

Open Access Peer-reviewed Journal

Science Review

8(15), September 2018

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_sr

Chief editor

Laputyn Roman

PhD in transport systems,
Associate Professor,
Department of Transport
Systems and Road Safety
National Transport University

Editorial board:

Lina Anastassova

Full Professor in Marketing, Burgas
Free University, Bulgaria

Mikiashvili Nino

Professor in Econometrics and
Macroeconomics, Ivane Javakishvili
Tbilisi State University, Georgia

Alkhalwaldeh Abdullah

Professor in Financial Philosophy,
Hashemite University, Jordan

Mendebaev Toktamys

Doctor of Technical Sciences,
Professor, LLP "Scientific innovation
center "Almas", Kazakhstan

Yakovenko Nataliya

Professor, Doctor of Geography,
Ivanovo State University, Shuya

Imangazinov Sagit

Director, Ph.D, Pavlodar affiliated
branch "SMU of Semei city"

Peshcherov Georgy

Professor, Moscow State Regional
University, Russia

Mustafin Muafik

Professor, Doctor of Veterinary
Science, Kostanay State University
named after A. Baitursynov

Ovsyanik Olga

Professor, Doctor of Psychological
Science, Moscow State Regional
University

Nino Abesadze

Associate Professor Tbilisi State
University, Faculty of Economics and
Business

Sentyabrev Nikolay

Professor, Doctor of Sciences,
Volograd State Academy of Physical
Education, Russia

Harlamova Julia

Professor, Moscow State University
of Railway Transport, Russia

Publisher –
RS Global Sp. z O.O.,

Scientific Educational
Center
Warsaw, Poland

Numer KRS: 0000672864
REGON: 367026200
NIP: 5213776394

**Publisher Office's
address:**

Dolna 17,
Warsaw, Poland,
00-773

Website:

<https://ws-conference.com/>

E-mail:

rsglobal.poland@gmail.com

Tel:

+4(857) 898 55 10

Copies may be made only from legally acquired originals.
A single copy of one article per issue may be downloaded for personal use (non-commercial research or private study). Downloading or printing multiple copies is not permitted. Electronic Storage or Usage Permission of the Publisher is required to store or use electronically any material contained in this work, including any chapter or part of a chapter. Permission of the Publisher is required for all other derivative works, including compilations and translations. Except as outlined above, no part of this work may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means without prior written permission of the Publisher.

The authors are fully responsible for the facts mentioned in the articles. The opinions of the authors may not always coincide with the editorial boards point of view and impose no obligations on it.

CONTENTS

ENGINEERING SCIENCES

Tahirov Ramiz Tahir oglu, Zeynalova Maya Asger kizi, Hasanaliyeva Laman Hasan kizi
IMPACT OF ECOLOGICAL CONDITIONS ON RESIDENTIAL PREMISES..... 3

Искандарова М. И., Безжанова Г. Б., Негматов С. С.
ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С
ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ ДОБАВОК НОВОГО ТИПА.. 5

GEOGRAPHICAL SCIENCES

Vasyl Dzhaman, Ivan Kostaschuk, Yaroslav Dzhaman
RELIGIOUS TOURISM AS A SCIENTIFIC CATEGORY OF SOCIAL-GEOGRAPHIC
RESEARCH..... 8

Денисик Г. І., Вальчук-Оркуша О. М., Рябокони О. В.
НАТУРАЛЬНО-АНТРОПОГЕННИЙ МІКРОРЕЛЬЄФ ПОДІЛЛЯ..... 15

VETERINARY SCIENCE

Шевченко Л. В., Михальська В. М., Яремчук О. С., Камінська О. В., Байєр О. В.
ДЖЕРЕЛА КАРОТИНОЇДІВ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА (ОГЛЯД)..... 19

ECONOMY

Iona Dumanska
AREAS OF INCREASING THE EFFECTIVENESS OF USING FINANCIAL RESOURCES IN
THE INNOVATION PROCESS OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX TAKING INTO
ACCOUNT FOREIGN EXPERIENCE..... 27

MANAGEMENT AND MARKETING

Lina Anastassova, Alexander Angelov
THE IMPACT OF LEISURE ATTRIBUTES OF DESTINATION PRODUCT ON TOURISTS'
FEELINGS..... 35

PEDAGOGY

Кандиба В. П., Пилипенко Н. О., Кратенко Г. С., Ларічева Л. В., Мартиненко М. В.
ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ МЕДИЧНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ ТА ВІЙСЬК» ДЛЯ СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ ВНЗ У
СУЧАСНИХ УМОВАХ..... 42

Ніколенко Є. Я., Сокруто О. В., Вовк К. В., Мартиненко М. В., Ніколенко О. Є.
ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ЗАГАЛЬНА ПРАКТИКА – СІМЕЙНА
МЕДИЦИНА» У ХАРКІВСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ
ІМЕНІ В. Н. КАРАЗІНА..... 45

PHILOSOPHY

Утюж Ірина Геннадіївна, Коноваленко Ольга Сергіївна
СОЦІАЛЬНА СИНГУЛЯРНІСТЬ: ПОРТРЕТ БЕЗ ПРИКРАС..... 48

ART

Хренов Д. А.
ГЕНЕЗИС ЗВУКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНСЬКОМУ КІНЕМАТОГРАФІ..... 52

VETERINARY SCIENCE

ДЖЕРЕЛА КАРОТИНОЇДІВ ТА ЇХ
ХАРАКТЕРИСТИКА (ОГЛЯД)

¹Шевченко Л. В., д. вет. н., <http://orcid.org/0000-0001-7472-4325>,

¹Михальська В. М., к. вет. н., <http://orcid.org/0000-0003-0578-8856?lang=ru>,

²Яремчук О. С., д. с. - з. н., <https://orcid.org/0000-0002-3283-6107>,

³Камінська О. В.,

³Байєр О. В., к. вет. н., <http://orcid.org/0000-0001-5382-700X>

¹Україна, м. Київ, Національний університет біоресурсів і природокористування України

²Україна, м. Вінниця, Вінницький національний аграрний університет

³Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_sr/30092018/6147

ARTICLE INFO

Received 17 July 2018

Accepted 16 September 2018

Published 30 September 2018

KEYWORDS

carotene,
xanthophylls,
sources,
animal.

ABSTRACT

In the review the literary information about sources, obtaining methods and physical and chemical properties of carotenoids and their functions in the animals' organism and ways to prevent their oxidation in feed are analyzed. Carotenoids have provitamin, antioxidant and immunomodulating effects and influence on free radical responses, stimulate the immune system, regulate the intercellular bonds, induce the differentiation, regeneration and cell apoptosis. In the process of growing, preserving, and processing and using plant origin feeds there are significant losses of carotenoids associated with physical and chemical processes that cause their destruction or decrease of biological availability to the animal organism. The presence of mineral fertilizers especially of nitrogen and plant protection products and mycotoxins in feeds reduces the carotenoid content during storage and their transformation in the body of animals. For the carotenoids preservation in feed and biologically active additives the antioxidants of vegetable and synthetic origin are used, and the carotene-based preparations are encapsulated to limit the effects of oxygen on carotene. Carotenoids are used in feed production, food, pharmaceutical and other industries to provide provitamin activity, antioxidant effect, non-specific immunity stimulation and organism reproductive capacity, anti-carcinogenic action and for providing food products attractive commercial appearance of animal origin (food eggs yolk, skin colouring and animals subcutaneous fat).

Citation: Шевченко Л. В., Михальська В. М., Яремчук О. С., Камінська О. В., Байєр О. В. (2018) Dzherela Karotynoidiv ta Yikh Kharakterystyka (Ohliad). *Science Review*. 8(15). doi: 10.31435/rsglobal_sr/30092018/6147

Copyright: © 2018 Шевченко Л. В., Михальська В. М., Яремчук О. С., Камінська О. В., Байєр О. В. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Серед відомих понад 600 каротиноїдів природного і синтетичного походження є сполуки, які здатні під дією ферментів трансформуватися у вітамін А і таким чином робити внесок у А-вітамінне забезпечення організму тварин і людини [1]. Важливу роль також

відводять каротиноїдам, що не трансформуються у тканинах тварин, але здатні виконувати роль антиоксидантів, барвників тканин і продукції, радіопротекторів, імуномодуляторів тощо.

Тому проблема виробництва каротиноїдів є актуальною при виробництві кормів для тварин і продуктів харчування для людей, препаратів профілактичного і лікувального призначення, косметичних засобів, а також стимуляторів репродуктивної функції.

1. Структура та класифікація каротиноїдів. Термін «каротиноїди» згідно визначення Міжнародного хімічного союзу – це жовті чи червоні пігменти молекули яких мають аліфатичну або аліциклічну будову і складаються із залишків ізопрену (як правило з восьми), з'єднаних таким чином, що дві найближчі до центру молекули метильні групи знаходяться у положеннях 1:6, тоді як всі інші бокові метильні групи розміщені в положеннях 1:5, а серії кон'югованих подвійних зв'язків між атомами вуглецю складають хромофорну систему каротиноїдів [2].

Каротиноїди – найпоширеніший клас пігментів, які виявлено у всіх фотосинтезуючих рослинах, хоча їх присутність і «прихована» через наявність хлорофілу. Вони надають листям, квітам і плодам рослин від яскраво жовтого до червоного забарвлення. Ці сполуки знаходяться у живих організмах як у вільному вигляді, так і в складі глюкозидів, моно- чи диефірів жирних кислот. Наприклад, у тканинах безхребетних тварин вони перебувають у вигляді сполук з протеїнами [3].

Вперше каротиноїди були виявлені в 1817 році у стручковому перці, у 1831 році Вакенродером було виділено із моркви β -каротин, а в 1907 році Вальштетером і Мігом була встановлена його емпірична формула – $C_{40}H_{56}$ [4]. Детальний аналіз каротиноїдів розпочався завдяки відкриттю та впровадженню М.С. Цветом хроматографічного методу аналізу [5].

Каротиноїди рослин синтезуються лише в трьох типах пластид: хлоропластах, хромопластах і етіопластах з основного пренілованого попередника ізопентилпірофосфату. Його біосинтез локалізується лише в цитоплазмі клітин, потім він використовується в ендоплазматичному ретикулумі в синтезі фрагментів C_{15} , пластидах – фрагментів каротиноїдів і хлорофілу C_{20} і C_{45} і мітохондріях – убіхінону, C_{45} [6]. Нині відомо понад 600 каротиноїдів.

За хімічною структурою всі каротиноїди поділяються на наступні групи:

- ациклічні – містять відкритий вуглецевий ланцюг (ζ -каротин, нейроспорин, лікопін, фітоїн, фітофлуїн тощо);

- циклічні – містять на одному (моноциклічні (7', 8', 11', 12'-тетрагідро- γ -каротин, α - і β -зеакаротин, δ - і γ -каротин та їх похідні)) чи обох кінцях молекули циклогексанові або циклопентанові кільця (біциклічні (α -, β - і ϵ -каротини)).

За хімічним складом каротиноїди поділяються на:

- каротиноїдні вуглеводні (α -, β -, γ -каротини, фітоїн, фітофлуїн, лікопін);

- кисневмісні каротиноїди, в яких атоми кисню входять до складу: гідроксильної групи (ксантофіли); карбонільної групи; кетогрупи; епоксидної групи [7].

У природі, як правило, каротиноїди знаходяться у транс-формі, але за певних умов (яскраве світло, висока температура, низькі значення рН тощо) вони можуть ізомеризуватися у цис- і транс-форми. У клітинах бактерій і грибів каротиноїди знаходяться лише в транс-формі, а у водоростей і вищих рослин – лише у цис-конфігурації [8]. Однак за даними ряду дослідників галотолерантна водорість *Dunaliella bardawil* та мутантна лінія *E.coli* накопичують два основних ізомери: all-trans β -каротин і 9-цис-каротин. У солодкій картоплі, папайї, петрушці, латуках, кріпі, абрикосі, перці та гарбузах також виявлено дві форми каротину, причому відмічено відносно високе співвідношення 9-cis- до загального транс- β -каротину, що становило понад 0,2 г / г [9]. Встановлено, що участь у трансформації однієї форми каротину в іншу беруть специфічні білки, які каталізують in vitro перетворення all-trans у 9-цис-каротин в умовах стресу [10].

За походженням каротиноїди поділяються на: синтетичні, мікробної, рослинної і тваринної природи. Виділення і вивчення структурної будови основних каротиноїдів охоплює період з 1930 до 1950 року, потім розроблялись вихідні матеріали і ключові форми для їх біосинтезу. Період з 1954 до 1968 року характеризувався впровадженням каротиноїдів у промислове виробництво, які знайшли своє застосування у харчовій промисловості та сільському господарстві. Точний загальний синтез каротиноїдів у визначених кількостях вперше здійснив у 1950 році Р. Karrer, коли були синтезовані перші кристали β -каротину за схемою: $C_{16}+C_8+C_{16}$. Одночасно в цьому ж році Н.Н. Inhoffan синтезований каротин за схемою $C_{19}+C_2+C_{19}$, яка і була покладена в основу промислового синтезу β -каротину, а кантаксантин вперше був синтезований в 1964 році і запропонований для використання у годівлі курчат [11].

Основні стадії синтезу каротиноїдів у живих організмах досить добре вивчені. Вихідною речовиною для їх біосинтезу є мевалонова кислота, яка утворюється в організмі з ацетил-КоА або іншим шляхом. В результаті фосфорилування і декарбоксілювання

мевалонної кислоти утворюється ізопрен, дві молекули якого конденсуються у терпен – фосфорний ефір гераніолу. Послідовне приєднання до гераніолу двох залишків мевалонної кислоти дає дитерпен – фосфорний ефір геранілгераніолу, з двох молекул якого в подальшому утворюється тетратерпен – фітоїн – перший безколірний каротиноїд на шляху синтезу β -каротину та ксантофілів. З нього в результаті перетворень, що завершуються циклізацією і утворенням β -іононових кілець, утворюється β -каротин та інші каротиноїди. Таким чином, каротиноїди мають скелет, що включає 40 атомів вуглецю. На обох кінцях скелету, що складаються з 4 ізопренових залишків, симетрично розміщені циклогексанові кільця [12].

В основі механізму дії каротиноїдів у тканинах рослин лежить їх антиоксидантна дія, яка пов'язана з інактивацією синглетного кисню і супероксидних радикалів [13, 14]. Так, коефіцієнт знешкодження синглетного кисню для лікопіну становить $3,1 \times 10^{10} \text{M} \cdot \text{s}^{-1}$. Ця величина вища, ніж в інших каротиноїдів, а саме β -каротину і α -токоферолу. Допускають, що, оскільки рівень лікопіну в плазмі крові тварин перевищує такий для інших каротиноїдів, то він може виконувати важливу роль у захисті клітин тварин в умовах прооксидантного стресу [15]. Таку ж дію проявляє і β -каротин у клітинах *E. coli*, що проявляється у попередженні збільшення активності супероксиддисмутази, викликане редокс-медіаторами [16].

Доведено, що біосинтетичний каротиноїдний шлях служить у рослин захистом від гормонів стресу, а також як спосіб синтезу летких речовин, у тому числі сигнальних апокаротиноїдів таких як β -іонон та його похідні, які впливають на аромат квітів і плодів рослин, а також продуктів харчування та непродовольчих культур [17].

Нещодавно було встановлено, що β -каротин функціонує як окислюючий проміжний продукт у вторинних шляхах перенесення електронів у фотосистемі II і радикали каротиноїдних катіонів тимчасово утворюються після фотоелектризації бактеріальних світлозбірних комплексів. Внаслідок розширеної π -електронної кон'югованої системи молекул каротиноїду, катіонний радикал делокалізований. Це дозволяє β -каротину функціонувати як «молекулярний дріт», за допомогою якого централізовані окислювальні продукти переводяться до периферійних окисно-відновних центрів фотосистеми II, де вони можуть розсіюватися, не пошкоджуючи її. Фізіологічне значення утворення каротиноїдних катіонних радикалів у бактеріальних комплексах із світлозбирання ще не зрозуміле, але може забезпечити новий механізм дисипації енергії збудження як засобу фотозахисту [18]. Крім того, вважають, що ксантофіли безпосередньо або опосередковано залучаються в нефотохімічне гасіння (NPQ) надлишкової енергії світла з антеною PSII у вищих рослин. Зеаксантин виконує роль антиоксиданта у ліпідній фазі мембран і, ймовірно, виступає у якості основного компонента в пам'яті хлоропласту щодо попереднього фотоокислювального стресу [19].

Наявність каротиноїдів у структурі мембран клітин всіх фотосинтезуючих рослин також пов'язана з їх захисною дією проти світлозалежного окислювального руйнування. При цьому у рослин ключову фотозахисну дію виконує ксантофіловий цикл фотосинтезу (зворотне взаємоперетворення віолаксантину і зеаксантину), що попереджує окислювальне пошкодження мембран [20, 21, 22].

Що стосується здатності тварин до синтезу каротинів, то вчені не прийшли до однозначного висновку до цього часу. Відома точка зору, що тварини здатні утворювати каротиноїди *de novo*, однак одержують їх з рослинними кормами. У тканинах тварин каротиноїди виконують регуляторну роль у процесах проліферації та диференціації клітин [23, 24], апоптозу [25] та антиоксидантного захисту [26]. Як самі каротиноїди, так і їх метаболіти приймають участь у стимуляції експресії певних генів, що визначає їх широке застосування у ветеринарній медицині та годівлі тварин.

Існує і протилежна точка зору щодо синтезу каротиноїдів в організмі тварин. Так, Tanvez et al., (2009) [27]; Galván et al. (2016) [28] вважають, що тварини не можуть синтезувати каротиноїдні пігменти *de novo* і повинні споживати їх з кормами. Більшість ссавців, включаючи людей, є невибірковими акумуляторами каротиноїдів, але неефективно розподіляють їх у деяких тканинах і органах, таких як шкіра. Це обмежує потенційну здатність цих організмів використовувати антиоксидантні і імуностимулюючі функції, які виконують каротиноїди. Дійсно, до теперішнього часу жоден ссавець не розробив фізіологічних механізмів для включення і осадження каротиноїдів у шкірі або волоссі, тому передбачається, що ссавці повністю покладаються на інші пігменти, такі як меланіни для забарвлення їх шкірного покриву. Однак цьому протирічить факт наявності у гондурської білої летючої миші *Ectophylla alba* шкіри яскраво жовтого кольору, який їй надає лютеїн. Це являє собою зміну

парадигми у фізіології тварин і показує, що у деяких ссавців є здатність накопичувати каротиноїди в шкірному покриві, ймовірно, з метою візуальної комунікації.

2. Джерела каротиноїдів для тварин. Джерелами каротиноїдів у практиці годівлі тварин є зелені корми [29]. У траві частка повного транс- β -каротину – найактивнішої форми каротиноїдів становить 87 %. Вміст каротину в зелених кормах коливається залежно від виду, кліматичних умов, агротехнічних заходів, стадії розвитку, технології збирання, зберігання тощо. Найціннішим джерелом каротину є молоді, добре облістені рослини, злакові трави в стадії кушіння, бобові – під час бутонізації. Листя рослин містить у 8 – 10 разів більше каротину, ніж стебла.

В листі кропиви (*Urtica dioica*) основним каротиноїдом, що володіє провітамінною активністю, є транс-форма β -каротину. Поряд з ним ідентифіковано також гідрокси- α -каротин, лютеоксантин, який є 5: 6,5': 8'-диепоксидом зеаксантину, лютеїн-епоксид, який представлений лютеїн-5: 6-епоксидом і віолаксантин – 5:6-диепоксид зеаксантину. У листі кропиви виявлено дев'ять каротиноїдів: основними були лютеїн, ізомери лютеїну, β -каротин та його ізомери, а також неоксантин, віолаксантин та лікопін [30]. Додатковим джерелом каротину може бути борошно з листя дерев, виготовлене в сушильному агрегаті. За вмістом каротину воно майже рівноцінне трав'яному борошну, а саме рівень каротину в листі берези становить 157,3 мг, осики – 174,0, клена – 203,0 і дуба – 251,5 мг/кг сухої речовини.

Достатня кількість каротину міститься також у водяній рослинності. Так, елодея, рдест, ряска, роголисник та інші містять у середньому 41,6 мг/кг каротиноїдів. Згодовування ряски качкам у дозі 0,5 кг на голову за добу дозволило підвищити вміст каротиноїдів у жовтках яєць у 5 разів. Перспективним джерелом каротину для тварин є гідропонна зелень, яка містить до 10 г/кг цієї речовини. Паста зі свіжої зеленої трави містить 82 мг/кг каротину, яка виготовляється шляхом подрібнення зеленої маси з подвійним додаванням води і нагріванням до 80 °С. Крім пасти з трави, виготовляють також пасту у вигляді поєднання зеленої маси люцерни (15 %), моркви червоної з гичкою (30 %), гарбузів вітамінних (25 %), листя пізніх сортів капусти (28 %) та нестандартної цибулі (відходи овочівництва).

Одним з ефективних джерел каротиноїдів для тварин є горобина, особливо в лісистій місцевості. Ягоди горобини збирають восени і зберігають у замороженому або висушеному вигляді, вони містять в середньому 25 мг/кг каротину. Серед каротиноїдів у плодах горобини птахопривабливої виявлено криптоксантин, β -каротин моноепоксид, зеаксантин та лікопін. Птиці згодовують горобину у дозі 10-15 г на голову за добу [31].

Хвоя ялини і сосни за вмістом каротину наближається до червоної моркви і містить до 60 – 80 мг/кг каротину. Крім каротину, вона є джерелом вітамінів групи В, вітаміну К і аскорбінової кислоти. Застосування хвої в годівлі промислового стада птиці дозволяє підвищити вміст каротиноїдів у жовтках яєць на 25 % та продуктивність – на 14 %. Каротиноїди, одержані з листя редису і коріандру, також забезпечують достатнє поповнення запасів вітаміну А в організмі курчат при його дефіциті в кормах [32].

Широкий спектр каротиноїдів виявлено також у плодах обліпихи. Так, сорт *Обильная* в 100 г свіжих плодів містить 16,5 мг каротиноїдів, при цьому на частку каротиноїдів із провітамінною активністю (β -каротин, β -зеакаротин, γ -каротин, криптоксантин та синмаксантин) припадає 48 % від їх загального вмісту. Колір ягід обліпихи переважно визначається вмістом у ній β -каротину та лікопіну, при цьому ягоди червоного кольору мають вищий вміст антиоксидантів, у тому числі каротиноїдів, флавоноїдів і аскорбінової кислоти ніж жовті [33].

Морква (*Daucus carota*) також накопичує значну кількість каротиноїдних пігментів у коренеплодах [34], особливо сорт апельсинова. Недавні дослідження показали, що за впливу світла коренеплоди цієї рослини накопичують лютеїн замість багатих β -каротинових хромопластів, які утворюються у темряві [35]. У сортах моркви з інтенсивним оранжевим забарвленням коренеплодів міститься у середньому 70 – 150 мг/кг каротину. Аналіз каротиноїдів 19 сортів моркви, яка культивується у Фінляндії, показав, що концентрація β - і α -каротину в різних сортах знаходиться у межах 4600 – 10300 і 2200 – 4900 мг/кг відповідно, при цьому частка 15-цис- β -каротину становить близько 4,3 % від його повного транс-ізомеру. Крім того, у всіх зразках моркви присутній γ -каротин у кількості 6,3 – 27,0 мг/кг і лютеїн – 1,1-5,6 мг/кг. Розрахована на основі цих даних провітамінна активність моркви становить 12,0 – 23,0 тис. ретинолових еквівалентів у 1 кг [36].

На каротиноїди багаті також гарбузи, їх вміст у деяких сортах досягає 300 мг/кг. Так, плоди сорту *S. moschata* містять 236,1; 172,20; 39,95; 3,64 та 0,861 μg /г β -каротину, α -каротину, 13-цис- β -каротину, і 9-Z- β -каротину від загальної кількості каротиноїдів відповідно [37].

Джерелом каротиноїдів може бути оранжева картопля (OFSP), яка містить значну кількість транс- β -каротину [38], а також цитрусові, в яких виділені ксантофіли у вигляді ефірів β -криптоксантину та β -цитраурину жирних кислот. β -криптоксантин і β -цитраурин у вказаних фруктах в основному були естеризовані лауриною, міристиною та пальмітиною кислотами. Протягом процесу дозрівання β -криптоксантин-лаурат, міристан та пальмітан поступово накопичувались у флавідово-сокових мішках плодів і залежали від сезону дозрівання [39].

Кормова капуста містить 70 мг/кг каротину, а також комплекс вітамінів групи В і сірковмісні амінокислоти, що дозволяє використовувати її як джерело цих біологічно активних речовин у годівлі тварин. Джерелом каротиноїдів також є помідори, які містять високу концентрацію лікопину та β -каротину [40], тому їх використовують у годівлі тварин у вигляді сумішей або відходів виробництва томатного соку.

Із сушених кормів найпоширенішим джерелом каротиноїдів для тварин є трав'яне борошно, воно містить, крім каротину (в середньому 100 мг/кг), ряд вітамінів групи В, вітаміни К та Е, а також протеїн та мікроелементи. Вводять трав'яне борошно у комбікорми в кількості 3 – 8% від їх маси. Вміст каротину в трав'яному борошні залежить від виду рослинної сировини, фази росту та способу сушки. Так, перспективними для виготовлення трав'яного борошна є бобові культури: люцерна, еспарцет, конюшина, горох, солодкий люпин, різноманітні суміші: вівсяна, горохово-вівсяна, багаторічні бобові зі злаковими (тимофіївка, райграс та інші). Вміст каротиноїдів у трав'яному борошні з бобових культур становить у середньому 134 – 274 мг/кг.

Багатими на каротиноїди є зерно кукурудзи [41] та продукти його переробки – борошно, а також кукурудзяна барда. Так, в кукурудзі та кукурудзяній барді ідентифіковано α - і β -іони моно- і біциклічної будови. В барді найбільший вміст був зеаксантину та лютеїну, далі в порядку зменшення: β - та α -криптоксантину, нео- β - та α -каротину, різних епоксидів (віолаксантин, елоксантин, флавоксантин, антраксантин, ауроксантин), α - і β -зеакаротину. При цьому вміст каротиноїдів у барді був вищим ніж у зерні кукурудзи в 16 разів.

У зерні пшениці залежно від генотипу може міститися до 4 мг / кг каротиноїдів, основним з них лютеїн, вміст якого досягав 70 – 90 % каротиноїдів і залежав від генотипу і способу вирощування культури [42].

Каротиноїди чорнобривців також поширені як барвники жовтків та тушок курей. Для цього використовують екстракти чорнобривців *Tagetes erecta*, які містять аль-транс- і цис-ізомери зеакаротину, ефіри та продукти окислення лютеїну [43, 44]. Ці каротиноїди знаходяться у квітах чорнобривців у вигляді ефірів жирних кислот.

Крім рослинних джерел, у годівлі тварин широко використовується продукція біотехнологічного синтезу – біомаса мікроорганізмів-продуцентів каротиноїдів. До мікроорганізмів, що здатні синтезувати каротиноїди, належать бактерії (штами родів *Mycobacterium*, *Brevibacterium*, *Flavobacterium*), гриби (представники родів *Phycomyces*, *Penicillium*, *Blakeslea*, *Neurospora*) і водорості (у видів *Cyanophyta*, *Chlorella*, *Dunaliella*) [45].

Останнім часом ідентифіковано 76 ефірів каротинової жирної кислоти у екстрактах розчинника з *Dreissena bugensis*, зібраних з озера Ері, у тому числі метаболіти фукоксантину та віолаксантину [46].

Гриб *Bl. trispora* промисловий штам ТКСТ здатний синтезувати до 10 % каротиноїдів в умовах культивування на відходах крохмале-патокового виробництва. Біомаса цього гриба являє собою дрібнопластинчасту масу чи сипучий порошок від оранжево-червоного до червоно-коричневого кольору зі специфічним запахом, нерозчинний у воді, яка містить не менше 90 % транс- β -каротину, решта 10 % складають α -, γ -каротин і лікопін, а також вітаміни групи В, вітамін Е, макро- та мікроелементи. З біомаси КПМК екстрагують β -каротин рафінованою кукурудзяною олією і одержують таким чином 10, 20 і 30 % суспензії β -каротину (провітамін А в олії, каренол, каролін, олія каротинова) і шрот – вітадепс [47].

Крім гриба *Bl. trispora*, лікопінсинтезуючими виявились гриби *Choanephora* і *Phycomyces* [48], *Streptomyces globisporus* 1912 штами 3-1 і RSp2.

Серед каротинсинтезуючих мікроорганізмів широке застосування мають дріжджі штаму *Rhodospiridium diobovatum*, які культивують на відходах спиртової промисловості. Біомаса цих дріжджів містить у середньому 132,9 мг/кг каротиноїдів, а також 40 – 50% протеїну, вітаміни групи В, вітаміни Е та Д, аскорбінову кислоту, макро- та мікроелементи. До каротинсинтезуючих відносяться також 9 штамів гриба *Sporidibolus salmonicolor*, особливо активний є його промисловий штам *CCV 19-4-10* [49].

До грибів, які синтезують астаксантин, належить *Phaffia rhodozyma*, яка утворює у біомасі до 3000 ppm цього каротиноїду. Її рекомендують застосовувати в годівлі курей яєчного напрямку продуктивності, лососевих риб та ракоподібних для надання їм забарвлення [50]. Один із штамів

гриба *Xanthophyllomyces dendrorhous* також є продуцентом астаксантину. До продуцентів торулародину, торуліну і β -каротину відносяться гриби *Rhodotorula rubra* і *Rhodotorula glutinis*, які накопичують у сухій речовині біомаси 427 та 197 мг/кг каротиноїдів відповідно [51].

Зростаючі ринкові вимоги до каротиноїдів як барвників, антиоксидантів та вітамінних попередників вимагають нових біотехнологічних виробничих платформ. Останнім часом запропоновано ще один продуцент β -каротину – гриб родини *Dipodascaceae* - *Yarrowia lipolytica*, який здатний продукувати 6,5 г / л цього каротиноїду у поживному середовищі із сукупним синтезом 42,6 г / л ліпідів [52].

Деякі штами бактерій також здатні до синтезу каротиноїдів. Так, був виділений штам *PHB Kurthia sp.*, який продукував каротиноїди в кількості 150,9 мкг/г біомаси натуральної вологості [53].

Перспективними продуцентами каротиноїдів є також одноклітинні водорості, а саме дуналієла (*Dunaliella solina*, *Dunaliella viridis*), біомаса якої містить у перерахунку на суху речовину 11,0 г/кг β -каротину. Причому вартість 1 кг каротину з цієї водорості в 6 – 7 разів нижча ніж одержаного з моркви. Мікроводорості *Haematococcus pluvialis* здатні синтезувати астаксантин у концентрації 29,03 мкг⁽⁻¹⁾ сухої речовини [54].

До каротиноїдів тваринного походження належить астаксантин, який одержують при переробці відходів риби. Він у риб родини лососевих визначає забарвлення м'язової тканини та ікри. Так, горбуша, нерка та кета в статевонезрілому віці (без шлюбного забарвлення) і 2 – 3-й стадіях зрілості гонад у м'язах містять єдиний вищеназваний каротиноїд. Причому його вміст у м'язовій тканині нерки становить 14,71, кети – 3,81 і горбуші – 2,36 мг/кг маси тіла. Джерелом астаксантину для тварин є також олійний екстракт креветок [55].

Висновки. Таким чином, основними джерелами каротиноїдів для організму тварин є корми рослинного, тваринного походження, а також продукти біотехнологічного синтезу. Біологічна активність каротиноїдів в організмі тварин визначається їх походженням, співвідношенням ізомерів, дозою, наявністю кон'югатів, видовими та фізіологічними особливостями організму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Darwish, W. S., Ikenaka, Y., Morshdy, A. E., Eldesoky, K. I., Nakayama, S., Mizukawa, H., & Ishizuka, M. (2016). β -carotene and retinol contents in the meat of herbivorous ungulates with a special reference to their public health importance. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 78(2), 351–354. <http://doi.org/10.1292/jvms.15-0287>
2. Goodwin, T. W. (2012). *The Biochemistry of the Carotenoids*. V. 1. Springer Science & Business Media, ISBN 9400958609, 9789400958609
3. Britton, G., Liaaen-Jensen, S., & Sfanter, H. (1998). *Carotenoids*. Basel-Boston-Berlin. 3 (Biosynthesis and Metabolism). 414 p.
4. Wackenroder, H.W.F. (1831). Über das oleum radices Dauci aetherum, das carotin, den carotenzucker und den officinellen succus Dauci; so wie auch über das mannit, welches in dem möhrensaft durch eine besondere art der gährung gebildet wird. *Geiger's Magazine of Pharmacy*, 33, 144–172
5. Tswett, M. (1911). Über den makro- und mikrochemischen nachweis des carotins. *Berichte Der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 29, 630–636
6. Nisar, N., Li, L., Lu, S., ChiKhin, N., & Pogson, B. J. (2015). Review Article Carotenoid Metabolism in Plants. *Molecular Plant*, 8(1), 68-82. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2014.12.007>
7. Smolikova, G. N., & Medvedev, S. S. (2015). Karotinoidy semjan: sintez, raznoobrazie i funkcii. [Carotenoids of seeds: synthesis, diversity and functions]. *Fiziologija rastenij*, 62 (1), 3-16. doi: 10.7868/S0015330315010133 (in Russian).
8. Yu, Q., Ghisla, S., Hirschberg, J., Mann, V., & Beyer, P. (2011). Plant Carotene Cis-Trans Isomerase CRTISO: A New Member Of The Fad_{red}-Dependent Flavoproteins Catalyzing Non-Redox Reactions. *The Journal of Biological Chemistry*, 286(10), 8666–8676. <http://doi.org/10.1074/jbc.M110.208017>
9. Fishier, A., B.-A. R. (1998). Analysis of carotenoids with emphasis on 9-cis β -carotene in vegetables and fruits commonly consumed in Israel. *Science direct*, 62(4), 515-520, doi: 10.1016/S0308-8146(97)00196-9
10. Lital, D. & Uri, P. (2017). Novel 9-cis-all-trans β -carotene isomerases from plastidic oil bodies in *Dunaliella bardawil* catalyze the conversion of all-trans to 9-cis β -carotene. *Plant Cell Reports*. 36(6), 807–814 doi: 10.1007/s00299-017-2110-7
11. Kol'cova, Je.V., Minina, V.S. (1984). Karotinoidnye preparaty mikrobiologicheskogo sinteza i ih primenenie v zhivotnovodstve i pishhevoj promyshlennosti [Carotenoid preparations of microbiological synthesis and their application in livestock and food industry], VNIISJeNTI, Moskva (in Russian).
12. Couso, I., Vila, M., Vigara, J., Cordero, B. F., Vargas, M. A., Rodríguez, H. & Leon R. (2012). Synthesis of carotenoids and regulation of the carotenoid biosynthesis pathway in response to high light stress in the unicellular microalga *Chlamydomonas reinhardtii*. *León European Journal of Phycology*, 47(3), 223–232. doi.org/10.1080/09670262.2012.692816

13. Gessler, N.N., Sokolov, A.V., Belozerskaya, T.A. (2003). Involvement of β -carotene in the antioxidant defense of the bacterial cell applied. *Biochemistry and microbiology*, 39(4), 382-384, doi: 10.1023/a:1024516417479
14. Cho, S.O, Kim, M.H, & Kim, H. (2018). β -Carotene Inhibits Activation of NF- κ B, Activator Protein-1, and STAT3 and Regulates Abnormal Expression of Some Adipokines in 3T3-L1 Adipocytes. *Journal of Cancer Prevention*, 23(1), 37-43. doi: 10.15430/JCP.2018.23.1.37
15. Di Marcio, P., Kaiser, S., & Sies, H. (1989). Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 274(2), 532-8. doi: 10.1016/0003-9861(89)90467-0
16. Nguyen, A.D.Q., Kim, S.W., Kim, S.B., Seo, Y.G., Chung, I.Y., Kim, D.H., & Kim, C. J., (2012). Production of β -carotene and acetate in recombinant *Escherichia coli* with or without mevalonate pathway at different culture temperature or pH. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 17(6), 1196–1204. doi 10.1007/s12257-012-0272-2
17. Shumskaya, M., & Wurtzela, E.T. (2013). The carotenoid biosynthetic pathway: thinking in all dimensions. *Plant Science*, 208, 58-63. doi: 10.1016/j.plantsci.2013.03.012
18. Frank, H. A., & Brudvig, G. W. (2004). Redox Functions of Carotenoids in Photosynthesis. *Biochemistry*, 43 (27), 8607–8615. doi: 10.1021/bi0492096
19. Jahns, P., & Holzwarth, A.R. (2012) The role of the xanthophyll cycle and of lutein in photoprotection of photosystem II. *Biochimica et Biophysica. Acta*. 1817 (1), 182–193. doi: 10.1016/j.bbabi.2011.04.012
20. Davison, P. A., Hunte C. N., & Horton P. (2002). Overexpression of β -carotene hydroxylase enhances stress tolerance in *Arabidopsis*. *Nature*, 418, 203-206. doi:10.1038/nature00861
21. Jahns, P., Latowski, D., & Strzalka, K. (2008). Mechanism and regulation of the violaxanthin cycle: the role of antenna proteins and membrane lipids. *Biochimica et Biophysica Acta. Bioenergetics journal*, 1787 (1), 3–14. doi: 10.1016/j.bbabi.2008.09.013
22. Jun, Z., Lizhang, Z., Jian, L., & Da, X. (2015). Manipulation of the Xanthophyll Cycle Increases Plant Susceptibility to *Sclerotinia sclerotiorum*. *PLoS Pathogens*, 11(5), e1004878. doi: 10.1371/journal.ppat.1004878
23. Wójcik, M., Bobowiec, R., & Martelli, F. (2008). Effect of carotenoids on in vitro proliferation and differentiation of oval cells during neoplastic and non-neoplastic liver injuries in rats. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 2, 203-13
24. Zhao, W., Fan, J., Gao, R., & Ngoc, N. B. (2017). Suppressive Effects of Carotenoids on Proliferation and Differentiation of 3T3-L1 Preadipocytes. *Journal of Food and Nutrition Research*, 5(2), 129-136. doi: 10.12691/jfnr-5-2-9
25. Noguchi, S., Sumida, T., Ogawa, H., Tada, M. & Takahata, K. (2003). Effects of Oxygenated Carotenoid β -Cryptoxanthin on Morphological Differentiation and Apoptosis in Neuro2a Neuroblastoma Cells. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 67(11), 2467-2469. doi: 10.1271/bbb.67.2467
26. Skibsted, L.H. (2012). Carotenoids in antioxidant networks. colorants or radical scavengers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(10), 2409-2417, doi: 10.1021/jf2051416
27. Tanvez, A., Amy, M., Chastel, O., & Leboucher, G. (2009). Maternal effects and beta-carotene assimilation in Canary chicks. *Physiology & Behavior*, 96(3), 389-93. doi: 10.1016/j.physbeh.2008.11.001
28. Galván, I., Garrido-Fernández, J., Ríos, J., Pérez-Gálvez, A., Rodríguez-Herrera, B., & Negro, J.J. (2016). Tropical bat as mammalian model for skin carotenoid metabolism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(39), 10932-7. doi: 10.1073/pnas.1609724113
29. Pickworth, C. L., Loerch, S. C., Kopec, R. E., Schwartz, S. J. & Fluharty, F. L. (2012). Concentration of pro-vitamin A carotenoids in common beef cattle feedstuffs. *Journal of Animal Science*, 90(5), 1553-61. doi: 10.2527/jas.2011-4217
30. Guil-Guerrero, J.L., Reboloso-Fuentes, M.M., & TorijaIsasa M.E.. (2003). Fatty acids and carotenoids from Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.) *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(2), 111-119. [https://doi.org/10.1016/S0889-1575\(02\)00172-2](https://doi.org/10.1016/S0889-1575(02)00172-2)
31. Gostishhev, I. A., Dejneka, V. I., Anisimovich, I. P., Tret'jakov, M. Yu., Mjasnikova, P. A., Dejneka, L. A., & Sorokopudov, V. N. (2010). Karotinoidy, hlorogenovye kisloty i drugie prirodnye soedinenija plodov rjabiny. [Carotenoids, chlorogenic acids and other natural compounds of rowan fruits]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Estestvennye nauki*, 3(74), 83-92 (in Russian).
32. Nambiar, V.S., & Sharma M. (2014). Carotene content of coriander leaves (*Coriandrum sativum*), Amaranth, Red (*Amaranthus* Sp, Green garlic (*Allium sativum*) and Mogri (*Raphanus caudatus*) and its products. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 4(08), 069-074. doi: 10.7324/JAPS.2014.40814
33. Aprodu, I., Ursache, F.M., Turturică, M., Râpeanu, G., Stănciuc, N. (2017). Thermal stability of the complex formed between carotenoids from sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) and bovine β -lactoglobulin. *Spectrochimica Acta. Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 173, 562-571. doi: 10.1016/j.saa.2016.10.010
34. Klein, C., & Rodriguez-Concepcion, M. (2015). Carotenoids in Carrot. In: Chen C. (eds) *Pigments in Fruits and Vegetables*. Springer, New York, NY, 1-247. doi.org/10.1007/978-1-4939-2356-4_11
35. Rodriguez-Concepcion, M., & Stange, C. (2013). Biosynthesis of carotenoids in carrot: an underground story comes to light. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 539(2), 110-6. doi: 10.1016/j.abb.2013.07.009

36. Heinonen, M.I. (1990). Carotenoids and provitamin A activity of carrot (*Daucus carota L.*) cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(3), 609-612. doi: 10.1021/jf00093a005
37. Carvalho, L. M. J. de, Smiderle, L. de A. S. M., Carvalho, J. L. V. de, Cardoso F. de, S. N., & Koblitz, M. G. B. (2014). Assessment of carotenoids in pumpkins after different home cooking conditions. *Food Science and Technology, Campinas*, 34(2), 365-370. <http://dx.doi.org/10.1590/fst.2014.0058>
38. Nzamwita, M., Duodu, K.G., & Minnaar, A. (2017). Stability of β -carotene during baking of orange-fleshed sweet potato-wheat composite bread and estimated contribution to vitamin A requirements. *Food Chemistry*, 228, 85-90. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.01.133
39. Ma, G., Zhang, L., Iida, K., Madono, Y., Yungyuen, W., Yahata, M., Yamawaki, & K., Kato, M. (2017). Identification and quantitative analysis of β -cryptoxanthin and β -citraurin esters in Satsuma mandarin fruit during the ripening process. *Food Chemistry*, 1(234), 356-364. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.05.015
40. Tommonaro, G., Speranza, G., De Prisco, R., Iodice, C., Crudele, E., Abbamondi, G.R., Nicolaus, B. (2017). Antioxidant activity and bioactive compound contents before and after in vitro digestion of new tomato hybrids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(15), 5241-5246. doi: 10.1002/jsfa.8408
41. Taleon, V., Mugode, L., Cabrera-Soto, L., & Palacios-Rojas, N. (2017). Carotenoid retention in biofortified maize using different post-harvest storage and packaging methods. *Food Chemistry*, 1(232), 60-66. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.03.158
42. Hussain, A., Larsson, H., Kuktaite, R., Olsson, M. E., & Johansson, E. (2015). Carotenoid Content in Organically Produced Wheat: Relevance for Human Nutritional Health on Consumption. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(11), 14068–14083. <http://doi.org/10.3390/ijerph121114068>
43. Hadden, W. L., Watkins, R. H., Levy, L. W., Regalado, E., Rivadeneira, D. M., van Breemen, R. B., & Schwartz, S. J. (1999). Carotenoid Composition of Marigold (*Tagetes erecta*) Flower Extract Used as Nutritional Supplement. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 4189–4194, doi: 10.1021/jf990096k
44. Barzana, E., Rubio, D., Santamaria, R. I., Garcia-Correa, O., Garcia, F., Ridaurasanz, V. E., & Loápez-Munguía, A. (2002). Enzyme-Mediated Solvent Extraction of Carotenoids from Marigold Flower (*Tagetes erecta*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4491–4496. doi:10.1021/jf025550q CCC
45. Tang, G., & Suter, P. M. (2011). Vitamin A, Nutrition, and Health Values of Algae: *Spirulina, Chlorella, and Dunaliella*. *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*, 1, 111-118. doi: <http://dx.doi.org/10.6000/1927-5951.2011.01.02.04>
46. Bridoux, M.C., Sobiechowska, M., Briggs, R.G., Pérez-Fuentetaja, A., & Alben, K.T. (2017). Separation and identification of fatty acid esters of algal carotenoid metabolites in the freshwater mussel *Dreissena bugensis*, by liquid chromatography with ultraviolet/visible wavelength and mass spectrometric detectors in series. *Journal of Chromatography A*, 1, 1513, 93-106. doi: 10.1016/j.chroma.2017.07.021
47. Shevchenko, L.V., Zaharenko, M.O., Sten'ko, A.S., Poljakov'skyj, V.M., Myhal's'ka, V.M., & Maljuga, L.V. (2009). Charakterystyka biologichno aktyvnyh rehovyn gryba *Bl. trispora* shtamu TKST. [Characteristics of biologically active substances of the mushroom *Bl. tristora* strain TKST]. *Naukovi dopovidy NUBiP*, 2(14), 9. <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2009-2/09slvcot.pdf> (in Ukrainian).
48. Min, B., Park, J.-H., Park, H., Shin, H.-D., & Choi, I.-G. (2017). Genome Analysis of a Zygomycete Fungus *Choanephora cucurbitarum* Elucidates Necrotrophic Features Including Bacterial Genes Related to Plant Colonization. *Scientific Reports*, 7, 40432. doi:10.1038/srep40432
49. Mata-Gómez, L. C., Montañez, J. C., Méndez-Zavala, A., & Aguilar, C. N. (2014). Biotechnological production of carotenoids by yeasts: an overview. *Microbial Cell Factories*, 13(14), 1-11. doi: 10.1186/1475-2859-13-12
50. Ambati, R.R, Phang, S.M, Ravi, S., & Aswathanarayana, R.G. (2014). Astaxanthin: sources, extraction, stability, biological activities and its commercial applications-a review. *Marine Drugs*, 12(1), 128–152. doi:10.3390/md12010128
51. Komagata, K. (1992). Value of chemosystematic data for predicting anamorph-teleomorph relationships between the genera *Rhodotorula* and *Rhodospiridium*. *FEMS Microbiology Letters*, 100(1-3), 503–508. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1992.tb14084.x>
52. Larroude, M., Celinska, E., Back, A., Thomas, S., Nicaud, J.-M., Ledesma-Amaro, R. (2018). A synthetic biology approach to transform *Yarrowia lipolytica* into a competitive biotechnological producer of β -carotene. *Biotechnology and Bioengineering*, 115(2), 464-472. doi: 10.1002/bit.26473
53. Nupur, L. N. U., Vats, A., Dhanda, S. K., Raghava, G. P. S., Pinnaka, A. K., & Kumar, A. (2016). ProCarDB: a database of bacterial carotenoids. *BMC Microbiology*, 16, 96. <http://doi.org/10.1186/s12866-016-0715-6>
54. Shang, M., Ding W., Zhao, Y., Xu, J.W., Zhao, P., Li T., Ma, H., & Yu, X. (2016). Enhanced astaxanthin production from *Haematococcus pluvialis* using butylated hydroxyanisole. *Journal of Biotechnology*, 236, 199-207. doi: 10.1016/j.jbiotec.2016.08.019
55. Weeratunge, W. K. O. V., & Perera, B. G. K. (2016). Formulation of a fish feed for goldfish with natural astaxanthin extracted from shrimp waste. *Chemistry Central Journal*, 10, 44. <http://doi.org/10.1186/s13065-016-0190-z>

Open Access Peer-reviewed Journal

Science Review

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_sr

8(15), September 2018

SCIENTIFIC EDITION

Indexed by:



Passed for printing 25.09.2018. Appearance 30.09.2018.

Typeface Times New Roman.

Circulation 300 copies.

Publisher RS Global Sp. z O.O., Warsaw, Poland, 2018

Numer KRS: 0000672864

REGON: 367026200

NIP: 5213776394

<https://ws-conference.com/>