

НАСІННЯ ЛЬОНУ (*LINUM USITATISSIMUM L.*) ЯК ЦІННИЙ ХАРЧОВИЙ РЕСУРС**Верещагін Ігор Володимирович**кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-6589-5138
ihor_vereschahin1986@ukr.net**Кандиба Наталія Миколаївна**кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0001-6548-3670
natnik08@meta.ua**Сташко Максим Русланович**студент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
stashkomax@gmail.com**Недогібченко Анастасія Сергіївна**студентка
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
anastasia.peregudova@gmail.com

У статті наводяться результати аналізу літературних джерел, що стосуються досліджень морфології, анатомії, хімічного складу насіння льону (*Linum usitatissimum L.*), а також промислового та медичного використання лляної олії. Ця культура з давніх часів відома людству як прядивна, оскільки слугувала як джерело волокна для виготовлення одягу та технічних тканин. Перелік тканинної продукції надзвичайно різноманітний: груба пакувальна тканина, мішкови́на, брезент, шпагат, тонкі постільні тканини, тканини для декору, рушників та одягу, а також тонкий батист. Насіння використовували як поживний корм для тварин та посівний матеріал. Але на сьогоднішній день все більше підвищується попит на насіння льону для переробки його на харчові, лікувальні та технічні цілі.

Лляна олія широко використовується у промисловості для виготовлення оліфи, фарб, лаків, ізоляційної стрічки, лінолеуму, у кондитерській та рибоконсервній промисловості. Крім того, насіння льону може виступати в якості лікарського препарату для лікування захворювань кишково-шлункового тракту.

Насінина льону має ряд морфолого-анатомічних особливостей, що обумовлюють біологічні властивості використання даної культури. Величина насінини (маса 1000 шт.) коливається, залежно від сорту та умов вирощування, від 2,1 до 13 г. Ендосперм лляної насінини містить велику кількість жирів та білку. Анатомічна будова та хімічний склад насіння льону визначають його потенціал як харчової та лікарської сировини. Насіння грубого помолу використовується для виготовлення хліба та випічки, що застосовуються у дієтичному харчуванні. Сучасні наукові дослідження показали, що насіння льону надзвичайно багате на поліненасичені жирні кислоти, такі як лінолева (ω -3), ліноленова (ω -6) та ряд інших. Ці кислоти зустрічаються у багатьох цінних оліях та продуктах тваринного походження; для людського організму вони є незамінними, оскільки ним не синтезуються. Їх вживання позитивно впливає на функціонування як окремих органів, так і терапевтичний стан людського організму в цілому. Так, поліненасичені жирні кислоти покращують еластичність стінок кровоносних судин, зокрема сітківки ока і м'язових волокон серця. Саме тому їх вживання бажане при глаукомі, катаракті, інфаркті міокарду, атеросклерозі, цукровому діабеті. Вживання даних кислот жінками під час вагітності позитивно впливає на розвиток головного мозку у плоду. У світовій практиці використання продуктів з ненасиченими жирними кислотами застосовують для підтримки пацієнтів з раковими захворюваннями та дефіцитом імунітету. Додавання лляної макухи у раціон сільськогосподарських тварин підвищує їх імунітет та поліпшує смакові якості м'яса.

Ключові слова: льон, насіння, олія, жирні кислоти, йодне число, кислотне число.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.3.3>

Вступ. Серед сучасних розробок у сфері харчування вагоме місце займає створення нових продуктів з підвищеною харчовою цінністю і функціональною спрямованістю. На сьогодні все більш перспективним джерелом таких продуктів є луб'яні культури. Одним з традиційних видів рослинної сировини є льон (*Linum usitatissimum L.*), який вирощують у вигляді двох культур:

льон-довгунець, що йде на волокно і льон-кудряш – для виробництва олії. У недалекому минулому в кожному селянському господарстві, розташованому у нечорноземній зоні України, із вирощеного льоноволокна ткали полотно, мішковину, виробляли скатерки, рушники, ліжники, ковдри (Didora et al., 2008; Chekhova et al., 2017).

Одержане із стебла льону волокно використовують головним чином для виготовлення тканин, асортимент яких може бути дуже різноманітним: від грубих мішковин і таких, що використовуються при упаковці (із низьких сортів волокна), до тонких батистових (із високих сортів).

Ляне волокно – одне із найбільш міцних. Міцність на розрив тіпаного лляного волокна становить в розрахунку на поперечний розріз 60–100 кг на 1 мм². За міцністю на розрив воно значно перевищує бавовну, джут і вовну. При однаковій товщині нитки міцність лляної пряжі при розриві майже у 2 рази вища, ніж бавовняної і у 3 рази вища за вовну. З підвищенням вологості (до відомої межі) міцність лляної нитки збільшується, у той час як міцність нитки з вовни, натурального шовку і синтетичного волокна навпаки, знижується (Chekhova et al., 2017; Ludvíková & Griga, 2015; Babita et al., 2016).

Ляні тканини відрізняються довготривалим використанням, також вони добре протистоять гниттю і зношуванню. Поряд з цим, вони характеризуються малою кількістю поглинання забруднених речовин і добре відмиваються під час прання. Цінною якістю лляних тканин є гідрофільність, тобто властивість поглинати вологу. Після зволоження ляні тканини дають дуже малу збіжність (Thompson, 2015).

Насіння льону також відоме як джерело рослинних жирів. Ляна олія добре висихає, утворюючи при підсиханні міцну плівку. З цієї причини оліфа (або варена ляна олія) широко застосовується для виготовлення лаків, масляної і друкарської типографської фарби та замазки (Polyakova & Gudoshnik., 2015, Bajbekov et al., 2019, Koval & Skrypka, 2017). В електротехнічній, гумовій, шкіряній, миловаренній промисловості та фармакології сира ляна олія використовується для виготовлення такої продукції, як масляні ізолятори, лінолеум, лінкруст, клейонка, непромокаючі тканини, синтетичний каучук, пластмаса, зелене мило, деякі ліки тощо. Ляна олія вживається для приготування деяких страв як продукцію з високою засвоюваністю (94,5 %), а також у харчовій промисловості (консервній, маргариновій і кондитерській) (Shevchenko et al., 2017; Dash et al., 2017; Diederichsen & Fu, 2008; Rubilar et al., 2010).

Для потреб народного господарства використовують майже всю рослину льону-довгунця. З насіння, що містить 35–37 % жиру, одержують олію, з якої виготовляють високоякісну оліфу, лаки тощо. Макуха містить 6–12 % сирого жиру, 34 % протеїну. Вона є цінним кормом для сільськогосподарських тварин: за поживністю 1 кг макухи відповідає до 1,15 кормових одиниць і містить 260 г перетравного протеїну. Цінною для годівлі тварин є також і полова, котра утворюється після обмолоту коробочок та очищення насіння. Вона становить 15 % загального врожаю, 1 кг її дорівнює 0,27 кормових одиниць і містить 20 г перетравного протеїну (Didora & Derebon, 2017, Shevchenko et al., 2017, Zhang et al., 2011, Čeh et al., 2020, Bunga & Patlolla, 2020).

Постановка проблеми. Шляхом аналізу літературних джерел, що стосуються проблеми вирощування, переробки та використання льону здійснюється актуалізація харчового вживання льону як джерела жирів, білків, вуг-

ководів, незамінних жирних кислот, вітамінів і токоферолів. Огляд включає такі складові:

- розкриття особливостей морфологічної та анатомічної будови насіння льону як харчової сировини;
- фізико-хімічні властивості лляної олії, її жирнокислотний склад;
- вплив жирних кислот на організм людини, використання їх як елемента живлення свійських тварин;
- особливості і перспективи застосування продуктів переробки насіння льону як альтернативного джерела ліпідів.

Використання вітчизняної сировини рослинного походження, яка характеризується високим потенціалом біологічно активних речовин, дозволяє цілеспрямовано створювати продукти з функціональними властивостями, а також розширити асортимент виробів, підвищити їхню харчову та біологічну цінність. Одним із таких видів сировини є насіння льону, що є джерелом цінних біологічно активних речовин (Subbotina, 2009; Polyakov et al., 2011; Polyakova et al., 2011).

За ботанічною характеристикою льон культурний є однорічною трав'янистою рослиною. Плід – п'ятигнізда коробочка, що має форму кулі. У свою чергу, кожне гніздо розділяє неповна перетинка. Кожне таке напівгніздо містить одну насінину, а загалом у коробочці знаходиться у середньому до 10 насінин. Коробочка має довжину близько 6,1–11,0 мм, ширину від 5,7 до 8,5 мм. Насінина сплюснута з боків, яйцеподібної форми, з трохи загнутим, добре розвинутим носиком, гладенька, зі скляним блиском, слизька. Забарвлення насіння дуже різноманітне: чорнувато-буре, буре, коричневе, бурожовте, жовте, яскраво-жовте, однорідного чи строкатого забарвлення. Правильно розвинене насіння має такі розміри: довжину – від 3,2 до 4,8 мм; ширину – від 1,5 до 2,8 мм; товщину – від 0,5 до 1,2 мм; маса 1000 насінин складає 3,5–5,5 г, а у деяких голландських сортів льону-довгунця – до 6,5 г. В льону олійного маса 1000 насінин може складати до 13 г. І величина насіння, і забарвлення – спадкові ознаки, характерні для певного сорту (Didora et al., 2008; Heller et al., 2010; Heller et al., 2011; Wielgusz & Heller, 2011).

Умови вирощування льону впливають на величину і масу насіння. Дослідники зазначають, що маса насіння вища у розріджених широкорядних посівах, ніж у звичайних загущених (Basch et al., 2007; Kaur et al., 2018; Heller, 2007; Galushko & Ryan, 2010). Зовні насіння вкрите тонкою оболонкою, що включає шість шарів: кутикулу та епідерміс (вони складають шкірочку, клітини якої набухають та вкриваються слизом при намочуванні водою); шар клітин повітроносної паренхіми; шар кам'янистих клітин, які надають оболонці міцності; другий шар клітин паренхіми; пігментний шар, котрий надає насінню забарвлення. Під насінневою оболонкою розташовується ендосперм – шар клітин багатих білками і жиром. Запасні речовини ендосперму використовуються для росту зародку. У внутрішній частині насіння знаходиться зародок, котрий має у своєму складі короткий первинний корінець, два сім'ядольні листочки та розташовану між ними невелику бруньку (Dubey et al, 2020; Smolová et al, 2017). У зрілій

насінині льону ендосперм та зародок розвинуті порівняно рівномірно, при цьому величина зародка і його диференціація є ознаками високої організації та визначають ступінь досконалості лляного насіння. Зморшкуватість, щуплість і дрібні розміри насіння льону є результатом слабого розростання ендосперму та зародка або одного з них.

Вивчення процесу формування насіння різних сортів олійного льону, проведене А. І. Ільїною у Всесоюзному науково-дослідному інституті олійних культур (ВНДІОК), показало, що через кілька днів після запліднення квітки зародок, що розвивається у бруньці, складається з деяких клітин, що містять хлоропласти, і має вид зеленої кульки. Протягом 10–12 днів після запліднення зародок ще слабо диференційований, але тканини зав'язі, бруньки і її покрив у цей період дуже сильно розростаються. Брунька за своїми розмірами наближається до розмірів зрілого насіння. Насіннева шкірка стає значно товстішою від шкірки зрілого насіння, причому в ній відбувається диференціація тканин. Особливо інтенсивно розвиваються тканини ендосперму, що складаються з клітин, заповнених дрібними крохмальними зернами. Пізніше, до початку зеленої стиглості, у зародку формується корінець, пара сім'ядольних листочків і конус наростання, але у цей період зародок мало збільшується і він ще не оточений тканинами ендосперму (Didora et al., 2008; Heller et al., 2010; Heller et al., 2011; Wielgusz & Heller, 2011). Наприкінці зеленої і початку ранньої жовтої стиглості, тобто через 20–25 днів після запліднення, клітини епідермісу цілком звільняються від крохмалю, і у їхніх оболонках з'являються потовщення, що легко піддаються слизуватому переродженню. Тканини насінневої шкірки, що розташовані під епідермісом, втрачають крохмаль, мертвіють і стають безбарвними. Виникає пігментний шар, що визначає темне забарвлення насіння льону. Білонасінні сорти льону не мають відособленого пігментного шару. Зародок збільшується у розмірах, заповнюючи значну частину порожнини насіння, і протягом 1–2 днів повністю оточується ендоспермом, що у цей час займає меншу частину порожнини насіння. При цьому стрибок росту зародка супроводжується руйнуванням його хлоропластів. На зміну крохмальних зерен тканини ендосперму і зародка заповнюються алейроновими зернами і жиром У фазі повної стиглості, тобто через 25–30 днів після запліднення, у насінні льону крохмаль відсутній (Didora et al., 2008; Polyakova & Gudoshnik., 2015). У лляному насінні у середньому міститься: жиру біля 35–40 %, білка – 23 %, безазотистих екстрактних речовин – 22 %, клітковини – 9 %, золи – 3 % та води – 8 % (Polyakov et al., 2011; Szalata et al., 2011).

Ляна олія являє собою рідину жовтого або бурштинового кольору, слабопрозора, яка також відзначається специфічним запахом. Питома вага лляної олії при температурі 15 °С – 6,0–6,9 г/см³; температура замерзання складає 15–30 °С; коефіцієнт омилення – 188–192; кислотне число – 1,5 мг КОН/г, йодне число – 170–200. Останнє є показником швидкості висихання олії, що дуже важливо при її технічному застосуванні. Олія з насіння льону-довгунця, вирощеного у північних райо-

нах льонарської зони, відзначається найвищим йодним числом (Ehrensing, 2008; Ganorkar & Jain, 2013; Shima et al., 2014; Alison et al., 2019; Ren et al., 2015). Однак врожай і вага насіння, а також його олійність та йодне число здатні знижуватися під впливом ґрунтово-кліматичних умов та умов вирощування, зокрема при пізньому посіві та дефіциті вологи у період від цвітіння до жовтої стиглості. Йодне число збільшується по мірі дозрівання насіння. Олія з незрілого насіння зазвичай відзначається більш низьким йодним числом.

У складі лляної олії виявлено наступні жирні кислоти: лінолеву, ліноленову, олеїнову, стеаринову, пальмітинову та міристинову. Високі технічні, харчові та інші властивості лляної олії визначаються вказаними кислотами. Олійність насіння льону є спадковою ознакою, і, отже, може підвищуватися селекційним шляхом (Harper et al., 2006; Berto et al., 2020; Goyal et al., 2014; Kajla et al., 2015).

Процес утворення і накопичення олії протікає у тісному зв'язку з життєдіяльністю рослинного організму в цілому і залежить від генетичних особливостей, властивих даному виду, онтогенезу та метеорологічних умов вирощування і триває практично протягом всього періоду розвитку насінини. Масова частка олії, її хімічний склад змінюються протягом всього періоду дозрівання насіння чи плодів. Кількість олії збільшується послідовно від початку формування насіння до кінця його дозрівання. Якісний склад жирних кислот для даного виду (форми, сорту) рослин залишається більш-менш постійним протягом онтогенезу, змінюються, як правило, кількісне співвідношення між жирними кислотами (Pora et al., 2012; Kaithwas & Majumdar, 2013; Sychov, 2015; Fazary & Younis, 2015).

Ляна олія є абсолютним чемпіоном за вмістом поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), зокрема Омега-3. За своєю біологічною цінністю вона стоїть на першому місці серед всіх рослинних олій. Насіння льону також надзвичайно багате на незамінні поліненасичені жирні кислоти Омега-6 та Омега-9. Жоден продукт зі звичайного раціону не містить такої кількості цих необхідних кислот. У складі насіння виявлено значну кількість білка (близько 25 %) високої біологічної активності, який ідеально близький для людського організму, і 30–48 % олії. Сумарна кількість білків та жиру у насінні льону складає 66–68 % від загальної маси (Pora et al., 2012; Ghosh et al., 2019; Bayrak et al., 2010; Matthäus & Özcan, 2017).

Поліненасичених незамінних жирних кислот – 65–90 %, з яких 55–70 % припадає на ліноленову кислоту, яка належить до ПНЖК родини Омега-3, і 10–20 % – на лінолеву кислоту, яка належить до ПНЖК родини Омега-6. До складу лляної олії також входять такі жирні кислоти як: пальмітинова (5–7 %), стеаринова (3–4 %), олеїнова (16–20 %) (Savoire et al., 2015; Guimarães et al., 2013; Zhang & Cao, 2009).

Насіння льону олійного (*Linum humile* L.) містить до 49 % жирної олії, яка здатна швидко висихати (її йодне число складає 175–200 одиниць) з утворенням тонкої гладенької блискучої плівки. Відсоток насичених пальмітинової та стеаринової жирних кислот, на відміну від олеїнової, лінолевої та ліноленової (ненасичені),

в олійного льону змінюється рідко і, за даними різних дослідників, коливається у межах 5–6 % для пальмітинової і 4–5 % для стеаринової кислот. Вміст ліноленої кислоти, залежно від виду, сорту та генотипу, змінюється від 3–9 % до 63–69 %. Лляна олія з високим вмістом поліненасичених жирних кислот, особливо ліноленої, використовується, переважно, для технічних, а з низьким – для харчових цілей (Herchi et al., 2012; Elimam & Ramadan, 2018; Domian et al., 2017; Bernacchia et al., 2014; Lobaeva, 2015).

Насіння льону містить велику кількість білка, харчових волокон, лігніну, зокрема диглюкозиду секоїзолярицинолу (SDG). Існує багато продуктів з насіння льону, які споживаються людиною, у тому числі: ціле насіння, лляна олія, частково знежирене лляне борошно (зазвичай пресоване), повністю знежирене лляне борошно (в екстракції з розчинником), екстракти з ослизним насінням льону, оболонки лляного насіння, насіння льону олеосом і спиртових екстрактів насіння льону (Cunpane et al., 1993; Prior et al., 2015; Lisovaya, 2015; Stenberg, 2004).

За даними FAO stat, лляну олію за вмістом ліноленої кислоти можна розділити на 4 категорії:

1. Вміст ліноленої кислоти більше 50 % – високій, олія придатна, в основному, для використання у технічних цілях.

2. Вміст ліноленої кислоти 36–49 % – середній, олія придатна у технічних цілях, медицині, парфумерії.

3. Вміст ліноленої кислоти 10–35 % – низький, олія придатна, в основному, на харчові цілі.

4. Вміст ліноленої кислоти менше 10 % – дуже низький, олія придатна тільки на харчові цілі (Morris, 2007; Goyal et al., 2015; Shahid et al., 2020; Troshchynska et al., 2019).

Саме якісний склад олії визначає його використання для виробництва продуктів дієтичного лікування, виробництва косметичних препаратів, нових лікувальних засобів. З насіння льону одержують препарат лінетол, що використовується для лікування опіків шкіри (Pan et al., 2009; Juita et al., 2012; Nykter et al., 2006).

Насіння льону, як зазначалося вище, містить цінні білки, які можна використовувати у вигляді борошна, білкових ізолятів і концентратів. Насіння льону є дієтичним продуктом підвищеної біологічної цінності, що застосовується у лікувальних цілях, і у кулінарії. В багатьох країнах льон уже давно зайняв свої позиції, наприклад у Німеччині використовують десятки тисяч тон насіння для приготування страв та випічки (Matthäus & Özcan, 2017; Kumar et al., 2018; Tour'e & Xueming, 2010; Tarpila et al., 2005; Ayelign & Alemu, 2016).

Завдяки унікальним природним якостям льон рекомендують вживати для профілактики і лікування багатьох захворювань: для підтримання імунної системи організму, серцево-судинних захворюваннях, при цукровому діабеті, при атеросклерозі, захворюваннях печінки, шлунково-кишкового тракту і щитовидної залози, для покращення стану волосся та шкіри, виведення токсинів з організму, як загальнозміцнюючий та протизапальний засіб. Вживання олії льону сприятливо впливає на розвиток мозку у немовлят, знижуючи рівень ліпідів крові.

Згідно висновків вчених багатьох країн, насіння льону потрібно вживати в їжу щоденно, це має стати частиною культури харчування. Додавання насіння льону в раціон забезпечує повноцінне і здорове харчування, що знижує ризики виникнення різних видів хронічних захворювань. І в Європі, і у країнах Америки льон вважають одним з найбільш корисних харчових продуктів (Gromova et al., 2011; Bhardwaj et al., 2015; Reethega et al., 2018; Samojlova et al., 2019; Ahmed-Farid & Hassan, 2017; Tanbouly et al., 2017; Weill et al., 2002).

У білках насіння льону відносно багато аргініну, аспарагінової кислоти та глутамінової кислоти, тоді як лізин, метіонін та цистин містяться в обмежених кількостях. Харчові волокна з насіння льону демонструють позитивний ефект для зменшення закріпів, для кращого випорожнення кишечника та як гіпохолестеринічний засіб.

Насіння льону використовують як смачну і корисну дієтичну добавку при приготуванні різноманітних холодних страв. Воно довго зберігається і може бути використане при додаванні в каші, фруктові і овочеві салати, супи, картопляне пюре, квашену капусту, вінегрети, в усі готові перші і другі страви. Корисно змішувати насіння з молоком, йогуртом, сиром, кефіром. Можна додавати льон у борошняні вироби, при цьому технологія виготовлення не змінюється, лише покращується харчова цінність страв.

Насіння льону використовують для схуднення та природного очищення кишечника. Для цього на добу потрібно вживати 1 столову ложку перемеленого насіння льону, запиваючи невеликою кількістю кефіру чи водою (Shunthwal & Sheoran, 2017; Trebušak et al., 2011; Boudry et al., 2009; Ebrahimi et al., 2013).

Вчені багатьох країн світу досліджують насіння льону в лабораторіях і дійшли загального висновку, що насіння льону можна вважати продуктом, що оздоровлює організм. Лляне насіння містить вітаміни E, D, B₂, B₃, B₄, B₅, B₆, B₉, бета-каротин, мінеральні речовини, токоферолі, такі мікро- та мікроелементи, як кальцій, калій, залізо, магній, цинк, селен, алюміній, марганець, хром, нікель, мідь, бор, йод та ін. В насінні містяться: вуглеводів – 12–26 %, ефірних олій 35–45 %, слизових речовин – 12 %, білків – 20–33 %, а також органічні кислоти, ферменти і значна кількість ненасичених жирних кислот. Проростки льону містять до 1,5 % глікозиду лінамарину (Suksombat et al., 2014; Tint et al., 2011; Zhang et al., 2013; Rodriguez-Leyva et al., 2010).

Лляна олія необхідна всім здоровим людям при високих розумових і фізичних навантаженнях, роботі на шкідливих виробництвах, незбалансованому харчуванні, студентам і школярам для підвищення успішності і перенесення навчальних навантажень, всім працюючим з комп'ютером, а також людям, що піддаються дії різних випромінювань (Shallie et al., 2017; Wang et al., 2020; Parikh et al., 2017; Tarpila et al., 2002; Krasnov et al., 2019). Крім того, для того, щоб людський організм функціонував нормально, йому необхідні лігнано-фітохімічні речовини (одна з груп поліфенолів), що призводять до балансу процесу метаболізму. В результаті тривалих досліджень вчені прийшли до висновку, що найбільш багатим джерелом рослинних лігнанів є волокно лляного насіння. Лляна олія може проявляти сильні антиканцерогенні

властивості (Pacheco et al., 2011; Avelino et al., 2015; Chishty & Bissu, 2016; Rodriguez-Leyva et al., 2013).

Відходи олійного виробництва (макухи і шроти) являють собою цінний високобілковий концентрований корм для тварин, що має дієтичні властивості, завдяки великій кількості слизу. Макуха, що є продуктом переробки насіння, містить від 6 до 12 % жиру, 33–38 % протеїну, 7 % олії, 9 % клітковини. Поживність 1 кг становить 1,15 кормових одиниць і містить 260 г перетравлюваного протеїну (Weill et al., 2002; Shunthwal & Sheoran, 2017; Trebušak et al., 2011; Boudry et al., 2009; Ebrahimi et al., 2013). Цінною для годівлі тварин, особливо свиней, є її полова, що утворюється при обмолоті льону й очищенні насіння. За поживною цінністю 1 кг її становить 0,27 кормових одиниць і містить 20 г перетравлюваного протеїну (Nevrka & Vaclavkova, 2019; Szymczyk & Szczurek, 2016; Matthews et al., 2000; Lyons et al., 2017).

Додавання льнової макухи до раціону свійських тварин позитивно впливає на їх організм і стан здоров'я. Так, ненасичені жирні кислоти, що входять до складу макухи та шроту, покращують стан шкіри та хутра, підвищують імунітет і сприяють набору ваги, тому рекомендовані при відгодівлі великої рогатої худоби та свиней. Також доведено, що відгодівля таким кормом молочних корів покращує, у свою чергу, склад молока, а у свиней поліпшує технологічні та смакові якості м'яса (Peiretti et al., 2015; Vaclavkova et al., 2016; Brodowska et al., 2018).

Висновки. Насіння льону, як прядивної (технічної) культури, є надзвичайно цінним джерелом різноманітних продуктів. Це пояснюється, насамперед, його хімічним складом. Насіння льону багате на поліненасичені жирні кислоти, зокрема лінолеву та ліноленову, а також токофероли, вітаміни та білки. Ці особливості роблять льяне насіння цінним харчовим, кормовим та лікувальним продуктом.

Бібліографічні посилання:

1. Ayelign, A., & Alemu, T. (2016). The Functional Nutrients of Flaxseed and Their Effect on Human Health. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 6(2), 83–92. doi: 10.9734/EJNFS/2016/16318
2. Ahmed-Farid O.A. & Hassan, M.A. (2017). The Protective Effect of Flaxseed Oil Supplemented with High Source of Branched Chain Amino Acids Against the Rats Testicular Toxicity Induced by Lead Acetate. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(12), 30–42.
3. Avelino, A. P. A., Oliveira, G. M. M., Ferreira, C. C. D., Luiz, R. R., Rosa, G. (2015). Additive effect of linseed oil supplementation on the lipid profiles of older adults. *Clinical Interventions in Aging*, 10, 1679–1685. doi: 10.2147/CIA.S75538
4. Babita, C., Tripathi, M. K., Surendra, K. P. & Raj, B. H. (2016). Uses of Flax (*Linum usitatissimum*) After Harvest. *National Academy of Agricultural Science (NAAS)*, 34(1), 159–164.
5. Bajbekov, R. F., Belopuhov, S. L., Dmitrevskaya, I. I., & Dmitriev, L. B. (2019). Sravnitel'naya harakteristika sostava zhirnyh kislot v lipidah masel iz semyan tekhnicheskikh kul'tur [Comparative characteristics of the composition of fatty acids in lipids of oils from seeds of technical crops]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 33(6), 62–65 (in Russian). doi: 10.24411/0235-2451-2019-10615
6. Basch, E., Szapary, P. O. Harrison, M. & Ulbricht, C. (2007). Flax and Flaxseed Oil (*Linum usitatissimum*): A Review by the Natural Standard Research Collaboration. *Journal of the Society for Integrative Oncology*, 5(3), 92–105. doi: 10.2310/7200.2007.005
7. Bayrak, A., Kiralan, M., Ipek, A., Arslan, N., Cosge, B., & Khawar, K.M. (2010). Fatty Acid Compositions of Linseed (*Linum Usitatissimum* L.) Genotypes of Different Origin Cultivated in Turkey. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 24(2), 1836–1842. doi: 10.2478/V10133-010-0034-2
8. Bernacchia, R., Preti, R. & Vinci, G. (2014). Chemical Composition and Health Benefits of Flaxseed. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2(8), 1–9.
9. Berto, B.M., Garcia, R. K. A., Fernandes, G. D., Barrera-Arellano, D. & Pereira G.G. (2020). Linseed oil: Characterization and study of its oxidative degradation. *Grasas Aceites*, 71(1), 1–7. doi: 10.3989/gya.1059182
10. Boudry, G., Douard, V., Mouro, J., Lalle's, J.-P. & Huërou-Luron, I. L. (2009). Linseed Oil in the Maternal Diet during Gestation and Lactation Modifies Fatty Acid Composition, Mucosal Architecture, and Mast Cell Regulation of the Ileal Barrier in Piglets. *The Journal of Nutrition*, 139, 1110–1117. doi: 10.3945/jn.108.102640
11. Brodowska, M, Guzek, D, Godziszewska, J, Pogorzelska, E, & Wierzbicka, A (2018). Oxidation processes of Longissimus dorsi from pigs supplemented with linseed oil and antioxidants. *South African Journal of Animal Science*, 48, 545–552.
12. Buckner, A. L., Buckner, C. A., Montaut, S., & Lafrenie, R. M. (2019). Treatment with flaxseed oil induces apoptosis in cultured malignant cells. *Heliyon*, 5, 1–12.
13. Bunga, A. P. & Patlolla, P. R. (2020). Linseed (*Linum usitatissimum* L.) – An Oilseed Crop with Potential to be Used in Many Ways: Review Article. *Acta Scientific Agriculture*, 4(10), 42–46.
14. Čeh, B., Štraus, S., Hladnik, A. & Kušar, A. (2020). Impact of Linseed Variety, Location and Production Year on Seed Yield, Oil Content and Its Composition. *Agronomy*, 10, 1–13. doi: 10.3390/agronomy10111770
15. Chekhova, I. V., Chekhov, S. A., & Shkurko, N. P. (2017). Otechestvennyy rynok l'na [Domestic flax market]. *Nauchnyy zhurnal "Ekonomika Ukrainy"*, 1(654), 52–63 (in Russian).
16. Chishty, S., Bissu, M. (2016). Health Benefits and Nutritional Value of Flaxseed. *Indian Journal Of Applied Research*, 6(1), 243–245.
17. Cunnane, S. C., Sujata, G., Menard, C., Wolever, T. M. S. & Jenkins D. J. A. (1993). High α-linolenic acid flaxseed (*Linum usitatissimum* L.): some nutritional properties in humans. *British Journal of Nutrition*, 69, 443–453.
18. Dash, J., Naik, B. S., & Mohapatra, U. B. (2017). Linseed: a valuable crop plant. *International Journal of Advanced Research*, 5(3), 1428–1442. doi: 10.21474/IJAR01/3650

19. Diederichsen, A., & Fu, Y.-B. (2008). Flax Genetic Diversity as the Raw Material for Future Success. International Conference on Flax and Other Bast Plants, 51, 270–280.
20. Didora, V. H., Malynovskyi, A. S., Derecha, O. A., Rybak, M. F., Derebon, I. Iu., & Viuntsov, S. M. (2008). Lonarstvo [Flax growing]. Zhytomyr: Vyd-vo DVNZ Zhytomyrskiy natsionalnyi ahroekolohichnyi universytet, 488 (in Ukrainian).
21. Didora, V. H., & Derebon, I. Yu. (2017). Tekhnolohichni pokaznyky yakosti lonu oliinoho zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya v umovakh Polissia Ukrainy [Technological indicators of quality of oil flax depending on elements of technology of cultivation in the conditions of Polissya of Ukraine]. Roslynnnytstvo, suchasnyi stan, 6(1), 71–79 (in Ukrainian).
22. Domian, E., Brynda-Kopytowska, A., Marzec, A. (2017). Functional Properties and Oxidative Stability of Flaxseed Oil Microencapsulated by Spray Drying Using Legume Proteins in Combination with Soluble Fiber or Trehalose. Food Bioprocess Technology, 10, 1374–1386. doi 10.1007/s11947-017-1908-1
23. Drozd, I. F. (2011). Zhymnokyslotnyi sklad nasinnia lonu oliinoho v umovakh zakhidnoho rehionu Ukrainy [Fatty acid composition of oilseed flax in the western region of Ukraine]. Biuletyn Instytutu zernovoho hospodarstva, 40, 72–76 (in Ukrainian).
24. Dubey, S., Bhargava, A., Fuentes, F., Shukla, S., & Srivastava, S. (2020). Effect of salinity stress on yield and quality parameters in flax (*Linum usitatissimum* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 48(2), 954–966. doi: 10.15835/nbha48211861
25. Ebrahimi, M., Rajion, M. A., Goh, Y. M., Sazili, A. Q., & Schonewille, J. T. (2013). Effect of Linseed Oil Dietary Supplementation on Fatty Acid Composition and Gene Expression in Adipose Tissue of Growing Goats. BioMed Research International, 2013, 1–11. doi: 10.1155/2013/194625
26. Ehrensing, D. T. (2008). Flax. Oilseed Crops, 2, 1–9.
27. Elimam, H., & Ramadan, B. K. (2018). Comparative Study of the Possible Prophylactic and Curative Effects of Flaxseed Oil on the Lipid Profile and Antioxidant Status of Hyperlipidaemic Rats. Journal of Applied Pharmacy, 10(1), 1–6.
28. Fazary, N. T. A. A. & Younis, Y. M. (2015). Seed Properties & Fatty Acid Composition of Flaxseed Oil (*Linum Usitatissimum*). World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 4 (11), 69–99.
29. Galushko, V., & Ryan, C. D. (2010). Intellectual Property Rights (IPRS) and Knowledge Sharing in Flax Breeding. An Erca Research Network, 32.
30. Ganorkar, P. M., & Jain, R. K. (2013). Flaxseed – a nutritional punch. International Food Research Journal, 20(2), 519–525.
31. Ghosh, S., Bhattacharyya & Ghosh, M. (2019). Study on Proximate Composition, Phytochemical Content, Oxidative Stability, Antioxidant Activity and Fatty Acid Composition of Enzyme Aided Aqueous Extraction of Flax Seed Oil. Acta Scientific Nutritional Health, 3(4), 5–9.
32. Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. Journal of Food Science Technology, 51(9), 1633–1653. doi 10.1007/s13197-013-1247-9
33. Goyal A., Sharma V., Sihag M.K., et al. (2016). Fortification of dahi (Indian yoghurt) with omega-3 fatty acids using microencapsulated flaxseed oil microcapsules. Journal of Food Science Technology, 53, 2422–2433. doi: 10.1007/s13197-016-2220-1.
34. Gromova O. A., Torshin I. Yu., Egorova E. Yu. (2011). Omega-3 polinenasyschennye zhirnye kisloty i kognitivnoe razvitie detej [Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cognitive development in children]. Voprosy sovremennoj pediatrii, 10(1), 66–72. (in Russian)
35. Guimarães, R. de C. A., Macedo, M. L. R., Munhoz, C. L., Filiu W., Viana, L. H., Nozaki, V. T., Hiane, P. A. (2013). Sesame and flaxseed oil: nutritional quality and effects on serum lipids and glucose in rats. Food Science and Technology, 33(1), 209–217. doi: 10.1590/s0101-20612013005000029
36. Harper, C. R., Edwards, M. J., DeFilipis, A. P. & Jacobson, T. A. (2006). Flaxseed oil increases the plasma concentrations of cardioprotective (n-3) fatty acids in humans. American Society for Nutrition, 136, 83–87.
37. Heller, K., Andruszewska, A. & Wielgusz, K. (2010). The Cultivation of Linseed by Ecological Methods. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 55(3), 112–116.
38. Heller, K. & Wielgusz, K. (2011). Yields of Linseed Cultivar Bukoz in Organic and Conventional Farming. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 56(3), 138–142.
39. Heller, K. (2007). Technologie Uprawy i Przerobu Lnu i Konopi w Warunkach Zrównoważonego i Wielofunkcyjnego Rozwoju Rolnictwa Polskiego [Technologies for Cultivation and Processing of Flax and Hemp in the Conditions of Sustainable and Multifunctional Development of Polish Agriculture]. Fragmenta Agronomica, XXIV, 3(95), 181–186 (in Polish).
40. Herchi, W., Arráez-Román, D., Boukhchina, S., Kallel, H., Segura-Carretero A., Fernández-Gutierrez, A. (2012). A review of the methods used in the determination of flaxseed components. African Journal of Biotechnology, 11(4), 724–731. doi: 10.5897/ajb11.984
41. Juita, Długogorski, B. Z., Kennedy, E. M., Mackie, J. C. (2012). Low temperature oxidation of linseed oil: a review. Fire Science Reviews, 1(3), 1–36.
42. Kaithwas, G. & Majumdar, D. K. (2013). Effect of *L. usitatissimum* (Flaxseed/Linseed) Fixed Oil against Distinct Phases of Inflammation. ISRN Inflammation, 2013, 1–4. doi: 10.1155/2013/735158.
43. Kajla, P., Sharma, A., & Sood, D. R. (2015). Flaxseed – a potential functional food source. Journal of Food Science Technology, 52(4), 1857–1871. doi 10.1007/s13197-014-1293-y
44. Kaur, P., Waghmare, R., Kumar, V., Rasane, P., Kaur, S. & Gat, Y. (2018). Recent advances in utilization of flaxseed as potential source for value addition. Oilseeds & fats Crops and Lipids, 25(3), 1–11. doi: 10.1051/ocl/2018018
45. Koval, O. A., & Skrypka, Ya. I. (2017). Nasinnia lonu – naibahatshe dzherelo biolohichno aktyvnykh rehovyn [Flax seeds are the richest source of biologically active substances]. Young Scientist, 11(51), 35–37 (in Ukrainian).

46. Krasnov, G. S., Dmitriev, A. A., Zyablitsin, A. V., Rozhmina, T. A., Zhuchenko, A. A., Kezimana, P., Snezhkina, A. V., Fedorova, M. S., Novakovskiy, R. O., Pushkova, E. N., Povkhova, L. V., Bolsheva, N. L., Kudryavtseva, A. V. & Melnikova, N. V. (2019). Aluminum Responsive Genes in Flax (*Linum usitatissimum* L.). *BioMed Research International*, 2019, 1–11. doi: 10.1155/2019/5023125
47. Kumar, R. K., Bejkar, M., Du, S. & Serventi, L. (2018). Flax and wattle seed powders enhance volume and softness of gluten-free bread. *Food Science and Technology International*, 25(1), 66–75. doi: 10.1177/1082013218795808
48. Kshitij, B., Narsingh, V., Bhardwaj, R. K., Shipra, T. (2015). Flaxseed Oil and Diabetes: A Systemic Review. *Journal of Medical Science*, 15(3), 135–138. doi: 10.3923/jms.2015.135.138.
49. Lisovaya E.V., Viktorova E.P., Borodkina A.V. (2015). Pishchevaya i fiziologicheskaya cennost' l'nyanyh masel vysokolinolenovogo tipa. *Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*, 2, 65–71. (in Russian)
50. Lobaeva T.A. (2015). Izuchenie sostava i sodержaniya zhirnyh kislot v fitopreparatah [Study of the composition and content of fatty acids in phytopreparations]. *Vestnik RUDN, seriya Medicina*, 2, 9–18. (in Russian)
51. Ludvíková, M., & Griga, M. (2015). Transgenic Flax/Linseed (*Linum usitatissimum* L.) – Expectations and Reality. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 51, 123–141. doi: 10.17221/104/2015-CJGPB
52. Lyons, T., Boland, T., Storey, S. & Doyle, E. (2017). Linseed Oil Supplementation of Lambs' Diet in Early Life Leads to Persistent Changes in Rumen Microbiome Structure. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1–12. doi: 10.3389/fmicb.2017.01656
53. Matthäus, B. & Özcan, M. M. (2017). Fatty Acid Composition, Tocopherol and Sterol Contents in Linseed (*Linum usitatissimum* L.) Varieties. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering (IJCCE)*, 36(3), 147–152.
54. Matthews, K. R., Homer, D. B., Thies, F. & Calder, P. C. (2000). Effect of whole linseed (*Linum usitatissimum*) in the diet of finishing pigs on growth performance and on the quality and fatty acid composition of various tissues. *British Journal of Nutrition*, 83, 637–643. doi: 10.1017/S0007114500000817
55. Milena, S., Szalata, M. & Wielgus, K. (2011). The Changes in the Protein Profile in Response to Cadmium Stress in Flax (*Linum usitatissimum* L.). *Renewable Resources and Biotechnology for Material Applications*. Nova Science Publishers, 256–262.
56. Morris, D. H. (2007). *Flax – a Health and Nutrition Primer*. Flax Council of Canada, 140.
57. Nevrkla, P., & Vaclavkova, E. (2019). The effect of diet supplementation with linseed scrap on the meat quality and fatty acid profile of the meat and backfat in fattening gilts. *Veterinarni Medicina*, 64(11), 467–475. doi: 10.17221/42/2019-VETMED
58. Nykter, M., Kymäläinen, H.-R., Gates, F., Sjöberg, A.-M. (2006). Quality characteristics of edible linseed oil. *Agricultural and Food Science*, 15, 402–413.
59. Pacheco, J. T., Daleprame, J. B. & Boaventura, G. T. (2011). Impact of dietary flaxseed (*linum usitatissimum*) supplementation on biochemical profile in healthy rats. *Nutrición Hospitalaria*, 26(4), 798–802. doi:10.3305/nh.2011.26.4.5045
60. Pan, A., Yu, D., Demark-Wahnefried, W., Franco, O. H. & Lin, X. (2009). Meta-analysis of the effects of flaxseed interventions on blood lipids. *American Journal of Clinical Nutrition*, 90(2), 288–297. doi:10.3945 /ajcn.2009.27469
61. Parikh, M., Maddaford, T. G., Austria, J. A., Aliani, M., Netticadan, T. & Pierce, G. N. (2017). Dietary Flaxseed as a Strategy for Improving Human Health. *Nutrients*, 11, 1–15. doi:10.3390/nu11051171
62. Peiretti, P.G., Gai, F., Brugiapaglia, A., Mussa, P. & Meineri, G. (2015). Fresh meat quality of pigs fed diets with different fatty acid profiles and supplemented with red wine solids. *Food Science and Technology*, 35, 633–642.
63. Polyakov, V. A., Levchuk, A. N., & Lyah, V. A. (2011). Izuchenie belkovogo kompleksa semyan l'na [Study of the protein complex of flax seeds]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu*, 2, 23–28 (in Russian).
64. Polyakova, I. A., & Gudoshnik, M. N. (2015). Sravnitel'naya harakteristika novykh liniy l'na, poluchennykh metodom mezhvidovoy gibridizatsii [Comparative characteristics of new flax lines obtained by the method of interspecific hybridization]. *Aktual'ni pitannya biologii, ekologii ta himii*, 9(1), 34–46 (in Russian).
65. Poliakova, I. O., Yarantseva, V. V., Levchuk, H. M. & Liakh, V. O. (2011). Biokhimichni ta anatomo-morfolohichni osoblyvosti budovy fotosyntetychnoho aparatu khlorofilnykh mutantiv lonu oliinoho [Biochemical and anatomical and morphological features of the structure of the photosynthetic apparatus of chlorophyll mutants of flax oil]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu*, 2, 28–35 (in Ukrainian).
66. Popa, V.-M., Gruia, A., Raba, D.-N., Dumbrava, D., Moldovan, C., Bordean, D., Mateescu, C. (2012). Fatty acids composition and oil characteristics of linseed (*Linum usitatissimum* L.) from Romania. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 18(2), 136–140.
67. Prior, P. L., Ramos, A. C., Eserian, J. K., Zapparoli, J., & Galduróz, J. C. F. (2015). Flaxseed Oil Decreases Craving for Chocolate: Preliminary Results. *International Archives of Addiction Research and Medicine*, 1(2), 1–4.
68. Reethega, V., Vishnu, P. V., Gayathri, R. (2018). Cytotoxicity potential of flaxseed oil on oral cancer cell lines. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 9(2), 430–433. doi: 10.26452/ijrps.9i2.1513
69. Ren, G., Zhang, W., Sun, S., Duan, X., Zhang, Z. (2015). Enhanced Extraction of Oil from Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) Using Microwave Pre-treatment. *Journal of Oleo Science*, 64(10), 1043–1047. doi:10.5650/jos.ess.15099.
70. Rodriguez-Leyva, D., Bassett, C. M. C., McCullough, R., Pierce, G. N. (2010). The cardiovascular effects of flaxseed and its omega-3 fatty acid, alpha-linolenic acid. *Canadian Journal of Cardiology*, 26(9), 489–496.
71. Rodriguez-Leyva, D., Weighell, W., Edell, A. L., LaVallee, R., Dibrov, E., Pinneker, R., Maddaford, T. G., Ramjiawan, B., Aliani, M., Guzman, R., Pierce, G. N. (2013). Potent Antihypertensive Action of Dietary Flaxseed in Hypertensive Patients. *Hypertension*, 2013, 1081–1089. doi: 10.1161/hypertensionaha.113.02094
72. Rubilar, M., Gutiérrez, C., Verdugo, M., Shene, C., & Sineiro, J. (2010). Flaxseed as a Source of Functional Ingredients. *Journal of soil science and plant nutrition*, 10(3), 373–377.
73. Samojlova Yu. G., Olejnik O. A., Sagan E. V., Denisov N. S., Filippova T. A., Podchinenova D. V. (2019). Rol' polinenasyshchennykh zhirnyh kislot v protektsii serdechno-sosudistykh zabolevanij u detej, stradayushchih ozhireniem [The

- role of polyunsaturated fatty acids in the protection of cardiovascular diseases in obese children.]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 6, 1–14. (in Russian)
74. Savoire, R., Lazouk, M., Van-Hecke, E., Roulard, R., Tavernier, R., Guillot, X., Rhazi, L., Petit, E., Mesnard, F. & Thomasset, B. (2015). Environmental and varietal impact on linseed composition and on oil unidirectional expression process. *Oilseeds & fats Crops and Lipids*, 22(6), 1–10. doi: 10.1051/ocl/2015016
75. Shahid, M. Z., Imran, M., Khan, M. K., Ahmad, M. H., Nadeem, M., Muhammad, N. & Yasmin, A. (2020). OMEGA-3 Fatty Acids Retention, Oxidative Quality, and Sensoric Acceptability of Spray-Dried Flaxseed Oil. *Journal of Food Quality*, 2020, 1–13.
76. Shallie, P. D., Olayinka, O. O., Akpan, H. B., Otulana, O. J., Alese, O. O., Babatunde, B. R., Talabi, D. J. & Shallie, O. F. (2017). Potential Neuro-therapeutic Effect of Flaxseed Oil on the Striatum of Rotenone Mice Model of Parkinson's Diseases. *British Journal of Medicine & Medical Research*, 22(1), 1–9.
77. Shevchenko, I. A., Liakh, V. O., Poliakov, O. I., Soroka, A. I., Vedmedieva, K. V., Zhuravel, V. M, Makhno, Yu. O., Tovstanovska, T. H., & Budilka, H. I. (2017). Lon oliinyi, hirschytsia. Stratehiia vyrobnytstva oliinoi syrovyny v Ukraini (maloposhyreni kultury) [Oil flax, mustard. Strategie for the production of oilseeds in Ukraine (rare crops)]. Instytut oliinykh kultur Natsionalnoi akademii ahrarykh nauk Ukrainy. STATUS, Zaporizhzhia (in Ukrainian).
78. Shima, Y. Y., Guia, B., Arnisonb, P. G., Wang, Y. & Reaney, M. J. T. (2014). Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) bioactive compounds and peptide nomenclature. *Trends in Food Science & Technology*, 38, 5–20. doi: 10.1016/j.tifs.2014.03.011
79. Shunthwal, J. & Sheoran, N. (2017). Influence of linseed oil feeding on performance and fatty acid composition of muscles in broiler chicks. *The Pharma Innovation Journal*, 6(11), 268–273.
80. Smolová, J., Němečková, I., Klimešová, M., Švandrlík, Z., Bjelková, M., Filip, V., & Kyselka, J. (2017). Flaxseed varieties: composition and influence on the Growth of Probiotic microorganisms in milk. *Czech Journal of Food Sciences*, 35, 18–23.
81. Stenberg, C. (2004) Influence of the fatty acid pattern on the drying of linseed oils. *AKADEMISK AVHANDLING*, Stockholm, 34.
82. Subbotina, M. A. (2009). Fiziologicheskie aspekty ispol'zovaniya zhirov v pitanii [Physiological aspects of the use of fats in nutrition]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 15(4), 1–4 (in Russian).
83. Suksombat, W., Thanh, L. P., Meeprom, C. & Mirattanaphrai, R. (2014). Effects of Linseed Oil or Whole Linseed Supplementation on Performance and Milk Fatty Acid Composition of Lactating Dairy Cows, 27(7), 951–959. doi: 10.5713/ajas.2013.13665
84. Sychov M.I. (2015). Pytannia yakosti, naturalnosti i toksykologii molochnykh produktiv [Issues of quality, naturalness and toxicology of dairy products]. *Kharchova nauka i tekhnolohiia*, 9(4), 64–67. (in Ukrainian))
85. Szymczyk, B. & Szczurek, W. (2016). Effect of dietary pomegranate seed oil and linseed oil on broiler chickens performance and meat fatty acid profile. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 25, 37–44.
86. Tanbouly, N. E., Sayed, A. M. E., Ali, Z. Y., Wahab, S. A., Gayed, Sabah H. E., Ezzat, S. M., Senousy, A. S. E., Choucry, M. A. & Abdel-Sattar E. (2017). Antidepressant-Like Effect of Selected Egyptian Cultivars of Flaxseed Oil on a Rodent Model of Postpartum Depression. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 7, 1–15. doi:10.1155/2017/6405789
87. Tarpila S., Aro A., Salminen I., Tarpila A., Kleemola P., Akkila J. & Adlercreutz H. (2002). The effect of flaxseed supplementation in processed foods on serum fatty acids and enterolactone. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56, 157–165.
88. Tarpila, A., Wennberg, T. & Tarpila, S. (2005). Flaxseed as a functional food. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 3, 167–188.
89. Thompson, S. J. (2015). Investigating Value Added Potential of Flaxseed and Straw. Final Report. Saskatchewan. 175.
90. Tint D., Anghel M., Lupu D.S., Fischer L.M. & Niculescu M.D. (2011). Low dose Flaxseed Oil Supplementation Alters the Fatty Acids Profile and the Progression of Metabolic Syndrome in Men without Adequate Medical Treatment. *Journal of Nutritional Disorders & Therapy*, 7, 1–8. doi: 10.4172/2161-0509.1000S7-001.
91. Trebušak, T., Levart, A., Voljč, M., Tomažin, U., Pirman, T. (2011). The Effect of linseed oil supplementation on performance, fatty acid composition and oxidative status of rabbits. *Acta argiculturae Slovenica*, 98(2), 119–125. doi:10.2478/v10014-011-0028-2
92. Troshchynska, Y., Bleha, R., Kumbarová, L., Sluková, M., Sinica, A., Štětina, J. (2019). Discrimination of flax cultivars based on visible diffusion reflectance spectra and colour parameters of whole seeds. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(3), 199–204. doi: 10.17221/202/2018-CJFS
93. Touré A. & Xueming X. (2010). Flaxseed Lignans: Source, Biosynthesis, Metabolism, Antioxidant Activity, Bio-Active Components, and Health Benefits. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 10, 261–269.
94. Vaclavkova, E, Volek, Z, Belkova, J, Duskova, D, Czauderna, M, & Marounek, M (2016): Effect of linseed and the combination of conjugated linoleic acid and linseed on the quality and oxidative stability of pig meat and subcutaneous fat. *Veterinari Medicina*, 61, 428–435.
95. Wang, T., Sha, L., Li, Y., Zhu, L., Wang, Z., Li, K., Lu, H., Bao, T., Guo, L., Zhang, X. & Wang, H. (2020). Dietary α -Linolenic Acid-Rich Flaxseed Oil Exerts Beneficial Effects on Polycystic Ovary Syndrome Through Sex Steroid Hormones – Microbiota – Inflammation Axis in Rats. *Frontiers in Endocrinology*, 11, 1–21. doi: 10.3389/fendo.2020.00284
96. Weill, P., Schmitt, B., Chesneau, G., Norohanta, D., Safradou, F. & Legrand P. (2002). Effects of Introducing Linseed in Livestock Diet on Blood Fatty Acid Composition of Consumers of Animal Products. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 46, 182–191. DOI: 10.1159/000065405
97. Wielgusz, K. & Heller, K. (2011). The Influence of Flax Seed Organic Dressing on Fungus Flora Diversity in the Soil. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 56(4), 198–202.

98. Zhang, Z.-S., Wang, L.-J., Li, D., Li, S.-J., & Özkan, N. (2011). Characteristics of Flaxseed Oil from Two Different Flax Plants. *International Journal of Food Properties*, 14, 1286–1296.
99. Zhang, J. & Cao, R. (2009). Evaluation of Fatty Acid Composition and Lignan Content of Peace Country Flax Seed. Alberta Research Council. Guelph Food Research Centre, 21.
100. Zhang, Z.-S., Li, D. & Zhang, L.-X. (2013). Effect of Heating on the Fatty Acid Composition and Oxidation Products of Flaxseed Oil. *Asian Journal of Chemistry*, 25(18), 10083–10086.

Vereshchahin I. V., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Kandyba N. M., PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Stashko M. R., Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Nedohybchenko A. S., Student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Flax seeds (*Linum usitatissimum* L.) as a valuable food resource

*The article presents the results of the analysis of literature sources related to studies of morphology, anatomy, chemical composition of flax seeds (*Linum usitatissimum* L.), as well as industrial and medical use of flaxseed oil. This culture has long been known to mankind as a yarn, as it served as a source of fiber for the manufacture of clothing and technical fabrics. The list of fabric products is extremely diverse: coarse packaging fabric, burlap, tarpaulin, twine, fine bedding, fabrics for decoration, towels and clothing, as well as fine lawn. The seeds were used as animal feed and seed. But today there is a growing demand for flax seeds for processing into food, medicinal and technical purposes.*

Flaxseed oil is widely used in the industry for the manufacture of drying oils, paints, varnishes, insulating tape, linoleum, confectionery and fish canning industry. In addition, flax seeds can act as a drug for the treatment of diseases of the gastrointestinal tract. Flax seed has a number of morphological and anatomical features that determine the biological properties of this culture. The size of the seed (weight of 1000 pcs.) Varies, depending on the variety and growing conditions, from 2.1 to 13.0 g. Endosperm of flaxseed contains a large amount of fat and protein.

The anatomical structure and chemical composition of flax seeds determine its potential as a food and medicinal raw material. Coarse seeds are used to make bread and pastries used in dietary nutrition. Recent scientific studies have shown that flaxseed is extremely rich in polyunsaturated fatty acids such as linoleic (ω -3), linolenic (ω -6) and others. These acids are found in many valuable oils and products of animal origin; for the human body they are indispensable because they are not synthesized. Their use has a positive effect on the functioning of both individual organs and the therapeutic state of the human body as a whole. Thus, polyunsaturated fatty acids improve the elasticity of blood vessel walls, including the retina and muscle fibers of the heart, so their use is desirable in glaucoma, cataracts, myocardial infarction, atherosclerosis, diabetes. The use of these acids by women during pregnancy has a positive effect on the development of the brain in the fetus. In world practice, the use of products with unsaturated fatty acids is used to support patients with cancer and immune deficiency. Adding flaxseed meal to the diet of farm animals increases their resistance to disease and improves the taste of meat.

Key words: flax, seed, oil, fatty acids, iodine number, acid number.