

Висновки. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що показники лінійної щільності, отримані базовим способом та за допомогою сенсорного аналізу, можна вважати подібними, про це свідчить коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,93.

Застосування розроблених елементів сенсорного аналізу дозволить підвищити точність процесу визначення показників якості лляної сировини та зменшити витрати праці експертів, що, в свою чергу, збільшить ефект від економії часу на проведення випробувань.

Література

1. Соловьев А.Н., Кирюхин С.М., Оценка качества и стандартизация текстильных материалов. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 245 с.
2. Городов В.В., Лазарева С. Е., Лунев И.Я. и др. Испытание лубоволокнистых материалов. – М.: Легкая индустрия, 1960. – 208 с.
3. Патент 27248. Способ определения качества материалов, а именно льнотресты / Пашин Е.Л., Жуплатова Л.М., Прима Л.И., Шамин В.Б. Оpubл. 15.08.2000. Бюл. №3.
4. Патент 38082 А Україна, МПК G 01 N 33/36. Спосіб визначення якості волокнистого матеріалу, а саме лінійної щільності довгого волокна льону / Головій О.В., Жуплатова Л.М. (Україна); ІЛК УААН. – №2000053004; Заявл. 26.05.2000; Оpubл. 15.05.2001. Бюл. №4.
5. Патент 83772 Україна, МПК G 01 N 33/36. Пристрій для визначення лінійної щільності волокнистого матеріалу / Головій О.В., Жуплатова Л.М., Мохер Ю.В., Толмачов В.С. (Україна); ІЛК УААН. – №2007 05413; Заявл. 17.05.2007; Оpubл. 11.08.2008. Бюл. №15.
6. Патент 634093. Способ измерения линейной плотности волокнистых материалов / Мухитдинов М.М., Мусаев Е.С., Назаров У.У., Рожков В.М., опубл. 25.11.1978 Бюл. №43.
7. Коробов Н.А. Развитие теории и практики построения методов измерения характеристик строения текстильных материалов и с использованием современных информационных технологий: Автореф. дис. д-ра тех. наук: 05.19.01 / Моск. гос. текстиль. ун-т. – М., 2007. – 36 с.
8. Матрохин А.Ю., Коробов Н.А., Гусев Б.Н. Компьютерное измерение показателей протяженности группы волокон // Известия ВУЗов Технология текстильной промышленности. – №1(259) 2001.–С.106.
9. Матрохин А.Ю., Шаломин О.А., Коробов Н.А., Гусев Б.Н., Лонида Т. Разработка универсального компьютерного метода измерения показателей протяженности хлопкового волокон // Известия ВУЗов Технология текстильной промышленности. –№6 (275) 2003. – С.115.
10. Патент 43165 Україна, МПК G 01B 11/00. Спосіб визначення лінійної щільності та ступеня вимочування волокна / Толмачов В.С., Кузьміна Т.О., Гілязетдінов Р.Н., Коропченко С.П., Москаленко Б.І., (Україна); ХНТУ – № 2009 00730; Заявл. 02.02.2009; опубл. 10.08.2009 Бюл. №15.
11. ДСТУ 4149:2003. Треста лляна. Технічні умови. – На заміну ГОСТ 24383-89; Введ. 01.01.2004. – К.: Держспоживстандарт України, 2004.– 14 с.

УДК 664.724

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА В ГЕРМЕТИЧНИХ УМОВАХ

Шаповаленко О.І., д-р техн. наук, професор, Дмитрук Є.А., д-р техн. наук, професор, Шаран А.В., канд. техн. наук, доцент, Грегірчак Н.М., канд. техн. наук, доцент, Штика Я.А., аспірант, Чернишевич О.І., магістрант

Робота присвячена дослідженню особливостей протікання біохімічних процесів в зерні кукурудзи, яке зберігається в герметичному середовищі при різних умовах.

The article is dedicated to the research of the peculiarities of biochemical processes in corn that is preserved in airtight environment with different conditions.

Ключові слова: герметичне середовище, поліетиленові рукави, анаеробне дихання, інтенсивність дихання, біохімічні властивості.

Останніми роками в Україні та світі істотно зріс інтерес до новітніх, більш економічно вигідних, технологій зберігання зерна, що пов'язано з розширенням площ посівів зернових культур, світовою економічною кризою та моральною застарілістю багатьох способів зберігання зерна, що застосовуються в

промисловості. На сьогоднішній день широкого розповсюдження набуває зберігання зерна в герметичному середовищі, зокрема в поліетиленових рукавах.

Поліетиленові мішки – це окремий різновид герметичного зберігання. Суть даної технології полягає в тому, що в зерновій масі, розташованій в герметичному середовищі, за рахунок дихання накопичується вуглекислий газ з одночасним зниженням вмісту кисню, що в результаті призводить до пригнічення біологічних і мікробіологічних процесів в зерні, тим самим забезпечуючи його тривале зберігання. Дана технологія набула популярності в Аргентині, а її переваги і недоліки детально висвітлені в джерелах [1, 2].

Метою нашої роботи було встановлення закономірностей протікання біохімічних процесів в зерні, що зберігається в герметичному середовищі при різних умовах. Основні дослідження проводились в лабораторних умовах у зв'язку з неможливістю значних змін параметрів процесу в промислових масштабах.

Для проведення лабораторних досліджень і випробувань було використано свіжозібране зерно кукурудзи, яке відповідало за основними показниками якості вимогам ДСТУ 4525:2006. Для створення герметичного середовища використовувалась поліетиленова плівка, герметично запакована після поміщення в неї наважки зерна. Для з'ясування впливу вологості на процес зберігання для досліджень було використано свіжозібране зерно кукурудзи з вологістю 18,2 % та зерно цієї ж партії, висушене до вологості 14,4 %. Для виявлення впливу температури на процес зберігання передбачалось розташовувати зерно на зберігання в різних умовах навколишнього середовища. Для цього герметично запаковані наважки зерна зберігались наступним чином: при кімнатній температурі (18...20 °С), в холодильнику (4...6 °С) та в умовах природного навколишнього середовища (поза межами приміщення) протягом листопада-березня. Свіжозібране зерно кукурудзи тих же партій зберігалось в негерметичних умовах (контрольні зразки). Загальна тривалість зберігання становила 210 діб.

Проведені дослідження були спрямовані на визначення зміни газового середовища міжзернового простору внаслідок зміни інтенсивності дихання зерна в різних умовах зберігання, дослідження зміни біохімічних властивостей зерна, а також вивчення його мікробіологічних показників. Дослідження зміни концентрації вуглекислого газу та кисню проводили за допомогою лабораторного газоаналізатору КГА 2-1. Отримані результати наведені на графіках 1-4.

З наведених графіків зміни концентрації вуглекислого газу видно, що кількість накопиченого газу зростає в 12-15 разів для сухого зерна та в 70-75 разів для вологого зерна. Тобто різниця в вологості зерна на 4% призводить до інтенсивнішого дихання в 5-6 разів. Потрібно відмітити, що температура зберігання зерна не так значно впливає на інтенсивність проходження процесу, як зміна вологості. Різниця між значеннями концентрації вуглекислого газу для зерна однакової вологості при різних температурах зберігання становить близько 1,0...2,0 %. Потрібно також відмітити, що для всіх зразків зерна найінтенсивніше процес дихання проходив в перші два місяці експерименту, тобто в жовтні-листопаді, коли середньомісячні температури повітря знаходились в межах +3...+12 °С відповідно. В наступних місяцях спостерігалось зниження температурних показників нижче позначки нуль і тим самим відбувалось зниження інтенсивності дихання зерна.

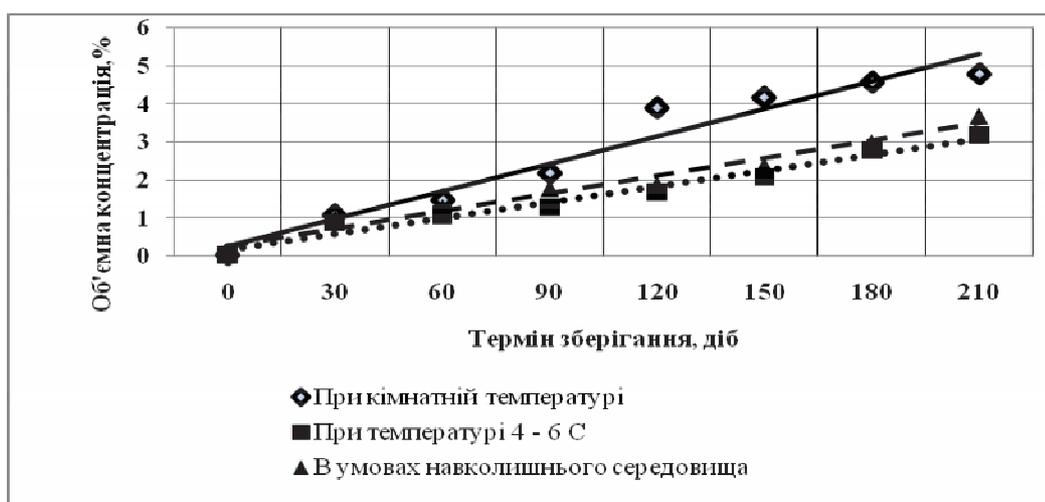


Рис. 1 – Зміна концентрації вуглекислого газу в зерновій масі кукурудзи, вологістю 14,4 %, яка зберігається в герметичних умовах

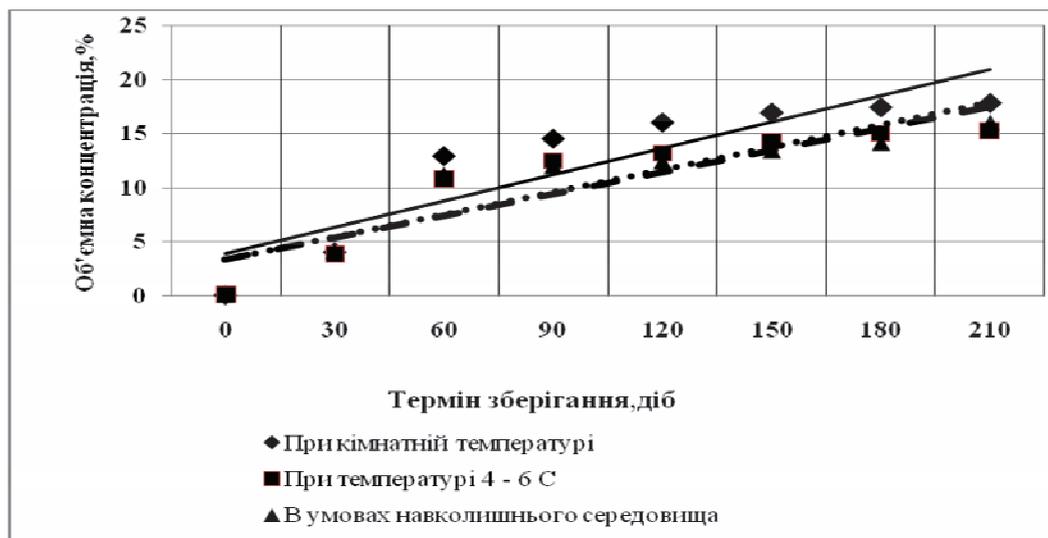


Рис. 2 – Зміна концентрації вуглекислого газу в зерновій масі кукурудзи вологістю 18,2 %, яка зберігається в герметичних умовах

Не менш важливим фактором для зберігання зерна в герметичних умовах є наявність в зерновій масі кисню. На графіках рис. 3 і 4 наведено зміну концентрації кисню в залежності від тривалості та температури зберігання для кукурудзи різної вологості.

Аналіз графіків показує, що закономірності зниження концентрації кисню аналогічні до зміни вуглекислого газу – процес проходить інтенсивніше у вологому зерні при вищій температурі. Для сухого зерна зниження концентрації становить лише 3,5...5,5 %. Для вологого зерна вміст кисню зменшується майже у два рази і досягає значення 3,0...5,0 %.

Таким чином, проаналізувавши зміну концентрації вуглекислого газу в міжзерновому просторі можна сказати, що дихання вологого зерна проходить значно інтенсивніше, причому найбільший вміст вуглекислого газу в міжзерновому просторі тих зразків зерна, що зберігались при кімнатній температурі (18-20 °C), а найменший – в зразках, які зберігались при температурі 4-6 °C.

З літературних джерел [3] відомо, що зберігання зерна без надходження повітря може призводити до погіршення насінневих властивостей зерна за рахунок проходження процесу анаеробного дихання. Для з'ясування цього факту було проведено визначення енергії проростання та схожості зерна, що зберігалось в герметичних умовах при різних температурах та у відкритому стані (контроль). Результати досліджень наведено в таблиці 1.

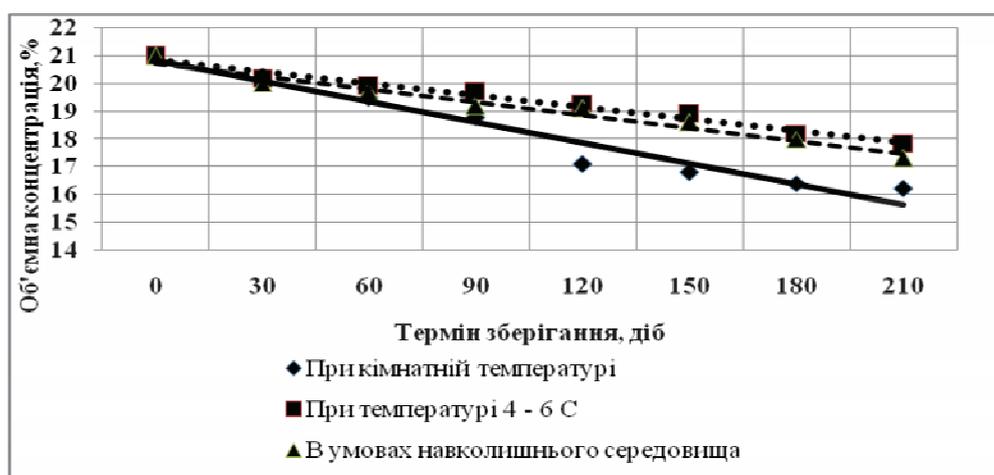


Рис.3 – Зміна концентрації кисню в зерновій масі кукурудзи, вологістю 14,4 %, яка зберігається в герметичних умовах

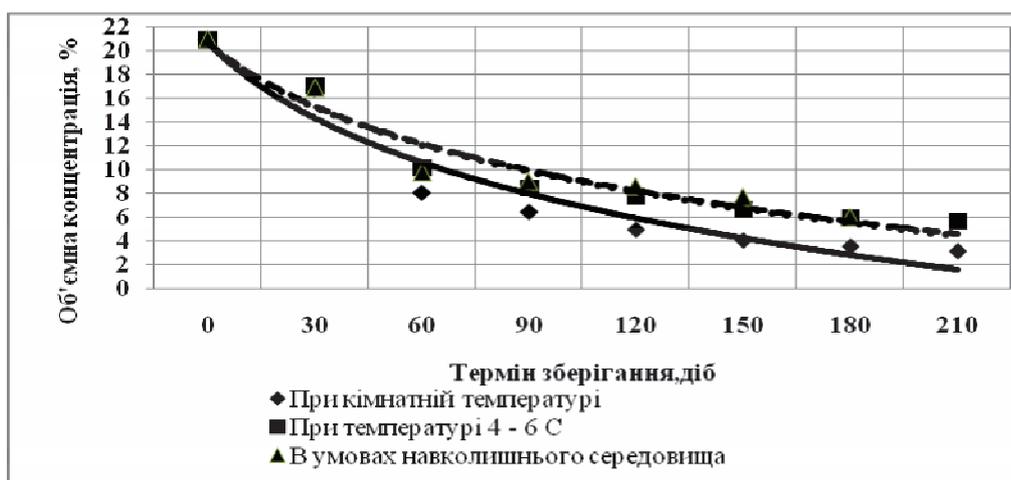


Рис. 4 – Зміна концентрації кисню в зерновій масі кукурудзи, вологістю 18,2 %, яка зберігається в герметичних умовах

З отриманих даних видно, що з часом зберігання насіннєві властивості зерна всіх зразків покращуються, ймовірно, за рахунок проходження післязбирального дозрівання. Причому умови зберігання практично не вплинули на схожість зерна та енергію його проростання і розходження між отриманими даними для всіх зразків незначне. Таким чином можна зробити висновок, що зберігання зерна в герметичних умовах протягом 210 днів не погіршує насіннєвих властивостей зерна кукурудзи. Тому, можна рекомендувати зберігати зерно насіннєвого призначення в герметичних умовах без втрати його якості, зокрема схожості та енергії проростання.

Проходження анаеробного дихання призводить до накопичення етилового спирту в тканинах зерна. Тому нами було проведено дослідження з визначення вмісту спирту в дослідних зразках кукурудзи. В результаті досліджень в жодному із зразків кукурудзи, яка зберігалась протягом 210 днів спирту виявлено не було. Таким чином, можна констатувати, що в процесі зберігання в герметичному середовищі зерно не переходить на анаеробний тип дихання.

Процес післязбирального дозрівання зерна пов'язаний зі зниженням інтенсивності проходження в ньому біохімічних процесів та закінчення синтезу природних біополімерів. Герметичне зберігання забезпечує значне зниження інтенсивності дихання, тим самим знижуючи втрати сухих речовин зерна. Тому наступний етап досліджень було присвячено з'ясуванню біохімічних змін в зерні під час його зберігання.

Таблиця 1 – Насіннєві властивості зерна кукурудзи, що зберігалось в різних умовах

Умови зберігання	Енергія проростання, %						Схожість, %						
	0 днів	30 днів	60 днів	120 днів	180 днів	210 днів	0 днів	30 днів	60 днів	120 днів	180 днів	210 днів	
При кімнатній температурі		72	78	78	77	77		95	98	96	95	95	
		72	83	85	87	76		96	96	96	94	93	
При температурі 4-6 °C		75	76	78	76	77		96	99	99	97	96	
		94	92	92	90	91		98	98	98	95	95	
В умовах навколишнього середовища		76	75	78	76	75		98	98	97	95	94	
		86	84	86	85	87		98	97	97	93	94	
Контроль		65	76	76	78	76	78	81	98	98	97	96	94
		78	82	91	90	86	87	92	98	97	97	95	94

Зменшення показника натурності зерна (табл. 2), що зберігається в герметичних та відкритих умовах практично однакове і становить 4...10 г. Потрібно відмітити, що найменші втрати маси спостерігаються для зерна, що зберігалось при температурі 4-6 °С і його натура дещо краща за показник контрольного зразка.

Результати визначення хімічного складу досліджуваних зразків кукурудзи в залежності від умов і тривалості зберігання наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Зміни хімічного складу зерна кукурудзи в процесі зберігання

Умови і термін зберігання	Вологість, %	Натура г/л	Вміст крохмалю, %	Вміст білка, %	Вміст декстринів, %	Вміст цукрів, %
1	2	3	4	5	6	7
Свіжозібране-Одіб (конт- роль)	14,4	714	71,7	11,9	13,2	3,3
	18,2	724	72,7	12,2	14,1	2,3
Термін зберігання 30 діб						
Кімнатна температура	13,8	712	71,3	12,0	13,8	3,2
	17,8	720	72,1	12,4	14,5	2,3
При температурі 4-6 °С	14,0	712	71,5	11,9	13,5	3,3
	17,9	723	72,5	12,2	14,4	2,2
В умовах навколишнього середовища	14,0	712	71,3	11,9	13,7	3,3
	17,9	721	72,1	12,4	14,6	2,3
Контроль	14,1	712	71,4	11,9	13,3	3,3
	18,0	721	72,6	12,2	14,3	2,3
Термін зберігання 60 діб						
Кімнатна температура	13,8	710	68,8	12,3	14,1	3,6
	17,8	718	69,5	12,9	15,0	2,8
При температурі 4-6 °С	14,0	712	68,9	12,5	13,8	3,5
	17,9	722	69,9	13,0	14,9	2,6
В умовах навколишнього-госередовища	13,9	710	68,6	12,4	14,2	3,7
	17,8	720	69,8	12,8	15,1	2,7
Контроль	14,0	710	67,3	12,1	13,8	3,6
	17,8	718	68,5	12,6	15,0	2,7
Термін зберігання 150 діб						
Кімнатна температура	14,3	706	67,8	12,6	14,4	3,8
	18,0	714	69,0	12,9	15,2	2,7
При температурі 4-6 °С	14,0	708	68,0	12,7	14,0	3,5
	17,9	714	69,1	13,2	15,0	2,7
В умовах навколишнього середовища	14,2	710	68,1	12,5	14,0	3,6
	18,0	720	68,8	12,9	15,2	2,9
Термін зберігання 180 діб						
Кімнатна температура	14,3	706	67,9	12,6	23,9	3,8
	18,0	712	68,5	12,9	25,2	2,8
При температурі 4-6 °С	14,1	708	67,7	12,7	24,0	3,7
	17,9	718	69,0	13,2	25,9	2,8
В умовах навколишнього-госередовища	14,3	708	67,2	12,5	23,5	4,0
	18,0	718	68,5	12,9	25,2	2,8
Контроль	13,7	710	66,2	12,1	23,8	3,7
	17,5	718	67,5	12,6	24,8	3,0

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7
Термін зберігання 210 діб						
Кімнатна температура	14,3	706	67,7	12,9	23,9	3,9
	18,1	710	68,2	13,1	25,2	3,0
При температурі 4-6 °С	14,2	708	67,5	12,7	24,0	3,7
	18,1	716	68,7	13,3	25,9	2,9
В умовах навколишньо-госередовища	14,3	708	67,0	12,9	23,5	4,0
	18,0	716	68,3	13,1	25,2	3,0
Контроль	13,7	710	66,0	12,6	23,8	3,7
	17,5	714	67,3	13,0	24,8	3,1

Як ми бачимо, внаслідок герметичного зберігання відбуваються зміни вологості зерна. При чому, спочатку вологість зменшується у всіх дослідних зразках близько на 0,5 %, а потім зростає і досягає початкових значень. На наш погляд зміна вологості дослідних зразків кукурудзи відбувається за рахунок зміни рівноважної вологості повітря між зернового простору.

З даних таблиці також видно, що хімічний склад зерна змінюється незначно. Проте більш помітні зміни спостерігаються для вологого зерна, що свідчить про його інтенсивніше дихання. Зокрема видно, що за 210 діб зберігання вологе зерно втрачає близько 4,0 % крохмалю. Також збільшується вміст декстринів. Щодо білка та цукрів, то їх вміст зростає близько на 1,5 % для вологого зерна та на 1,0 % для сухого, очевидно за рахунок зниження загальної маси сухих речовин внаслідок втрати крохмалю.

Слід також відмітити, що видимих ознак псування вологого зерна при його зберіганні в герметичних умовах протягом 210 діб не спостерігалось. Колір, запах та смак відповідали нормальному зерну, ознак появи плісняви та виникнення процесів самозігрівання не спостерігалось. Проте процес зберігання характеризується насамперед, зміною кислотного числа жиру та мікробіологічного забруднення зерна.

Проаналізувавши зміни кислотного числа жиру в залежності від різних умов зберігання з'ясовано, що даний показник як для вологого так і для сухого зерна за 210 діб зберігання змінюється незначно і не перевищує контрольний зразок. Якщо ж порівняти значення даного показника для сухого зерна при різних умовах зберігання, то найменшим воно є для зерна, яке зберігалось при температурі 4-6 °С. Щодо вологого зерна, то найбільшим значення кислотного числа жиру є для зерна, яке зберігалось при кімнатній температурі та в негерметичних умовах, а найменшим – при температурі 4-6 °С.

У числі ряду факторів, що впливають на якість і процес зберігання зерна й зернових продуктів істотна роль належить мікроорганізмам. Мікробіологічні показники дозволяють контролювати умови зберігання зерна, оцінювати якість аналізованих продуктів і їх безпеку для здоров'я людей і тварин. В результаті досліджень ми отримали, що після 30 діб зберігання, за загальним числом МАФМ та пліснявих грибів і дріжджів зразки, що зберігались в герметичних умовах мають в десять разів кращі показники ніж контрольний зразок. За кількістю молочнокислих бактерій та показником внутрішньої мікрофлори зерна контрольному зразку поступаються лише зразки вологого зерна, що зберігались при кімнатній температурі та в холодильнику.

Аналіз даних мікробіологічного забруднення після 210 діб зберігання показує, що за всіма показниками зразки герметичного зберігання переважають контрольний зразок. Причому, в контрольному зразку спостерігається погіршення мікробіологічного забруднення з часом зберігання. В зразках, що зберігалось герметично, такої тенденції не спостерігається.

Відомо [1,2], що однією зі значних переваг герметичного зберігання є створення несприятливих умов для життєдіяльності шкідників зернової маси за рахунок нестачі кисню та високої концентрації вуглекислого газу. Для підтвердження негативного впливу герметичного зберігання на життєдіяльність шкідників та з'ясування тривалості пливу було проведено наступні дослідження. В ряд наважок, що закладались на зберігання, було внесено однакову кількість живих довгоносоків (по 10 шт.) Після визначеного терміну зберігання емності відкривались та визначилась кількість живих довгоносоків. В результаті встановлено, що після 30-денного зберігання зараженого зерна в герметичних умовах, в жодному зі зразків живих довгоносоків виявлено не було.

Висновки

1. В результаті проведених досліджень встановлено, що зберігання кукурудзи в герметичних умовах при різних температурах та вологості зерна протягом 210 діб не значно впливає на хімічний склад зерна та не призводить до його псування.

2. Інтенсивність дихання зерна значно вища при його більшій вологості. На процес накопичення вуглекислого газу та втрати кисню більший вплив має вологість зерна ніж температура його зберігання.

3. Вивчення насінневих властивостей зерна, що зберігалось в герметичних умовах дозволяє зробити висновок, що технологію зберігання в поліетиленових рукавах можливо застосовувати для насінневого зерна.

4. Аналіз мікробіологічних показників зерна показав, що в зерні, яке зберігалось в герметичних умовах з часом не спостерігається підвищення мікробіологічної забрудненості. Контрольний зразок має протилежну тенденцію.

5. Отримані результати біохімічних змін в зерновій масі дозволяють рекомендувати зберігати зерно з вологістю від 14,4 до 18,2 % протягом 210 діб без помітної втрати його якості. Причому краще зберігається зерно в умовах природного навколишнього середовища та температури 4...6 °С.

Література

1. Хранение зерна подсолнечника в пластиковых упаковках: система Silo Bolsa//Хранение и переработка зерна. – 2009, №5 (119). - с. 32-41.
2. Хранение зерен кукурузы в пластиковых упаковках: система Silobag //Хранение и переработка зерна. – 2009, №7. - с.43-49.
3. Трисвятский Л.А. Хранение зерна, М: 1966 г.

УДК 664.72.047,54:005.591.6

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СУШІННЯ ЗЕРНА ВІТЧИЗНЯНИХ ЗЕРНОСУШАРОК ЗМЕНШЕННЯМ ОПОРУ ВНУТРІШНЬОКАПІЛЯРНОЇ ДИФУЗІЇ ВОЛОГИ

Гапонюк І.І., к.т.н., доцент,
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Наведено аналіз технологічних показників роботи зерносушарок провідних іноземних компаній, подано результати досліджень динаміки теплового балансу шахтної прямотечійної зерносушарки за різних параметрів швидкості і температури робочих газів, температури довкілля та різних розмірів зернин, експериментально підтверджено гіпотезу щодо причин зростання опору внутрішньокапілярної дифузії вологи на завершальному етапі зневоднення та чисельні характеристики параметрів цього процесу та тривалості зменшення внутрішньої ентропії, запропоновано технологічні рішення зі зменшення внутрішньокапілярного опору дифузії вологи.

The analysis of the technological indices of the work of the grain drying apparatuses of the contemporary constructions of foreign companies is given, the results of studies of the dynamics of the heat balance of mine direct-flow grain drying apparatus with different parameters of speed and temperature of working gases, ambient temperature and different grain sizes are induced, are experimentally confirmed hypothesis about the reason for an increase in the resistance of the internal- capillary diffusion of moisture in the final stage of dehydration and numerical characteristics of [paramterov] of this process and duration of the process of decreasing [vnutrenny] of entropy, the technological solutions of decreasing the internal- capillary resistance of the diffusion of the moisture are proposed.

The keywords: caryopsis, [slo] of caryopsis, the layer of grain, moisture, heat-, working gases, drying chambers, the diffusion, heat- and moisture exchange, capillary-porous bodies, the moving potential, energy content, the ecology

Ключові слова: зернина, шари зернини, шар зерна, волога, теплота, робочі гази, сушильні камери, дифузія, тепло- вологообмін, капілярно-шпаруваті тіла, рушійний потенціал, енергоємність, екологія.

За попередніми даними Міністерства АП України та Української аграрної конфедерації, в минулому маркетинговому році, попри дефіцит сушильних потужностей близько 35%, та завдяки посушливому літу минулого року, вітчизняний експорт зернових і олійних культур сягнув 20,5 млн.т.

Концепцією Державної цільової програми «Зерно України – 2008 – 2015» передбачається збільшення валового збору зерна до 58 млн.т і більше. На думку Президента Української аграрної конфедерації Л.Козаченка (журнал Фармер за травень ц.р.) вітчизняне сільське господарство «приречене до експорту» і якщо повністю реалізувати його потенціал, то навіть при повному забезпеченні внутрішніх потреб у