



ЛІТЕРАТУРА

1. Нетребський, О.А. Теоретичні та практичні аспекти оцінювання ризиків виникнення небезпек [Текст] / О.А. Нетребський, А.П. Бочковський // *Хранение и переработка зерна*, 2013. - № 6. - Том 171. - С. 67 - 73. doi: 10.13140/RG.2.1.3795.9446
2. Бочковський, А.П. «Людський фактор» та ризик виникнення небезпек: випадковість чи закономірність. [Монографія]. Одеса, Юридична література, 2015. - С. 136.
3. Електронний ресурс: <http://www.swissre.com/>
4. *Вестник российской академии наук*, 2001. - 4 (71). С. 291-302.
5. *The Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ipcc.ch/>
6. Бочковський, А.П. Теоретичні аспекти універсальності оцінки професійного ризику в системах управління охороною праці [Текст] / А.П. Бочковський // *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 2016, № 14. - С.134-151 doi: 10.13140/RG.2.2.22043.87848
7. Bochkovskyi, A. P. *Legal and organizational issues of improving the labor protection and industrial safety level at the Ukrainian enterprises* [Text] \ A.P. Bochkovskyi, N.Yu. Sapozhnikova, V. D.Gogunskii \ *Scientific Bulletin of National Mining University*, 2017. - № 5 (161). - P.100-108 doi:10.13140/RG.2.2.33613.23528 (Scopus)
8. Бочковський, А.П. Удосконалення методології ідентифікації ризиків виникнення професійних небезпек [Текст] / А.П. Бочковський, Н.Ю. Сапожнікова // *Зернові продукти і комбікорми*, 2018. - № 18 (1). - С. 4-8 doi:10.15673/gpmf.v18i1.895
9. Bochkovskyi, A. P. *Labour protection and industrial safety in Ukraine: problems of transition period and perspective ways of development* [Text] \ A.P. Bochkovskyi, N.Yu. Sapozhnikova, V. D.Gogunskii \ *Grain Products and Mixed Fodder's*, 2016. - Vol. 4 (64) - P. 42 - 50 DOI:10.13140/RG.2.2.20894.13126
10. Бочковський, А. П. Науково-практичні аспекти мінімізації ризиків виникнення професійних небезпек [Текст] / А. П. Бочковський, Н.Ю. Сапожнікова // *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*, 2017. - № 2 (16) - С. 92-101 DOI:10.13140/RG.2.2.36574.13124

Надійшла 08.05.2018. До друку 26.05.2018

Адреса для переписки:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039



УДК 631.53.01 - 022.51 : 631.563.2

OVSIANNIKOVA L.K., PhD Technical Sciences, Ass. Professor
 Odesa National Academy of Food Technologies, Odessa



FEATURES OF THE TECHNOLOGICAL LINE OF THERMAL PROCESSING OF SMALL-SEEDED CROPS

Abstract

Despite successes, many problems are encountered with small-seed crops (sorghum, turnip, mustard, linen, etc.), for many of them there are not enough recommendations of regulations and other normative and technological documentation. The article is devoted to ways of improving the drying process of freshly harvested grain. It is known that during post-harvest processing, small-seeded crops undergo a certain thermal effect at certain stages of it. First of all, this regards, drying and cooling processes. Meanwhile, heat treatment is a complex technological process in which numerous physical-mechanical and biochemical changes, sometimes irreversible, occur in oil seed. In addition, heat treatment is the most energy-efficient.

Timely and proper drying of grain not only increases its stability during storage, but also improves food and seed quality of grain. As a result of drying, post-harvest maturing is accelerated, humidity is leveled and technological properties change. Drying has a positive effect on the yield and quality of grain and products of its processing. To our regret, there are almost no studies of drying process of small-seeded crops grown in Ukraine. Meanwhile, drying is an important link in the post-harvesting process of corn.

The paper gives recommendations on drying technology of crops (sorghum) and oilseeds (turnip, mustard, flax) of small-seeded food crops in grain-harvesting enterprises. The basic scheme of technological line of heat treatment of small-seeded crops and recommendations for reducing energy intensity and increasing the efficiency of heat treatment and improving their quality are developed.

The main purpose of this article is to familiarize a wide range of specialists in the field of post-harvest processing and storage of grain with drying regimes and the scheme of technological drying line of small-seeded crops.

Keywords: moisture content of grain, small-seeded cultures, post-harvesting processing, heat treatment, drying

Introduction

High-quality grain storage is possible only in case of thorough understanding of processes, with precise consideration of physiological properties, occurring in grain masses at all stages of their post-harvesting processing and following storage. Especially a lot of problems occur with small-seeded crops (sorghum, turnip, mustard, linen, poppy etc.), for many of them there are not enough recommendations of

regulations and other normative and technological documentation.

The considered crops refer to so-called small-seeded crops (SSC) because of their geometric sizes and low weight of 1000 grains (up to 6 g of oilseeds, 25 g of grain seeds). Firstly, this forces to adjust technological modes of their post-harvest treatment substantially [1].

Wet and damp SSC should be cleaned and dried before placing them into storage. For safe storage of



grain, small-seeded crops (SSC) should have a damp content no more than 14.0%, oilseed crops – no more than 9%, infestation – no more than 2.0%. SSC can be dried on all types of shaft direct-current and recirculating grain dryers as well as on column (grid) modular direct-current grain dryers. However, the best quality and uniformity of dried SSC can be obtained by applying shaft grain-dryers with wedge-shaped louver boxes.

The aim of the paper is to develop scientific bases and practical measures to minimize energy costs and increase duration of safe and environmentally friendly storage of grain of modern varieties of small-seeded crops by increasing the efficiency of their drying and cooling.

To achieve this goal, the following tasks are formulated:

- to develop modes and recommendations for carrying out basic technological operations of post-harvest processing and storage of grain;
- to carry out scientific substantiation and to develop technologies of thermal processing of small-seeded crops and oilseeds.

Results of research and recommendations

Compared to spicate and traditional oilseed cultures, SSCs have increased flowability and lower flotation rate [2], and following re-equipment is required to dry them in shaft grains:

- to reduce the volume of incoming drying agent and cold air into drying and cooling zones for approximately 1/3 of the volume supplied by each fan, and reduce the speed of the exhaust drying agent and air from exhaust containers to 2.6...2, 8 m/s. This is achieved by disconnecting one of two fans (in designs where there are two fans), or by decreasing the fan speed by selecting and changing the pulley diameter, or by throttling the air suction in corresponding nozzles of the first zone and suction into the furnace in the upper and lower parts of the suction channels (50%);
- to weld metal plates on all the boxes to avoid blowing the SSC at the inlet and outlet of the drying agent boxes;
- to prevent the spilling of SSC between shafts and fixing of boxes, it is necessary to fit the boxes to the walls of a shaft of the place of adherence of the boxes to the shaft, and also to seal all gaps with heat-resistant silicone properly;
- to adjust the exhaust mechanism to minimum output of SSC, reducing the gap between moving and stationary parts of the exhaust device to 2...3 mm;
- to replace the nozzle parts kit: fuel and air vortex, jet with diameter of apertures of 0.5...0.7 mm instead of 1.4 mm.

Column modular grain

dryers should have sieves with apertures for small-seeded crops. Other re-equipment is not necessary.

In order to save fuel consumption on drying and improve quality of dried SSC, a combined convection and microwave drying method is recommended [3, 4]. This method involves three stages of drying SSC. Moist and wet SSC are firstly dried in convective direct-flow grain dryers under decreasing temperature modes to humidity, which is 3.5...5.0% higher than the conditional one (i. e. grain crops to humidity of 17.5...19.0%, oilseed crops – up to 10,5...12,0%). At the second stage, SSC is dried in microwave dryers (which will effectively remove moisture from central layers of SSC) to humidity as of 1.5...2.0% higher than the conditional one (i. e. grain crops to a moisture content of 15.5...16.0%, oilseed crops – up to 9.5...10.0%). Microwave drying is carried out in pulsed modes, alternating energy pulses with blowing of SSC with external air, which prevents overheating of SSC and reduces energy consumption for drying. At the third, final, stage, SSC is sent to silos with active ventilation, where it is cooled by external air to the temperature which is 5...10°C above the ambient temperature.

If the moisture content of grain SSC does not exceed 16%, and oilseed crops – 10%, then convective drying can not be carried out and SSC – immediately sent to microwave dryer and, further, – for cooling after settling.

For convection drying, it is recommended to use foreign and domestic shaft dryers with wedge-shaped louver boxes (for example, K4-УС-2А, А1-ДСП-50) [5-7]. For implementation of microwave drying method, for example, microwave grain dryer ACT-3, specifications of which are given in the Internet source [8], or similar to it, should be recommended. Cooling can be carried out in ventilated metallic silos with a flat or a conical bottom, or in warehouses of floor storage, which are equipped with an active ventilation system.

To ensure normative quality of SSC during drying, we recommend following drying modes (Tables 1 and 2).

Table 1 - Higher limit values of the temperature of drying and heating agent of grain in convective grain dryers

Culture, purpose	Initial humidity, %	Driving through the dryer	Limit temperature of grain heating, °C	Limit temperature of drying agent, °C
Grain SSC, food destination	Regardless of the initial humidity	One-time	50	110
Oilseed SSC, food destination	≤14	One-time	55	80
	14...18		50	70
	≥18		45	60

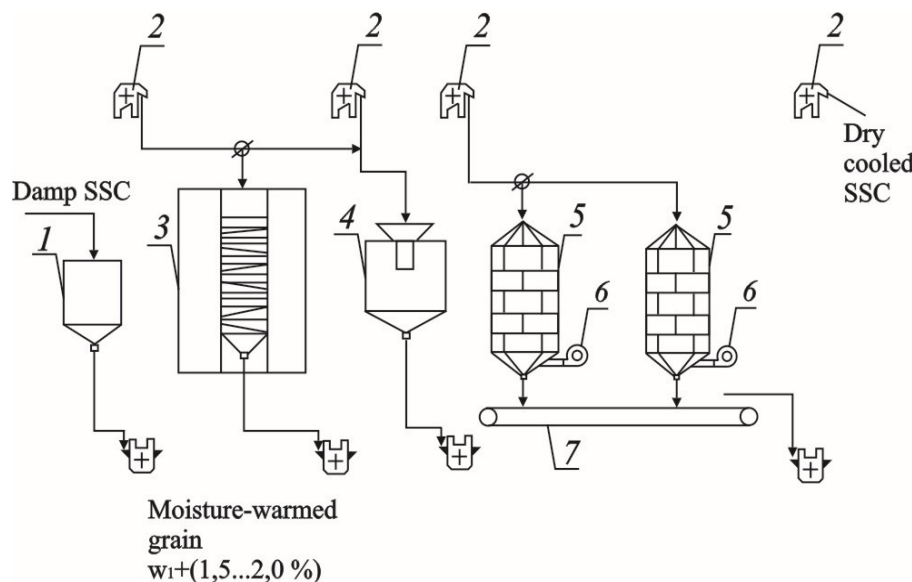
Table 2 - Modes of microwave drying of grain

Culture, purpose	Humidity at the inlet to the dryer, %	Cycle duration, sec		Air speed, m/s	Thickness of layer of grain, mm
		supply of energy	air blowing		
Grain SSC, food destination	15,5...16,0	10...20	20..30	0,3...1,0	30...60
Oilseed SSC, food destination	9,5...10,0	10...20	20..30	0,3...1,0	30...60



Table 3 - Higher edge values of agent temperatures when drying SSC in columnar modular grain dryers

Culture, purpose	Drying zones	Limit temperature of drying agent, °C
Grain SSC, food destination	1	85
	2	75
	3	70
	4	65
	5	65 or lower
	6	65 or lower (or external cooling air)
Oilseed SSC, food destination	1	60
	2	60
	3	55
	4	55
	5	50 or lower
	6	50 or lower (or external cooling air)



1 – bunker for damp SSC; 2 – chain elevator; 3 – direct-flow shaft grain dryer with wedge-shaped louver boxes; 4 – microwave dryer; 5 – bunker for dry SSC; 6 – fan; 7 – conveyor for supply of dried and cooled SSC to storage room.

Fig. 1 - The technological scheme combined convection-microwave SSC drying method

In case of absence of shaft grain dryers at the enterprise, convection drying of SSC can be carried out in columnar modular dryers, withstanding drying modes shown in the table 3.

For implementation of effective combined convection-microwave SSC drying method, the technological scheme given in Fig. 1, is offered.

Description of technological scheme of heat treatment

According to the proposed scheme of technological drying line, wet or damp small-seeded crops are fed into the drying storage bunker 1 and the chain elevator 2 feeds them into an over-drying bunker of the shaft direct-flow grain dryer with wedge-shaped louver boxes 3. The presence of louver on the boxes helps to evenly blow and dry the layer of seeds in the

dryer. As it was mentioned, it is better to use decreasing temperature modes in the dryer, when the temperature of the drying agent decreases while drying the SSC. This prevents overheating of seeds and, most importantly, allows you to save fuel costs, because drying the amount of moisture present in the seed gradually decreases and it will be significantly less at the end of the dryer, and thus it will be rational to reduce the supply of heat to seeds.

From the theory and practice of drying, it is known that the evaporation zone of moisture is significantly deepened at the end of grain drying, and its removal by convection method is not effective. Therefore, not cooled and not dried oilseed SSC at 3,5...5,0% is supplied by chain elevator 2 from convection dryer into a microwave dryer 4 with oscillating modes in which moisture is being effectively removed, reducing the moisture content of SSC by 1...2% (that is, up to 9,5...10,0%).

Then, without cooling, seeds are transported to silo 5 equipped with a fan 6 via a chain elevator. After storing SSC for 8...12 hours, during which their temperature and dampness are measured, they are being gradually cooled with the external air to temperature which is being higher than the ambient temperature for 5...10 °C. At the same time, moisture is being removed from SSC after rising from the central to the outer layers of grain. The dried and cooled SSC is fed into a storage via conveyor 7.

In case humidity of small-seeded oilseed crops does not exceed 10%, then they can be immediately sent to a microwave dryer and, further on, according to the scheme, to storage and cooling.

Studies have shown that, as a result of seed drying, there is a decrease in acidic, peroxide and iodine indexes, which indicates an improvement of its quality.

Conclusions

1. Conducted experiments confirmed that the temperature and humidity of small-seeded crops affect grain stability during storage. Timely reduction of temperature of grain mass is one of important techniques that are widely used in storage.

2. Due to the fact that microwave energy is much more expensive than heat, the use of a combined convection and microwave energy supply will reduce the cost of finished products.

3. The basic scheme of technological line of heat treatment of small-seeded crops and recommendations for reducing energy intensity and increasing efficiency of heat treatment and improving their quality, which were approved with various progressive enterprises and companies of the branch.



REFERENCES

1. Ovsiannykova L.K. Physical and technological properties of modern varieties of small-seed crops// «Grain products and food stuffs». – Volume 17, Issue 1 |2017. №65/March/ С. 9-15.
2. Stankevych G.M., Ovsiannykova L.K., Sokolovska O.G. Processing and storage of small-seeded oilseed crops: Monography. – Odesa City: Odesa State Publishers Publishing House, 2016. – 128 p.: ill.
3. Investigation of kinetics of convective-microwave drying of grain crops in a stationary layer/T. Yu. Demytyeva, G.N. Stankevych, L.K. Ovsiannykova, E.G. Sokolovskaya // international scientific and technical Seminar «Actual problems of drying and thermal-moist processing of materials»: Seminar materials; Fed. Agency for Education, HPE SEI «VSFTU». – Voronezh City, 2010. – P. 286-295.
4. Stankevych G.N. Drying as the tool of quality improvement // Grain. – № 11. 2012. – P. 148-153.
5. Stankevych G.M. Nuances of grain dryers // The Ukrainian Farmer, грудень, 2012 р. – P 78-79.
6. Paul E. Grain and soybean drying on Georgia farms /E. Paul, E. Sumner, Jay Williams//Cooperative extension the university of Georgia. – 15 p.
7. Online resource : <http://www.act-agro.ru/>.
8. Sokolovskaya O.G. Development of effective modes of heat treatment and storage of small-seeded crops: Diss. cand. of techn. sc. 05.18.02. – Odesa City, 2013. – 189 p.

Л.К. ОВСЯННИКОВА, канд. техн. наук, доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ДРІБНОНАСІННЄВИХ КУЛЬТУР

Анотація

Стаття присвячена шляхам удосконалення процесу сушіння свіжозібраного зерна. Незважаючи на досягнуті успіхи, багато проблем виникає з дрібнонасіненними культурами (сорго, ріпак, гірчиця, льон та ін.), для багатьох з яких недостатньо рекомендацій регламентів та іншої нормативно-технологічної документації. Відомо, що при проведенні післязбиральної обробки дрібнонасіненні культури на окремих її стадіях піддаються певному термічному впливу. Це стосується, насамперед, процесів сушіння та охолодження. Між тим, термічна обробка — це складний технологічний процес, при якому у олійному насінні відбуваються чисельні фізико-механічні та біохімічні зміни, часом незворотні. Крім того, є найбільш енергозатратними.

Своєчасне і правильне проведення сушіння зерна не тільки підвищує його стійкість під час зберігання, а й поліпшує продовольчі та насінні якості зерна. Сушіння позитивно впливає на вихід та якість зерна і продуктів його переробки. Жаль, майже відсутні дослідження процесу сушіння дрібнонасіненних культур, що вирощуються в Україні. Між тим, сушіння є важливою ланкою у процесі післязбиральної обробки збіжжя.

Проведеними дослідженнями підтверджено, що температура та вологість дрібнонасіненних культур впливають на стійкість зерна при зберіганні. Своєчасне зниження температури зернової маси — один з важливих прийомів, який широко використовують при зберіганні.

Відомо, що у кінцевій фазі конвективного сушіння відбувається значне зниження швидкості сушіння. Це викликане тим, що зона сушіння значно поглиблена всередину зернин і на переміщення вологи до поверхні зернин витрачається значна частина енергії, що підводиться з сушильним агентом. Відпрацьований сушильний агент не насичується вологою і викидається із сушарки. Наслідком цього є низькі значення теплового ККД конвективних зерносушарок. Але цей недолік відсутній при мікрохвильовому сушінні, при якому енергія передається якраз у місця з підвищеним вмістом вологи, тобто у наприкінці сушіння — це глибоко всередині зернин. З іншого боку відомо, що мікрохвильова енергія значно дорожче теплової. Тому використання комбінованого конвективно-мікрохвильового підводу енергії дозволить об'єднати переваги обох способів сушіння — збільшити продуктивність ліній сушіння зерна без його здорожчання.

У роботі наведено розроблені рекомендації, що стосуються технології сушіння, зернових (сорго) та олійних (ріпак, гірчиця, льон) дрібнонасіненних культур продовольчого призначення на зернозаготівельних підприємствах. Розроблено принципову схему технологічної лінії термічної обробки дрібнонасіненних культур та рекомендації зі зниження енергоємності та підвищення ефективності термічної обробки та поліпшення їх якості.

Нині власники землі в АПК самі вибирають перелік культур, які їм вигідно вирощувати, і серед цих культур часто є дрібнонасіненні культури, такі як ріпак, гірчиця, льон, сорго та ін. Тому отримані дані мають практичне значення для працівників господарств, де вирощується дрібнонасіненні культури

Ключові слова: вологість зерна, дрібнонасіненні культури, післязбиральна обробка, термічна обробка, сушіння

ЛІТЕРАТУРА

1. Овсянникова Л.К. Фізико-технологічні властивості сучасних сортів дрібнонасіненних культур // «Зернові продукти і комбікорми». – Volume 17, Issue 1 |2017. №65/Березень/March/ С. 9-15.
2. Станкевич Г.М., Овсянникова Л.К., Соколовська О.Г. Обробка та зберігання дрібнонасіненних олійних культур: Монографія. – Одеса: Вид-во КП «Одеська міська друкарня», 2016. – 128 с.: іл.
3. Исследование кинетики конвективно-микроволновой сушки зерновых культур в неподвижном слое / Т.Ю. Деметьева, Г.Н. Станкевич, Л.К. Овсянникова, Е.Г. Соколовская // Междунар. научно-техн. семинар «Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов» [Текст]: материалы семинара; Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2010. – С. 286-295.
4. Станкевич Г.Н. Сушка — инструмент повышения качества //Зерно. – № 11. – 2012. – С. 148-153
5. Станкевич Г.М. Нюанси зернових сушарок // The Ukrainian Farmer, грудень, 2012 р. – С 78-79.
6. Paul, E. Grain and soybean drying on Georgia farms / E. Paul, E. Sumner, Jay Williams // Cooperative extension the university of Georgia. – 15 p.
7. Интернет-ресурс <http://www.act-agro.ru>
8. Соколовська О.Г. Розробка ефективних режимів термічної обробки і зберігання дрібнонасіненних культур : дис. канд. техн. наук: 05.18.02. – Одеса, 2013. – 189 с.

Надійшла 21.05.2018. До друку 06.06.2018

Адреса для переписки: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

