

УДК 621.979:663.035

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ ВІДЖИМАННЯ ПИВНОЇ ДРОБИНИ ДВОГВИНТОВИМ ПРЕСОМ

Луц П. М., аспірант

Алієв Е. Б., аспірант

Інститут механізації тваринництва НААН

Тел./факс: (061) 289-81-44

*У статті представлені результати експериментальних досліджень залежностей впливу техніко-технологічних параметрів роботи двогвинтового пресу на якісні, кількісні та енергетичні показники процесу віджимання пивної дробини.*

**Ключові слова:** аналіз, двогвинтовий прес, експериментальні залежності, пивна дробина, техніко-технологічні параметри, якісні та кількісні показники.

**Проблема.** У національному проєкті «Відроджене скотарство» констатовано, що лише комплексний підхід до вирішення існуючих проблем у скотарстві надасть змогу докорінно змінити ситуацію в цьому сегменті вітчизняного тваринництва в напрямі повного задоволення державних потреб.

Досягти поставлених завдань - підвищення рівня продуктивності корів до 5500–5600 кг по всіх категоріях господарств і 6000-6100 кг у сільгосп підприємствах та середньодобових приростів молодяку великої рогатої худоби до 700-800 г, доведення загального обсягу заготівлі кормів у 2015 році до 20-22 млн. тонн кормових одиниць із вмістом не менше 105-107 г перетравного протеїну на одну кормову одиницю і збільшення виробництва комбікормів для молочного скотарства до 5,54 млн. тонн, включаючи фуражне зерно – до 4,36 млн. тонн і білково-вітамінно-мінеральні добавки – до 1,18 млн. тонн можливо тільки за умови розвитку повноцінної кормової бази [1].

Корми – першооснова, головна передумова функціонування і розвитку всієї тваринницької галузі. Дефіцит кормів призводить до незбалансованості раціонів годування, втратам розрахункового виходу продукції та підвищенню собівартості приросту живої маси. Наприклад, в структурі собівартості свинини найбільшу частку складають витрати на корми (до 80 %). Білок був і залишається найдорожчим інгредієнтом у кормах тварин: його вартість у системі раціонів перевищує 70 % загальної вартості поживних речовин. Нестача поживних речовин,

особливо білку, вітамінів, а також макро- та мікроелементів спричиняє зниження приростів, збільшення строків відгодівлі, перевитрату кормів і, як наслідок, собівартість вітчизняної тваринницької продукції вища, ніж в країнах ЄС.

Як відмічено у національному проекті «Відроджене скотарство», ситуацію ускладнює те що морально застарілі технологічні і технічні засоби виробництва тваринницької продукції на фермах зумовлюють високу енергоємність виробництва одиниці продукції молочного скотарства та її собівартість. В силу дії зазначених негативних факторів величезний економічний потенціал галузі не використовується і на половину, надзвичайно низькою залишається якість тваринницької сировини. Основними напрямками визначено:

- розвиток кормовиробництва;
- технічне та технологічне переоснащення галузі;
- вдосконалення системи контролю якості та безпеки продукції.

Тому, дослідження, які дозволяють залучити на кормові цілі практично всю пивну дробину, яка є відходом пивної галузі України – це актуальний напрямок роботи. Шляхом впровадження технологічних процесів і технічних засобів її переробки, які забезпечать отримання високопоживного, екологічно чистого та якісного корму з пивної дробини, можливо створити базу для заміщення понад 8% комбікорму, що потребує скотарство (рис. 1).

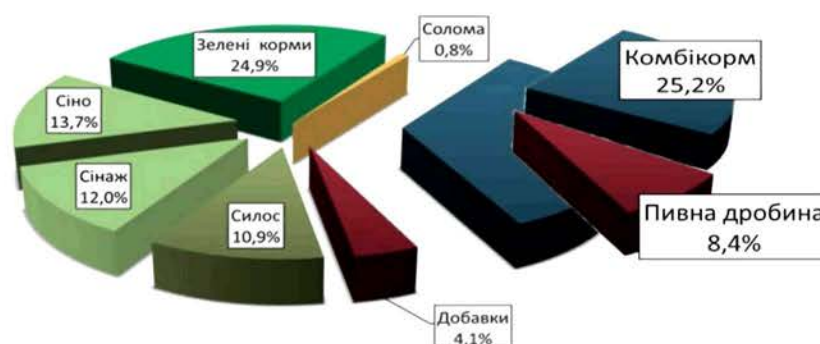


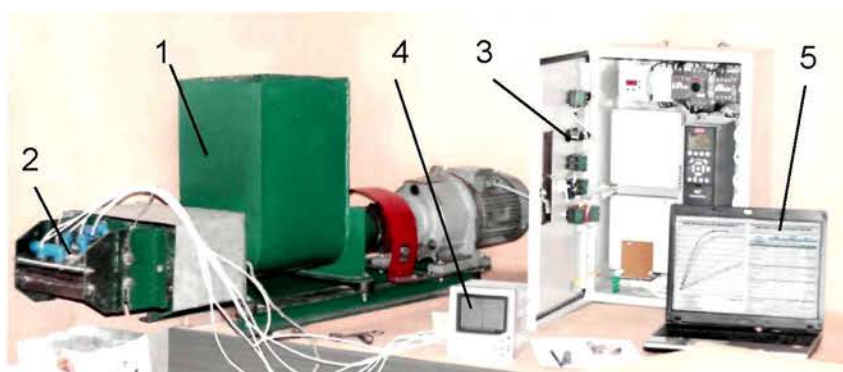
Рисунок 1 – Потенційна частка пивної дробини у складі комбікормів для скотарства

Отже, пивна дробина, яка є водянистим продуктом і швидко псується не може бути раціонально використана у натуральному вигляді. Але може при певній обробці стати джерелом додаткового кормового білку. Тому, існує проблема розробки ефективних методів переробки пивної дробини, які б дозволяли зберігати її кормові переваги, продовжити терміни її зберігання та включити до складу комбікормів, що узгоджується із завданням сформульованим у нацпроекті «Від-

роджене скотарство». Галузева програма виробництва комбікормів на період 2011–2015 рр. передбачає необхідність зменшення в них зернових компонентів і підвищення частки продуктів переробки.

**Мета досліджень.** Провести аналіз експериментальних залежностей впливу техніко-технологічних параметрів роботи двогвинтового пресу на якісні, кількісні та енергетичні показники процесу віджимання пивної дробини.

**Методи та матеріали.** Для проведення експериментальних досліджень процесу віджимання пивної дробини був створений експериментальний стенд. До складу експериментального стенду входить двогвинтовий прес та обладнання для вимірювання і запису досліджуваних показників (рис. 2).



1 – експериментальний зразок двогвинтового пресу для видалення вологи з пивної дробини; 2 – система датчиків для виміру тиску у віджимній насадці пресу; 3 – частотний регулятор Danfoss; 4 – відеографічний регулятор Екограф-Т; 5 – персональний комп'ютер з ПЗ реєстрації вимірюваних показників.

Рисунок 2 – Стенд для проведення експериментальних досліджень

При плануванні експериментальних досліджень використана матриця оптимального плану Бокса-Бенкина третього рівня для трьох факторного експерименту. В якості критеріїв оптимізації прийняті: кінцева вологість –  $W_k$ , %; потужність –  $P$ , кВт; продуктивність пресу –  $Q$ , кг/год. [2].

Інтервали і рівні варіювання факторів при проведенні дослідження наведені у таблиці 1.

**Результати досліджень.** В результаті проведення експериментальних досліджень отримані дані зміни вологості дробини, потужності приводу, продуктивності і енергоємності процесу зневоднення від дії досліджуваних факторів (табл. 2).

Таблиця 1 – Рівні і інтервали варіювання факторів при проведенні досліджень первинного видалення вологи

Рівні і інтервали варіювання	Кодоване значення	Фактори і їх позначення		
		Частота обертання гвинтів n, об/хв.	Відстань між кришками віджимної насадки b, мм	Початкова вологість сировини W, %
Верхній рівень	+ 1	71	30	82
Основний рівень	0	55	20	79
Нижній рівень	- 1	39	10	76
Інтервал варіювання		16	10	3

Таблиця 2 – Визначення кінцевої вологості пивної дробини, потужності приводу, продуктивності і енергоємності процесу зневоднення.

№ з/п	Кінцева вологість, %			Потужність приводу, кВт			Продуктивність, кг/с			Енергоємність, кДж/кг		
	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>
1	73.12	72.72	73.72	1.30	1.33	1.28	0.116	0.117	0.118	11.22	11.40	10.87
2	71.23	71.43	71.23	1.48	1.45	1.42	0.036	0.032	0.032	41.63	45.39	44.84
3	72.95	72.25	72.45	0.91	0.94	1.00	0.163	0.162	0.162	5.58	5.81	6.16
4	74.15	74.05	73.95	1.10	1.12	1.06	0.116	0.116	0.112	9.50	9.67	9.49
5	77.45	77.55	78.15	1.41	1.34	1.39	0.170	0.174	0.170	8.28	7.69	8.18
6	73.52	73.22	73.22	1.29	1.34	1.36	0.133	0.135	0.133	9.74	9.93	10.26
7	63.71	63.51	62.91	1.22	1.25	1.19	0.184	0.185	0.187	6.62	6.76	6.37
8	64.55	64.65	64.65	0.89	0.95	0.92	0.139	0.136	0.139	6.42	6.98	6.60
9	77.91	77.61	77.31	1.20	1.21	1.24	0.138	0.138	0.139	8.71	8.76	8.91
10	73.21	73.11	72.71	1.38	1.36	1.42	0.129	0.127	0.128	10.73	10.74	11.06
11	65.64	65.84	65.54	0.80	0.84	0.84	0.173	0.173	0.176	4.62	4.86	4.78
12	64.89	64.59	64.99	1.15	1.17	1.21	0.148	0.150	0.149	1.15	1.17	1.21
13	63.67	63.47	64.07	1.11	1.13	1.07	0.187	0.189	0.188	1.11	1.13	1.07

Аналіз даних, виконаний за критерієм Кохрена, показує, що на 95 % рівні довірчої ймовірності дисперсії однорідні, так як розрахункове значення критерію менше за табличне, тобто  $G = 0.2353 < G_{0.05(2,13)} = 0,3731$ . У результаті обробки експериментальних даних, виконаних з застосуванням пакету прикладних програм Statistica, отримана таблиця підсумкових даних, які містять значення, за якими одержано математичні моделі:

– кінцевої вологості після зневоднення

$$w = 1497.092 - 245.434n - 4.415b - 32.859W + 0.318nb + 1.761nW + 0.031bW + 59.854n^2 + 0.048b^2 + 0.196W^2; \quad (1)$$

– потужності приводу преса

$$P = 20.11896 n - 0.12134b - 0.50677W - 0.00031nb - 0.07813nW + 0.00150bW + 1.10156n^2 + 0.00017b^2 + 0.00343W^2; \quad (2)$$

– продуктивності зневоднення

$$Q = 2.367501 + 1.011730n + 0.025284b - 0.077787W + 0.003359nb - 0.002865nW - 0.000117bW - 0.502279n^2 - 0.000454b^2 + 0.000556W^2; \quad (3)$$

– енергоємність процесу зневоднення

$$E = -2602.71 - 27.27n - 0.98b + 66.76W - 2.72nb - 0.58nW + 0.01bW + 80.73n^2 + 0.06b^2 - 0.42W^2. \quad (4)$$

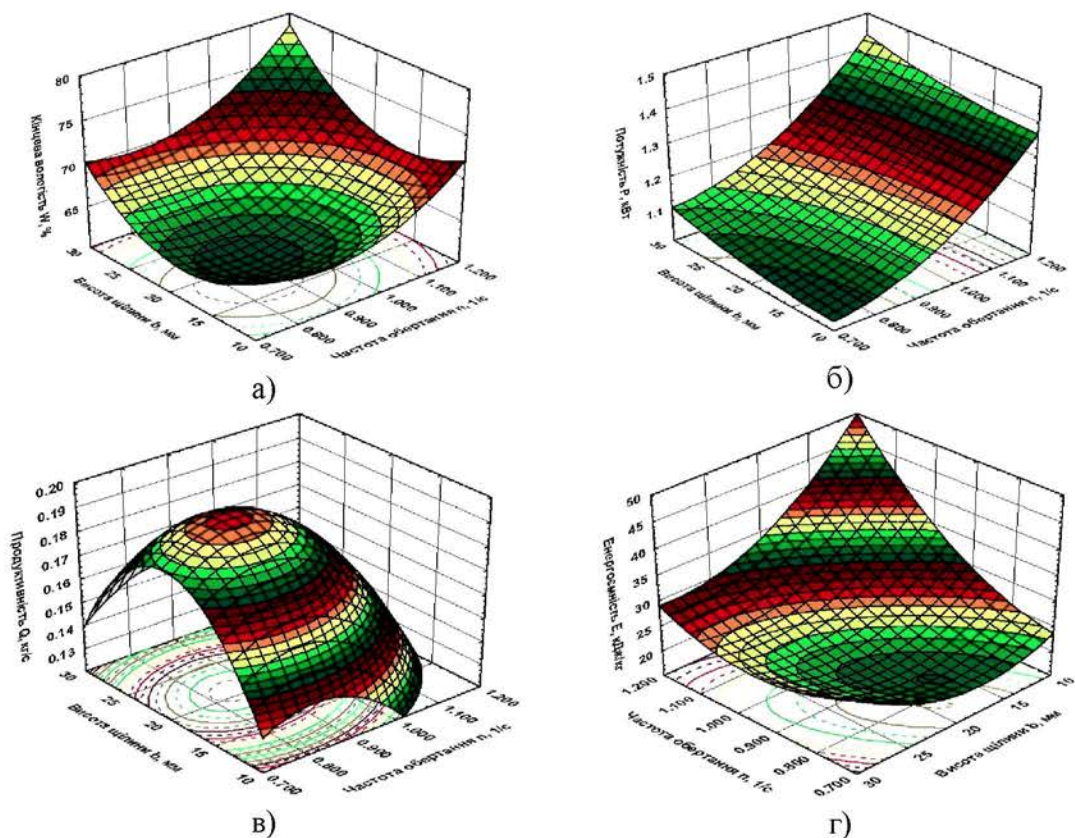
Параметри характерних точок рівнянь регресії (1)-(4), представлено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Параметри значень характерних точок

Показник	Мінімальне значення	Нульовий рівень	Оптимальне значення	Максимальне значення
Кінцева вологість після зневоднення				
Частота обертання $n$ , 1/с	0.880	0.92	0.847	1.113
Висота щілини $b$ , мм	18.702	20	17.800	27.800
Початкова вологість $W$ , %	75.132	79	78.613	81.613
Кінцева вологість $w$ , %	64.23	63.02	62.34	82.73
Потужність приводу преса				
Частота обертання $n$ , 1/с	0.650	0.92	0.619	1.183
Висота щілини $b$ , мм	10	20	11.916	10
Початкова вологість $W$ , %	79.18	79	78.32	76
Потужність $P$ , кВт	1.00	1.13	1.02	1.48
Продуктивність зневоднення				
Частота обертання $n$ , 1/с	1.183	0.92	0.867	0.841
Висота щілини $b$ , мм	10	20	21.459	20.347
Початкова вологість $W$ , %	76	79	74.443	82
Потужність $P$ , кВт	0.06	0.19	0.18	0.21
Енергоємність процесу зневоднення				
Частота обертання $n$ , 1/с	0.803	0.92	0.776	1.183
Висота щілини $b$ , мм	20.261	20	19.160	10
Початкова вологість $W$ , %	82	79	79.168	78.359
Енергоємність $E$ , кДж/кг	0.035	21.280	19.962	34.323

Парна взаємодія частоти обертання гвинта преса і величини вихідного отвору описується залежностями та представлена на рисунку 3.





а – кінцева вологість; б – потужність приводу; г – продуктивність; в – енергоємність.

Рисунок 3 – Вплив частоти обертання гвинтів  $n$  і висоти щілини  $b$  на параметри оптимізації при зневодненні пивною дробини з початковою вологістю 79 %

$$w_{nb} = 124.467 - 106.315n - 1.966b + 59.854n^2 + 0.318nb + 0.048n^2; \quad (5)$$

$$P_{nb} = 1.4908 - 1.4137n - 0.0028b + 1.1016n^2 - 0.0003nb + 0.0002b^2; \quad (6)$$

$$Q_{nb} = -0.3077 + 0.7854n + 0.016b - 0.5023n^2 + 0.0034nb - 0.0005b^2; \quad (7)$$

$$E_{nb} = 50.11 - 73.09n - 0.19b + 80.73n^2 - 2.72nb + 0.06n^2. \quad (8)$$

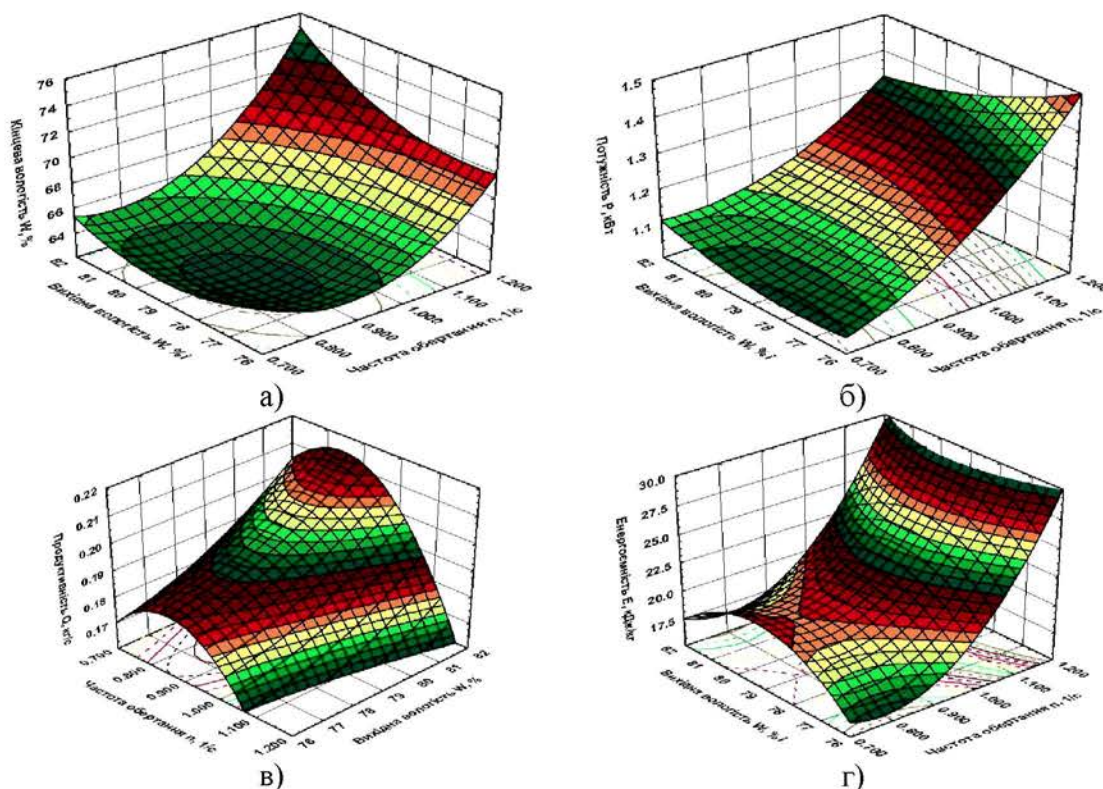
Парна взаємодія частоти обертання гвинта преса і початкової вологості пивної дробини представлена виразами та рисунком 4:

$$w_{nW} = 1427.992 - 239.074n - 32.239W + 59.854n^2 + 1.761nW + 0.196W^2; \quad (9)$$

$$P_{nW} = 17.7602 + 4.7524n - 0.4768W + 1.1016n^2 - 0.0781nW + 0.0034W^2; \quad (10)$$

$$Q_{nW} = 2.6916 + 1.0789n - 0.0801W - 0.5023n^2 - 0.0029nW + 0.0006W^2; \quad (11)$$

$$E_{nW} = -2598.31 - 81.67n + 66.96W + 80.73b^2 - 0.58nW - 0.42W^2. \quad (12)$$



а – кінцева вологість; б – потужність приводу; в – енергоємність; г – продуктивність.

Рисунок 4 – Вплив обертання гвинтів n і початкової вологості дробини W на параметри оптимізації при висоті щілини 20 мм

Парна взаємодія факторів висоти b щілини і початкової вологості W дробини при частоті обертання гвинтів 0.8 1/с представлена залежностями та на рисунку 5.

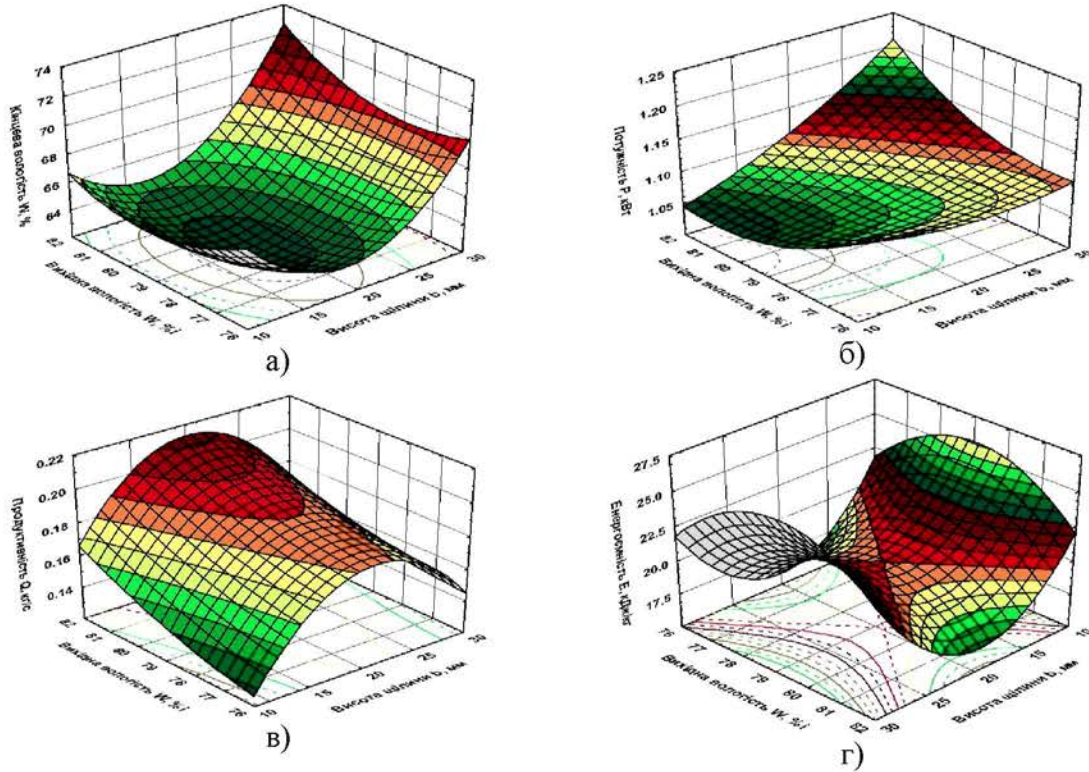
$$w_{bW} = 1338.6248 - 4.1597b - 31.4452W + 0.048b^2 + 0.031bW + 0.196b^2, \quad (13)$$

$$P_{bW} = 24.6494 - 0.1216b - 0.5695W + 0.0002b^2 + 0.0015bW + 0.0034W^2, \quad (14)$$



$$Q_{bW} = 2.856 + 0.028b - 0.0801W - 0.0005b^2 - 0.0001bW + 0.0006W^2, \quad (15)$$

$$E_{bW} = -2572.5674 - 3.1638b + 66.2943W + 0.06b^2 + 0.01bW - 0.42W^2. \quad (16)$$



а – кінцева вологість; б – потужність приводу; г – продуктивність; в – енергоємність.

Рисунок 5 – Вплив висоти щілини b і початкової вологості дробини W на параметри оптимізації при частоті обертання гвинтів 0,8 1/с

**Висновки.** Визначено вплив техніко-технологічних параметрів роботи двогвинтового пресу на якісні, кількісні та енергетичні показники процесу віджимання пивної дробини. За результатами аналізу отримані математичні залежності взаємодії основних досліджуваних факторів на параметри оптимізації. Встановлено раціональні параметри частоти обертання гвинтів  $n=0,8$  1/с, відстань між кришками віджимної насадки  $b=20$  мм та початкової вологості дробини  $W=79$  % для отримання матеріалу з кінцевою вологістю  $W_k=62,8$  % , що визначають заданий технологічний процес.



**Перелік посилань.**

1. Національний проект «Відроджене скотарство» / Міністерство аграрної політики та продовольства України, Національна академія аграрних наук України // [Текст, таблиці, додатки] – К.: ДІА, 2011. – 44 с.

2. *Мельников С. В.* Планирование экспериментов в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рошин. – Л.: Колос, 1972. – 200 с.

**RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCHES OF PROCESS OF  
DEHYDRATION A BEER PELLETT BY TWIN-SCREW PRESS**

**Summary.** In article results of experimental researches of influence of technical and technological parameters of work by quality indicators for process of dehydration of a beer pellet with twin-screw press.