

Милованов Сергей Геннадьевич, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник Центра оросительной мелиорации и испытания дождевальной техники НИИ перспективных исследований и инноваций в АПК, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (РФ, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3916-2619>, e-mail: redas008@mail.ru

Бондаренко Кирилл Владимирович, аспирант, младший научный сотрудник Центра оросительной мелиорации и испытания дождевальной техники НИИ перспективных исследований и инноваций в АПК, ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (РФ, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: kirill-bondarenko-1995@mail.ru

Authors Information

Khodyakov Evgeny Alekseevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Land Reclamation and Civil Water Reclamation, Volgograd State Agrarian University (Russia, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2213-7860>, e-mail: E419829@yandex.ru

Petrov Nikolay Yuryevich, Professor of the Department "Technology of Storage and Processing of Agricultural Raw Materials and Public Catering", Volgograd State Agrarian University (26 Universitetskiy Ave., Volgograd, 400002), Doctor of Agricultural Sciences, Professor, tel. 8 (8442) 41-10-79, e-mail: n.petrov@volgau.com

Milovanov Sergey Gennadievich, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher Center for Irrigation Reclamation and Testing of Sprinkler Equipment Research Institute for Advanced Research and Innovation in the Agro-Industrial Complex, Volgograd State Agrarian University (Russia, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3916-2619>, e-mail: redas008@mail.ru

Bondarenko Kirill Vladimirovich, post-graduate student, junior researcher at the Center for Irrigation Reclamation and Testing of Sprinkler Equipment Research Institute for Advanced Research and Innovation in the Agro-Industrial Complex, Volgograd State Agrarian University (Russia, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26), e-mail: kirill-bondarenko-1995@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-49

INFLUENCE OF FLAX FLOUR ON THE FATTY ACID COMPOSITION OF CHOPPED SEMI-FINISHED PRODUCTS

V. N. Khramova^{1,2}, D. I. Surkov¹, K. A. Lubchinsky¹

¹*Volgograd State Technical University*

²*Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of
Meat-and-Milk Production
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: hramova_vn@mail.ru

Received 15.06.2023

Submitted 20.08.2023

Summary

The article presents the results of the study of a fatty acid composition semi-finished products when linseed flour is added to the formula. An increase in the mass proportion of lipids, as well as the content of omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids in the developed assortment of chopped semi-finished products, was revealed.

Abstract

Introduction. The deficiency of omega-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet, this is a world problem. Creating functional products based on chopped semi-finished products using linseed flour can solve the problem of deficit. The content of polyunsaturated fatty acids in such products reaches 73% of the total number of fatty acids. This is the reason for the relevance. **Object.** The subject of the study is a portion of zrazy with linseed flour. **Materials and methods.** The mass fraction of lipids was measured according to the method of GOST 23042-2015. Measurement of fatty acid composition was carried out according to GOST 31663-2012. Fat indicators of chopped semi-finished products are calculated according to general methods. **Results and conclusions.** The addition of linseed flour was determined to increase the mass proportion of lipids in the product from 1% to 4%. The amount of ome-

ga-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids increased from 3% to 13-15% of the adult daily intake. Calculation of fatty acid balance showed insignificant influence of linseed flour to a fatty acid composition. At the same time, the parameters of the iodine number amounted to 81-82 g of iodine/100 g of fat, this is the optimal value for solid fats.

Key words: *flax flour, chopped semi-finished products, fatty acid composition, lipids, polyunsaturated fatty acids.*

Citation. Khramova V. N., Surkov D. I., Lubchinsky K. A. Influence of flax flour on the fatty acid composition of chopped semi-finished products. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 3(71). 490-498 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-49.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 637.5

ВЛИЯНИЕ ЛЬНЯНОЙ МУКИ НА ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

В. Н. Храмова^{1,2}, доктор биологических наук, профессор

Д. И. Сурков¹, аспирант

К. А. Лубчинский¹, аспирант

¹ ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет

² Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции
г. Волгоград, Российская Федерация

Актуальность. В мире существует проблема дефицита омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в рационе человека. Одним из способов её решения является создание функциональных продуктов питания, например, на основе рубленых полуфабрикатов с использованием льняной муки, в которой содержание полиненасыщенных жирных кислот может достигать до 73% от общего числа жирных кислот. Поэтому исследование является актуальным. **Объект.** В качестве объекта исследования выступали образцы зраз, в составе которых присутствует льняная мука. **Материалы и методы.** Измерение массовой доли липидов проводили по методике ГОСТ 23042-2015. Определение жирнокислотного состава осуществляли по ГОСТ 31663-2012. Качественные показатели жира рубленых полуфабрикатов рассчитывали по общепринятым методикам. **Результаты и выводы.** В результате исследований установили, что добавление льняной муки привело к увеличению массовой доли липидов в продукте с 1% до 4% и возрастанию содержания омега-3 и омега-6 полиненасыщенных жирных кислот с 3% до 13-15% от физиологической суточной потребности у взрослого человека. Расчёт жирнокислотной сбалансированности показал незначительное влияние льняной муки на жирнокислотный состав продукта. При этом расчётное значение йодного числа составило 81-82 г йода / 100 г жира, что соответствует оптимальному значению для твёрдых жиров.

Ключевые слова: *льняная мука, рубленые полуфабрикаты, зразы, жирнокислотный состав полуфабрикатов, массовая доля липидов, полиненасыщенные жирные кислоты.*

Цитирование. Храмова В. Н., Сурков Д. И., Лубчинский К. А. Влияние льняной муки на жирнокислотный состав рубленых полуфабрикатов. *Известия НВ АУК.* 2023. 3(71). 490-498. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-49.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Авторы настоящей статьи одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. По данным Научно-исследовательского института питания Российской академии медицинских наук, у 80% населения России наблюдается дефицит потребления омега-3 полиненасыщенных жирных кислот. Их недостаток у беременных женщин может оказать влияние на развитие плода. Омега-3 участвует и в противовоспалительных процессах, регуляции сердечной деятельности, а также положительно влияет на состояние кожи, зрительной и сердечно-сосудистой систем. У детей недостаток полиненасыщенных жирных кислот приводит к замедлению роста и развития [4, 5, 11, 12].

Согласно МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», физиологическая суточная потребность в омега-3 у взрослого человека составляет 5-8% калорийности суточного рациона (соответствует 0,8-1,6 г/сут.). А при беременности рекомендуют увеличить потребление омега-3 полиненасыщенных жирных кислот на 200-300 мг/день [5].

В качестве одного из решений проблемы дефицита потребления омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в рационе человека выступает создание функциональных пищевых продуктов на базе продуктов питания, которые пользуются большим спросом у широких слоёв населения. Рубленые полуфабрикаты подходят на эту роль, благодаря огромной популярности, высокой питательной ценности и приятным органолептическим свойствам.

Функциональным ингредиентом, позволяющим увеличить содержание полиненасыщенных жирных кислот омега-3, может выступать льняная мука. В состав этого ингредиента входит 45% липидов, а содержание полиненасыщенных жирных кислот может доходить до 73% от общего количества жирных кислот. Кроме того, льняная мука содержит много белка (от 20% до 30%) и богатый витаминно-минеральный комплекс. В 100 г продукта присутствуют витамины B_1 (1,6 мг), B_5 (985 мкг), B_6 (473 мкг), фолаты (87 мкг), калий (813 мг), кальций (255 мг), магний (392 мг), фосфор (642 мг), железо (5,7 мг), марганец (2,48 мг), медь (1,22 мг), селен (25 мкг) и цинк (4,34 мг) [2, 7, 10].

Льняная мука содержит пищевые волокна в количестве 27,3 г/100 г. Они выполняют роль балластного вещества, способного стимулировать работу желудочно-кишечного тракта. Ежедневное употребление в пищу продуктов богатых клетчаткой, снижает риск ожирения, диабета, рака и заболеваний кишечника. Кроме того, льняная мука позволяет улучшить обменные процессы в организме, способствует снижению сахара и холестерина в крови, содержит много полиненасыщенных жирных кислот омега-3 и омега-6, которые не синтезируются в организме человека [1, 3, 6, 8, 9].

Таким образом, применение льняной муки в технологии производства рубленых полуфабрикатов может внести вклад в решение глобальной проблемы дефицита эссенциальных нутриентов, предотвратить развитие заболеваний алиментарной этиологии, связанных с недостатком в рационе человека полиненасыщенных жирных кислот, и расширить ассортимент рубленых полуфабрикатов. Всё вышеперечисленное делает исследование актуальным.

Цель исследования – определение содержания омега-3 полиненасыщенных жирных кислот и качественных характеристик липидов ассортимента рубленых полуфабрикатов (мясных зраз), содержащих льняную муку. Для достижения цели поставлены следующие задачи: необходимо определить массовую долю липидов и жирнокислотный состав контрольного и опытного образцов зраз, провести расчёт основных показателей качества жира и содержания в нём групп жирных кислот.

Материалы и методы. Объектом исследования выступают рубленые полуфабрикаты. Контрольный образец представляет собой мясные зразы, в фарш которых входят говядина, меланж яичный, мука пшеничная, соль поваренная и перец черный молотый. Начинка состоит из баклажанов, петрушки, чеснока и специй. Соотношение фар-

ша к начинке 4:1. Отличие опытных образцов «Омега» и «Комбо» от контрольного заключается в добавлении к мясному сырью льняной муки. Помимо этого, в состав мясных зраз «Комбо» входят порошок расторопши и нут.

В рамках работы применяли следующие методы исследования:

1) Определение массовой доли липидов проводили по ГОСТ 23042-2015 ускоренным методом, основанным на экстрагировании жира органическими растворителями из исследуемого образца с их последующим удалением путем высушивания экстракта до постоянной массы. Расчёт массовой доли липидов проводили по формуле 1:

$$W = \frac{(m_2 - m_1) \cdot V_x}{m \cdot V_\phi} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где m – масса навески, г; m_1 – масса пустой бюксы с крышкой, г; m_2 – масса бюксы с крышкой после высушивания соответственно, г; $V_{x/\phi}$ – объем хлороформа, см³; V_ϕ – объем фильтрата соответственно, см³.

2) Жирнокислотный состав продукта определяли методом газовой хроматографии. Определение массовой доли метиловых эфиров жирных кислот вели по ГОСТ 31663-2012.

3) Расчётным путём провели определение соотношения групп жирных кислот (омега-3 и омега-6) и жирнокислотной сбалансированности (R_L), для расчёта которой использовали формулу 2:

$$R_L = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m \left(\frac{L_i}{L_{zi}}\right)^k}, \quad (2)$$

где L_i – массовая доля i -й жирной кислоты в сырье, г / 100 г липидов; L_{zi} – массовая доля i -й жирной кислоты, соответствующая физиологической норме, г/100 г липидов; m – число жирных кислот, шт.; k – коэффициент, значение которого зависит от неравенства $L_i \geq L_{zi}$. Если оно выполняется $k = -1$, иначе $k = 1$.

3) Важным показателем общей насыщенности жиров (содержания двойных связей в них) является йодное число W_{I_2} . Для его расчёта применяли формулу 3 из ГОСТ Р ИСО 3961-2010:

$$W_{I_2} = W_{16:1} \cdot 0,998 + W_{18:1} \cdot 0,9 + W_{18:2} \cdot 1,81 + W_{18:3} \cdot 2,74 + W_{20:1} \cdot 0,82 + W_{22:1} \cdot 0,75, \quad (3)$$

где $W_{16:1}$ – массовая доля гексадеценовой (пальмитолеиновой) кислоты, %; $W_{18:1}$ – массовая доля октадеценовой (олеиновой) кислоты, %; $W_{18:2}$ – массовая доля октадекадиеновой (линолевой) кислоты, %; $W_{18:3}$ – массовая доля октадекатриеновой (линоленовой) кислоты, %; $W_{20:1}$ – массовая доля эйкозеновой (гондоиновой) кислоты, %; $W_{22:1}$ – массовая доля докозеновой (эруковой) кислоты, %.

Значения некоторых жирных кислот в ходе исследования жирнокислотного состава не были получены. Поэтому их не учитывали при расчёте йодного числа.

Выработку и исследование массовой доли липидов контрольного и опытных образцов проводили в условиях лаборатории кафедры «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет». Исследование жирнокислотного состава осуществили в лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Волгоградской области».

Результаты и обсуждение. Для расчёта содержания омега-3 и омега-6 полиненасыщенных жирных кислот необходимо знать массовую долю липидов. Результаты её определения приведены в таблице 1. Из неё видно, что добавление в полуфабрикат льняной муки позволило увеличить массовую долю липидов с 1% до 4%.

Таблица 1 – Результаты исследования массовой доли липидов /
Table 1 – Results of Lipid Mass Fraction Study

Образец / Sample	Массовая доля липидов, % / Mass fraction of lipids, %
Контрольный образец / Control sample	1,02±0,20
Опытный образец «Омега» / Experimental sample «Omega»	4,13±0,26
Опытный образец «Комбо» / Experimental sample «Combo»	4,28±0,27

Еще одним важным показателем является жирнокислотный состав. Результаты его определения представлены в таблице 2. В ходе исследования получены только две полиненасыщенные жирные кислоты: линолевая и линоленовая. Принято считать, что первая из них входит в число омега-6 жирных кислот (ω -6). В то время как другую, в зависимости от валентной изомерии, относят как к омега-3 (α -линоленовой кислоте), так и к омега-6 (γ -линоленовой кислоте). Однако во многих пищевых продуктах преобладает α -изомер, который считают предшественником семейства омега-3 жирных кислот (ω -3).

Таблица 2 – Жирнокислотный состав, г/100 г жира
Table 2 – Fatty acid composition, g/100 g of fat

Жирная кислота / Fatty acid	Обозначение / Designation	Образец / Sample		
		контроль- ный / control sample	опытный «Омега» / experimental sample «Ome- ga»	опытный «Комбо» / experimental sample «Com- bo»
Насыщенные жирные кислоты / Saturated fatty acids				
Масляная кислота / Butyric acid	C4:0	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Капроновая кислота / Caproic acid	C6:0	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Каприловая кислота / Caprylic acid	C8:0	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Каприновая кислота / Capric acid	C10:0	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Лауриновая кислота / Lauric acid	C12:0	0,5	0,5	0,4
Миристиновая кислота / Myristic acid	C14:0	3,2	3,1	3
Пальмитиновая кислота / Palmitic acid	C16:0	17,2	17,6	17,1
Маргариновая кислота / Margaric acid	C17:0	3	2,8	3,3
Стеариновая кислота / Stearic acid	C18:0	10,2	10,4	10,5
Арахидиновая кислота / Arachidic acid	C20:0	0,1	0,1	0,1
Бегеновая кислота / Behenic acid	C22:0	0,1	0,1	0,1
Мононенасыщенные жирные кислоты / Monounsaturated fatty acids				
Деценивая кислота / Decenoic acid	C10:1	0,1	0,1	0,1
Миристолеиновая кислота / Myristoleic acid	C14:1	1,5	1,6	1,4
Пальмитолеиновая кислота / Palmitoleic acid	C16:1	1	0,4	0,9
Олеиновая кислота / Oleic acid	C18:1	34,6	34,4	34,7
Полиненасыщенные жирные кислоты / Polyunsaturated fatty acids				
Линолевая кислота / Linoleic acid	C18:2, ω -6	25,5	25,7	25,6
Линоленовая кислота / Linolenic acid	C18:3, ω -3	2,6	2,8	2,4

По результатам исследования жирнокислотного состава проведён расчёт, его данные отражены в таблице 3, из которой видно, что добавление льняной муки ведёт к увеличению содержания полиненасыщенных жирных кислот омега-3 и омега-6 с 3% до 13-15% от физиологической суточной потребности взрослого человека.

Таблица 3 – Результаты расчёта содержания полиненасыщенных жирных кислот /
Table 3 – Results of calculation a polyunsaturated fatty acids content.

Содержание / Content	Физиологическая норма, г/сут. / Physiological norm, g/day	Образец		
		контрольный / control sample	опытный «Омега» / experimental sam- ple «Omega»	опытный «Комбо» / experimental sample «Combo»
Омега-3, г/100 г про- дукта / Omega-3, g/100 g of product	0,8-1,6	0,026 (3,2%)	0,116 (14,5%)	0,103 (12,9%)
Омега-6, г/100 г про- дукта / Omega-6, g/100 g of product	8-10	0,259 (3,3%)	1,061 (13,3%)	1,097 (13,7%)

Примечание: в скобках указан % от физиологической потребности.

Кроме того, проведён расчёт других качественных показателей липидов, кото-
рые представлены в таблице 4. Внесение льняной муки в состав продукта ведёт к уве-
личению количества как насыщенных, так и полиненасыщенных жирных кислот. К со-
жалению, добавление дополнительных растительных ингредиентов снижает эти пока-
затели, что связано с более низким их содержанием в порошке расторопши и нуте, чем
в льняной муке.

Таблица 4 – Качественные характеристики жира /
Table 4 – Quality characteristics of fat

Показатель / Indicator	Эталон / Optimal value	Образец / Sample		
		контрольный / control sample	опытный «Омега» / experimental sam- ple «Omega»	опытный «Комбо» / experimental sam- ple «Combo»
Жирные кислоты, г/100 г жира / Fatty acid, g/100 g of fat				
Насыщенные / Saturated	30	34,7	35,0	34,9
Мононенасыщенные / Monounsaturated	60	37,2	36,5	37,1
Полиненасыщенные: / Polyunsaturated	10	28,1	28,5	28,0
Омега-3 / Omega-3	1	2,6	2,8	2,4
Омега-6 / Omega-6	7,5	25,5	25,7	25,6
Показатели качества / Quality indicators				
Жирнокислотная сбаланси- рованность ($i=3$) / Balance of fatty acids	1	0,576	0,568	0,575
Соотношение $\omega-6$ к $\omega-3$ / Polyunsaturated fatty acids ratio	5-10	9,81	9,18	10,67
Йодное число, г йода / 100 г жира / Iodine value, gI / 100 g of fat	35-85	81,72	81,82	81,36

Добавление растительных ингредиентов оказывает незначительное влияние на
сбалансированность жирнокислотного состава. Однако стоит отметить, что соотношение
 $\omega-6$ к $\omega-3$ жирных кислот у контрольного образца и опытного образца «Омега» находится
в пределах нормы, располагаясь близко к верхней границе их оптимального соотношения.
В отличие от них, у опытного образца «Комбо» этот показатель превышает её.

В процессе исследования расчётным путем определено значение йодного числа, которое для твёрдых жиров должно составлять 35-85 г йода на 100 г жира. Полученные значения попадают в необходимый интервал, что говорит о высоком качестве исходного сырья.

Заключение. С целью обогащения продуктов питания омега-3 и омега-6 полиненасыщенными жирными кислотами льняная мука может найти применение во многих областях пищевой промышленности. Наибольшей эффективности от её использования можно добиться, если обогащать ею продукты, пользующиеся высоким спросом среди населения, например, мясные рубленые полуфабрикаты.

Это позволяет не только внести вклад в решение глобальной проблемы дефицита эссенциальных нутриентов, но и предотвратить развитие заболеваний алиментарной этиологии, связанных с недостатком в рационе человека омега-3 и омега-6 полиненасыщенных жирных кислот, и расширить ассортимент рубленых полуфабрикатов.

Важно отметить, что внесение льняной муки в состав рубленых полуфабрикатов позволяет увеличить массовую долю липидов (с 1% до 4%) и содержание полиненасыщенных жирных кислот омега-3 (например, в опытном образце «Комбо» – на 12,9%, «Омега» – на 14,5%). Кроме того, происходит рост значений для полиненасыщенных жирных кислот омега-6. При сравнении опытных образцов с контрольным установили, что содержание этих жирных кислот в мясных зразях «Омега» и «Комбо» выросло с 3% до 13%.

Согласно проведенным расчётам, добавление растительного ингредиента оказывает незначительное влияние на сбалансированность жирнокислотного состава. Однако соотношение омега-6 к омега-3 у контрольного образца и опытного образца «Омега» расположено близко к верхней границе их оптимального соотношения (9,81 и 9,18 соответственно), в отличие от опытного образца «Комбо» (10,67), показатель которого превышает её. В результате расчёта получили значения йодного числа в диапазоне 81-82 г йода / 100 г жира, что попадает в оптимальные значения для твёрдых жиров и свидетельствует об их качестве.

Conclusions. In order to enrich food with omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids, flaxseed flour can be used in many areas of the food industry. The greatest efficiency from its use can be achieved if it is enriched with products that are in high demand among the population, for example, chopped meat semi-finished products.

This makes it possible not only to contribute to solving the global problem of essential nutrient deficiency, but also to prevent the development of diseases of alimentary etiology associated with a lack of omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids in the human diet, and to expand the range of chopped semi-finished products.

It is important to note that the introduction of flaxseed flour into the composition of chopped semi-finished products allows to increase the mass fraction of lipids (from 1% to 4%) and the content of omega-3 polyunsaturated fatty acids (for example, in the prototype "Combo" – by 12.9%, "Omega" – by 14.5%). In addition, there is an increase in values for omega-6 polyunsaturated fatty acids. When comparing the prototypes with the control, it was found that the content of these fatty acids in Omega and Combo meat products increased from 3% to 13%.

According to the calculations carried out, the addition of a vegetable ingredient has a negligible effect on the balance of the fatty acid composition. However, the ratio of omega-6 to omega-3 in the control sample and the Omega prototype is located close to the upper limit of their optimal ratio (9.81 and 9.18, respectively), unlike the Combo prototype (10.67), whose indicator exceeds it. As a result of the calculation, the values of the iodine number in the range of 81-82 g of iodine / 100 g of fat were obtained, which falls into the optimal values for solid fats and indicates their quality.

Библиографический список

1. Буц А. А., Терешина А. С. Применение омега-3 омега-6 в целях улучшения физико-химического состава масел // Вопросы устойчивого развития общества. 2022. № 7. С. 1247-1250.
2. Зайнуллина Н. В. Создание функциональных мясных продуктов, обогащенных полиненасыщенными (омега-3 и омега-6) жирными кислотами // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2018. № 20. С. 240-243.

3. Пищевая клетчатка в инновационных технологиях мясных продуктов / В. В. Прянишников, И. Н. Миколайчик, Н. М. Гиро, И. А. Глотова // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. № 11-1. С. 24-28.
4. Попова А. В. Семена чиа, как источник незаменимых полинасыщенных жирных кислот (ПНЖК) омега-3 // *Высокие технологии и инновации в науке: сборник избранных статей Международной научной конференции*. Санкт-Петербург, 2019. С. 42-45.
5. Страсти по омеге: роль омега-3 ПНЖК во время беременности для здоровья потомства / С. В. Орлова, Е. А. Никитина, Е. В. Прокопенко [и др.] // *Медицинский алфавит*. 2022. № 4. С. 8-12.
6. Типсина Н. Н., Селезнева Г. К. Льняная мука, как биологическая активная пищевая добавка // *Вестник КрасГАУ*. 2015. № 3. С. 56-59.
7. A descriptive review on nutraceutical constituents, detoxification methods and potential health benefits of flaxseed / Q. Rizvi, R. Shams, V. K. Pandey [et al.] // *Applied Food Research*. 2022. V. 2. No 2. Art. 100239.
8. Effects of dietary fiber on human health / Y. He, B. Wang, L. Wen [et al.] // *Food Science and Human Wellness*. 2022. V. 11. № 1. Pp. 1-10.
9. Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties / M. A. Marand, S. Amjadi, L. Roufegarinejad [et al.] // *Powder Technology*. 2020. V. 359. Pp. 76-84.
10. Marpalle P., Sonawane S. K., Arya S. S. Effect of flaxseed flour addition on physicochemical and sensory properties of functional bread // *LWT - Food Science and Technology*. 2014. V. 58. No 2. Pp. 614-619.
11. Omega 3-metabolism, absorption, bioavailability and health benefits – A review / S. Punia, K. S. Sandhu, A. K. Siroha, S. B. Dhull // *PharmaNutrition*. 2019. V. 10. Art. 100162.
12. Swanson D., Block R., Mousa S. A. Omega-3 Fatty Acids EPA and DHA: Health Benefits Throughout Life // *Advances in Nutrition*. 2012. V. 3. No 1. Pp. 1-7.

References

1. Buts A. A., Tereshina A. S. The use of omega-3 omega-6 in order to improve the physicochemical composition of oils // *Issues of sustainable development of society*. 2022. № 7. Pp. 1247-1250.
2. Zaynullina N. V. Application Creation of functional meat products enriched with polyunsaturated (omega-3 and omega-6) fatty acids // *Topical issues of improving the technology of production and processing of agricultural products*. 2018. № 20. Pp. 240-243.
3. Food fiber in innovative technologies of meat products / V. V. Pryanishnikov, I. N. Mikoлайчик, N. M. Giro, I. A. Glotova // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2016. № 11-1. Pp. 24-28.
4. Popova A. V. Semyon chia, as a source of essential polyunsaturated fatty acids (PUFA) omega-3 // *High technologies and innovations in science: a collection of selected articles of the International Scientific Conference*. St. Petersburg, 2019. Pp. 42-45.
5. Omega passion: the role of omega-3 PUFA during pregnancy for the health of offspring / S. V. Orlova, E. A. Nikitin, E. V. Prokopenko [et al.] // *Medical alphabet*. 2022. № 4. Pp. 8-12.
6. Tipsina N. N., Selezneva G. K. Linen flour as a biological active food additive // *Vestnik KrasGAU*. 2015. № 3. Pp. 56-59.
7. A descriptive review on nutraceutical constituents, detoxification methods and potential health benefits of flaxseed / Q. Rizvi, R. Shams, V. K. Pandey [et al.] // *Applied Food Research*. 2022. V. 2. No 2. Art. 100239.
8. Effects of dietary fiber on human health / Y. He, B. Wang, L. Wen [et al.] // *Food Science and Human Wellness*. 2022. V. 11. № 1. Pp. 1-10.
9. Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties / M. A. Marand, S. Amjadi, L. Roufegarinejad [et al.] // *Powder Technology*. 2020. V. 359. Pp. 76-84.
10. Marpalle P., Sonawane S. K., Arya S. S. Effect of flaxseed flour addition on physicochemical and sensory properties of functional bread // *LWT - Food Science and Technology*. 2014. V. 58. No 2. Pp. 614-619.

11. Omega 3-metabolism, absorption, bioavailability and health benefits – A review / S. Punia, K. S. Sandhu, A. K. Siroha, S. B. Dhull // *PharmaNutrition*. 2019. V. 10. Art. 100162.

12. Swanson D., Block R., Mousa S. A. Omega-3 Fatty Acids EPA and DHA: Health Benefits Throughout Life // *Advances in Nutrition*. 2012. V. 3. No 1. Pp. 1-7.

Информация об авторах

Храмова Валентина Николаевна, доктор биологических наук, профессор, декан факультета Технологии пищевых производств, ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет (РФ, 400005, Волгоград, пр. им. В. И. Ленина, д. 28), контактный телефон: 8(8442)24-81-47, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-7630-7672>, e-mail: hramova_vn@mail.ru

Сурков Дмитрий Игоревич, аспирант, ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет (РФ, 400005, Волгоград, пр. им. В. И. Ленина, д. 28), контактный телефон: 8-902-36-27-125, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-2946-5915>, e-mail: surkov.dmitr@gmail.com

Лубчинский Кирилл Александрович, аспирант, ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет (РФ, 400005, Россия, Волгоград, пр. им. Ленина, д. 28), контактный телефон: 8-909-391-81-70, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-4836-6058>, e-mail: lubkirill@mail.ru

Authors Information

Khramova Valentina Nikolaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Food Production Technology, Volgograd State Technical University (28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russia), contact phone: 8(8442)24-81-47, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-7630-7672>, e-mail: hramova_vn@mail.ru

Surkov Dmitry Igorevich, postgraduate student, Volgograd State Technical University (28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russia), contact phone: 8-902-36-27-125, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-2946-5915>, email: surkov.dmitr@gmail.com

Luchinsky Kirill Alexandrovich, postgraduate student, Volgograd State Technical University (28, Lenin Ave., Volgograd, 400005, Russia), contact phone: 8-909-391-81-70, ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-4836-6058>, email: lubkirill@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-50

TECHNOLOGY OF SOYBEAN CULTIVATION DURING IRRIGATION BY SPRINKLING WITH THE USE OF HYDROSORBENTS

A. N. Tseplyaev¹, S. Y. Semenenko²

*All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: can_volgau@mail.ru

Received 29.06.2023

Submitted 20.08.2023

Summary

Based on the research of abstract sources on the problem of ensuring the effective use of natural waters for soybean irrigation, studies were conducted on the use of Avaxin hydrosorbent and the technology of its simultaneous application when sowing crops with a standard seeder with a developed module for applying hydrogel was investigated

Abstract

Introduction. The cultivation of agricultural crops on irrigation guarantees the planned receipt of a high-quality crop, regardless of climatic conditions. However, an increase in the average annual temperature, recorded as a fact on all continents, will lead to an increase in the shortage of natural fresh water on the territory of the European part of Russia, and the water capacity, for example, of soybeans when grown in the conditions of the Lower Volga, is about 1500 m³ per ton of grain. It is necessary to introduce water-saving technologies. A team of researchers has developed a technology to reduce the volume of irrigation water supplied by using a modern innovative material – Aquasin hydrosorbent to prolong the period of availability of moisture available to plants in the soil until the next watering. The peculiarity of the developed soybean sowing technology using hydrogel is that sowing is carried out