



УДК 636.2.083.14

DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-12

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ДЕФОРМАЦІЇ СОЛОМ'ЯНОЇ ПІДСТИЛКИ ПРИ УЩІЛЬНЕННІ

Парієв А. О., к.т.н.,

Дробишев О. О., с.н.с.,

Коротченко Т. М., інженер

*Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва*

E-mail: imtuaan@ukr.net

Тел.: +38(067)-747-85-83

**Анотація** – дану роботу присвячено дослідженню динаміки зміни деформації солом'яної підстилки при ущільненні в лабораторних умовах та визначенню залежності пружного розширення стисненої солом'яної підстилки в часі після зняття навантаження.

Визначення фізико-механічних властивостей солом'яної підстилки під дією ваги великої рогатої худоби (ущільнення підстилки) допоможе надати відповідь у питанні кратності роздавання підстилки для створення комфортного боксу та запобіганню механічних травм та захворювань кінцівок тварин.

Було проведено експериментальні дослідження впливу фізико-механічних властивостей підстилки на етологічні і продуктивні характеристики утримання худоби, зокрема впливу кількості, геометрії і часу розподілу соломи на добову структуру часу відпочинку корів, ущільнення підстилки частинами їх тіла, час лежання від щільності підстилки та продуктивність корів.

Дослідження фізико-механічних властивостей солом'яної підстилки проводились в лабораторних умовах. Для дослідження в лабораторних умовах динаміки зміни деформації вихідної та зволоженої солом'яної підстилки при ущільненні розроблено конструктивно-технологічну схему й створено лабораторну установку. Вихідним матеріалом для проведення досліджень деформаційних характеристик зволоженої солом'яної підстилки в лабораторних умовах є солома озимої пшениці. Дослідження передбачали визначення залежності пружного розширення стисненої солом'яної підстилки в часі після зняття навантаження.

Лабораторними дослідженнями визначено деформаційні характеристики вихідної та забрудненої солом'яної підстилки різних фракцій соломи (довжина 3...10 см) та зволоженість шару підстилки в динаміці під дією модельного навантаження, а також температурні характеристики підстилки.

**Ключові слова** – дослідження, деформація, солома, ущільнення, лабораторна установка.

**Постановка проблеми.** На теперішній час безприв'язно-боксова технологія утримання тварин залишається найбільш перспективною, зокрема, у використанні на фермах великотоварного виробництва молока. У більшості господарств у якості підстилкового матеріалу



використовується солома озимої пшениці. Це обумовлено тим, що вона має кращі зоотехнічні властивості, а також є найбільш доступним матеріалом.

Дослідження вихідної соломи, які було проведено в агрофірмі «Чумаки» Дніпропетровської області показали, що коли солома додатково подрібнюється (на фракцію 3...10 см), вона краще підпресовується і зберігається у локальному місці -боксі. Подрібнена солома має ліпші здібності поглинати вологу [1].

Було проведено експериментальні дослідження впливу фізико-механічних властивостей підстилки на етологічні і продуктивні характеристики утримання худоби, зокрема впливу кількості, геометрії і часу розподілу соломи на добову структуру часу відпочинку корів, ущільнення підстилки частинами їх тіла, час лежання від щільності підстилки та продуктивність корів [2].

Від якості вихідної соломи, способу її роздавання у лігва (бокси) худоби та дотримання зоотехнічних вимог залежить комфортний відпочинок тварин, а також їх здоров'я, що в кінцевому результаті впливає на продуктивність. Визначення фізико-механічних властивостей солом'яної підстилки під дією ваги великої рогатої худоби (ущільнення підстилки) допоможе надати відповідь у питанні кратності роздавання підстилки для створення комфортного боксу та запобіганню механічних травм та захворювань кінцівок тварин.

*Методика.* Дослідження фізико-механічних властивостей солом'яної підстилки проводились в лабораторних умовах. Для дослідження в лабораторних умовах динаміки зміни деформації вихідної та зволоженої солом'яної підстилки при ущільненні розроблено конструктивно-технологічну схему й створено лабораторну установку (рис.1).

Лабораторна установка складається з металевої основи та скляного циліндра 1. Зверху скляного циліндра встановлено знімну кришку 3. В середині скляного циліндра розміщено рухомий плунжер 4, який жорстко з'єднаний з штоком 5. Зовні до штока жорстко приєднаний диск 6, на який в процесі проведення досліджень встановлюються знімні вантажі 7. В середині скляного циліндра у його основи встановлено перфороване днище 8. Збоку скляного циліндра встановлено міліметрову лінійку 2.

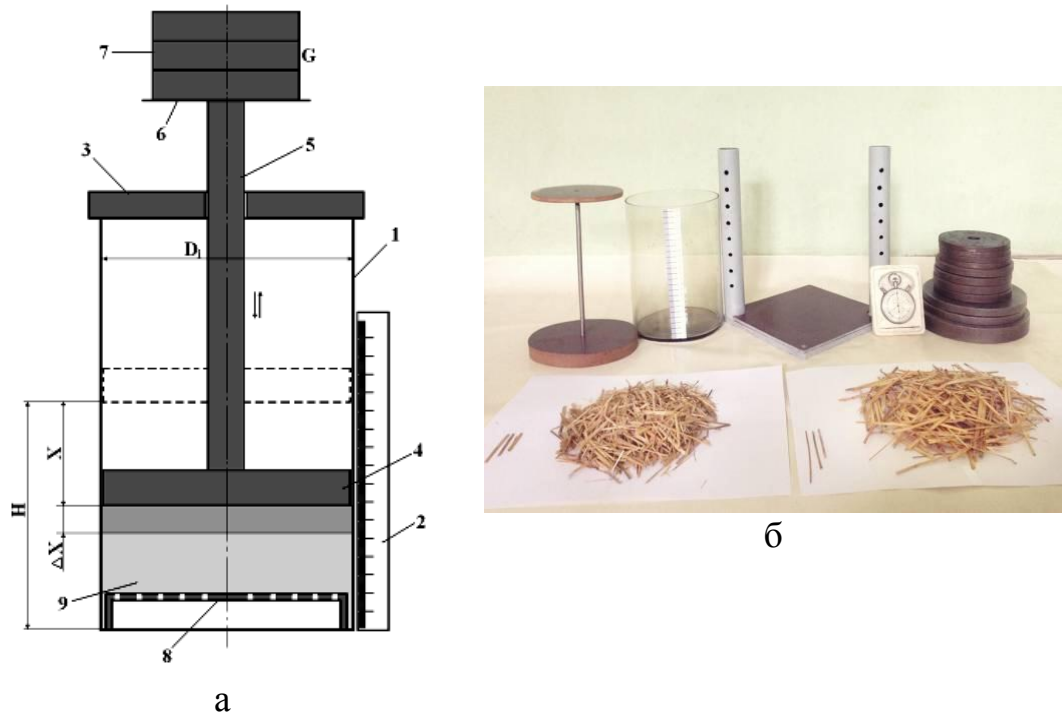


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема (а) та загальний вигляд (б) лабораторної установки та зразків: 1 – скляний циліндр; 2 – міліметрова шкала; 3 – кришка; 4 – плунжер; 5 – шток; 6 – диск; 7 – вантаж; 8 – днище; 9 – зразок солом'яної підстилки

Вихідним матеріалом для проведення досліджень деформаційних характеристик зволоженої солом'яної підстилки в лабораторних умовах є солома озимої пшениці.

Дослідження деформаційних характеристик зволоженої солом'яної підстилки при стисканні проводились в три етапи [3].

*Перший етап* – підготовка зразків підстилки. Зважування зразка вихідної сировини або солом'яної підстилки після розпушування ( $G_i = 100$  г). Зволоження зразка вихідної сировини або солом'яної підстилки після розпушування до заданої вологості ( $W_i$ ). Повторність дослідів-триразова.

*Другий етап* – дослідження динаміки зміни відносної деформації шару вихідної та зволоженої солом'яної підстилки при однократному заданому статичному навантаженні на нього в замкненому об'ємі скляного циліндра ( $D_i = 0,164$  м) без можливості бокового розширення.

Методологічна схема виконання дослідів за другим етапом наступна. Зразок солом'яної підстилки масою 0,1 кг закладається рівним шаром в скляний циліндр. Після цього всередину циліндра вводиться плунжер зі штоком і диском, на який в процесі досліджень почергово встановлюється вантаж із заданою масою  $G_i$ . Початковий тиск  $P_0$  на шар завантаженої солом'яної підстилки, що приймається за



«нульове» значення, складається з суми мас плунжера ( $M_{пл}$ ), штока ( $M_{шт}$ ) та диска ( $M_{д}$ ) відповідно становить  $P_0 = 0,162$  кПа. Площа поверхні плунжера, що контактує з шаром підстилки відповідно дорівнює  $(23,26 \pm 3) \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ .

Після введення плунжера в середину скляного циліндра здійснюється витримка протягом 30 с до врівноваження процесу ущільнення підстилки під дією початкового зусилля  $P_0 = M_0$ . Потім на диск встановлюється вантаж  $P_i$  й через кожні 30 с здійснюється фіксація процесу деформації шару вихідної або зволоженої солом'яної підстилки до відсутності деформації з наступною витримкою протягом 30 с.

*Третій етап* – досліджень передбачає визначення залежності пружного розширення стисненої солом'яної підстилки в часі (явище релаксації) після зняття навантаження.

В лабораторній установці передбачена можливість зміни статичного навантаження від 0 до 15 кг на шар завантаженої в скляний циліндр вихідної та зволоженої солом'яної підстилки.

Схема виконання дослідів за третім етапом: миттєве зняття вантажу з диска й послідуєча фіксація через кожні 30 с процесу релаксації шару ущільненої вихідної або зволоженої солом'яної підстилки.

Послідовність операцій процесу дослідження деформаційних характеристик зволоженої солом'яної підстилки відповідно до рис. 2.

*Результати і обговорення.* В процесі дослідження деформаційних характеристик зволоженої солом'яної підстилки при її ущільненні була передбачена зміна факторів (табл.1), прийнятих на основі аналізу досліджень.

Таблиця 1.

Фактори дослідження деформаційних характеристик солом'яної підстилки при її ущільненні

Рівні і інтервали варіювання факторів	Вологість соломи	Тиск стискання (маса вантажу)
	W, %	P, кПа (m, кг)
Верхній рівень	80	60 (140)
Основний рівень	60	40 (92)
Початковий рівень	30	20 (46)
Нижній рівень	15	0

Дослідження передбачали визначення залежності пружного розширення стисненої солом'яної підстилки в часі після зняття навантаження.

Після завершення третього етапу досліджень із скляного циліндра вивантажується на лабораторний піддон шар ущільненої

солон'яної підстилки для відбору проб на визначення залишкової вологості  $W$  в соломі. Повторність відбору проб-триразова.



а) зважування зразків солон'яної підстилки ( $m_{3-6}=35\text{г}$ ,  $m_{6-10}=21\text{г}$ )



б) завантаження зразка в циліндр



е) встановлення поршня в циліндр



ж) встановлення вантажу ( $G_i$ )



з) зняття вантажу



і) зняття поршня

Рис. 2. Процес дослідження деформаційних характеристик зволоженої солон'яної підстилки

Встановлено зміни відносної деформації 2-х фракцій (4,5 і 8,5 см) 4-х шарів по 50 мм висотою добавки соломи в підстилку при технологічному статичному навантаженні худобою 5...40 КПа –

імітаційна модель м'якості і пружності підстилки в боксі відповідно до рис. 3.

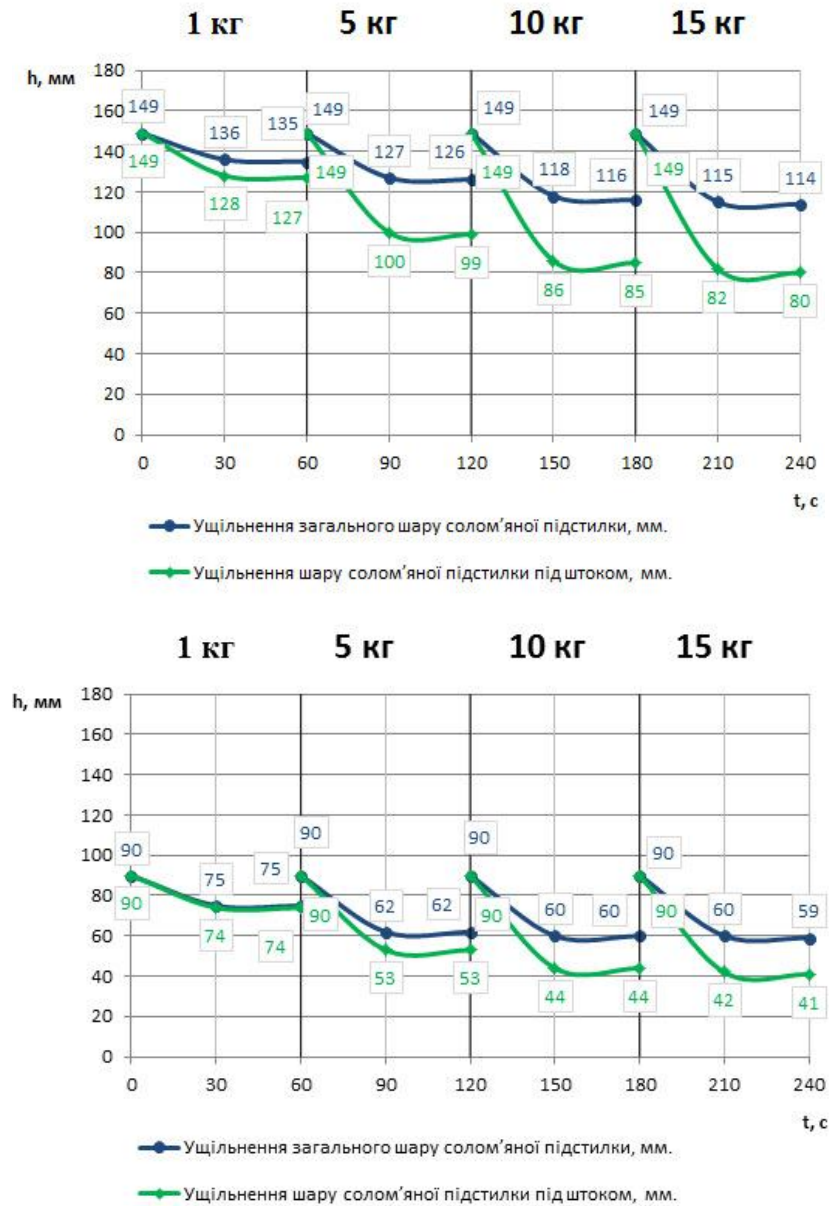


Рис. 3. Динаміка зміни відносної деформації шарів соломи фракцією 3...6 та 7...10 см

На основі проведених експериментів визначено залежність тиску і щільності підстилки та її деформації під дією частин тіла корів (рис.4).

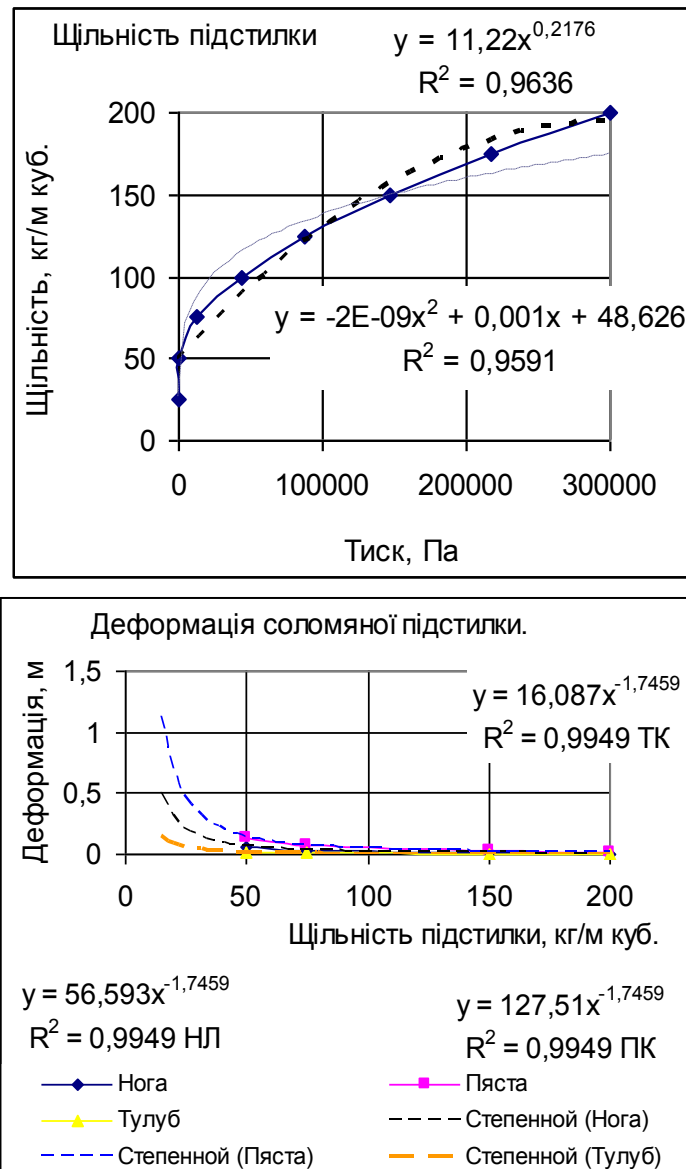


Рис.4. Тиск і щільність солом'яної підстилки вологістю до 50 % та вертикальна деформація підстилки під дією частин тіла корови

Для визначення модуля пружності вихідної та зволоженої солом'яної підстилки проводився однофакторний експеримент, план досліджень якого приведено в табл. 2.

Таблиця 2.

План досліджень модуля пружності вихідної та зволоженої солом'яної підстилки

№	1	2	3	4	5	6	7
Тиск, кПа (маса, кг)	0 (0)	4,6 (10)	9,2 (20)	13,8 (30)	18,4 (40)	23 (50)	27,6 (60)
№	8	9	10	11	12	13	14
Тиск, кПа (маса, кг)	32,2 (70)	36,8 (80)	41,4 (90)	46 (100)	50,6 (110)	55,2 (120)	59,8 (130)



Розрахункові модулі пружності вихідної та зволоженої солом'яної підстилки складають 0,0087 і 0,0047 МПа.

*Висновки.* Лабораторними дослідженнями визначено деформаційні характеристики вихідної та забрудненої солом'яної підстилки різних фракцій соломи (довжина 3...10 см) та зволоженість шару підстилки в динаміці під дією модельного навантаження, а також температурні характеристики підстилки.

Встановлено зміни відносної деформації 2-х фракцій (4,5 і 8,5 см) 4-х шарів по 50 мм висотою добавки соломи в підстилку при технологічному статичному навантаженні худобою 5...40 КПа – імітаційна модель м'якості і пружності підстилки в боксі.

Встановлено залежності зміни тиску і щільності солом'яної підстилки вологістю до 50% та вертикальної деформації підстилки під дією частин тіла корови. Розраховано модуль пружності вихідної та зволоженої солом'яної підстилки складають 0,0087 і 0,0047 МПа.

#### *Література*

1. Парієв А. О. Дослідження існуючої технології внесення солом'яної підстилки в діючих господарствах / А. О. Парієв, О. О. Дробішев, Т. М. Коротченко // Механізація, екологізація та конвертація біосировини в тваринництві / Ін-т мех. тваринництва НААН. – Запоріжжя, 2012. – Вип. 2(10). – С. 165-169.

2. Парієв А. О. Зміна технологічних властивостей солом'яної підстилки в боксі / А. О. Парієв // Науково-технічний бюлетень / Інститут тваринництва НААН. – Харків, 2013. – № 109 (2). – С. 95-100.

3. Горбунов Л. В. Определение минимального количества измерений, обеспечивающих достоверный научный результат / Л. В. Горбунов // Агроэкологический журнал. – 2003. – № 1. – С. 69-71.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ СОЛОМЕННОЙ ПОДСТИЛКИ ПРИ УПЛОТНЕНИИ**

Париев А. А., Дробышев А. А., Коротченко Т. М.

#### **Аннотация**

Данная работа посвящена исследованию динамики изменения деформации соломенной подстилки при уплотнении в лабораторных условиях и определению зависимости упругого расширения сжатой соломенной подстилки во времени после снятия нагрузки.

Определение физико-механических свойств соломенной подстилки под действием веса крупного рогатого скота (уплотнение подстилки) поможет дать ответ в вопросе кратности раздачи подстилки для создания комфортного бокса и предотвращения механических травм и заболеваний конечностей животных.

Были проведены экспериментальные исследования влияния физико-механических свойств подстилки на этологические и производительные





характеристики содержания скота, в том числе влияния количества, геометрии и времени распределения соломы на суточную структуру времени отдыха коров, уплотнения подстилки частями их тела, время лежания от плотности подстилки и продуктивность коров.

Исследование физико-механических свойств соломенной подстилки проводилось в лабораторных условиях. Для исследования в лабораторных условиях динамики изменения деформации исходной и увлажненной соломенной подстилки при уплотнении разработана конструктивно-технологическая схема и создана лабораторная установка. Исходным материалом для проведения исследований деформационных характеристик увлажненной соломенной подстилки в лабораторных условиях является солома озимой пшеницы.

Исследования предусматривали определение зависимости упругого расширения сжатой соломенной подстилки во времени после снятия нагрузки.

Лабораторными опытами определены деформационные характеристики исходной и загрязненной соломенной подстилки различных фракций соломы (длина 3...10 см) и смачиваемостью слоя подстилки в динамике под действием модельной нагрузки, а также температурные характеристики подстилки.

## **STUDY OF THE DYNAMICS OF CHANGE IN THE DEFORMATION OF A STRAWED LITTER IN THE SEAL**

A. Pariiev, O. Drobyshev, T. Korotchenko

### ***Summary***

This paper is devoted to the study of the dynamics of change in the deformation of a straw litter during compaction under laboratory conditions and to the determination of the dependence of the elastic expansion of a compressed straw litter in time after the removal of the load.

Determining the physico-mechanical properties of straw bedding under the weight of cattle (compaction of bedding) will help to answer the question of the multiplicity of distribution of bedding to create a comfortable box and prevent mechanical injuries and diseases of the limbs of animals.

Experimental studies of the influence of the physico-mechanical properties of the litter on the ethological and productive characteristics of livestock maintenance were carried out, including the influence of quantity, geometry and time of straw distribution on the daily structure of the resting time of cows, compacting the litter with their body parts, lying time from litter density and productivity of cows.

The study of physical and mechanical properties of straw bedding was carried out in laboratory conditions. For computation in laboratory conditions of the dynamics of changes in the deformation of the initial and moist straw litter during compaction, a constructive-technological scheme has been developed and a laboratory installation has been created. The source material for the study of the deformation characteristics of wet straw bedding under laboratory conditions is winter wheat straw.

The studies included the determination of the dependence of the elastic expansion of compressed straw litter in time after the removal of the load.

Laboratory experiments determined the deformation characteristics of the original and contaminated straw litter of different straw fractions (length 3...10 cm) and the wettability of the litter layer in dynamics under the action of the model load, as well as the temperature characteristics of the litter.

*Keywords:* research, deformation, straw, seal, laboratory device.