

УДК 613.292

Ю.М. МОТУЗКА

Київський національний торговельно-економічний університет

ВУГЛЕВОДНИЙ СКЛАД ПРОДУКТІВ ДЛЯ ЕНТЕРАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ

Продукти являють собою багатокomпонентну систему, яка складається з вуглеводної, білкової, ліпідної складових, біологічно активних компонентів. Метою роботи є дослідження вуглеводного складу розроблених продуктів для ентерального харчування та показника їх глікемічності. Проаналізовано вимоги до вуглеводного складу продуктів для ентерального харчування. За результатами проведених досліджень встановлено, що вуглеводна складова продуктів для ентерального харчування представлена моно-ди та поліцукрами, які визначають органолептичні, фізико-хімічні, реологічні властивості продуктів та їх фізіологічну дію. При зберіганні продуктів протягом встановленого терміну не виявлено суттєвих змін вуглеводного складу розроблених продуктів. Дослідження показника глікемічності продуктів дозволили рекомендувати їх для харчування людей з порушеною толерантністю до глюкози.

Ключові слова: продукти для ентерального харчування, вуглеводи, глюкоза, фруктоза, глікемічність.

Ю.Н. МОТУЗКА

Киевский национальный торговле-экономический университет

УГЛЕВОДНЫЙ СОСТАВ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭНТЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Продукты представляют собой многокомпонентную систему, которая состоит из углеводной, белковой, липидной составляющих, биологически активных компонентов. Целью работы является исследование углеводного состава разработанных продуктов для энтерального питания и показателя их гликемичности. Проанализированы требования к углеводному составу продуктов для энтерального питания. По результатам проведенных исследований установлено, что углеводная составляющая продуктов для энтерального питания представлена моно- ди и полисахаридами, которые определяют органолептические, физико-химические, реологические свойства продуктов и их физиологическое действие. При хранении продуктов в течение установленного срока не выявлено существенных изменений углеводного состава разработанных продуктов. Исследование показателя гликемичности продуктов позволили рекомендовать их для питания людей с нарушенной толерантностью к глюкозе.

Ключевые слова: продукты для энтерального питания, углеводы, глюкоза, фруктоза, гликемичность.

I.M.MOTUZKA

Kyiv national university of trade and economics

HYDROCARBON COMPOSITION OF FOOD FOR INTEGRAL NUTRITION

Products are a multicomponent system that consists of carbohydrate, protein, lipid components, biologically active components. The aim of the work is to study the carbohydrate composition of the developed products for enteral nutrition and the indicator of their glycemicity. The requirements to the carbohydrate composition of enteric food products have been analyzed. According to the results of the conducted studies, it was established that the carbohydrate constituent of products for enteral nutrition is represented by monody and polysaccharides, which determine the organoleptic, physico-chemical, rheological properties of the products and their physiological effect. During the storage of products for a specified period, no significant changes in the carbohydrate composition of the developed products were detected. The study of the glycemic index of foods allowed them to be recommended for nutrition of people with impaired glucose tolerance.

Keywords: products for enteral nutrition, carbohydrates, glucose, fructose, glycemic acid.

Постановка проблеми

Сучасні динамічні темпи наукових досліджень у галузі нутріціології та медицини, що підкріплюються стрімким розвитком виробничих можливостей, обумовлюють поширення практики виробництва спеціальних продуктів для нутритивної підтримки цілеспрямованої дії на організм людини, зокрема продуктів для ентерального харчування. Ці продукти призначені для людей, які із-за певного ураження або хвороби не можуть споживати продукти традиційного асортименту. Продукти являють

собою багатокомпонентну систему, яка складається з вуглеводної, білкової, ліпідної складових, біологічно активних компонентів. Це обумовлює необхідність пошуку та використання високоякісної сировини для їх виробництва, що буде відповідати всезростаючим запитам споживачів щодо харчової та біологічної цінності готової продукції.

Основними вимогами, що ставляться перед сировиною для виробництва продуктів для ентерального харчування, є: наявність документів, що підтверджують їх безпечність та якість, реєстрація центральним органом виконавчої влади у галузі охорони здоров'я, дані щодо підтвердженної клінічної ефективності споживання, високий ступінь очищення, дисперсності та розчинності у воді [1, 2]. Також необхідно зазначити, що вартість сировини при виробництві цього виду продукції є основним фактором, що визначає її собівартість і обумовлює необхідність розвитку сировинної бази.

Головним метаболічним субстратом для хворих та постраждалих є вуглеводи. Їх розщеплення може відбуватися з виділенням енергії при відсутності кисню (гліколіз). За умови часткової або повної неможливості мітохондріального дихання, ці макронутрієнти здатні засвоюватися в ушкоджених ділянках тіла [3]. Мінімальна фізіологічна потреба у вуглеводах для людей в критичних станах становить 200 г/добу, оптимальна – 320-390 г/добу [4]. Найкращим субстратом для задоволення потреб постраждалих у вуглеводах є глюкоза, що є вихідним нутрієнтом гліколізу. Максимальна швидкість утилізації глюкози при екзогенному введенні – 0.5-0.7 г/кг/добу [5]. Засвоєність глюкози залежить від адекватності кровотоку й здатності утилізувати її клітинами. Проте, надлишкове надходження вуглеводів до організму характеризується підвищенням резистентності до ендogenous інсуліну. Також при виробництві продуктів для ентерального харчування використовуються інші моно-, дисахариди, полісахариди.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вагомий внесок в розробку складу продуктів для ентерального харчування внесли такі провідні науковці як: Певзнер М.І., Хорошилов І.Є., Почепень О.М., Беляев А.В., Toigo G., Lochs H., Greenberg G. та ін. [6-10]. Розроблені підходи до харчування хворих враховують потреби людей з певними захворюваннями та травмами. Однак, потребує подальшого дослідження поєднання у продуктах для ентерального харчування різних типів вуглеводів для отримання максимального ефекту від споживання продуктів.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є дослідження вуглеводного складу розроблених продуктів для ентерального харчування та показника їх глікемічності.

Викладення основного матеріалу дослідження

Найбільш поширеним вуглеводом, що використовується у продуктах для ентерального харчування є моноцукри [4]. Глюкоза є вузловим енергетичним субстратом при стрес-реакції. Вона засвоюється органами та тканинами для яких мітохондріальне дихання частково або повністю є недостатнім. До таких відносяться тканини в місцях уражень, коли ліпіди не можуть бути джерелом живлення через порушення кровообігу [6]. Таким чином глюкоза є єдиним енергетичним субстратом, що забезпечує живлення клітин і тканини для їхнього відновлення. Крім того, цей вуглевод підсилює окисно-відновні процеси, поліпшує антитоксичну функцію печінки, стимулює скорочувальну здатність міокарду та запобігає надлишковим втратам води організмом. У той же час необхідно зазначити, що засвоєність глюкози у критичному стані залежить від адекватності перфузії (кровотоку), здатності до її утилізації клітинами (інсулінорезистентності).

Фруктоза засвоюється організмом після перетворення у глюкозу, через що є відтермінованим джерелом енергії. Крім того, фруктоза не поглинається інсулін-залежними тканинами, стабілізує рівень цукру в крові, що обумовлює можливість її використання у продуктах для нутритивної підтримки організму людей, які страждають на цукровий діабет [6, 7]. Дослідженнями ряду вчених доведено, що при застосуванні фруктози у продуктах для ентерального харчування постраждалих у критичних станах спостерігається підвищення здатності клітин імунної системи до виділення субстратів, що пригнічують дію інфекційних агентів.

Одним із цукрозамінників, що широко використовується в якості сировини при виготовленні продуктів для нутритивної підтримки людей, які страждають на цукровий діабет, є сорбіт [9]. Цей компонент практично не підвищує рівень цукру у крові, повільно абсорбуючись із шлунково-кишкового тракту [8]. Рекомендована доза його вживання – до 45-50 г/добу. Існують наукові дані про те, що сорбіт має дезінтоксикаційну дію.

Мальтодекстрини завдяки поступовому розщепленню до глюкози є гарним джерелом енергії, оскільки не призводять до коливання рівня цукру в крові та запобігають шлунковим ускладненням, сприяють виробленню ендogenous інсуліну і зниженню рівня глікемії. Окрім того, мальтодекстрини значно дешевші за глюкозу, що дозволить знизити собівартість продукції. Науково встановлено, що найбільш ефективним є поєднання глюкози з іншими вуглеводами, зокрема мальтодекстринами у співвідношенні 1: 1,2-2,0. З одного боку, це дає змогу зменшити осмолярність утворених продуктом у

шлунку розчинів, порівняно із розчинами глюкози, а отже пришвидшити їх перехід у кишечник. З іншого боку суміші з мальтодекстрином мають невисоку солодкість та утворюють більш в'язкі розчини, сприяють профілактиці дисбактеріозу та нормалізації рівня рН, стимулюють зростання кількості біфідобактерій у шлунку. Відхилення цього співвідношення в меншу сторону (збільшення вмісту глюкози) може призвести до надлишкового рівня глюкози в крові хворого і викликати діарею, а в більшу (збільшення вмісту мальтодекстинів) – до погіршення смаку продукту і збільшення його в'язкості.

Враховуючи інтенсифікацію ринку цукрозамінників досить перспективним для використання у виробництві продуктів для ентерального харчування є еритритол. Еритритол є цукрозамінником, що має високу хімічну стійкість в широкому діапазоні рН (від 2 до 12), добре розчинний у воді, має невисоку в'язкість, низьку гігроскопічність, що полегшує створення умов для його тривалого зберігання. Завдяки невеликому розміру молекули еритритол майже повністю всмоктується в тонкому кишечнику, в організмі практично не засвоюється, не впливає на роботу шлунково-кишкового тракту, калорійність еритритолу є низька і становить від 0 до 0,2 ккал / г. Еритритол має нульовий глікемічний індекс, тобто не впливає на рівень цукру в крові та низький інсуліновий індекс 2, тобто в 21,5 разів нижче, ніж у цукру (43) і в 5,5 разів нижче, ніж у ксиліту і сорбіту (11). Об'єднаним Комітетом експертів по харчовим добавкам (JECFA) ЄС підтверджено безпеку еритритолу і присвоїв йому допустиму норму щоденного споживання (ADI) «без обмежень», тобто максимально можливий статус щодо безпеки для здоров'я. Основними факторами, що забезпечують повну безпечність еритритолу, є його швидке всмоктування, відсутність системного метаболізму і швидке виведення з сечею.

Швидкість засвоєння вуглеводів залежить від їх типу, при цьому одночасне споживання комбінації різних типів вуглеводів показує більшу швидкість, ніж кожного з них окремо. Тому до складу продуктів доцільним є введення не одного типу, а суміші вуглеводів.

У продуктах для людей з порушеною толерантністю до глюкози, доцільним є використання суміш вуглеводів: фруктоза–мальтодекстрини–еритритол у співвідношенні 3:1:2. Таке співвідношення сприяє зниженню глікемічного навантаження на організм хворого і покращує засвоюваність вуглеводів. Також у продуктах даного спрямування позитивним є використання натуральних харчових волокон [9], що обумовлено їх пребіотичними властивостями та здатністю сприятливо впливати на шлунково-кишковий тракт завдяки абсорбції жовчних кислот, холестерину, покращувати моторику шлунку. Харчові волокна уповільнюють швидкість всмоктування вуглеводів, попереджують підвищення рівня глюкози в крові після вживання суміші. Додаткова потреба людей у харчових волокнах становить 17-25 г.

Додавання до складу продуктів інуліна покращує вуглеводний та ліпідний метаболізм і нормалізує рівень цукру в крові хворих, інгібує розвиток пухлин і зменшує в кишківнику кількість аміаку, підвищена кількість якого сприяє росту пухлин.

Згідно з сучасною загальноприйнятою концепцією харчування при вивченні споживних властивостей продуктів значна увага приділяється вуглеводній складовій, яка є одним із основних джерела енергії. Біологічна роль вуглеводів полягає у енергетичній, пластичній і антиоксидантній дії.

В роботі досліджено вуглеводний склад продуктів для ентерального харчування серії “Vitalprod” призначених для хворих з певними захворюваннями, зокрема:

- продукти для ентерального харчування хворих в критичних станах “Vitalprod-Combi”;
- продукти для ентерального харчування людей з порушеною толерантністю до глюкози “Vitalprod-Diabet”;
- продукти для ентерального харчування хворих з онкологічними захворюваннями “Vitalprod-Forte”;
- продукти для ентерального харчування хворих з нирковою недостатністю “Vitalprod-Renal”.

Продукти представлені у різних товарних формах: у вигляді сухих розчинних продуктів, драгледоподібних продуктів та сухих сумішей для виготовлення пудингів.

В якості контрольних зразків обрано:

- для сухих розчинних продуктів – продукт “Resource Optimum” виробництва компанії “Nestle” (Швейцарія) – контроль 1; продукт “Реабілакт” вітчизняного виробництва – ТОВ “ДелМас” - контроль 2;
- для драгледоподібних продуктів – продукт “Гематоген”, виробництва ПП “Осіріс”, Україна м. Дніпропетровськ;
- для сухих сумішей для виготовлення пудингу – продукт “Пудинг з ванільним смаком” виробництва ТОВ “Др. Оеткер”, Румунія.

Масову частку вуглеводів визначали методом високоефективної рідинної хроматографії на рідинному хроматографі LC-6A фірми SHIMADZU з використанням хроматографічної колонки SCR 101-N, діаметр 9,7мм*30см.

Результати дослідження вуглеводного складу продуктів для ентерального харчування наведено в табл. 1.

Таблиця 1

**Вуглеводний склад сухих розчинних продуктів
для ентерального харчування**

(X ± ΔX), n=5, p<0,05

Продукти	Вміст, г/ 100 г продукту			
	глюкоза	фруктоза	мальто- декстрини	харчова клітковина
Контроль 1	0,72±0,02	0,09±0,01	50,6±1,20	0,14±0,01
Контроль 2	36,03±1,15	17,54±0,06	-	2,02±0,15
Vitalprod-Combi	22,03±0,23	0,42±0,01	29,57±0,44	1,08±0,02
Vitalprod-Diabet	0,94±0,05	5,08±0,32	15,34±0,15	7,89±0,11
Vitalprod-Forte	22,57±0,24	0,44±0,02	28,12±0,34	3,01±0,05
Vitalprod-Renal	23,01±0,15	0,54±0,02	32,99±0,47	0,92±0,01

Результати досліджень свідчать, що вуглеводний склад сухих розчинних продуктів для ентерального харчування переважно представлений моноцукрами – глюкозою (0,72...36,03 г) та фруктозою (0,42...17,54 г) на 100 г продуктів, що зумовлено варіюванням вуглеводного складу при їх проектуванні з урахуванням специфічної направленості.

До складу продуктів, крім контролю 2, входять мальтодекстрини. Використання мальтодекстринів в ентеральному харчуванні з фізіологічної точки зору не призводить до порушень вуглеводного і ліпідного обмінів, всмоктування вуглеводів відбувається поступово, диференційовано в часі, рівень глюкози в крові не перевищує 30% від початкового рівня. До того ж, мальтодекстрини сприяють підтриманню низької осмолярності продуктів. У контрольному зразку мальтодекстрини є єдиним використаним вуглеводом, тому їх вміст перевищує досліджувані зразки на 65,2...30,3%.

Дослідження вмісту харчової клітковини у продуктах засвідчили, що їх вміст у продуктах становить від 0,9 г (продукт “Vitalprod-Renal”) до 7,56 г (продукт “Vitalprod-Diabet”). Підвищений у декілька разів вміст харчових волокон у продуктах “Vitalprod-Diabet” та “Vitalprod-Forte” пов’язано з додаванням до складу продуктів харчової клітковини та інуліну, а в інших продуктах забезпечується лише наявністю у складі продуктів соєвого ізоляту, рослинних екстрактів тощо. Вміст у складі продуктів харчових волокон зумовлює більшу корисність для створення та забезпечення оптимального функціонування шлунково-кишкового тракту. Ці речовини є найнеобхідними для нормального функціонування мікрофлори кишечника, проявляють пребіотичну дію (сприяють бактеріальному синтезу вітамінів В₂, В₆, РР), близько 50% харчових волокон під дією бактерій розпадається до жирних кислот, діоксиду вуглецю, водню й метану. Також, харчові волокна регулюють виведення токсичних речовин із організму, особливо для хворих та постраждалих [10].

Вуглеводний склад драгледоподібних продуктів для ентерального харчування наведено в табл. 2

Таблиця 2

**Вуглеводний склад драгледоподібних продуктів
для ентерального харчування**

(X ± ΔX), n=5, p<0,05

Продукти	Вміст, г/ 100 г продукту			
	глюкоза	фруктоза	мальто- декстрини	пектинові речовини
Контроль	25,40±0,03	24,17±0,32	-	0,20±0,01
Vitalprod-Combi gel	10,34±0,02	0,22±0,01	11,60±0,22	1,47±0,02
Vitalprod-Diabet gel	10,60±0,02	6,98±0,04	0,23±0,01	1,25±0,02
Vitalprod-Forte gel	9,3±0,02	0,20±0,01	13,2±0,24	1,05±0,02
Vitalprod-Renal gel	10,3±0,04	0,32±0,01	12,90±0,15	0,78±0,01

Встановлено, що за вмістом глюкози та фруктози контрольний зразок значно перевищує дослідні продукти (в 2,7...2,3 разів та в 120...3,5 відповідно). Це пов’язано з використанням у складі контрольного продукту глюкозно-фруктозного сиропу та рослинних екстрактів. Дослідні продукти характеризуються достатнім вмістом моноцукрів та мальтодекстринів. Також за рахунок введення до складу продуктів низькоетерифікованого пектину забезпечується функціональна направленість продуктів. Зокрема, пектини сприятливо впливають на вуглеводний обмін, мають гіполіпідемічну дію, сприяють зниженню рівня холестерину в крові, артеріального тиску. Під впливом пектину посилюється

мобілізація важких металів з депо, прискорюється їх виведення з організму, що сприяє зниженню симптомів інтоксикації.

Вуглеводний склад досліджуваних сумішей для виготовлення пудингу та готових пудингів характеризується вмістом моно-, дицукрів, крохмалю та харчових волокон (табл. 3).

Таблиця 3

Вуглеводний склад сухих сумішей для виготовлення пудингу

(X ± ΔX), n=5, p≤0,05

Продукти	Вміст, г/ 100 г продукту			
	глюкоза	фруктоза	мальто-декстрини	харчова клітковина
Суміші сухі для виготовлення пудингу				
Контроль	0,03±0,001	0,02±0,001	-	0,3±0,01
Vitalprod-Combi Pudding	8,20±0,20	0,21±0,01	11,04±0,44	2,25±0,02
Vitalprod-Diabet Pudding	0,07±0,01	4,22±0,02	0,07±0,01	8,05±0,02
Vitalprod-Forte Pudding	10,2±0,32	0,10±0,01	9,90±0,11	3,85±0,02
Vitalprod-Renal Pudding	8,10±0,40	0,25±0,01	9,70±0,02	3,95±0,02

Встановлено, що дослідні зразки у порівнянні з контролем мають у своєму складі глюкозу, фруктозу, що дозволяє продуктам поступово розщеплюватися у шлунково-кишкового тракту людини, забезпечуючи ривале відчуття насиченості. Вуглеводний склад контрольного зразка приєдсталиний лише кукурудзяним крохмалем. У всіх продуктах наявна харчова клітковина (0,3...8,05 г), вміст якої забезпечується сировинними компонентами (борошном вівсяним, борошном льняним, рослинними екстрактами, караганом), так і додатково введеним до рецептур певних продуктів інуліну та харчових волокон.

У готових до безпосереднього споживання пудингах визначали вміст лактози (рис. 1).

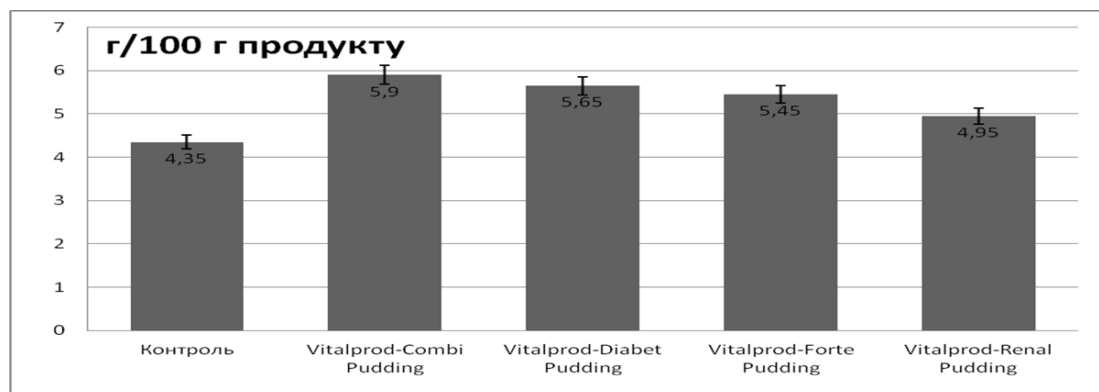


Рис. 1. Вміст лактози у готових для споживання пудингах для ентерального харчування

Наявність у складі продуктів лактози (4,35...5,84 г/100 г продукту) пояснюється використанням при приготуванні продукту молока коров'ячого. Лактоза виконує головним чином енергетичну функцію – на неї припадає біля 30 % енергетичної цінності молока. Також слід відзначити, що глюкоза, яка є одним із компонентів лактози, є джерелом синтезу резервного вуглеводу організму – глікогену.

Беручи до уваги направленість одного із розроблених продуктів – забезпечення харчових потреб людей, які страждають на цукровий діабет, було проведено дослідження показника глікемічності продуктів.

Встановлено, що всі розроблені продукт належать до продуктів з низьким значенням показника глікемічності. При цьому продукт "Vitalprod-Diabet" у різних товарних формах має нижче значення досліджуваного показника (3,0..22,6 од), ніж інші продукти, що дозволяє рекомендувати його в

харчуванні людей, які страждають на цукровий діабет. Найвище значення показника глікемічності встановлено в контрольному зразку сухої суміші для виготовлення пудингу.

Встановлено, що в процесі зберігання протягом встановленого терміну вміст фруктози зменшується на 0,5-1,2%, глюкози на 0,6-2,4%. Це відбувається в результаті протікання реакції меланоїдиноутворення. Вміст інуліну зменшився на 0,2-0,4 % внаслідок його часткового розщеплення на низькомолекулярні фруктани.

Висновки

За результатами проведених досліджень встановлено, що вуглеводна складова продуктів забезпечена моно-ди та поліцукрами, які визначають органолептичні, фізико-хімічні, реологічні властивості продуктів та їх фізіологічну дію. При зберіганні продуктів протягом встановленого терміну не виявлено суттєвих змін вуглеводного складу розроблених продуктів. Дослідження показника глікемічності продуктів дозволив рекомендувати їх для харчування людей з порушеною толерантністю до глюкози.

Список використаної літератури

1. Певзнер М.И. Основы лечебного питания / М.И. Певзнер. – М. : гос. изд-во лит-ры, 1949. – 570 с.
2. Хорошилов И.Е. Клиническая нутрициология / И.Е. Хорошилов, П.Б. Панов. – СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2009. – 284 с.
3. Беляев О. В. Парентеральное и энтеральное питание в интенсивной терапии / О. В. Беляев. – К. : КИМ, 2009. – 344 с.
4. Barendgret K. Basics in clinical nutrition: sample and stress starvation / K. Barendgret, P. Soeters, S. Allison et al. // e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism. – 2008. – V. 6. – P. e267-e271.
5. Principles of nutrition support. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.clevelandclinicmeded.com/medicalpubs/diseasemanagement/gastroenterology/principles-of-nutrition-support/>
6. Клінічний досвід. Харчування хірургічних хворих. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dovidnyk.org/articles/24/49.html>
7. Toigo G. Expert working group report on nutrition in adult patient with renal insufficiency / Toigo G., Aparicio M., Attman P. et al. // Clinical Nutrition. – 2000. – №21. – P. 197-207.
8. Lochs H. ESPEN guidelines on adult enteral nutrition / H. Lochs, L. Valentini, S. Allison et al. // Clinical Nutrition. – 2006. – №25. – P. 177-360.
9. Hayes M.A. Elevation of systemic oxygen delivery in the treatment of critically ill patients / M.A. Hayes, A.S. Timmins, E.H. Yau et al. // N. Engl. J. Med. – 1994. – Vol. 330. – P. 17-26.
10. Enteral formula selection: a review of selected product categories. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://www.oley.org/documents/Enteral_Formula_Selection.pdf