

Національна академія аграрних наук України  
Інститут олійних культур

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор ІОК НААН,  
д.т.н., чл.-кор. НААН, проф.  
\_\_\_\_\_ І.А. Шевченко

**ТЕХНОЛОГІЯ КОМПЛЕКСНОЇ БЕЗВІДХІДНОЇ ПЕРЕРОБКИ  
МАКУХИ З НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР З ОДЕРЖАННЯМ  
ВИСОКОЯКІСНИХ ПОВНОЦІННИХ ПРОТЕЇНОВИХ ДОБАВОК  
У ВИГЛЯДІ ПЕЛЕТ ТА ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА**

(Завдання 33.01.00.65.П)

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

Вченою Радою ІОК НААН

Протокол № 10

"04 " листопада 2015 р.

Секретар Вченої Ради ІОК НААН

\_\_\_\_\_ В.М. Журавель

**РОЗРОБЛЕНО**

Завідувач науково-виробничої  
лабораторії механізації та  
полівництва, к.т.н.

\_\_\_\_\_ Е.Б. Алієв

Старший науковий співробітник  
науково-виробничої лабораторії  
механізації та полівництва

\_\_\_\_\_ О.М.Пацула

"29" жовтня 2015 р.

Запоріжжя, 2015

## ВСТУП

Збільшення виробництва і покращення якості білкових кормів як однієї з найважливіших задач в підвищенні продуктивності тварин та птиці може бути здійснено за рахунок удосконалення технології по переробці макухи, яка на сьогодні обмежується подрібненням з наступним введенням в комбікорми.

На сьогодні основним способом переробки макухи є подрібнення з послідовним введенням в комбікорми. Удосконалена в Інституті олійних культур технологія переробки макух за рахунок введення додаткової операції механічного фракціонування подрібненої макухи на білкову і лушпинну фракції дозволяє виділити більш як 40% білкового порошку з вмістом протеїна не менше 38%.

Лушпина фракція, що включає основну масу клітковини використовується для виготовлення паливних брикетів.

Вміст в білковому порошок 8-12% олії сприяє швидкому його окисленню, що призводить до зниження якості протеїнової добавки. Для збільшення часу проходження процесу окислення запропоновано виготовляти білкову фракцію у вигляді пелет.

Крім уникнення швидкому окисленню, завдяки процесу пелетування, будуть зменшені об'єми збереження пелет у складських приміщеннях та зменшені затрати на їх транспортування. Тому вирішення питань механізації переробки макухи за рахунок удосконалення технології та устаткування для розділення її на білкову фракцію у вигляді пелет і лушпину у вигляді паливних брикетів є досить актуальним.

# 1 ОПИС ТЕХНОЛОГІЇ

В Інституті олійних культур НААН розроблена технологія переробки макух з насіння олійних культур з отримання протеїнових добавок та твердого біопалива з лушпинної фракції [1-5].

Технологічна схема виготовлення паливних брикетів з лушпинних фракцій макух насіння олійних культур представлена на рисунок 1.1.

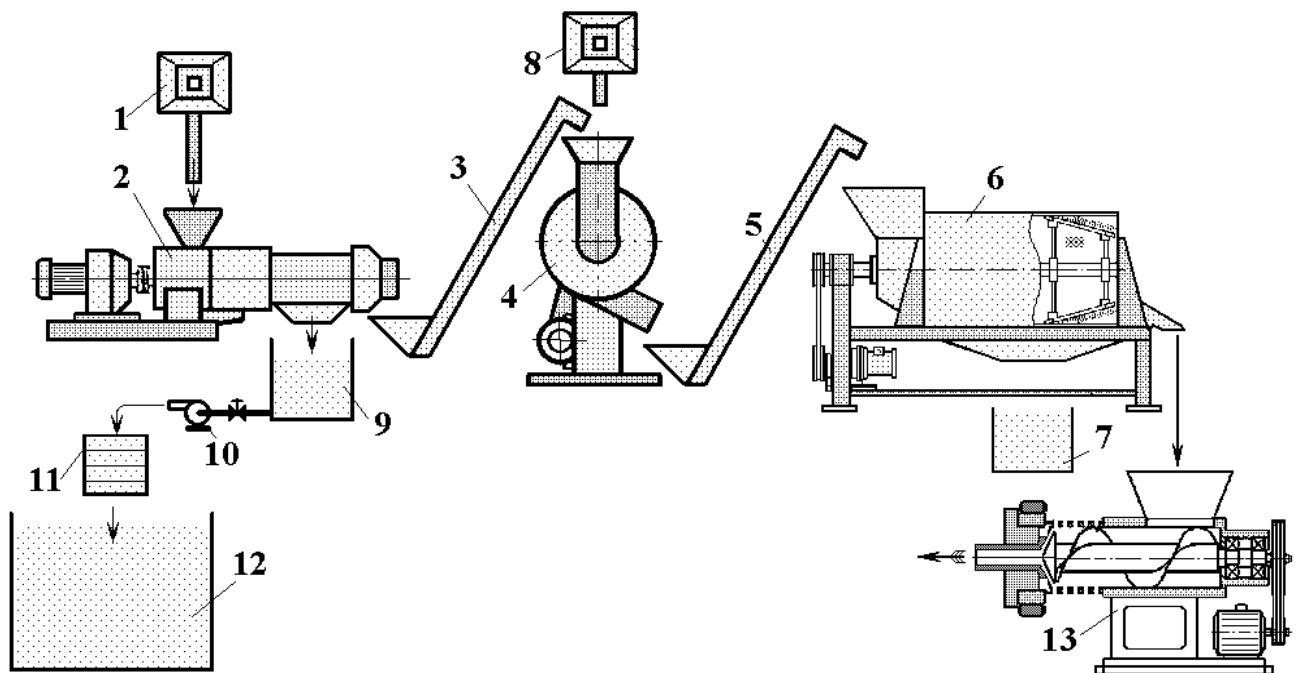


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва паливних брикетів з лушпинних фракцій макух насіння олійних культур: 1, 3, 5, 8 – шнековий транспортер; 2 – прес-екструдер; 4 – молоткова дробарка; 6 – щітковий роторний просіювач; 7 – накопичувач білкової фракції; 9 – проміжна ємність для олії; 10 – насос; 11 – фільтр; 12 – накопичувальна ємність для олії; 13 – прес-брикетувальник

Насіння олійних культур шнековим транспортером 1 подається в прес-екструдер 2 де відбувається вичавлення олії і отримання макухи. Макуха шнековим транспортером 3 подається в молоткову дробарку 4, подрібнюється і направляється на механічне фракціонування в щітковий роторний просіювач 6. Просіяна білкова фракція накопичується в накопичувачі 7, а сходова лушпинна фракція подається в прес-брикетувальник 13. Відчавлена олія самопливом заповнює ємність 9 звідки насосом 10 через фільтр 11 направляється в накопичувальну ємність 12. При відсутності процесу екструдерного чавлення насіння олійних культур макуха шнековим транспортером 8 подається в молоткову дробарку 4.

Доопрацьована розроблена в ІОК НААН технологія переробки макух з насіння олійних культур введенням в її конструктивно-технологічну схему



## 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ

Визначення економічної ефективності технології виділення протеїнового концентрату з макух насіння олійних культур виконується методом послідовного порівняння абсолютних значень показників базового й пропонованого варіантів.

За базовий варіант було обрано загальноприйнятую лінію переробки насіння олійних культур (рисунок 2.1), до складу якої входять: живильник, прес-екструдер, приймальна місткість для олії, насос, фільтр, накопичувач для олії.

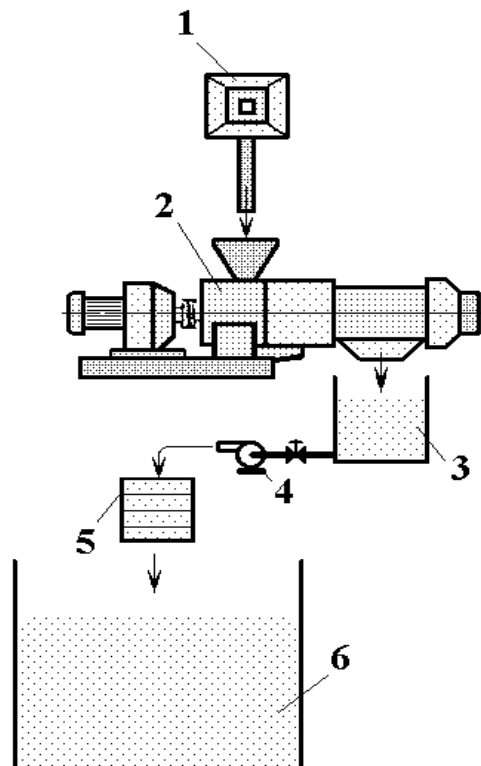


Рисунок 2.1 – Існуюча конструктивно-технологічна схема лінії переробки насіння олійних культур: 1 – живильник; 2 – прес-екструдер; 3 – приймальна місткість для олії; 4 – насос; 5 – фільтр; 6 – накопичувач для олії

Технічні характеристики обладнання для загальноприйнятої лінії переробки насіння олійних культур представлено в таблиці 2.1.

За проектний варіант прийнято розроблену конструктивно-технологічну схему лінії одержання кормових пелетів і паливних брикетів із макухи олійного насіння (рисунок 2.2), до складу якої входять: шнекові транспортери, прес-екструдер, молоткова дробарка, щітковий роторний просіювач, накопичувач білкової фракції, проміжна ємність для олії, насос, фільтр, накопичувальна ємність для олії, прес-брикетувальник, пелетератор.

Технічні характеристики обладнання для пропонованої конструктивно-технологічної схеми лінії одержання кормових пелетів і паливних брикетів із

макухи олійного насіння представлено в таблиці 2.2.

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики обладнання для загальноприйнятої лінії переробки насіння олійних культур

Показник	Транспортер для пресу	Прес-екструдер	Лінія фільтрації	Всього
Марка	ШТ-3	ММШ-130	ЛФ-2	
Продуктивність, кг/год.	3000	130	70	
Потужність, кВт	2,2	7,5	2,2	
Вихід олії	0	0,36	0	
Ціна, грн.	5250	26900	12900	45050,00

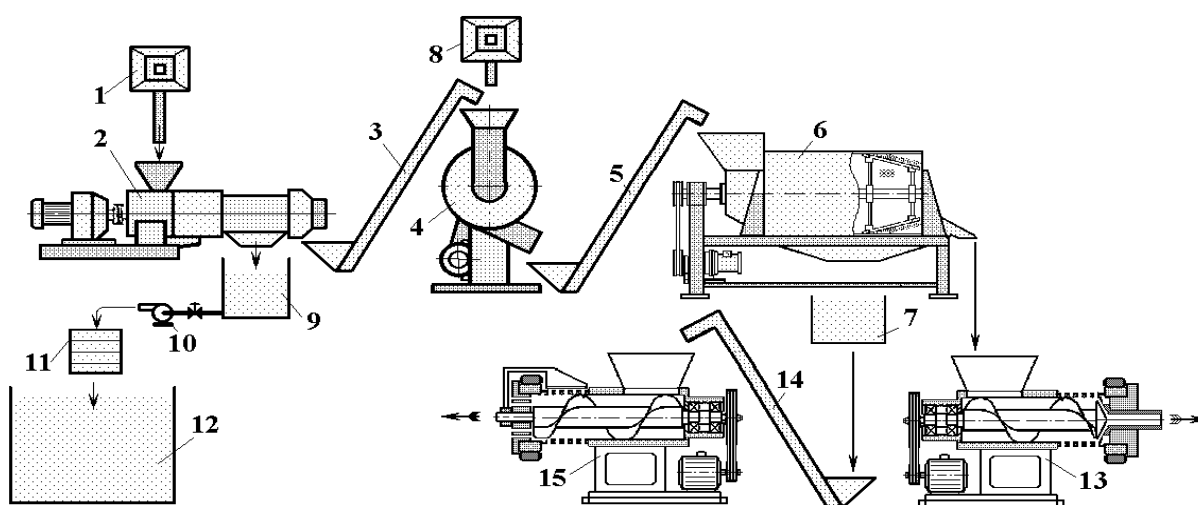


Рисунок 2.2 – Пропонована конструктивно-технологічна схема лінії одержання кормових пелетів і паливних брикетів із макухи олійного насіння: 1, 3, 5, 8, 14 – шнековий транспортер; 2 – прес-екструдер; 4 – молоткова дробарка; 6 – щітковий роторний просіювач; 7 – накопичувач білкової фракції; 9 – проміжна ємність для олії; 10 – насос; 11 – фільтр; 12 – накопичувальна ємність для олії; 13 – прес-брикетувальник; 15 – пелетератор

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики обладнання для пропонованої конструктивно-технологічної схеми лінії одержання кормових пелетів і паливних брикетів із макухи олійного насіння

Показник	Транспортер для пресу	Прес-екструдер	Лінія фільтрації	Транспортер для дробарки	Дробарка
Марка	ШТ-3	ММШ-130	ЛФ-2	ШТ-3	МД-210
Продуктивність, кг/год.	3000	130	70	3000	210
Потужність, кВт	2,2	7,5	2,2	2,2	2,2
Вихід олії	0	0,36	0	0	0
Ціна, грн.	5250	26900	12900	5250	9400

Показник	Транспортер для просіювача	Щітковий роторний просіювач	Прес-брикетувальник	Пелелератор	Всього
Марка	ШГ-3	Власна розробка	Власна розробка	Власна розробка	
Продуктивність, кг/год.	3000	500	300	100	
Потужність, кВт	2,2	2,2	7,5	7,5	
Вихід олії	0	0	0	0	
Ціна, грн.	5250	17700	23400	25400	131450,00

Вихідні параметри для розрахунку економічної ефективності представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Вихідні параметри для розрахунку економічної ефективності

Показник	Значення
Маса насіння соняшника, кг	50000
Маса отриманої олії, кг	18000
Маса отриманої макухи, кг	32000
Маса білкової фракції (пелетів), кг	8000
Маса лушпиної фракції (брикетів), кг	24000
Вартість 1 кг насіння соняшника, грн./кг	8
Вартість 1 кг олії, грн./кг	25
Вартість 1 кг кормових пелет, грн./кг	11,3
Вартість 1 кг брикетів, грн./кг	2
Вартість 1 кг макухи, грн./кг	2,5
Кількість робочих годин за 1 день, год.	8
Кількість робочих днів	250
Тарифна ставка робітника, грн./год.	25
Вартість 1 кВт електроенергії, грн.	1,81

Розрахунки виконані згідно методу економічного оцінювання техніки на етапі випробування, яка є галузевим стандартом України ДСТУ 4397:-2005 [6] і загальноприйнятих методик [7, 8, 9, 10]. На основі отриманих розрахунків визначені показники експлуатаційних затрат по кожному обладнанні для базового (таблиця 2.4) і проектного (таблиця 2.5) варіантів.

Таблиця 2.4 – Експлуатаційні затрати по кожному обладнанні для базового варіанту

Показник	Транспортер для пресу	Прес-екструдер	Лінія фільтрації	Всього
Марка	ШТ-3	ММШ-130	ЛФ-2	
Час роботи установки, год.	16,67	384,62	257,14	658,42
Кількість робітників, люд.	0	1	0	1
Трудові затрати, люд. · год.	0,00	384,62	0,00	384,62
Прямі затрати труда, грн.	0,00	9615,38	0,00	9615,38
Питомі затрати труда, грн./кг	0,00	0,19	0,00	0,19
Затрати електроенергії, кВт·год.	36,67	2884,62	565,71	3487,00
Прямі затрати електроенергії, грн.	66,37	5221,15	1023,94	6311,46
Питомі затрати електроенергії, грн./кг	0,00	0,10	0,02	0,13
Затрати на амортизацію обладнання, грн.	6,13	724,23	232,20	962,56
Питомі затрати на амортизацію обладнання, грн./кг	0,00	0,01	0,00	0,02
Затрати на ремонт і технічне обслуговування, грн.	6,56	775,96	248,79	1031,31
Питомі затрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./кг	0,00	0,02	0,00	0,02

Таблиця 2.5 – Експлуатаційні затрати по кожному обладнанні для проектного варіанту

Показник	Транспортер для пресу	Прес-екструдер	Лінія фільтрації	Транспортер для дробарки	Молоткова дробарка
Марка	ШТ-3	ММШ-130	ЛФ-2	ШТ-3	МД-210
Час роботи установки, год.	16,67	384,62	257,14	10,67	152,38
Кількість робітників, люд.	0	1	0	0	1
Трудові затрати, люд. · год.	0,00	384,62	0,00	0,00	152,38
Прямі затрати труда, грн.	0,00	9615,38	0,00	0,00	3809,52
Питомі затрати труда, грн./кг	0,00	0,19	0,00	0,00	0,08
Затрати електроенергії, кВт·год.	36,67	2884,62	565,71	23,47	335,24
Прямі затрати електроенергії, грн.	66,37	5221,15	1023,94	42,47	606,78
Питомі затрати електроенергії, грн./кг	0,00	0,10	0,02	0,00	0,01
Затрати на амортизацію обладнання, грн.	6,13	724,23	232,20	3,92	100,27



Показник	Транспортер для пресу	Прес-екструдер	Лінія фільтрації	Транспортер для дробарки	Молоткова дробарка
Питомі затрати на амортизацію обладнання, грн./кг	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Затрати на ремонт і технічне обслуговування, грн.	6,56	775,96	248,79	4,20	107,43
Питомі затрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./кг	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Показник	Транспортер для просіювача	Щітковий роторний просіювач	Прес-брикетувальник	Пелетератор	Всього
Марка	ШТ-3	Власна розробка	Власна розробка	Власна розробка	
Час роботи установки, год.	10,67	64,00	80,00	80,00	1056,14
Кількість робітників, люд.	0	0	0	0	2
Трудові затрати, люд. · год.	0,00	0,00	0,00	0,00	537,00
Прямі затрати труда, грн.	0,00	0,00	0,00	0,00	13424,91
Питомі затрати труда, грн./кг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
Затрати електроенергії, кВт·год.	23,47	140,80	600,00	600,00	5209,97
Прямі затрати електроенергії, грн.	42,47	254,85	1086,00	1086,00	9430,04
Питомі затрати електроенергії, грн./кг	0,00	0,01	0,02	0,02	0,19
Затрати на амортизацію обладнання, грн.	3,92	79,30	131,04	142,24	1423,24
Питомі затрати на амортизацію обладнання, грн./кг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Затрати на ремонт і технічне обслуговування, грн.	4,20	84,96	140,40	152,40	1524,90
Питомі затрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./кг	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03

Провівши порівняння базового і проектного варіантів за економічними показниками (таблиця 2.6) встановлено, що застосування запропонованої технології виділення протеїнового концентрату з макух насіння олійних культур у порівнянні з існуючою дає значний економічний ефект.

Таблиця 2.6 – Порівняння базового і проектного варіантів за економічними показниками

Показник	Проектний	Базовий
Сукупні експлуатаційні затрати, грн.	25803,09	17920,71
Питомі експлуатаційні затрати, грн./кг	0,52	0,36
Вартість насіння соняшника, грн.	400000,00	400000,00
Вартість отриманої олії, грн.	450000,00	450000,00
Вартість кормових пелетів, грн.	90400,00	0,00
Вартість брикетів, грн.	48000,00	0,00
Вартість макухи, грн.	0,00	80000,00
Питома вартість отриманої олії, грн.	9,00	9,00
Питома вартість кормових пелетів, грн.	1,81	0,00
Питома вартість брикетів, грн.	0,96	0,00
Питома вартість макухи, грн.	0,00	1,60
Питомі затрати на логістику, грн./кг	0,80	0,80
Затрати на логістику, грн.	40000,00	40000,00
Оренда приміщення, грн./год.	12,00	12,00
Питомі затрати на оренду приміщення, грн./кг	0,17	0,17
Затрати на оренду приміщення, грн.	8571,43	8571,43
Вартість отриманої продукції, грн.	588400,00	530000,00
Питома вартість отриманої продукції, грн./кг	11,77	10,60
Сукупні затрати, грн.	474374,52	466492,14
Сукупні питомі затрати, грн.	9,49	9,33
Прибуток, грн.	114025,48	63507,86
Питомий прибуток, грн.	2,28	1,27
Економічний ефект, грн.	50517,63	-
Питомий економічний ефект, грн./кг	1,01	-
Різниця вартості обладнання, грн.	86400,00	-
Строк окупності, рік	1,71	-

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гриценко В.Т. Способы получения белкового порошка из семян подсолнечника / В.Т. Гриценко // Научно-технический бюллетень Института олійних культур УААН. - Запоріжжя, 2003.- Вип. 8.- С.279-283.
3. Гриценко В.Т. Розробка технології переробки насіння олійних культур та їх макух / В.Т.Гриценко, Ю.О.Дурін // Современные вопросы создания и использования сортов и гибридов масличных культур: сб. тезисов Междунар. конф.- Запорожье, 2002.- С.25.
4. Пат. 87579, Україна, МПК С10L 5/40. Спосіб одержання паливних брикетів з олійної сировини / Гриценко В.Т., Чехов А.В.; заявник і патентовласник Запорізький Інститут олійних культур УААН.- №200712549; заявл. 12. 11. 2007; опубл.27. 07. 2009, Бюл. №14. - 2 с.
5. Пат. 74880, Україна, МКИ А 23 j 1/14/ Спосіб одержання білкового борошна із макухи олійного насіння / В.Т.Гриценко В.Т., Чехов А. В. - №2003109430; Заявл. 20. 10. 2003; Опубл.15. 11. 2005, Бюл. №11. – 2с.
6. ДСТУ 4397: 2005. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 15 с.
7. Косачев Г.Г. Экономическое оценка сельскохозяйственной техники / Г.Г. Косачев. – М.: Колос, 1978. – 240 с.
8. Типовая методика комплексной энергетической оценки технологии кормопроизводства. М 29.040 85. – Дослідницьке, 1985. – 35 с.
9. Методы определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники / А. В. Шпилько. – М. : Минсельхозпрод РФ. Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства, 1998.
10. ГОСТ 23729-88 Методы экономической оценки специализированных машин. Введ. 01.01.1988. – М. : Государственный комитет СССР по стандартам, 1988.– 6 с.