

## Інноваційні технології в АПК

УДК 664.724.001.8

Кравчук В., д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НААН України, Занько М., канд. техн. наук, Лисак О., інженер (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого), Бобик С. менеджер з маркетингу ("АГ-БАГ-УКРАЇНА")

### Дослідження технології зберігання зерна в поліетиленових рукавах

Стаття містить інформацію про результати досліджень зберігання зерна в поліетиленових рукавах без доступу повітря, технічні засоби та технологічне обладнання для закладання зерна в рукави, контроль стану зерна протягом зимового періоду зберігання, особливості вивантаження зерна із рукавів, а також про переваги такої технології порівняно з іншими технологіями зберігання зерна. Впровадження технології зберігання зерна в поліетиленових рукавах передбачає виконання таких операцій: підготовка майданчика до зберігання зерна в рукавах; транспортування зерна до місця завантаження; завантаження зерна в рукави; зберігання зерна в рукаві.

**Ключові слова:** зберігання зерна, технологія, поліетиленові рукави, зернопакувальна машина, технологічні режими, якість зерна.

**Проблеми якісного та ефективного збереження зерна на сучасному етапі зерновиробництва в Україні.** Зрослі валові врожаї за останні роки в Україні [1] стали певною мірою проблемою для зерновиробників – де і як його зберегти, оскільки брак потужностей спеціалізованих зерносховищ для зберігання зернових у державі нині сягає 5-7 млн. тонн.

Більшість сільськогосподарських підприємств, які займаються виробництвом зерна, часто не мають відповідної бази для належної первинної переробки і зберігання зерна. Тому вони вимушені користуватися послугами потужних спеціалізованих зернопереробних підприємств [2-5]. Однак, зведення такого спеціалізованого технологічного комплексу і його інфраструктури потребує значних капіталовкладень, дорогого технологічного обладнання і тривалого періоду, що також призводить до росту собівартості зерна.

**Аналіз останніх досліджень, в яких започатковано розв'язання цієї проблеми.** Система зберігання урожаю зернових, яка дісталась у спадок Україні, базувалась на великих промислових елеваторах. Витрати сільськогосподарських підприємств і фермерів на збереження зерна на елеваторах зменшують рівень рентабельності виробництва зернових, раціо-

нальний рівень якої повинен бути щонайменше 40 %. Тільки така рентабельність створює необхідні умови для оновлення основних фондів та застосування технологій, які дозволяють підвищувати врожайність. Одним із можливих виходів із такої ситуації для виробників є організація зберігання зерна в самому господарстві із застосуванням відповідних технологій, зокрема, технології зберігання зерна в поліетиленових рукавах.

Основний технологічний принцип зберігання в поліетиленових рукавах – це зберігання зерна в герметичних поліетиленових мішках (рукавах) великої місткості без доступу повітря. У всякому зерні наявні біотичні компоненти: плісєневі грибки, комахи і мікроорганізми. У цього негативного явища є одна, позитивна для нашої технології, особливість: під час респіраторних процесів (дихальних процесів, властивих також і для зерна) споживається кисень, наявний в рукаві в стартовий період початку зберігання і утворюється вуглекислий газ. Зі збільшенням періоду зберігання вміст кисню різко зменшується до нуля, а вміст вуглекислого газу стає максимальним (виходячи з тієї кількості кисню, яка була наявною в загерметизованому мішку на початку зберігання). Внаслідок цього мік-

роклімат всередині поліетиленового рукава змінюється і стає неприйнятним для появи та розвитку комах, шкідників і плісневих грибків. А оскільки герметичність мішка в процесі зберігання не порушується, то це й забезпечує ефект «консервації» зерна в середовищі мінімальної кількості вуглекислого газу. Така герметична система виправдовує цей принцип зберігання зерна сухим у мішках. Якісна зміна складу середовища зерна призводить до пригнічення і призупинення процесів життєдіяльності всіх біологічно активних організмів всередині зернової маси.

Ця технологія використовується більш ніж у 20 країнах світу, зокрема Німеччині, Чехії, Австралії, Бразилії, Канаді, Чілі, Китаї, Франції, Індії, Казахстані, Парагваї, Росії, США і дозволила в останній час щорічно зберігати понад 40 млн тонн зерна. В Україні зберігання зерна в поліетиленових рукавах також застосовується в значних об'ємах.

**Мета роботи** – дослідити основні технічні засоби та технологічні етапи реалізації технології зберігання зерна в поліетиленових рукавах.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Реалізація технології передбачає виконання таких операцій:

- підготовка майданчика до зберігання зерна в рукавах;
- транспортування зерна до місця завантаження;
- завантаження зерна в рукав;
- зберігання зерна в рукаві;
- подальше вивантаження зерна із рукава в технологічний транспорт.

**Технічне обладнання та технічні засоби технології зберігання в поліетиленових рукавах.** Для реалізації етапів технології використовуються:

- бункер-перевантажувач зерна в агрегаті з трактором для транспортування зерна від зернозбирального комбайна або з майданчика чи складу тимчасового зберігання зерна і завантаження зерна в бункер зернопакувальної машини;
- багат шарові поліетиленові рукави для зберігання зерна;
- зернопакувальна машина для завантаження зерна в рукави;
- зернорозпакувальна машина для вивантаження зерна із рукавів, яка розрізає рукав з одночасним боковим вивантаженням зерна і укладанням використаної плівки в рулон.

**Особливості підготовки майданчика до зберігання зерна в рукавах.** Технологія зберігання зерна в поліетиленових рукавах реалізується на спеціально підготовлених майданчиках з твердою поверхнею в польових умовах або на території складу. Перед укладанням рукавів майданчик повинен бути очищений від стерні, сухої трави, гострих предметів (каміння, гілки тощо), які можуть механічно пошкодити плівку, а також оброблений безводним аміаком для знищення гризунів. Поверхня майданчика – утрамбована і рівна для запобігання утворення складок, які можуть стати місцем розриву рукава. Майданчик повинен мати дренажний канал, щоб уникнути накопичення води після випадання природних опадів. Повинні бути виконані вимоги протипожежної безпеки: біля майданчика не повинно бути скирт соломи. Майданчик оборюють

захисною смугою. Підготовка зерна до зберігання може полягати (за необхідності) в його очищенні, сушінні до гранично допустимої вологості та транспортуванні до місця зберігання.

**Поліетиленовий спеціалізований рукав** призначений для герметичного зберігання зерна – без доступу повітря (рис. 1).



Рис. 1 – Поліетиленові рукави із зерном на тимчасовому майданчику

Рукав є складовою технологічного комплексу машин та обладнання, призначених для заповнення зерном рукава на спеціально підготовлених майданчиках з твердою поверхнею. У процесі використання за призначенням він технічного обслуговування не потребує. Але в процесі зберігання зерна необхідно дотримуватись вимог щодо: попередження застосування у відношенні до нього агресивних рідин; усунення з його поверхні можливих атмосферних забруднень; наявності біля нього високотемпературних джерел, зокрема – відкритого вогню. Рукав – тришаровий, поліетиленовий. Він захищає зерно від природного й атмосферного впливу. Зовнішній шар – білий, відбиває сонячні промені, забезпечує прохолоду всередині рукава. Внутрішній – чорний шар плівки – попереджає доступ сонячних променів, а всі три шари плівки діють як захист від води та вологи. Плівку виготовляють із особливих смол, які містять інгібітори ультрафіолетового опромінення, і протягом довгих місяців перебування під сонцем вона не тоншає, не витягується і не псується. Під час заповнення зерном більша частина повітря витісняється із рукава. Потім, внаслідок дихального процесу, зерно використовує залишки кисню в поліетиленовому рукаві в просторі між насінням, насичуючи та збагачуючи неактивну (міжзернову) атмосферу рукава вуглекислим газом. Внаслідок цього сповільнюються ендogenousні метаболічні процеси, які допомагають зберегти зерно в бажаному для нас стані протягом тривалого часу. Рукав, наповнений зерном, небезпечний для персоналу та якості зерна, що зберігається в ньому, не становить. Протягом усього часу зберігання зерна змін агрегатного стану поліетиленової плівки та негативного впливу на екологію не спостерігається.

Рукави витримують навантаження від дії завантаженого в них зерна та в певній мірі розтягуються без надмірної деформації. Крім того вони забезпечують:

- збереження еластичності матеріалу рукава – поліетилену;
- опір старінню поліетилену та втомі під час трива-

лого перебування на відкритому майданчику;

- вологостійкість та герметичність;
- стійкість до механічних пошкоджень та проколів від дії зовнішніх чинників (птахи, гризуни, кліщі).

Впродовж останніх років, коли спостерігається збільшення валового виробництва зерна в Україні, використання поліетиленових рукавів (місткістю до 200 тонн) збільшилось. Використовуються рукави як у дрібних, так і в потужних господарствах (підприємствах).

Особливо привабливе використання рукавів у дрібних господарствах, оскільки затрати на довготривале зберігання 1 тонни зерна (за результатами досліджень УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого) становлять всього 31,16 грн. Тоді як підготовка та зберігання 1 тонни зерна кукурудзи на елеваторі України становить 365 гривень.

Постачальником рукавів BUDISSA BAG на території України є компанія АГ-БАГ-УКРАЇНА (табл. 1).

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики поліетиленових рукавів для зберігання зерна

Виробник або постачальник	Діаметр, м	Довжина, м	Товщина, мм	Місткість, т
1	2	3	4	5
Компанія „АГ-БАГ-УКРАЇНА”	2,74	60	0,250	210
	2,74	75	0,250	260
	3,05	75	0,250	320

Рукави Budissa Bag X-Treme виготовлені за новітньою технологією з використанням виключно первинної сировини, товщина плівки складає від 150 до 200 мкм, залежно від діаметра рукава. Особливе значення надається таким параметрам, як межа міцності під час розтягування, опір розриву та опір розростанню трищин. Компанія „АГ-БАГ-УКРАЇНА” виробляє рукави діаметром 1,95; 2,40; 2,70; 3,00; 3,3 і 3,6 м.

Технічне обладнання для завантаження зерна в поліетиленові рукави реалізує на ринку України компанія „АГ-БАГ-УКРАЇНА” і „Завод Кобзаренко” (рис. 2-3; табл. 2).



Рис. 2 – Завантажувач зерна в рукав Akron E 9400D

Для завантаження сухого зерна в рукава компанія „АГ-БАГ-УКРАЇНА” пропонує завантажувачі Akron E 9400D і Agro Bag U250, продуктивність яких складає 250 т/год; діаметр шнека 410 мм; потужність трактора 80-120 к.с.; діаметр рукава - 2,7 м. Відрізняються завантажувачі місткістю приймального бункера: у Akron E 9400D - 2 м³; а у Akron Bag - U250 - 2.6 м³.

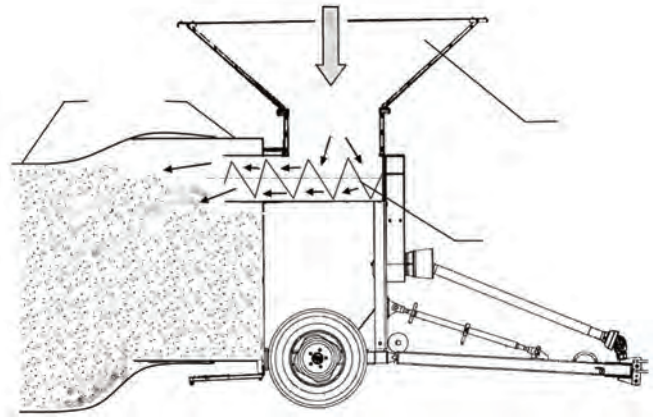


Рис. 3 – Технологічна схема роботи зернопакувальної машини

Таблиця 2 – Показники призначення зернопакувальних машин

Показник призначення	Значення показника	
Марка машини	Akron E-9400D / Agro Bag U250	ЗПМ-180
Виробництво підприємство-виробник	«АГ-БАГ-УКРАЇНА»	ТОВ «Завод Кобзаренка»
Тип машини	Причіпна	Причіпна
Агрегатувannya	Трактор, тяговий клас 3	Колісний трактор, тяговий клас 3
Продуктивність, т/год	250	252,4
Об'єм бункера, м³	2 / 2,6	2,0
Діаметр шнека машини, мм	410	400
Частота обертання ВВП, об/хв.	540	540
Габаритні розміри, мм: – довжина – ширина – висота	4260 / 3855 3200 / 3185 3100 / 2780	4290 3500 2900
Колія, мм	1940	2300
Маса, кг	1300	1300

Завантажувачі AGRO BAG U250 виготовляються компанією АГ-БАГ-УКРАЇНА.

Зернозавантажувальна машина отримує привод від вала відбору потужності трактора (рис. 3). Трактор, працюючи на холостому ході, приводить у рух завантажувальний шнек машини, який переміщає зерно з приймального бункера – до спрямовувального пристрою і далі – до поліетиленового рукава, наповнюючи його зерном. Під час завантаження рукава трактор із машиною, під тиском зернової маси, просувається вперед. Продуктивність завантаження за 1 годину основного часу досягає 250 тонн. Зернопакувальні машини, разом з рукавом, агрегуються з колісними тракторами загального призначення мінімальної потужності 45 к.с., з частотою обертання вала відбору потужності (ВВП) на рівні 540 об/хв.

Зернопакувальні машини, як правило, виготовляються типорозмірними рядами з широким діапазоном місткості бункера: від 8 м³ до 25 м³ і більше. Машини за конструкцією близькі між собою і різняться лише виконанням окремих вузлів.

**Завантажують зерно в зернопакувальну машину** перевантажувальними бункерами або іншими навантажувачами зерна (рис. 4) на висоту до 4,5 метрів.

Основні показники призначення бункерів-перевантажувачів ряду фірм для завантаження зерна в зерно-



# ЗБЕРІГАЙ СВІЙ УРОЖАЙ

Зберігання в плівкових рукавах  
зменшує собівартість виробництва  
вашого товарного зерна



**Офіційний дилер**  
BUDISSA BAG GmbH в Україні  
ТОВ "АГ-БАГ-Україна"  
07700, Київська область,  
м. Яготин, вул. Київська, 4,  
тел: 050-383-23-31

[www.ag-bag.ua](http://www.ag-bag.ua)

пакувальну машину представлені в таблиці 3.



Рис. 4 – Завантаження зерна в зернопакувальну машину універсальним навантажувачем SCORPION-6030 CP (компанія CLAAS)

Таблиця 3 – Показники призначення бункерів-перевантажувачів зерна

Фірма-виробник (державна)	Місткість бункера, м <sup>3</sup>	Продуктивність, т/год	Час розвантаження, хвилини	Ходова система
„Kinze” (Німеччина)	30 - 37	650 - 850	2,3	Одновісна
„Bergmann” (Німеччина)	21 - 25	400 - 450	2,8	Одновісна, тандем
„Richiger” (Аргентина)	20 - 27	310	3,3 - 4,4	Тривісна
„Agromec” (Аргентина)	10 - 28	100 - 300	3,5 - 5	Одновісна, двовісна
„Cestari” (Аргентина)	9 - 27	150 - 450	3	Одновісна, тандем
„Pronar” (Польща)	28	200 - 400	3,5 - 7	Тандем

Машини різних фірм за загальним конструкційним компонуванням дуже подібні між собою і відрізняються лише незначним конструкційним виконанням окремих вузлів та агрегатів.

**Порядок роботи під час стикування рукава із зернопакувальною машиною.** Перед завантаженням зерна поліетиленовий рукав закріплюють на корпусі спрямувального пристрою машини за допомогою еластичних тросів. Тиск в шинах коліс машини повинен бути від 245,16 кПа до 274,58 кПа, в гальмівній гідравлічній системі трактора – не менше 9806,6 кПа. Машина отримує привод від вала відбору потужності трактора. Трактор, працюючи на холостому ходу, приводить у рух завантажувальний шнек машини, який переміщує зерно з приймального бункера до спрямувального пристрою і далі – до поліетиленового рукава, наповнюючи його зерном.

**Контроль якості наповнення рукава зерном. Щільність наповнення рукава зерном регулюється гальмівною системою зернопакувальної машини.** При цьому оператор слідкує за ступенем розтягування плівки рукава у вертикальній (рис. 5) та горизонтальній площинах за спеці-



Рис. 5 – Контроль щільності заповненого рукава у вертикальній площині за допомогою спеціальної мірної лінійки

альними позначками, нанесеними на поверхні рукава.

**Технічні засоби для розвантаження зерна із поліетиленових рукавів.** Зерно з поліетиленових рукавів вивантажують шнековими розвантажувачами (рис. 6). Вони агрегатуються з колісними тракторами загального призначення з частотою обертання ВВП 540 об/хв. Основними складовими частинами розвантажувача є рама з колесами та причіпними пристроями, механізм подачі зерна, вузол намотування поліетиленової плівки, розвантажувальний конвеєр, гідросистема та привод. На рамі монтуються всі вузли та механізми розвантажувача.



Рис. 6 – Шнековий розвантажувач Akron EXG 300

**Опис технологічного процесу розвантажувача.** Основу розвантажувального конвеєра становить шарнірно-розкладний шнек, яким керують за допомогою гідроциліндра.

Механізм подачі переміщує зерно до приймального патрубку розвантажувального конвеєра. Він складається з двох горизонтальних шнеків - правого і лівого. Приводяться шнеки розвантажувача у дію від вала відбору потужності енергетичного засобу через карданний вал.

Вузол намотування плівки являє собою сталевий барабан, який приводиться в дію гідромотором.

Гідравлічне обладнання розвантажувача працює від гідронавісної системи трактора. Управління обладнанням здійснюється важелем розподільного механізму.

Перед початком розвантаження виконуються підготовчі роботи: розкривається і кріпиться на барабані рукав та встановлюється різак для розрізання плівки рукава у його верхній частині.

Трактор, працюючи на холостому ходу, приводить у рух механізми розвантажувача і зерно переміщується до розвантажувального патрубку. Барабан вузла намотування плівки приводиться у дію від гідромотора.

**Особливості розвантаження.** Змінюючи частоту обертання барабана за допомогою регулятора, необхідно слідкувати, щоб верхній рівень зерна перед барабаном не перевищував його висоту. Її перевищення приводить до попадання зерна під плівку під час намотування рукава на барабан, збільшення об'єму намотуваної плівки і неможливості машини виконувати розвантаження рукава. За таких умов розвантажувач починає переміщуватися, тягнучи за собою зчеплений трактор. Автоматичне розвантаження проводиться до тих пір, поки горизонтальний шнек

підхоплює зерно. Залишок зерна на рукаві може становити до трьохсот кілограм. Остаточне розвантаження зерна відбувається вручну: для цього на опорний кожух розвантажувального шнека кріпиться приймальний бункер.

Основними особливостями конструкції розвантажувачів є: застосування вузла намотування плівки, значна висота завантаження (від 3,4 м до 4,8 м) та зручне переобладнання машин з робочого положення в транспортне. Машини за загальним конструкційним компонуванням близькі між собою (табл. 4).

Таблиця 4 – Показники призначення шнекових розвантажувачів рукавів

Показник	Значення показника	
	марка шнекового розвантажувача	
	Akron EXG 300 / Agro Bag V280	ЗРМ-180
Тип машини	Причіпна	
Агрегатування	Колісний трактор, тяговий клас 14 кН	
Частота обертання ВВП, об/хв	540	540
Продуктивність, т/год	280	180
Травмування зерна, %	0,25	0,27
Залишок зерна в рукаві, %	0,5	0,6
Діаметр шарнірно-розкладного шнека, мм	430	400
Діаметр горизонтального шнека, мм	270/276	250
Висота завантаження, мм	4500	4200
Вузол намотування рукава: – довжина барабана, мм – діаметр, мм	4435 168	4460 165
Габаритні розміри в робочому/транспортному положенні, мм: – довжина – ширина – висота	6000/6000 3050/4900 2850/5500	3800/6700 5600/2500 4700/3600
Маса, кг	2260	1900

Окремо слід відмітити машини, які застосовуються не тільки для розвантаження поліетиленових рукавів, але також можуть застосовуватися для завантаження зерна в транспортні засоби з твердої рівної поверхні на токах і в складських приміщеннях. При цьому регулюється і ширина підбирання зерна, що дозволяє розвантажувати поліетиленові рукави діаметром 2700 мм та 3000 мм.

За результатами досліджень встановлено, що терміни зберігання зерна пшениці і кукурудзи, залежать від вологості зерна (табл. 5): зі збільшенням терміну зберігання зерна в рукаві ризик збільшення негативного впливу збільшується, а терміни зберігання – зменшуються.

### Переваги технології

#### 1. Технологічні:

- немає вимушених зупинок збиральної компанії через відсутність вільної площі в складах для зерна, на критичних токах та дефіцит транспорту для вивезення зерна від комбайна;
- можливість зберігання як сухого зерна, так і з підвищеною вологістю;
- відсутність необхідності транспортування зерна та зерна з підвищеною вологістю в інше господарство

(для сушіння);

- немає необхідності транспортування зерна для зберігання на елеватор;
- можливість роздільного зберігання зерна певного сорту;
- відсутність партії зерна в зберіганні, яке не ідентифіковано по своїх характеристиках певним підприємством;
- отримання на виході зерна більш високої якості завдяки післязбиральному досягненню в рукавах;
- безпечний дешевий спосіб зберігання зерна з розміщенням його на будь-якому полі або очищеному майданчику;
- термін зберігання зерна за нормованої вологості – до 9 місяців;
- зерно не потребує фумігації, оскільки атмосфера зберігання зерна насичена вуглекислим газом.

Таблиця 5 – Рівень ризиків залежно від тривалості зберігання зерна в поліетиленових рукавах

Тип зерна	Рівень ризику		
	відсутній*	низький	середній
Соя - кукурудза - пшениця: вологість зерна – 14%** Соняшник – 11%	6 місяців	12 місяців	18 місяців
Соя - кукурудза - пшениця: вологість зерна – 14-16 %** Соняшник – 11-14%	2 місяці	6 місяців	12 місяців
Соя - кукурудза - пшениця: вологість зерна > 16 %**, Соняшник – > 14%	1 місяць	2 місяці	3 місяці

\* для насіннєвого зерна даний показник повинен бути менше на 1-2%;  
\*\* пшеницю з вологістю більше 14% не рекомендується зберігати протягом значного часу.

### 2. Економічні

- скорочення транспортних витрат;
- виключення затрат на зберігання зерна на елеваторі;
- можливість представлення власного зерна (яке знаходиться на території підприємства) банкам і страховим компаніям як застави для отримання кредиту.

На сайті <http://graincalc.ag-bag.ua/> читачі можуть порадити чи вигідно буде їм зберігати зерно в рукавах.

### Висновки.

Використання спеціальних багатошарових поліетиленових рукавів забезпечує якісне зберігання зерна зернових колосових культур, кукурудзи і сої тривалий час. Ця технологія відповідає сучасним тенденціям у підходах до ефективного зберігання зерна з незначними фінансовими та трудовими затратами. У сьогоднішніх умовах нарощування об'ємів виробництва зерна в Україні, часткового дефіциту фінансів і відповідного технічного забезпечення (особливо в малих та середніх зерновиробних господарствах), що може слугувати як альтернатива наявним технологіям під час зберігання зерна нетривалий час.

### Література

1. Кравчук В., Новохацький М., Сердюченко Н. Наукове обґрунтування рівня врожайності основних сільськогосподарських культур у 2014 році // «Техніка і технології АПК». – 2014. – №3. – Стор. 27-29.

2. Кравчук В., Занько М. Підлогова технологія зберігання зерна. Сучасні технічні рішення та особливості її реалізації // «Техніка і технології АПК». – 2016. - №1. – 2016. – Стор. 15-20.

3. Кравчук В., Прилуцький А. Дослідження ефективності використання місткостей різної форми при зберіганні зерна та обґрунтування раціональних конструкцій зерносховищ сільськогосподарських підприємств // «Техніка і технології АПК». – 2014. - №2. – Стор. 13-15.

4. Мешій В. Техніка заводу елеваторного обладнання «Сокол» // «Техніка і технології АПК». – 2014. - №8. – Стор. 23-24.

5. Занько М. Міжнародна виставка «Агро-2014: Стан механізації зерновиробництва в Україні» // Техніка і технології АПК. – 2014. – №12(63). – Стор. 46.

6. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки і зберігання зернових культур: Посібник, за ред. В.І. Кравчука та Ю.Ф. Мельника – Дослідницьке – УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2011. – Стор. 83-84.

**Аннотація.** Стаття содержит інформацію о результатах исследований хранения зерна в полиэтиленовых рукавах без доступа воздуха, технических средствах и технологическом оборудовании для закладки зерна в рукава, контроле состояния зерна в течение зимнего периода хранения, особенностях выгрузки зерна из рукавов, а также о преимуществах такой технологии по сравнению с другими технологиями хранения зерна.

**Summary.** The article contains information on the results of studies on grain storage in polyethylene sleeves without access to air, technical equipment and process equipment for laying grain in the sleeves, grain status monitoring during the winter storage period, peculiarities of unloading grain from the sleeves, and the advantages of such technology in comparison with other technologies of grain storage.

Стаття надійшла до редакції 2 серпня 2017 р.