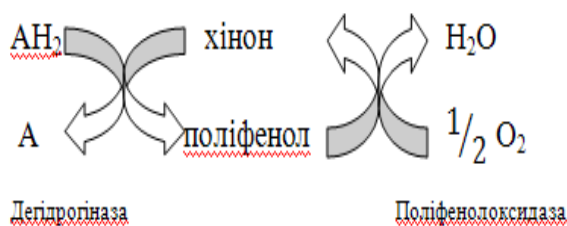


Рис. 2 Схеми окислювального процесу фенольних речовин

На рис.1 показано розподіл активності ферменту в шкірці (27,5 мкмоль). Встановлено, що активність поліфенолоксидази в шкірці більша у 2,2 рази за активність, яку визначали на зрізі товщиною 2мм (12,5 мкмоль), та більша у 4,4 рази, ніж на зрізі товщиною 10 мм (6,25 мкмоль).

У результаті окислювальних процесів руйнується вітамін С. Процес прискорюється за наявності поліфенолоксидази та контакту з металевими частинами обладнання. За схемою В.І. Палладіна фенольні сполуки окислюються за