

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССОВ СУШКИ НА КАЧЕСТВО СЕМЯН
РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА**

Богомолов А.В. д.т.н., проф., Мезенцев В.А., Черняев А.А., ст. викл.
(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко)

В статье рассмотрены вопросы влияния сушки на качество посевного материала, методы усреднения гранулометрического состава семян и их значение для расчетов процессов сушки. Предложена концепция зерносушилки исключая перегрев различных фракций семян.

В комплексе мероприятий по послеуборочной обработке зерна – сушка является самым энергоемким и дорогостоящим процессом. При этом в сумме затрат на сушку зерна, доля энергозатрат в зероосушилках различных типов составляет от 35 до 55%, причем доля топлива – около 90% общих энергозатрат [1]. В особенности это касается сушки зерна семенного назначения, так как при долговременном нагреве свыше 50 градусов семена теряют свои качества. Во избежание этого приходится снижать температуру агента сушки, что растягивает

процесс во времени и увеличивает энергоемкость производства.

Анализируя изменение качества семян после сушки, следует отметить, что при правильно организованных режимах сушки посевные кондиции зерна не только не ухудшались, а и в ряде случаев улучшались. По-видимому, это связано с переносом питательных веществ ближе к зародышу в процессе обезвоживания [2].

На рис.1 представлены зависимости всхожести семян подсолнечника от режимов сушки и размеров зерна.

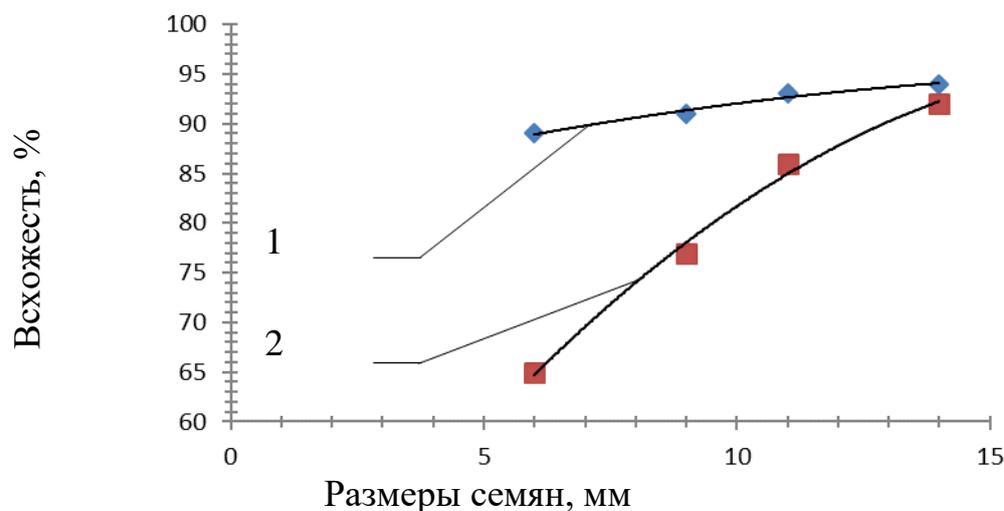


Рис. 1. Зависимости всхожести семян подсолнечника от режимов сушки и размеров зерна

Кривая 1 отображает всхожесть семян высушенных, воброожженном слое, в мягком режиме сушки при температуре сушильного агента 40°C. Исходя из данных приведенных в таблице 1 – эти семена являются высококачественным посевным материалом.

На кривой 2 отображены результаты изменения всхожести семян высушенных в режиме продовольственного зерна, в воброожженном слое при температуре агента сушки 60°C.

Таблица 1

Категория семян	Всхожесть, %, не менее
Оригинальные семена	92
Элитные семена	92
Репродукционные для семенных целей	92
Репродукционные для производства товарной продукции	87

Из результатов анализа следует что, крупные семена подсолнечника сохранили свои посевные качества. Это связано с различными скоростями протекания тепломассообменных процессов в зернах, отличающихся по размерам. По-видимому, семена мелких и средних фракций превысили предельно допустимую температуру нагрева и утратили посевную ценность.

В таблицах 2, 3 и 4 приведены данные варьирования семян некоторых культур по объему, массе 1000 зерен, размерам.

Таблица 2

Объем одного зерна (семена) некоторых культур (по Казакову, 1983)

№ п/п	Название культуры	Объем зерновки, мм ³
1.	Пшеница	11...56
2.	Кукуруза	140...260
3.	Горох	114...320
4.	Подсолнечник	22...60

Таблица 3

Масса 1000 зерен (Козьмина Н.П., 1955)

№ п/п	Культура	Масса 1000 зерен, г
1.	Пшеница	15...88
2.	Кукуруза	50...1100
3.	Горох	40...450
4.	Подсолнечник	40...200

Таблица 4

Размеры семян

№ п/п	Культура	Размер, мм	
		Длина	Ширина
1.	Пшеница	4...8	1,8...4
2.	Кукуруза	5...15	нет данных
3.	Горох	диаметр 3,2...10,6	
4.	Подсолнечник	5...25	4...15

Так зерна подсолнечника по объему могут отличаться в 3 раза, а по массе 1000 зерен и размерам более чем в 4 раза.

Полидисперсность состава семян подсолнечника существенно усложняет анализ аэродинамических и тепломассообменных процессов. Для семян различного размера будут различны коэффициенты лобового сопротивления, критерий Рейнольдса, число Нуссельта, температура и т.д. Естественно,

для частиц монодисперсного материала все эти показатели, как правило, можно считать одинаковыми. Поэтому для упрощения расчетов полидисперсный состав зерна с помощью различных методов усреднения размеров зерен приводят к монодисперсному составу [3,4]. В связи с этим необходимо выяснить, в какой мере операция усреднения сказывается на результатах расчета.

Прежде всего, остановимся, на основных методах усреднения размеров частиц полидисперсного материала.

В ряде случаев в качестве среднего размера используется медиана счетного распределения, применение такого метода при расчете сушки зерна мало обосновано, так как здесь практически не учитываются важные особенности гранулометрического состава.

Наибольшее распространение при моделировании тепломассообменных процессов зерна получил способ, в котором форму зерен принимают за шар.

В действительности зерна отличаются по форме от шара. Поэтому вводят понятие об эквивалентном диаметре, т.е. о линейном размере частицы, эквивалентном диаметру соответствующего шара.

Эквивалентный диаметр частицы определяют при помощи ситового анализа из соотношения (1), где d_i - средний диаметр отверстия сит; k - число исходных фракций в слое по рассеву; x_i - массовая доля фракции; d_i определяется по формуле (2), где d_1 и d_2 определяют соответственно по размерам отверстий проходного и непроходного сит.

$$d_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=k} x_i d_i}{\sum_{i=1}^{i=k} x_i} \quad (1)$$

$$d_i = \sqrt{\frac{d_1^2 d_2^2}{d_1 + d_2}} \quad (2)$$

Рассмотрим влияние результатов усреднения на примере семян подсолнечника.

На рис.2 представлена кинетика сушки полидисперсного состава, кривая 1, и монодисперсного состава, кривая 2, семян подсолнечника с равным эквивалентным диаметром в 5,6 мм, при температуре агента сушки 60°C. Из теоретических расчетов кривые должны совпадать и накладываться одна на другую, но по результатам эксперимента мы этого не наблюдаем. Разница во времени сушки не существенна и составил около 4 минут, но характер протекания самого процесса у них различен.

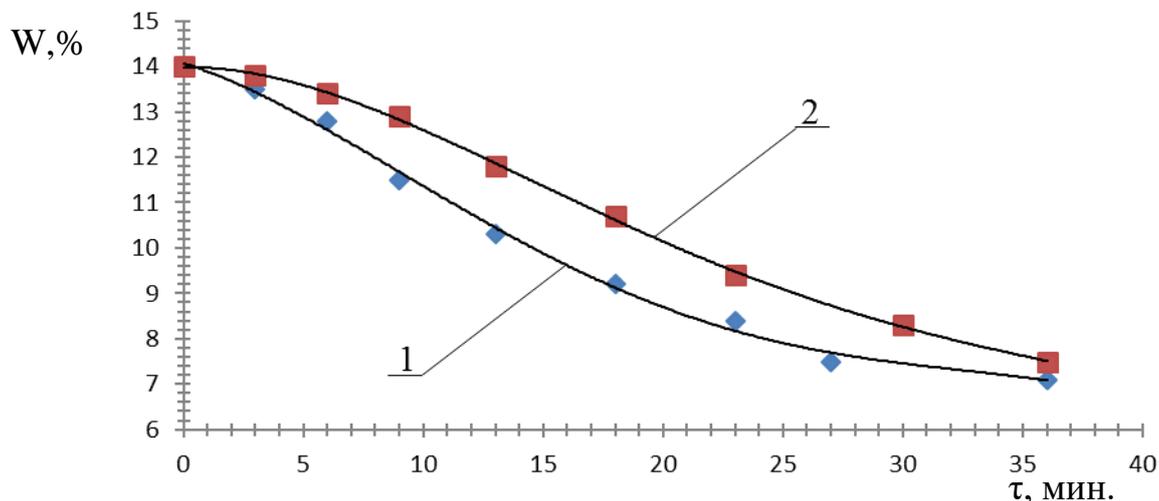


Рис. 2. Кинетика сушки семян подсолнечника

Из анализа влажности по фракциям высушенных семян подсолнечника, представленных на рис.3, видим, что мелкие семена пересохли, их влажность составила

около 6,5 процента, а зерна крупной фракции остались сырыми с влажностью около 9%, хотя усредненная влажность по всем фракциям составила 8 %.

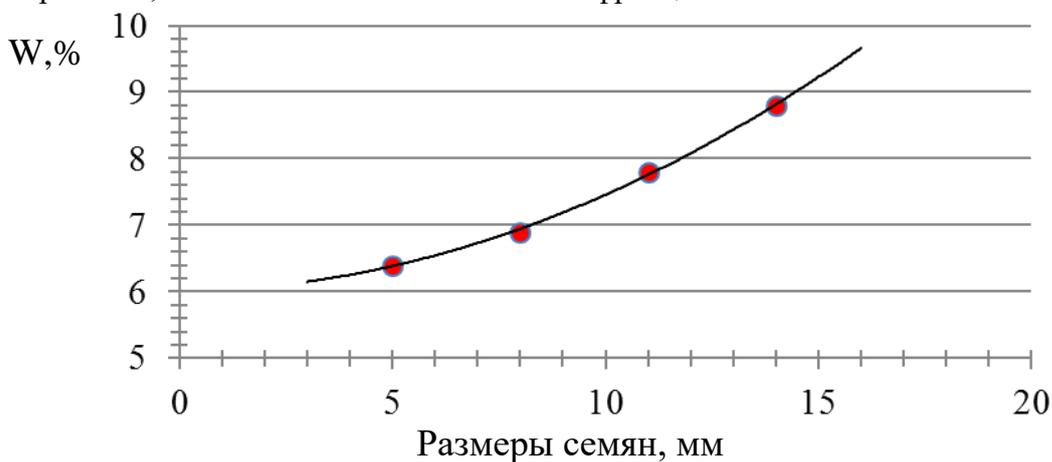


Рис. 3. Зависимость влажности от размеров семян

Результаты этого эксперимента 4 и рис. 5. поясняются данными представленные на рис.

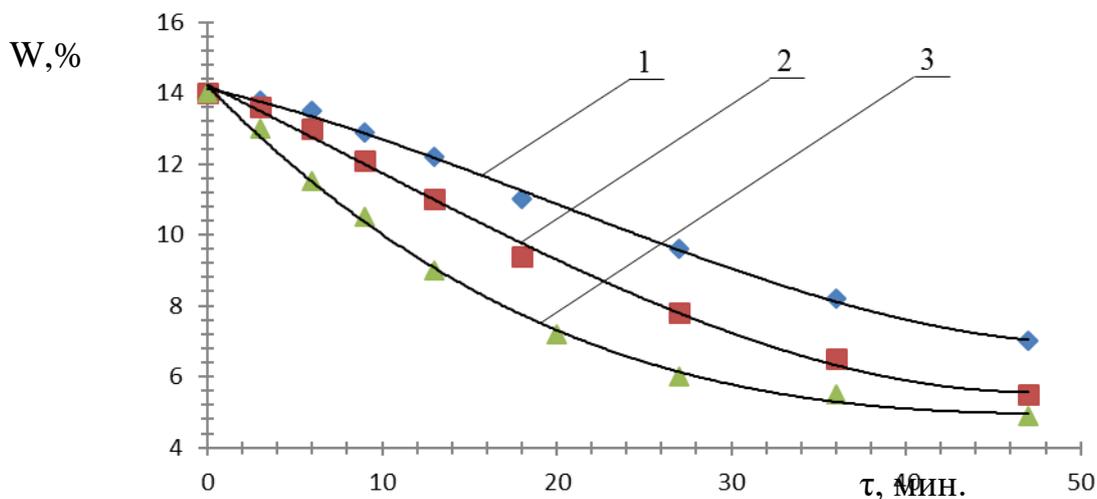


Рис. 4. Кинетика сушки фракций семян подсолнечника

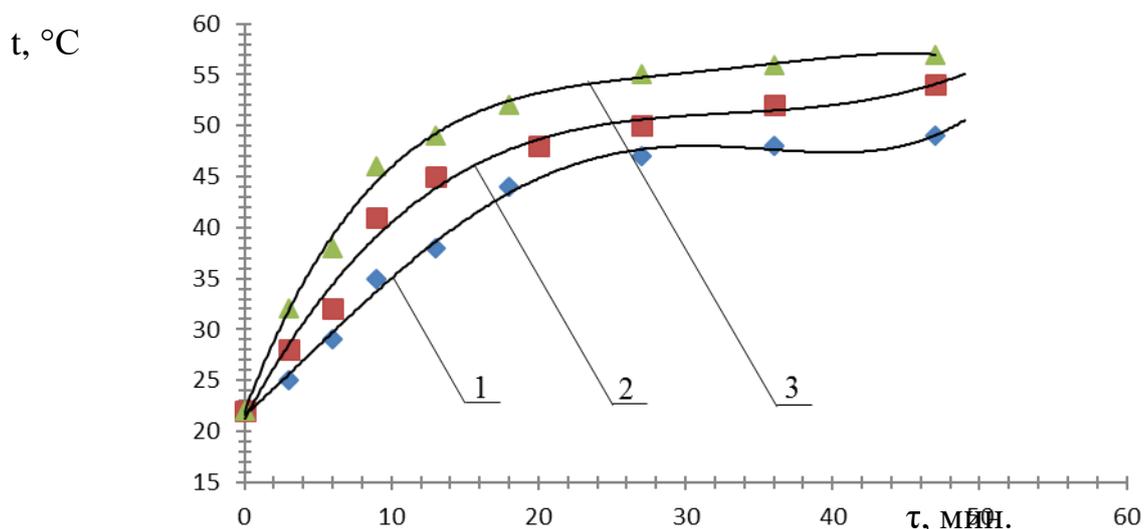


Рис. 5. Кінетика нагріву фракцій насіння соняшника

На нем отобразены кинетика сушки и нагрива различных фракций насіння соняшника. Результатами експеримента отобразенного в графиках мы можем пояснить, почему зерно не полностью теряет посевные качества при сушке в режиме зерна продовольственного назначения.

Очевидно, что семена мелкой и средней фракции достигают равновесной влажности и критической температуры раньше крупной, если в это момент вывести из зоны сушки, то они сохранят свои качества в полной мере. То

есть модернизация или создание сушильной установки, в которой мелкая и средняя фракция выводились бы из зоны сушки в момент достижения равновесной влажности и критической температуры, является актуальной.

Решение этой задачи начнем с рассмотрения способов сушки исключающих перегрев различных фракций семенного материала.

Из разнообразия режимов рассмотрим три, представленных в таблице 5.

Таблица 5

№ п/п	Способ сушки термолабильных материалов	Достоинства	Недостатки
1	Сушка в мягком режиме	1. Удовлетворительное качество сушки.	1. Растягивает процесс во времени.
		2. Относительная простота конструкции.	2. Энергоемкость.
2	Дифференцированная сушка	1. Высокое качество сушки.	1. Энергоемкость.
3	Использование устройств обеспечивающих одинаковую температуру сушки.	1. Высокое качество сушки.	1. Малоисследованная область

Сушка в мягком режиме, растягивает процесс во времени и увеличивает энергоёмкость производства.

Дифференцированная сушка, представляет собой предварительную сортировку насіння на фракции с последующей раздельной сушкой. Это самый энергоёмкий способ сушки из представленных в таблице 2. Так сепарации будет подвергаться сырое зерно, а ряд исследователей указывает на, то, что при повышении влажности зерна, свыше

определенного предела, на 1 процент приводит к падению производительности сепаратора на 5%.

Использование устройств, для сушки исключающих перегрев отдельных фракций. На наш взгляд наиболее перспективное, но и мало изученное направление сушки термолабильных материалов.

Рассмотрим возможность создания такой установки на базе вибросушилки, схем которой представлена на рис. 6.

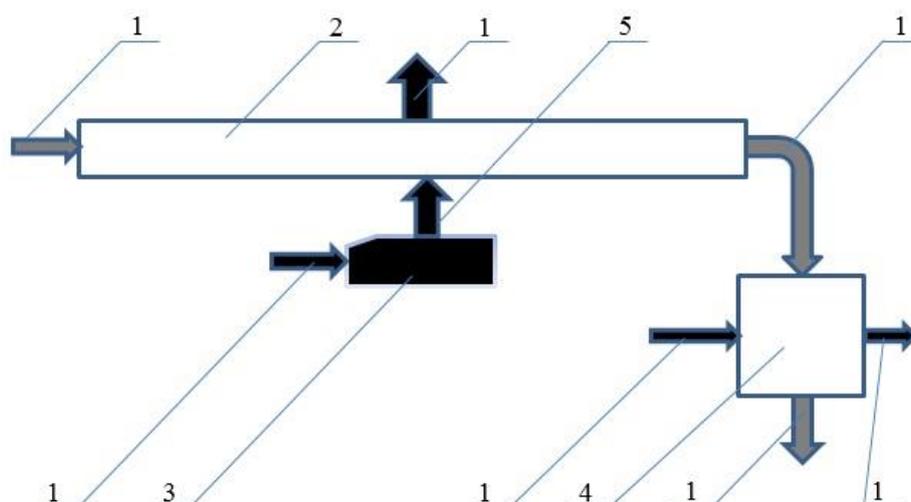


Рис. 6. Вибросушилка

Конструктивно вибросушилка состоит из виброролотка с перфорированным дном 2, топочно-вентиляционного оборудования 3 и охлаждающей колонны 4. Сушилка работает следующим образом: влажное зерно 1 подается на виброролоток 2, где за счет колебаний оживается и передвигается в сторону выгрузного устройства, при этом через перфорацию продувается агентом сушки 5.

Если зонах виброролотка рис.7, где фракция достигает равновесной, влажности, на

схеме обозначены цифрами 3 и 5, поставить решета с размерами ячеек достаточными для вывода высохшей фракции из зоны сушки, мы можем выводить сухое зерно из установки, тем самым сохраняя его качество и уменьшая расход теплоносителя, что компенсируется газораспределительным механизмом 9.

Параллельно мы можем применять режимы рециркуляции, направляя мелкую фракцию, не имеющей посевной ценности на рециркуляцию в теплообменник 1.

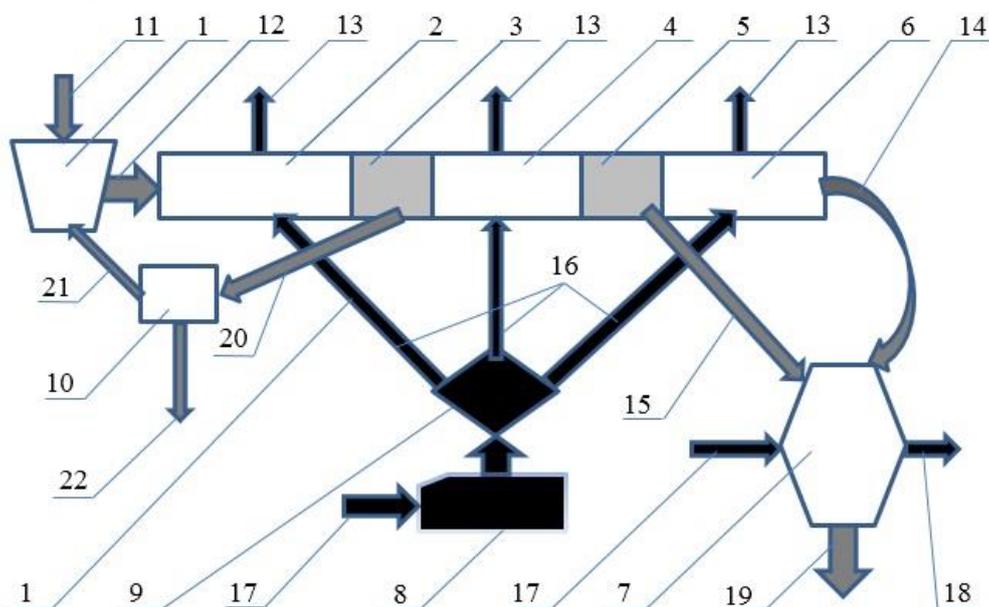


Рис. 7. Модернизированная вибросушилка

Установка работает следующим образом: высушенная мелкая фракция и сырое зерно направляются в теплообменник 1, где смешиваются и отлеживаются, далее зерно поступает на виброролоток в зону 2, тут мелкая

фракция достигает равновесной влажности и выводится через решето 3, в зоне 4 средняя фракция высыхает и выводится через решето 5 и далее направляется в охлаждающую колонну 7, в зоне 6 досушивается крупная

фракції і виводиться через выгрузное устройство из сушилки. Далее крупная фракция поступает в охладительную колонну 7.

Реализация вибросушилки по представленной схеме позволит повысить интенсивность сушки и как следствие уменьшить энергоемкость процесса, без ущерба потери качества семенного материала.

Полученные данные позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Усреднение размеров зерна при расчете процессов сушки приводит к значительным погрешностям в определении тепловых и гидродинамических параметров.

2. При любых методах усреднения не обнаруживается неравномерность нагревая

отдельных фракций материала, что приводит к ухудшению качества продукции либо к увеличению энергоемкости производства.

3. Развитие и совершенствование методов расчета теплообменных процессов термолабильных, полидисперсных материалов представляет собой актуальную задачу.

4. Модернизация существующих сушилок или разработка нового устройства для сушки зерна, с учетом его полидисперсности, позволит повысить эффективность процесса и качество готовой продукции.

Литература

1. Тиц З.Л., Анискин В.И., Баснак'ян Г.А., Гладков Н.Г. Евдокимов В.Ф., Кожуховский В.Е. Машины для послеуборочной поточной обработки семян. – «Машиностроение», Москва 1967.
2. Козьмина Н.П., Гун'кин Г.А., Суслынок Г.М. Зерноведение. – «Колос», Москва 2006.

3. Андреев С.Е., Товаров В.В., Перов В.А. Закономерности измельчения и исчисление характеристики гранулометрического состава. Москва 1959 г.

4. Бабуха Г.Л., Шрайбер А.А. Взаимодействие полидисперсных частиц в двухфазных потоках. – «Наукова думка», Киев 1972 г.

References

1. Tits Z.L., Aniskin V.I., Basnak'yan G.A., Gladkov N.G. Yevdokimov V.F., Kozhukhovskiy V.Ye. Mashiny dlya posleuborochnoy potochnoy obrabotki semyan. – «Mashinostroyeniye», Moskva 1967.
2. Koz'mina N.P., Gun'kin G.A., Suslyanok G.M. Zernovedeniye. – «Kolos», Moskva 2006.

3. Andreyev S.Ye., Tovarov V.V., Perov V.A. Zakonomernosti izmel'cheniya i ischesleniye kharakteristi granulometricheskogo sostava. Moskva 1959 g.

4. Babukha G.L., Shrayber A.A. Vzaimodestviye polidispersnykh chastits v dvukhfaznykh potokakh. – «Naukova dumka», Kiyev 1972 g.

Анотація

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРОЦЕСІВ СУШІННЯ НА ЯКІСТЬ НАСІННЯ РІЗНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ

Богомолів О.В., Мезенцев В.О., Черняєв О.О.

У статті розглянуті питання впливу сушіння на якість посівного матеріалу, методи усереднення гранулометричного складу насіння та їх значення для розрахунків процесів сушіння. Запропоновано концепцію зерносушарки що виключає перегрів різних фракцій насіння.

Abstract

STUDY OF THE INFLUENCE OF DRYING PROCESSES ON THE QUALITY OF SEEDS OF VARIOUS GRANULOMETRIC COMPOSITION

Bogomolov A., Mezentsev V., Chernyaev A.

The article discusses the influence of drying on the quality of seed, methods of averaging the granulometric composition of seeds and their significance for the calculation of drying processes. The concept of a grain dryer eliminating overheating of various seed fractions is proposed.

