

УДК 664.723.047

ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ І ВИБІР РЕЖИМУ СУШІННЯ
НАСІННЄВОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

Пазюк О.Д

Вінницький національний аграрний університет

Розглянуті основні закономірності кінетики сушіння пшениці з визначенням параметрів сушіння та якісних характеристик насіння.

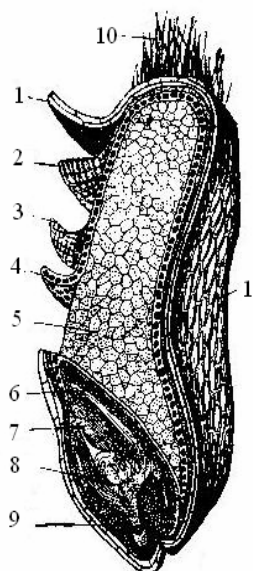
The basic laws of kinetics of drying wheat with defined parameters and quality characteristics of dry seeds.

Основними показниками, які впливають на інтенсивність процесу і досягнення високих показників якості зерна є температура сушильного агенту t , максимальна температура зерна $\theta_{\text{макс}}$ і тривалість сушіння τ , вони і визначають вибір режиму сушіння.

Для вибору оптимального режиму сушіння потрібно, щоб процес сушіння забезпечував високу якість матеріалу з мінімальним часом сушіння і з найменшими енергетичними витратами.

Параметри процесу сушіння можуть по різному впливати на якість зерна, в залежності від його термостійкості зерна та його складових частин.

У структурному відношенні зернина є анізотропним колоїдним капілярно-пористим тілом із складною будовою його окремих частин [1].



Частина зерна	Масове спів-відношення	Білки	Крохмаль	Цукор	Клітковина	Пентозами	Жири	Зола
Ціле зерно	100,0	16,00	63,07	4,32	2,76	8,10	2,24	2,12
Ендосперм	81,60	12,91	78,82	3,52	0,15	2,72	0,68	0,45
Зародок	3,20	41,30	0	25,12	2,46	9,74	15,04	6,32
Оболонка з алейроновим шаром	15,20	28,75	–	4,18	16,20	36,65	7,78	10,51

Рис. 1. Повздовжній розріз пшеничного зерна з хімічним складом його анатомічних частин віднесеної до абсолютно сухої маси [1]:
1 – 3 – оболонки (плодові і насіннєві); 4 – алейроновий шар; 5 – ендосперм;
6 – щиток; 7 – зародок; 8 – брунька; 9 – корінець; 10 – борідка

Так, верхні або плодові оболонки основних злакових культур (пшениці та жита) складаються із трьох шарів щільних клітинних стінок з великою кількістю капілярів і мікропор, через які пари води може легко проходити всередину зернини та цим самим видаляться під час сушіння (рис. 1).

У зернинах вівса, ячменю, рису, проса плодові оболонки покриті ще квітковою оболонкою, що значною мірою уповільнює їх сушіння. Оболонки другого шару називають насінневими. Вони також складаються із трьох шарів (верхнього – прозорого, середнього – пігментного та нижнього – прозорого набухаючого). Плодові оболонки зерна пронизані капілярами і тому є проникними для газів і пари води.

Важливе значення при оцінці зерна, а також для характеристики його проростання мають білки. Основна кількість білків міститься в зародку, причому ці білки різко відрізняються від білків ендосперми. Білок зародку – водорозчинний альбумін, є термолабільним: при нагріванні він легко денатурується, внаслідок чого при неправильному режимі сушіння зерно втрачає схожість.

Хімічний склад	Гранична температура зерна, °C	Хімічні процеси	Наслідки
Білки	Вище 50	Денатурація білків	Якість клейковини погіршується
Крохмаль	Вище 60	Клейстеризація та частковий розпад крохмалю з утворенням декстринів	Приводить до зниження схожості, зміну кольору з можливістю часткової карамелізації цукру та погіршенню хлібопекарних властивостей зерна.
Жири	Вище 70	Частковий розпад жирів	Підвищення кислотного числа
Активність ферментів	Вище 80 - 100	Активність ферментів знижується	Приводить до остаточної втрати схожості зерна

Під насінневими оболонками є алейроновий шар, що складається з одного ряду товстостінних клітин. Насінневі оболонки і алейроновий шар характеризуються відносно малою проникністю і при неправильному режимі сушіння можуть бути причиною утворення закалки і набухання зерна, викликаного затримкою водяних парів, накопиченого всередині ендосперми.

Дослідження по визначенню впливу температур на складові частини пшениці показали, що при температурі зерна вище 50°C впливає на денатурацію білків муки, якість клейковини погіршується.

Крохмаль при температурі нагрівання вище 60°C та особливо при високій вологості зерна можлива клейстеризація та частковий розпад крохмалю з утворенням декстринів. Це приводить до зниження схожості, зміну кольору з можливістю часткової карамелізації цукру та погіршенню хлібопекарних властивостей зерна.

Жири більш термостійкі до нагрівання, але при температурі вище 70°C є можливість його часткового розкладу, в наслідок чого підвищується кислотне число.

Активність ферментів підвищується з підвищенням температури. Оптимальна температура знаходиться в межах 40 – 50°C. При подальшому підвищенні температури активність ферментів починає падати і повністю зупиняється при температурах, близьких до

80 – 100°C [2].

Гранично допустиму температуру зерна насінневого призначення встановлюють, виходячи з умов зберігання енергії його проростання та схожості. Із збільшенням вологості та тривалості перебування зерна в нагрітому стані гранично допустиму температуру його знижують.

Для насінневого зерна максимально допустиму температуру θ_{\max} визначають за емпіричною формулою 2.2. визначеним С.Д. Птіциним [1]:

$$\theta_{\max} = \frac{2350}{0,37(100 - W_1) + W_1} + 20 - \lg \tau, \quad (1)$$

де W_1 – початкова вологість зерна, % до загальної маси;

τ – тривалість теплової обробки, хв.

О.Н. Катковою, В.А. Резчиковим на основі обробки експериментальних даних запропонована емпірична формула для визначення θ_{\max} в залежності від масової швидкості повітря $V\rho$, яка характеризує стан шару (від якого залежить тривалість сушіння), вологість W_1 і початкової температури теплоносія t :

$$\theta_{\max} = \frac{(V\rho)^{0,13}}{\sqrt{W_1 t^{0,4}}}, \quad (2)$$

В залежності від якості клейковини були запропоновані наступні температури нагрівання зерна для продовольчого зерна: для слабкої клейковини – 60 – 65°C, нормальної до 50°C і для міцної 45 – 50°C.

Дослідження процесу сушіння пшениці насінневого призначення відбувалось на конвективному сушильному стенді в елементарному шарі. Сушіння відбувалось при температурі сушильного агента 50 – 80°C, при цьому тривалість процесу сушіння пшениці зменшується 2,44 рази (рис.2). Сушіння відбувається в періоді падаючої швидкості сушіння з попереднім прогріванням пшениці і при температурі 80°C складає 0,54%/хв.

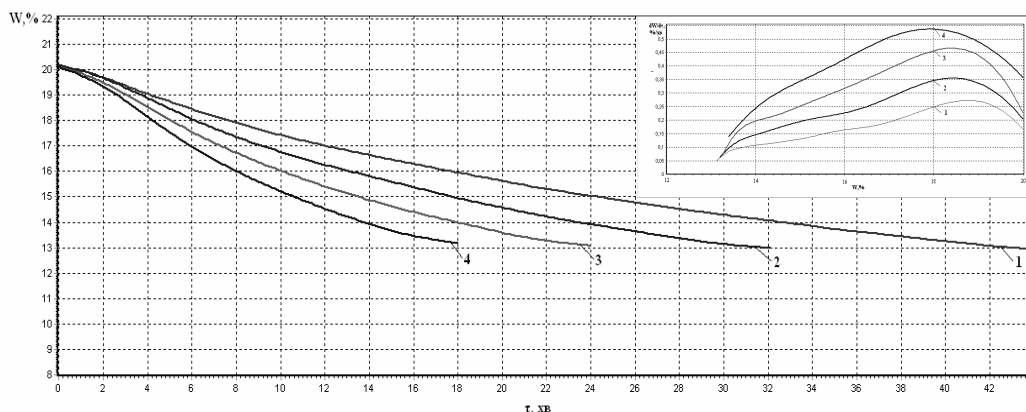


Рис. 2. Вплив температури теплоносія на кінетику сушіння насіння пшениці в елементарному шарі:

$V = 1,5$ м/с, $W = 20\%$; $d = 10$ з/кг с. п.: 1 – 50°C; 2 – 60°C; 3 – 70°C; 4 – 80°C.

На кривих швидкості сушіння характер процесу сушіння зерна залишається незмінним. Максимальна швидкість сушіння для насіння пшениці настає одночасно і в інтенсивному

режимі, при швидкості теплоносія 1,5 м/с складає 0,25%/хв., а при швидкості 0,6 м/с – 0,19%/хв. (рис. 3).

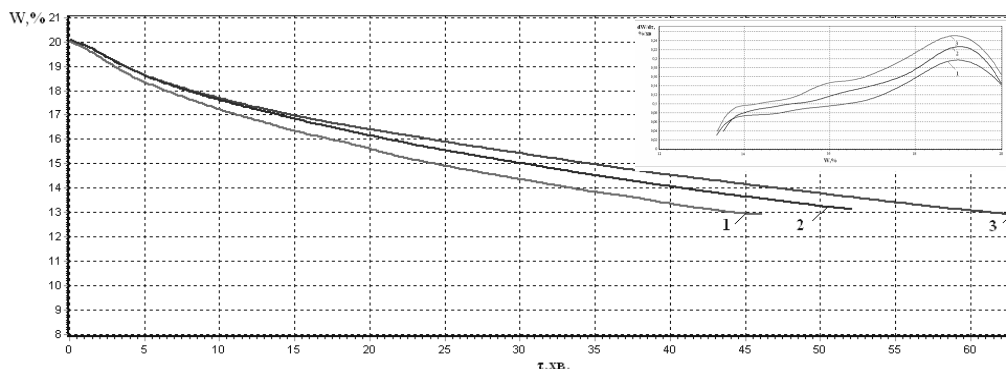


Рис.3. Вплив швидкості теплоносія на кінетику сушіння насіння пшениці в елементарному шарі:

$t = 50^{\circ}\text{C}$, $W = 20\%$; $d = 10 \text{ г/кг с. п.}$: 1 – 0,6 м/с; 2 – 1,0 м/с; 3 – 1,5 м/с

Оцінюючи якість насіння пшениці за схожістю отримали, що найкраща схожість відбувається при температурах сушильного агента 50 – 60°C. Хоча при сушінні насіння пшениці від 16 до 14% висока схожість спостерігається і при температурі 70°C, а потім йде різке зниження при 80°C (табл. 1).

Таблиця 1.

Вплив температури теплоносія і початкової вологості на схожість насіння при швидкості руху теплоносія 1,5 м/с

Культура	Початкова вологість зерна, %	Схожість насіння, %				
		вихідна	50°C	60°C	70°C	80°C
Пшениця	16	100	100	96	94	22
	20	100	100	96	66	0

Візуально схожість насіння пшениці від впливу температури сушильного агента, можна оцінити за фотографіями схожості (рис. 4).

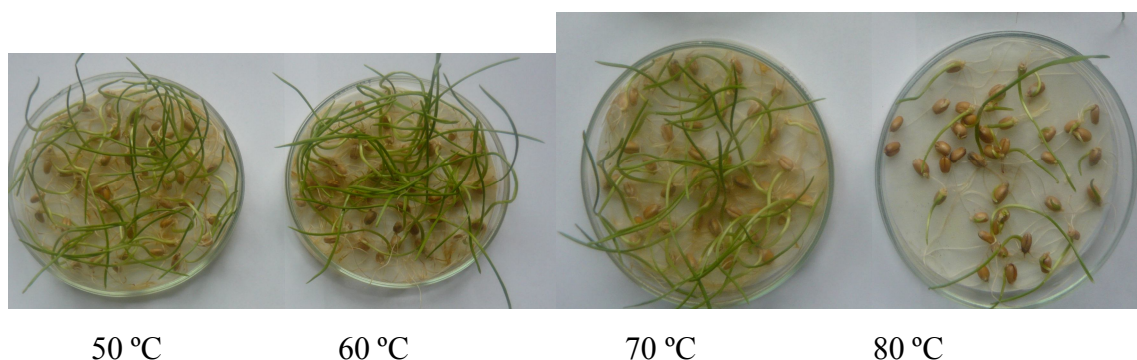


Рис. 4. Схожість насіння пшениці від впливу температури теплоносія

1. Високу схожість насіння пшениці забезпечує температура сушильного агента 50 та 60°C на рівні 96 – 100%, але з огляду інтенсифікації процесу необхідно вибрати 60°C буде забезпечувати інтенсифікацію на рівні 37%.

2. З іншого боку, якщо вихідна схожість менше 100%, то схожість при температурі теплоносія 60°C буде меншою від 96%, а це менше нормативній схожості для насіння пшениці (нормативна схожість пшениці 96% за ДСТУ 2240 – 93). В такому разі температуру потрібно зменшувати на 5 – 10°C.

Література

1. Гинзбург А. С. *Основы теории и техники сушки пищевых продуктов*/ А.С. Гинзбург – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.