

52. L'IGROSCOPICITÀ DELLA FARINA.

E' noto come la farina assuma diversi valori di contenuto in acqua a seconda del grado di umidità dell'ambiente in cui si trova; non essendo, però, a nostra conoscenza alcuno studio di questo fenomeno ci siamo proposti, con le presenti esperienze, di osservarlo sistematicamente.

A questo scopo abbiamo controllato il valore dell'umidità assunto dalla stessa farina tenuta in ambienti a diverso grado igrometrico.

Abbiamo operato su otto farine comuni da panificazione, di varia provenienza e con tenori in ceneri compresi tra 0,48 e 0,95 %. Di ciascuna di queste farine abbiamo determinato i diversi valori di peso assunti da una data quantità posta in un pesafiltri delle dimensioni di circa cm. 7,5 di diametro per 3,5 di altezza, e tenuta in ambienti a vario grado di umidità. Abbiamo ripetute le prove a tre diverse temperature.

Per realizzare i voluti gradi igrometrici degli ambienti a contatto con le farine in esame, ci siamo serviti di essiccatori, nel cui fondo abbiamo posto delle miscele di acido solforico e acqua, caratterizzate ciascuna da una determinata tensione di vapor d'acqua; e, per riferirci a dati già noti, ci siamo serviti di 4 concentrazioni di soluzione acido solforico-acqua comprese tra quelle esaminate da Regnault (¹). Riportiamo per le soluzioni scelte, accanto ai valori della tensione di vapori in mm. di Hg (detratti dalle tavole di Regnault), i valori calcolati relativi alla tensione di saturazione di vapor d'acqua per le tre diverse temperature considerate cioè, l'umidità relativa dell'ambiente soprastante all'acido nei vari essiccatori:

TAVOLA I.

TENSIONE DI VAPOR D'ACQUA DELLE MISCELE ACQUA-ACIDO SOLFORICO.

H ₂ SO ₄ %	Soluzione I 57,65		Soluzione II 43,75		Soluzione III 33,10		Soluzione IV 24,26	
	mm. Hg.	Umidità relativa corrispon- dente %	mm. Hg.	Umidità relativa corrispon- dente %	mm. Hg.	Umidità relativa corrispon- dente %	mm. Hg.	Umidità relativa corrispon- dente %
6°	1,399	19,95	3,398	48,45	4,787	68,26	5,879	83,83
18°	3,270	21,13	7,495	48,43	10,885	70,33	12,820	82,83
30°	7,014	22,04	15,635	49,13	22,154	69,61	26,117	82,07

Queste umidità corrispondono, se considerate come stati igrometrici dell'aria atmosferica, a condizioni pressochè normali per la seconda e la terza soluzione, e a condizioni di forte secchezza e, rispettivamente, di forte umidità per la prima e la quarta soluzione.

Nel corso del lavoro, essendo piccole le differenze risultanti dalla tavola I per le umidità relative corrispondenti alla stessa soluzione di acido alle tre diverse temperature considerate, indicheremo le umidità stesse in modo approssimativo, attenendoci ad un valore medio per ciascuna delle 4 concentrazioni di acido.

Abbiamo pesato per ogni farina, nei pesafiltri tarati, quattro porzioni da 10 g. ciascuno di farina allo stato umido; in ciascuno, poi, degli essiccatori contenenti l'acido solforico delle varie concentrazioni abbiamo posto una delle porzioni per ogni farina.

Come prova preliminare, per due delle farine considerate (I e II), abbiamo, dopo aver posto le porzioni da 10 g. negli essiccatori, eliminata l'aria con una pompa a olio e lasciati gli essiccatori alla temperatura ambiente (13° circa), riaprendoli dopo sei ore per ripesare le farine e ripetendo poi il procedimento per altri tre intervalli di sei ore e per uno di 48. Infine, abbiamo seccato le farine a 100-105°, onde calcolare i diversi valori di umidità; abbiamo ottenuto:

TAVOLA II.

VALORI PERCENTUALI ACQUISTATI IN TEMPI SUCCESSIVI DALL'UMIDITÀ DELLA FARINA PORTATA IN AMBIENTE A DIVERSO GRADO IGROMETRICO.

Ore trascorse dalla pesata precedente	0	6	6	6	6	48
Umidi- tà relati- va approssi- mata dell'am- biente %						
<i>Farina I.</i>						
21	13,10	8,40	8,20	8,11	8,06	7,99
49	13,10	12,35	12,25	12,21	12,18	12,18
69	13,10	13,56	13,60	13,62	13,64	13,69
83	13,10	15,58	16,10	16,33	16,42	16,91
<i>Farina II.</i>						
21	13,35	8,24	8,03	7,95	7,88	7,84
49	13,35	12,57	12,47	12,39	12,35	12,35
69	13,35	13,89	13,89	13,92	13,94	13,95
83	13,35	15,48	15,92	16,29	16,39	16,43

Come si vede, la variazione dell'umidità, molto forte nel primo tempo, decorre sempre più lentamente avvicinandosi al valore di equilibrio.

Visto l'andamento del fenomeno, abbiamo ritenuto inutile di seguirlo dettagliatamente per tutte le farine, e abbiamo, in seguito, considerato definitivo il valore assunto dall'umidità dopo un certo periodo di permanenza nei diversi ambienti.

Per un primo gruppo di quattro farine (I a IV), pesate le porzioni da 10 g. nei pesafiltri, le abbiamo poste negli essiccatori, che, tolta l'aria, sono stati portati in ambienti mantenuti a temperatura di 18°, e quivi lasciati per 5-6 giorni. Dopo di che, le farine sono state ripesate, sottoposte ad altre due permanenze negli essiccatori alle temperature di 30° e di 6°, e infine seccate a 100-105°. Riportiamo nella tavola III i valori ottenuti per l'umidità in questo primo gruppo di farine:

TAVOLA III.

VALORI PERCENTUALI ASSUNTI DALL'UMIDITÀ DELLA FARINA
TUNUTA IN AMBIENTI A DIVERSO GRADO IGROMETRICO.

Num. d'ordine della farina	I			II			III			IV		
	0,75			0,48			0,57			0,95		
Temperatura	6°	18°	30°	6°	18°	30°	6°	18°	30°	6°	18°	30°
Umidità relativa approssimata dell'ambiente %												
21	8,05	7,71	7,31	7,89	7,53	7,43	8,00	7,69	7,55	7,82	7,48	7,00
49	11,99	11,78	11,20	12,18	11,90	11,26	12,75	12,07	11,55	12,39	11,74	11,02
69	14,15	13,67	13,39	14,21	13,86	13,48	14,35	14,01	13,68	14,04	13,57	13,41
83	17,75	17,03	16,78	17,33	16,55	16,24	17,29	16,89	16,32	17,05	16,40	16,07

La eliminazione di aria dagli essiccatori ha avuto il solo scopo di ottenere rapidamente lo stabilirsi dell'equilibrio tra l'acido, il vapor d'acqua soprastante e la farina stessa; giacchè, non togliendo l'aria, abbiamo constatato che si ottengono valori praticamente uguali a quelli che si hanno in assenza di aria soltanto dopo un periodo di tempo molto più lungo.

Eseguita questa serie di misure sul primo gruppo di farine, siamo passati ad un secondo gruppo di quattro nuove farine (V a VIII). Per

queste altre misure abbiamo seguito le stesse modalità che per le prime; soltanto, non abbiamo eliminata l'aria dagli essiccatori, e abbiamo prolungato la permanenza per ciascuna temperatura a 30 giorni circa. Abbiamo ottenuto:

TAVOLA IV.

VALORI PERCENTUALI ASSUNTI DALL'UMIDITÀ DELLA FARINA
TUNUTA IN AMBIENTI A DIVERSO GRADO IGROMETRICO.

Numero d'ordine della farina	V			VI			VII			VIII		
Ceneri (% su sostanza secca)	0,57			0,79			0,64			0,84		
Temperatura	6°	18°	30°	6°	18°	30°	6°	18°	30°	6°	18°	30°
Umidità relativa approssimata dell'ambiente %												
21	8,32	7,87	7,35	8,13	7,83	7,33	8,29	7,92	7,34	8,21	7,82	7,34
49	12,57	12,08	11,55	12,58	12,04	11,51	12,75	12,14	11,48	13,11	12,00	11,39
69	14,50	14,41	14,25	14,41	14,28	13,89	14,49	14,37	14,08	14,40	14,28	13,97
83	17,90	17,43	16,95	17,81	17,56	17,35	17,38	17,12	16,79	17,88	17,44	17,12

Esaminando questi valori e quelli riportati per il primo gruppo di farine (tav. III), possiamo osservare che le variazioni del grado di umidità della farina non sono in relazione col tenore in ceneri; e che, mentre sono notevoli con il variare del grado igrometrico dell'ambiente, sono invece tenui con il variare della temperatura, dimostrando una tendenza alla diminuzione dell'umidità con l'aumentare della temperatura. A questo proposito facciamo presente quanto segue: mediante prove che riteniamo inutile riportare, si è potuto osservare che il valore praticamente costante dell'umidità si raggiunge più lentamente negli ambienti a temperatura bassa che non in quelli a temperatura più elevata. I dati riportati nelle tavole III e IV si riferiscono a misure eseguite lasciando per ultimo quelle alla temperatura più bassa: ciò allo scopo di portare a quest'ultima temperatura (6°) delle farine la cui umidità era prossima al valore di equilibrio.

Sul secondo gruppo di farine (V a VIII), abbiamo eseguito una terza serie di misure, tendenti ad osservare l'assorbimento di umidità da parte delle farine mantenute negli ambienti a diverso grado igrometrico,

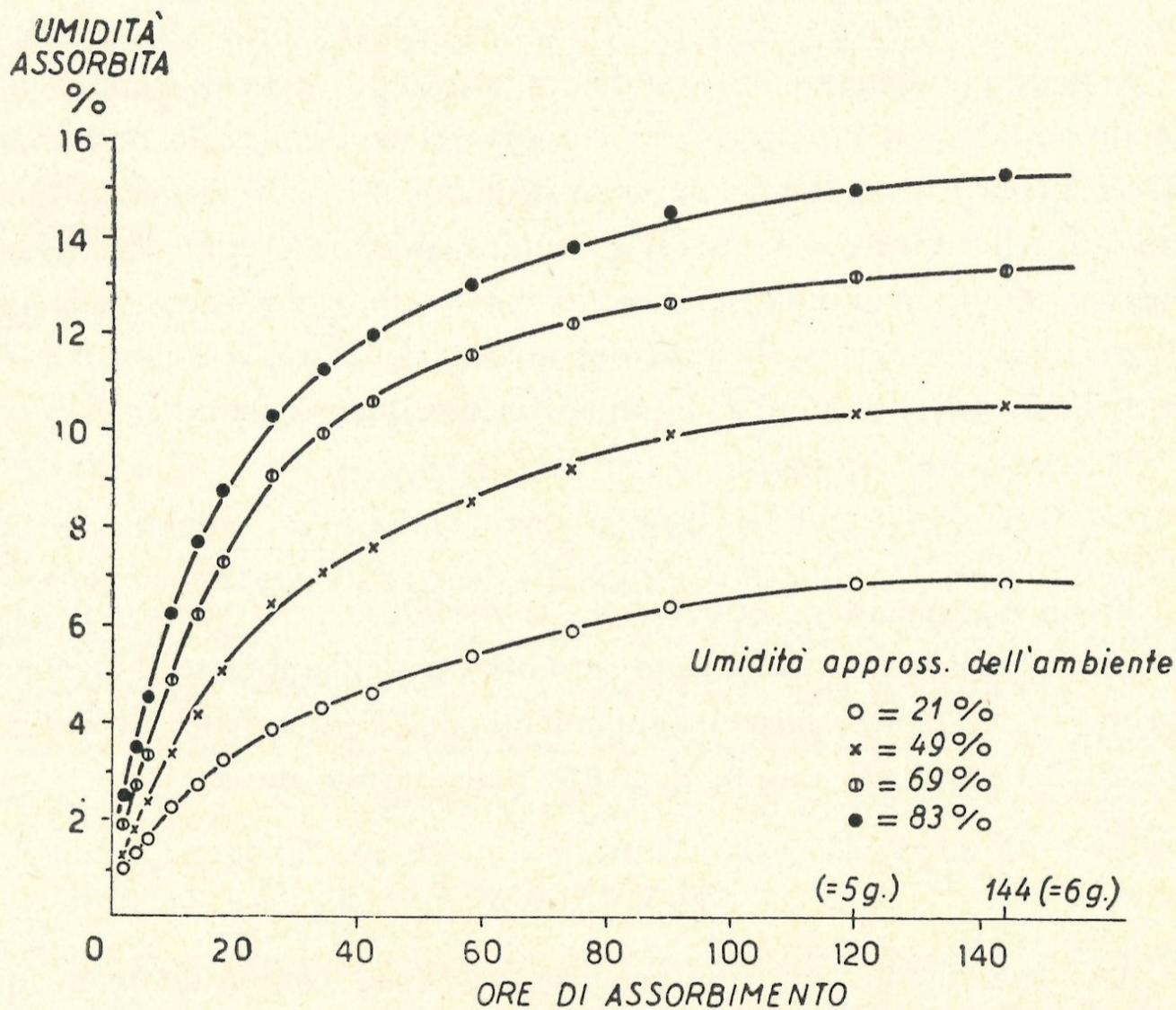
TAVOLA V.

VALORI PERCENTUALI DI UMIDITÀ ACQUISTATI SUCCESSIVAMENTE DALLA FARINA DISSECCATA
E PORTATA IN AMBIENTI A DIVERSO GRADO IGROMETRICO ($t = 27^{\circ}$).

Tempi successivi di assorbimento	Ore																Giorni											
	2				4				8				16				1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	0	2	2	2	4	4	4	4	8	8	8	8	16	16	16	16	5	6	7	9	11	13	16	19	23	27	31	
Tempo complessivo di assorbimento	0	2	4	6	10	14	18	26	34	42	58	74	90	5	6	7	9	11	13	16	19	23	27	31				
Umidità relativa approssimata del- l'ambiente ‰	0	0,95	1,22	1,50	2,02	2,46	2,90	3,71	4,11	4,63	5,27	5,83	6,29	6,63	6,82	6,97	7,05	7,10	7,15	7,16	7,17	7,16	7,16	7,16	7,16			
<i>Farina V:</i>	0	0,95	1,22	1,50	2,02	2,46	2,90	3,71	4,11	4,63	5,27	5,83	6,29	6,63	6,82	6,97	7,05	7,10	7,15	7,16	7,17	7,16	7,16	7,16	7,16			
	0	1,45	2,15	2,75	3,71	4,61	5,46	6,77	7,43	7,87	8,60	9,19	9,88	10,21	10,42	10,56	10,81	10,93	10,95	10,97	10,98	10,98	10,97	10,97	10,97			
	0	1,93	2,74	3,52	4,87	6,10	7,18	8,95	9,86	10,56	11,48	12,18	12,82	13,01	13,18	13,34	13,62	13,72	13,78	13,90	13,97	13,97	13,96	13,96	13,96			
	0	2,33	3,46	4,50	6,28	7,96	9,07	10,67	11,56	12,10	12,98	13,46	14,10	14,71	15,17	15,47	15,94	16,10	16,19	16,37	16,49	16,56	16,60	16,64	16,64			
<i>Farina VI:</i>	0	1,21	1,60	1,98	2,52	3,08	3,55	4,17	4,60	4,93	5,46	5,90	6,37	6,62	6,78	6,89	6,99	7,04	7,08	7,09	7,09	7,09	7,09	7,09	7,09			
	0	1,54	1,98	2,45	3,55	4,29	5,01	6,29	6,93	7,49	8,42	9,06	9,78	10,10	10,37	10,50	10,72	10,84	10,85	10,88	10,89	10,89	10,88	10,88	10,88			
	0	1,95	2,81	3,47	5,08	6,47	7,43	9,19	9,95	10,57	11,50	12,27	12,80	13,02	13,23	13,39	13,64	13,73	13,79	13,85	13,88	13,88	13,87	13,87	13,87			
	0	2,17	3,22	4,38	6,27	7,69	8,75	10,15	11,07	11,86	12,95	13,80	14,50	14,88	15,10	15,39	15,79	16,00	16,10	16,27	16,34	16,41	16,46	16,49	16,49			
<i>Farina VII:</i>	0	0,77	1,03	1,30	1,75	2,19	2,54	3,20	3,67	4,21	5,00	5,69	6,28	6,71	6,84	6,93	7,06	7,15	7,20	7,21	7,23	7,23	7,22	7,22	7,22			
	0	1,21	1,67	2,11	3,07	4,09	4,94	6,51	7,16	7,66	8,56	9,12	9,83	10,20	10,42	10,59	10,86	10,96	10,99	11,02	11,03	11,03	11,03	11,03	11,03			
	0	2,14	2,86	3,45	4,93	6,30	7,29	9,13	9,98	10,59	11,58	12,18	12,90	13,11	13,29	13,42	13,68	13,82	13,93	13,98	14,01	14,00	14,00	14,00	14,00			
	0	2,45	3,30	4,17	5,75	7,16	8,27	9,81	10,88	11,70	12,90	13,72	14,55	14,96	15,18	15,46	15,87	16,08	16,30	16,43	16,52	16,59	16,65	16,67	16,67			
<i>Farina VIII:</i>	0	0,85	1,24	1,78	2,41	3,00	3,42	4,13	4,45	4,80	5,27	5,79	6,18	6,51	6,66	6,79	6,91	7,00	7,05	7,05	7,04	7,05	7,05	7,05	7,05			
	0	0,95	1,39	1,90	2,86	3,73	4,59	5,75	6,55	7,24	8,27	9,04	9,78	10,18	10,41	10,58	10,80	10,89	10,95	10,98	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00			
	0	1,50	2,32	3,00	4,46	5,90	7,03	8,82	9,78	10,48	11,45	12,15	12,89	13,08	13,25	13,40	13,70	13,82	13,93	13,98	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00			
	0	3,08	3,92	4,83	6,42	7,77	8,74	10,25	11,24	11,80	13,05	13,78	14,56	15,00	15,27	15,65	15,86	16,09	16,27	16,42	16,50	16,53	16,55	16,56	16,56			

partendo dalla farina completamente privata di acqua. A tale scopo, le porzioni da 10 g. di farina sono state disseccate nel vuoto, a freddo, su acido solforico concentrato, e quindi portate nei soliti essiccatori, alla temperatura del Laboratorio (27° circa), e ripesate periodicamente fino a peso praticamente costante. I valori ottenuti sono riportati nella Tav. V.

*Umidità assorbita dalla farina anidra
mantenuta in ambienti a diverso stato igrometrico*



L'assorbimento dell'umidità ha seguito quindi l'andamento prevedibile, con un incremento forte nel principio, e poi sempre più tenue; si può dire che dopo 5-6 giorni la farina ha raggiunto un grado di umidità che col tempo varierà di poco: solo per la farina mantenuta nell'ambiente più umido, l'assorbimento di acqua in quantità un po' notevole si prolunga ancora per diversi giorni. Per dare un'idea sintetica dell'andamento del fenomeno nei primi giorni presentiamo un grafico ottenuto riportando sulle ascisse i tempi di assorbimento e sulle ordinate i relativi

valori di umidità assorbita. Non interessandoci una farina in particolare, ci siamo serviti dei valori corrispondenti alle medie dei risultati ottenuti per le quattro farine esaminate.

Per ovvie ragioni abbiamo limitato il tempo di osservazione a 6 giorni.

Dalle esperienze descritte risulta, quindi, che il contenuto in acqua della farina è funzione dello stato igrometrico dell'ambiente, avendo poca influenza la temperatura, e nessuna, nei limiti considerati, il tenore in ceneri.

Riguardo a deduzioni di indole pratica, pur tenendo conto della forte diversità fra le condizioni in cui sono state eseguite le nostre esperienze e quelle che si hanno nel condizionamento delle farine nell'industria, da queste misure emerge l'opportunità, volendo evitare che le farine acquistino valori di umidità elevati, di tenerle in ambienti a grado igrometrico inferiore al 70 %; condizioni queste, del resto, che normalmente si verificano, salvo stagioni e località eccezionalmente umide.

RIASSUNTO

Viene esaminata, su otto farine, la variazione che subisce il valore dell'umidità col variare dello stato igrometrico dell'ambiente e della temperatura; e, su quattro farine, l'andamento dell'assorbimento di acqua in ambienti diversamente umidi, da parte della farina anidra.

SUMMARIUM

AA. investigant, in octo generibus farinae, commutationem quae advenit in umoris mensura, mutando status hygrometrici loci et caloris atque in quattuor generibus farinae carentibus aqua processum sorbitionis aquae in locis dissimiliter umidis.

Roma. — Istituto di Sanità Pubblica - Laboratorio di Chimica.

BIBLIOGRAFIA

(¹) LANDOLT-BÖRNSTEIN, « Physikalisch-Chemische Tabellen », Springer Berlin, V Ediz., II, 1395 (1923).

