

Zmiany zachodzące w drożdżach prasowanych w czasie ich przechowywania

Altération de la levure pressée pendant sa conservation

Prof. W. IWANOWSKI i inż. K. BRZEZIŃSKI

Zakład Technologji Fermentacji i Produktów Spożywczych Politechniki Warszawskiej

Nadeszło 20 grudnia 1933

Handlowa wartość drożdży prasowanych jest oceniana podług dwóch cech: trwałości i siły podnoszenia. Cechy te, tak cenione przez rynek, ulegają z biegiem czasu zmianom. Przyczyna tego zjawiska leży w naturze samych drożdży, które w stanie sprasowanym mają zachowane wszystkie funkcje życiowe. One to powodują, że drożdże po pewnym czasie zamieniają się w masę bezwartościową dla techniki.

Część doświadczalną pracy niniejszej, mającej wyświetlić w jakich warunkach przechowywania drożdże możliwie mało się zmieniają, wykonali inż. B. Kwiatkowski i inż. S. Młynarski w naszym Zakładzie.

Punktem wyjścia dla tych badań był fakt ustalony przez wielu badaczy, że skład chemiczny drożdży się zmienia. Zmiany te mają podłoże enzymatyczne i polegają:

1) na enzymatycznym rozkładzie glikogenu komórki do alkoholu i CO_2 ; proces ten nazywamy samofermentacją,

2) na zmianach zachodzących w białku pod wpływem enzymów proteolitycznych, co nazywamy samotrąwieniem.

Glikogen, odgrywający podobną rolę w komórce jak skrobia w ziemniaku, dostarcza komórce niezbędnej ilości energii potrzebnej do utrzymania jej przy życiu. Energia jest wyzwalana podczas fermentacji, która zachodzi szybciej w miarę podwyższania temperatury. W temperaturze 65° proces ten ustaje zupełnie wskutek śmierci odpowiednich enzymów.

Samotrąwienie (autoliza) polega na przemianach w białku komórki zachodzących pod wpływem enzymów proteolitycznych. Praca K. Dernby¹⁾ wykazała, że samotrąwienie komórki polega na działaniu trzech enzymów: pepsyny, tryptazy i ereptazy.

Optimum działania tych trzech enzymów jest różne. Wypadkowa wartość P_H dla rów-

nocznego działania tych trzech enzymów wynosi $P_H = 6$.

Stwierdzono również, że samofermentacja wpływa hamująco na działanie enzymów proteolitycznych.

Obydwie te funkcje życiowe sprowadzają się ostatecznie do pewnych procesów chemicznych i dlatego też na tej drodze dadzą się ustalić, gdyż podług zmian chemicznych można ocenić kierunek procesów fizjologicznych w komórce.

Jako materiał doświadczalny służyły prasowane drożdże, których partję w ilości kilkudziesięciu *kg* pobrano z fabryki wprost ze składu. Pochodziły one z tego samego zacieru, zatem odpadały tutaj te różnice, jakie zwykle charakteryzują drożdże prasowane pochodzące z różnych zacierów.

Cechy charakteryzujące te drożdże były następujące:

Sucha subst.	28,36%
N — ogólny	6,31% na suchą subst.
N — białkowy	5,31% „ „ „
trwałość w $35^\circ C$	176 godz. „ „
czas podnosz.	118 min.
% komórek pączkujących	99%
% komórek martwych	0%

Zbadano wpływ różnych warunków przechowywania na te drożdże zależnie od temperatury i opakowania.

W składach fabrycznych przed wypuszczeniem na rynek drożdże są przechowywane w drewnianych faskach, do których ładuje się drożdże szczelnie je ubijając. Ażeby warunki doświadczenia możliwie upodobnić do warunków spotykanych w praktyce, zastosowano do doświadczeń faski z tektury, parafinowane w które drożdże załadowano ubijając je szczelnie. Podczas tej czynności starano się masę

¹⁾ Biochem. Z. 81, 107—208 (1917).

drożdżową możliwie mało trzymać w zetknięciu z powietrzem.

Faski z drożdżami były pomieszczone w temperaturach: 0° — 1°, 13° — 15°, 21° — 23° i 35°. Temperatura 0° — 1° odpowiada warunkom przechowywania drożdży na lodzie, temperatura 13° — 15° jest przeciętną temperaturą panującą zimą w sklepie detalisty, temp. 21° — 23° jest to także przeciętna w lecie, temperatura zaś 35° miała znaczenie raczej teoretyczne. Co pewien czas, zależnie od temperatury przechowywania, z każdej partji brano jedną faskę i poddawano ją badaniom biologicznym i chemicznym.

Badania biologiczne rozpadały się na: oznaczenie trwałości, siły podnoszenia, procentów komórek martwych i komórek pączkujących.

Na badania chemiczne składały się: zbadanie zmian ilościowych i jakościowych zachodzących w białku, oznaczenie suchej substancji i stężenia jonów wodorowych.

Próby pobierano: z partji przechowywanej w temperaturze 35° codziennie, w temperaturze 21° — 23° — co dwa dni, w temperaturze 13° — 15° — co trzy dni i w temperaturze 0° — 1° — co pięć dni.

Suchą substancję oznaczano metodą klasyczną przez suszenie w suszarce Ulscha w temperaturze 105° w ciągu 4 godz.

Azot ogólny oznaczano metodą Kjeldahl'a.

Wyniki tych oznaczeń są podane w tabelicy I, która daje nam obraz samotrąwienia drożdży. Podczas procesu tego ilość substancji suchej powinna maleć, ze względu na wydzielanie się lotnych produktów jakimi są CO₂ i alkohol.

Dane z tabelicy I zmian suchej substancji jednak pozornie przeczą temu. Zwiększanie się suchej substancji jest wywołane odparowaniem wody, odbywającym się równolegle z procesem samotrąwienia. Dlatego też ażeby zdać sobie sprawę z przebiegu samotrąwienia wzięto pod uwagę ilość azotu ogólnego przypadającego na suchą substancję. Jest to założenie słuszne, gdyż jak dalsze badania wykazały, dzięki stałe kwaśnej reakcji masy drożdżowej o ulatnianiu się azotu w postaci NH₃ mowy być nie może nawet już w pierwszych dniach autolizy t. j. po ich rozlaniu się.

Zatem niezależnie od jakości zmian zachodzących podczas autoproteolizy ogólna ilość azotu jest stała. Czwarta rubryka tabelicy I podaje przyrost azotu w przeliczeniu na suchą substancję. Jeżeli przyjmiemy, że ogólna ilość węglowodanów i związków pektynowych równa się ilości białka, to przyrosty azotu dadzą nam straty suchej substancji drożdży wywołane samofermentacją.

Jeżeli zatem, ogólna ilość azotu w przeliczeniu na suchą substancję może nam dać

TABLICA I.

Nr.	Wiek drożdży	Sucha substancja	Azot ogólny	% przyrostu azotu
Temperatura 0° — 1°				
1	0	28,36	6,31	—
2	5	28,49	6,23	—
3	10	28,79	6,46	2,38
4	20	29,05	6,56	3,06
5	25	30,80	6,52	3,33
6	35	29,87	6,59	4,44
7	40	28,40	6,63	5,07
8	45	30,16	6,75	6,07
9	50	31,35	6,75	6,07
10	55	31,68	6,89	0,10
Temperatura 13° — 14°				
1	0	28,36	6,31	—
2	3	28,84	6,32	0,16
3	6	28,59	6,34	0,47
4	9	29,45	6,67	5,70
5	12	29,07	6,73	6,65
6	18	29,25	6,74	6,81
7	21	30,00	6,89	9,19
8	24	29,28	6,96	10,30
9	27	30,28	6,76	7,13
10	33	30,22	6,96	10,30
11	36	31,87	6,72	6,50
12	39	30,09	7,06	11,89
13	42	29,89	7,09	12,36
14	45	30,86	7,14	13,16
15	48	29,64	7,30	15,69
16	51	30,72	7,38	16,69
17	54	31,63	7,26	15,06
18	57	31,46	7,40	17,28
Temperatura 22° — 23°				
1	0	28,46	6,31	—
2	2	28,48	6,32	0,16
3	4	28,72	6,32	2,16
4	6	28,25	6,57	4,12
5	8	27,95	6,70	6,18
6	10	27,49	7,02	11,26
7	12	27,58	7,05	11,73
8	14	28,28	7,32	16,00
9	16	27,84	7,31	15,85
10	18	27,74	7,30	15,69
11	20	27,72	7,29	15,53
11	22	27,17	7,41	17,44
13	24	28,47	7,70	22,03
14	26	26,85	7,59	20,29
15	28	28,34	7,85	24,04
16	34	29,07	7,36	16,64
17	41	29,40	7,24	14,74
Temperatura 35°				
1	0	28,36	6,31	—
2	1	28,06	6,32	0,16
3	2	26,76	6,36	0,29
4	3	27,88	6,90	9,35
5	4	24,92	7,29	15,53

Uwaga: Tablica podaje wiek drożdży w dniach, suchą substancję w procentach, azot w procentach suchej substancji i procentowy przyrost azotu w odniesieniu do zawartości pierwotnej.

pewien pośredni obraz przebiegu samofermentacji drożdży, to z drugiej strony nic nam nie mówi o przebiegu innego procesu w droż-

dżach — autoproteolizy. Zmiany zachodzące pod wpływem autoproteolizy polegają na zmianie jakości związków azotowych. Właściwy obraz dadzą nam tutaj oznaczenia białka właściwego (proteinów) i produktów stopniowego jego rozpadu: albumoz, peptonów, aminokwasów i amonjaku.

Rozdzielenie ściśle poszczególnych fragmentów rozpadu białka okazało się niezbyt łatwe, gdyż istniejące metody rozdzielania poszczególnych grup rozpadu białka są metodami konwencjonalnymi, nie zaś bezwzględnie. Wypracowywanie nowych metod oznaczania różnych związków azotowych pochodzenia białkowego wykraczałoby daleko poza cel niniejszej pracy i dlatego posłużyliśmy się metodami znanymi, rozumiejąc jednak ich niedokładność. Rozumowano, że błędy powtarzane systematycznie nie będą w stanie zaciemnić ogólnego obrazu przemian, zachodzących w drożdżach podczas proteolizy. Obraz ten będzie conajwyżej w pewnym stopniu zniekształcony.

Białko właściwe oznaczono metodą Barnsteina. Metoda ta nie jest zbyt dokładna, gdyż siarczan miedzi stosowany w tej metodzie, wytrąca nie tylko białko właściwe (proteinę) lecz również albumozy i niektóre peptony²⁾.

Dla oznaczenia związków azotowych rozpuszczalnych w wodzie brano próbkę drożdży, rozrabiano w wodzie dystylowanej i szybko ogrzewano do wrzenia. W ten sposób pozbywano się działania enzymów przez ich zabicie wysoką temperaturą i ułatwiono dyfuzję z komórek drożdżowych. Ciecz po ostygnięciu, wlewano do kolby miarowej i pozostawiano w temp. 4 — 5° na noc. Ścięte białko oddzielano od rozpuszczonego w wodzie przez zwykłe przesączenie. W przesączu były albumozy, peptony, peptydy, aminokwasy, amonjak oraz zasady azotowe. Ogólny azot rozpuszczalny oznaczono metodą Kjeldahl'a. Z powyższego wynika, że część azotu była oznaczana podwójnie, a mianowicie pochodzący z albumoz i peptonów wyższych.

Jeżeli przesącz zawierający azot rozpuszczalny potraktujemy kwasem fosforo-wolframowym, to wytrąca się albumozy, peptony, sole amonowe i zasady azotowe, pozostaną w roztworze aminokwasy, które oznaczano dwojako: metodą formolową i Kjeldahl'a.

Formolowa metoda oznaczania aminokwasów daje nam faktycznie pojęcie ilościowe o grupach $COOH$. Pełny obraz ze względu na istnienie aminokwasów o różnym stosunku azotu do grupy $COOH$ daje nam oznaczenie azotu metodą Kjeldahl'a. Dwa te oznaczenia charakteryzują jakość aminokwasów.

Azot amonjalkalny oznaczono przez dystrylację z MgO .

Przy obliczaniu azotu z oznaczenia formolowego należy uwzględnić poprawkę na sole amonowe, gdyż te z formaliną dają urotropinę, wolny zaś kwas jest odmiareczkowany razem z grupami $COOH$.

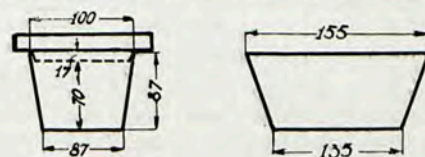
Ponieważ w procesach biologicznych stężenie jonów wodorowych daleko większe ma znaczenie niż ilość kwasów, przeto w drożdżach oznaczano również P_H . Pomiary przeprowadzano na drodze elektrometrycznej z zastosowaniem elektrody hydrochin-hydrokowej³⁾. Do oznaczenia brano 5 g drożdży rozrobionych w 50 cm^3 wody dystylowanej podwójnie z nad alkalicznego $KMnO_4$.

Wyniki tych oznaczeń są uwidocznione w tablicach II i III.

Stan fizjologiczny drożdży charakteryzowano takimi cechami jak trwałość, czas podnoszenia, ilość komórek pączkujących i martwych. Wszystkie te cechy mają duże znaczenie praktyczne, od którego zależy wartość użytkowa drożdży.

Oznaczenie trwałości odbywało się konwencjonalnie: ubija się drożdże do jałowej miseczki Petri'ego — 50 mm i w tym stanie przechowuje się je w temperaturze 35° do chwili kiedy ich masa mniej lub więcej krucha nie stanie się mazistą, ciągnącą. Zauważono, że na trwałość drożdży ujemnie wpływały zakażenia, jak np. bakterjami kwasu octowego, pleśnią i t. p.

Czas podnoszenia charakteryzujący siłę fermentacyjną drożdży, mierzy się ilością minut potrzebnych do wyrośnięcia ciasta przygotowanego z określonej ilości mąki i w ściśle określonych warunkach. Koniec rośnięcia ciasta oznaczamy miarką umieszczoną na wierzchu foremki określonych rozmiarów (rycina 1).



Rycina 1

Obliczanie komórek martwych, których ilość wpływa na trwałość drożdży, były dokonywane na zasadzie różnego ich zachowania się względem błękitu metylenowego. Komórki martwe barwią się na niebiesko, w przeciwieństwie do komórek żywych, które pozostają niezabarwione.

Ze względu na trudności barwienia przyzyciowego należy obliczenia komórek mar-

²⁾ J. König. Die Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe. str. 329.

³⁾ F. Grossman. Elektrody chinhydronowa, hydrochinhydronowa i chinochinhydronowa oraz ich zastosowanie w chemji i biochemji do oznaczenia P_H . Warszawa 1927.

TABLICA II.

Nr.	Wiek drożdży	N ogólny	N białkowy	N rozpuszczalny	N aminokw. Kjeldahl	N aminokw. formol.	$\frac{N_{ki}}{N_{fr}}$	N amonowy	P_H
Temperatura 0° — 1°									
1	0	6,31	5,31	—	—	—	—	—	4,77
2	5	6,23	5,62	—	—	—	—	—	4,32
3	10	6,46	5,68	—	—	—	—	—	4,15
4	20	6,56	5,69	1,13	0,89	0,44	2,6	0,04	4,60
5	25	6,52	5,57	1,11	0,85	0,35	2,4	0,06	4,25
6	35	6,59	5,73	1,12	0,87	0,35	2,5	0,07	4,20
7	40	6,63	5,78	1,16	0,93	0,34	2,7	0,06	4,20
8	45	6,75	5,94	1,13	0,82	0,34	2,4	0,06	4,70
9	50	6,85	5,98	1,18	0,89	0,36	2,4	0,06	4,30
10	55	6,89	5,98	1,24	0,90	0,35	2,6	0,06	4,30
Temperatura 13° — 14°									
1	0	6,31	5,31	—	—	—	—	—	4,77
2	3	6,32	5,45	—	—	—	—	—	4,35
3	6	6,34	5,80	—	—	—	—	—	4,20
4	9	6,67	5,91	—	—	—	—	—	4,20
5	12	6,73	6,09	—	—	—	—	—	4,70
6	18	6,74	6,08	1,04	0,77	0,33	2,3	0,01	5,10
7	21	6,89	5,91	1,18	1,00	0,44	2,3	0,03	4,14
8	24	6,96	5,96	1,18	1,02	0,48	2,1	0,05	3,50
9	27	6,76	6,12	1,16	1,02	0,51	2,0	0,06	4,45
10	33	6,96	6,13	1,25	1,02	0,46	2,2	0,06	4,09
11	36	6,72	5,91	1,23	1,05	0,41	2,5	0,07	4,70
12	39	7,06	6,26	1,47	1,09	0,44	2,4	0,06	5,00
13	42	7,09	6,31	1,48	1,07	0,46	2,3	0,07	5,30
14	45	7,14	6,28	1,50	1,04	0,43	2,4	0,06	4,50
15	48	7,30	6,40	1,51	1,03	0,44	2,3	0,07	5,00
16	51	7,38	6,60	1,46	1,07	0,44	2,4	0,07	4,70
17	54	7,26	6,22	1,33	1,09	0,40	2,7	0,07	4,80
18	57	7,40	6,30	1,38	1,15	0,42	2,7	0,07	4,80
Temperatura 22° — 23°									
1	0	6,31	5,31	—	—	—	—	—	4,77
2	2	6,32	5,49	—	—	—	—	—	4,70
3	4	6,32	5,49	—	—	—	—	—	4,46
4	6	6,57	5,47	—	—	—	—	—	5,06
5	8	6,70	6,10	—	—	—	—	—	4,36
6	10	7,02	5,87	—	—	—	—	—	4,32
7	12	7,05	6,30	—	—	—	—	—	4,80
8	14	7,32	6,11	1,34	1,11	0,45	2,4	0,05	5,20
9	16	7,32	6,10	1,27	1,17	0,50	2,3	0,05	5,20
10	18	7,30	6,12	1,40	1,17	0,50	2,3	0,05	5,20
12	20	7,29	6,29	1,42	1,11	0,53	2,1	0,04	5,30
12	22	7,41	6,32	1,46	1,10	0,53	2,1	0,04	5,28
13	24	7,70	6,52	1,47	1,10	0,49	2,2	0,04	4,52
14	26	7,59	6,31	1,36	1,15	0,54	2,2	0,04	4,95
15	28	7,85	6,73	1,69	1,18	0,54	2,2	0,05	5,35
16	34	7,36	5,85	2,01	1,39	0,58	2,4	0,10	4,94
17	41	7,24	5,58	2,21	1,47	0,76	2,0	0,14	4,83
Temperatura 35°									
1	0	6,31	5,31	—	—	—	—	—	4,77
2	1	6,32	5,34	—	—	—	—	—	4,59
3	2	6,36	5,30	—	—	—	—	—	4,70
4	3	6,90	5,67	—	—	—	—	—	4,66
5	4	7,29	6,02	—	—	—	—	—	5,46

twych, zabarwionych dokonywać możliwie szybko.

Ilość pączkujących drożdży była oznaczana przez rozmnażanie drożdży w brzeczce piwnej w ciągu 4 godz w temperaturze 21° —

TABLICA III.

Nr.	Wiek drożdży	% N ogólnego	% N białkowego	% N rozpuszczalnego	% N aminokwasowego	% N amonowego
Temperatura 0° — 1°						
1	0	100	84,15	—	—	—
2	5	100	90,21	—	—	—
3	10	100	87,93	—	—	—
4	20	100	86,74	17,31	13,57	0,61
5	25	100	85,43	17,03	13,04	0,92
6	35	100	86,95	17,00	13,20	1,06
7	40	100	87,18	17,54	14,03	0,91
8	45	100	88,00	16,74	12,15	0,89
9	50	100	88,59	17,48	13,18	0,89
10	55	100	86,79	18,00	13,06	0,88
Temperatura 13° — 14°						
1	0	100	84,15	—	—	—
2	3	100	86,24	—	—	—
3	6	100	91,48	—	—	—
4	9	100	88,61	—	—	—
5	12	100	90,49	—	—	—
6	18	100	90,21	15,43	11,42	—
7	21	100	85,78	17,13	14,51	0,43
8	24	100	83,69	16,95	14,65	0,44
9	27	100	90,53	17,16	15,09	0,89
10	33	100	88,08	17,96	14,65	0,86
11	36	100	87,95	18,26	15,63	1,04
12	39	100	88,67	20,82	15,44	0,85
13	42	100	89,00	20,87	15,09	0,98
14	45	100	87,95	21,01	14,56	0,84
15	48	100	87,69	20,69	14,11	0,96
16	51	100	89,43	19,78	14,50	0,95
17	54	100	85,68	18,32	15,00	0,96
18	57	100	85,18	18,51	15,54	0,82
Temperatura 22° — 23°						
1	0	100	84,15	—	—	—
2	2	100	86,11	—	—	—
3	4	100	86,11	—	—	—
4	6	100	83,26	—	—	—
5	8	100	91,05	—	—	—
6	10	100	83,62	—	—	—
7	12	100	89,36	—	—	—
8	14	100	84,47	18,31	15,16	—
9	16	100	83,45	17,37	16,00	0,70
10	18	100	83,84	19,18	16,00	0,70
11	20	100	86,28	20,05	15,23	0,50
12	22	100	85,29	19,70	14,85	0,50
13	24	100	84,68	19,09	14,29	0,50
14	26	100	83,13	17,92	15,15	0,50
15	28	100	85,13	21,53	15,03	0,70
16	34	100	79,48	27,31	18,80	1,36
17	41	100	77,07	30,52	20,30	1,93
Temperatura 35°						
1	0	100	84,15	—	—	—
2	1	100	84,49	—	—	—
3	2	100	83,33	—	—	—
4	3	100	82,17	—	—	—
5	4	100	82,58	—	—	—

23° i następnie liczenie komórek pączkujących na szkiełku przedmiotowym pokratkowanym.

Wyniki badań fizjologicznych drożdży są ujęte w tablicy IV.

Jednocześnie zbadano wpływ różnych rodzajów opakowania na stan drożdży. Jako opa-

TABLICA IV.

Nr.	Wiek drożdży	Trwałość w godz.	Czas podnoszenia w minut.	% komórek pączkujących	% komórek martwych
Temperatura 0° — 10°					
1	0	176	118	99	0
2	5	142	114	95	3
3	10	144	117	71	4
4	20	150	150	72	8
5	25	143	149	80	5
6	35	145	122	70	7
7	40	143	124	62	7
8	45	120	131	45	8
9	50	142	141	36	10
10	55	145	141	22	8
Temperatura 13° — 14°					
1	0	176	118	99	0
2	3	165	117	98	1
3	6	145	109	85	1
4	9	116	116	78	3
5	12	123	119	66	6
6	18	121	176	59	5
7	21	120	190	55	8
8	24	118	200	52	10
9	27	120	210	63	14
10	33	110	215	50	13
11	36	97	200	51	14
12	39	25	135	51	17
13	42	49	136	45	17
14	45	45	224	13	17
15	48	49	223	22	11
16	51	47	226	13	16
17	54	55	207	14	11
18	57	46	227	9	11
Temperatura 22° — 23°					
1	0	176	118	99	0
2	2	158	115	97	6
3	4	129	120	92	5
4	6	112	129	80	7
5	8	107	138	67	7
6	10	114	175	39	6
7	12	123	178	36	6
8	14	120	166	25	7
9	16	117	209	13	6
10	18	116	314	12	8
11	20	92	> 360	21	8
12	22	76	—	33	10
13	24	117	—	20	14
14	26	93	—	18	18
15	28	60	—	12	24
17	34	0	—	0	21
17	41	0	—	0	16
Temperatura 35°					
1	0	176	118	00	0
2	1	172	114	—	6
3	2	155	211	—	7
4	3	139	157	—	8
5	4	0	240	0	36

kowanie były użyte: cynfolja, papier woskowany, parafinowany, pergamin i celofan z Tomaszowskiej Fabryki t. zw. tomofofan sortymentów oznaczonych signum „60”, „40” i „30”. Drożdże po uformowaniu cegiełek od razu w fabryce zostały zawinięte w różne opakowania. Po zważeniu każdej cegiełki rozdzie-

lono je na cztery partje. Każdą partję przechowywano w innej temperaturze, a mianowicie: około 1°, 13° — 14°, 22° — 23° i 35°. Co pewien czas cegiełki ważono, a ich straty na wadze ilustrowały wysychanie drożdży zależnie od opakowania. Wyniki podaje tablica V.

Przyjrzyjmy się teraz krytycznie danym naszym tablic oraz wykresom trwałości i czasu podnoszenia (ryciny 2 i 3). Tablica I ilustruje zmiany zachodzące podczas samofermentacji, kiedy to odbywa się zanik glikogenu, czemu powinno towarzyszyć zmniejszenie się suchej substancji. I tak byłoby, gdyby jednocześnie z samofermentacją nie odbywało się wysychanie drożdży, który to proces ilościowo bierze górę tak, że w rezultacie widzimy wzrost suchej substancji. Na pomoc w zorientowaniu się w przebiegu tego procesu przychodzi nam niezmienna ilość azotu w drożdżach. Procentowy wzrost azotu w suchej substancji można wytlómaczyć stopniowym zanikiem glikogenu.

Porównując dane dla różnych temperatur da się stwierdzić, że proces samofermentacji zwiększa swą szybkość ze wzrostem temperatury. Zwiększenie szybkości tego procesu przy wzroście temperatury da się ująć nawet w pewną zależność, a mianowicie ze wzrostem temperatury o 10° szybkość samofermentacji podwaja się.

Ciekawe jest, co wynika z danych dla temperatury 22° — 25°, że koniec przyrostu azotu zbiega się z czasem rozlania się drożdży co następuje po 28 dniach. Potwierdza to wypowiediany pogląd w literaturze, że śmierć komórki następuje po wyczerpaniu się zapasu glikogenu.

Na zmiany zachodzące w układzie ciał białkowych daje nam pogląd tablica II, jak również na zmiany odczynu środowiska stwierdzone przy pomocy pomiaru stężenia jonów wodorowych. Jak widzimy zmiany P_H nie mają tendencji w określonym kierunku. Jako wytlómaczenie tego zjawiska może służyć fakt, że hydroliza ciał białkowych zachodzi raz z uwolnieniem w przeważającej ilości grup $COOH$, drugi raz — grup NH_2 , co w różnym stopniu wpływa na odczyn środowiska. Również może tu wpływać powstawanie i zanikanie różnych związków buforujących.

Charakterystyczny jest fakt że P_H nawet drożdży po rozlaniu się jest stale mniejsze od 7, a więc odpowiada środowisku o kwaśnej reakcji. Ulatnianie się NH_3 w tych warunkach jest wykluczone.

Stały wzrost zawartości białka właściwego, jak już mówiliśmy wyżej, świadczy o przewadze szybkości procesu samofermentacji nad procesem rozpadu białka. Zaobserwowany ubytek, zresztą nieznaczny, ogólnego azotu po rozlaniu się drożdży tlómaczymy sobie silniejszym postępowaniem hydrolizy białka, która

TABLICA V.

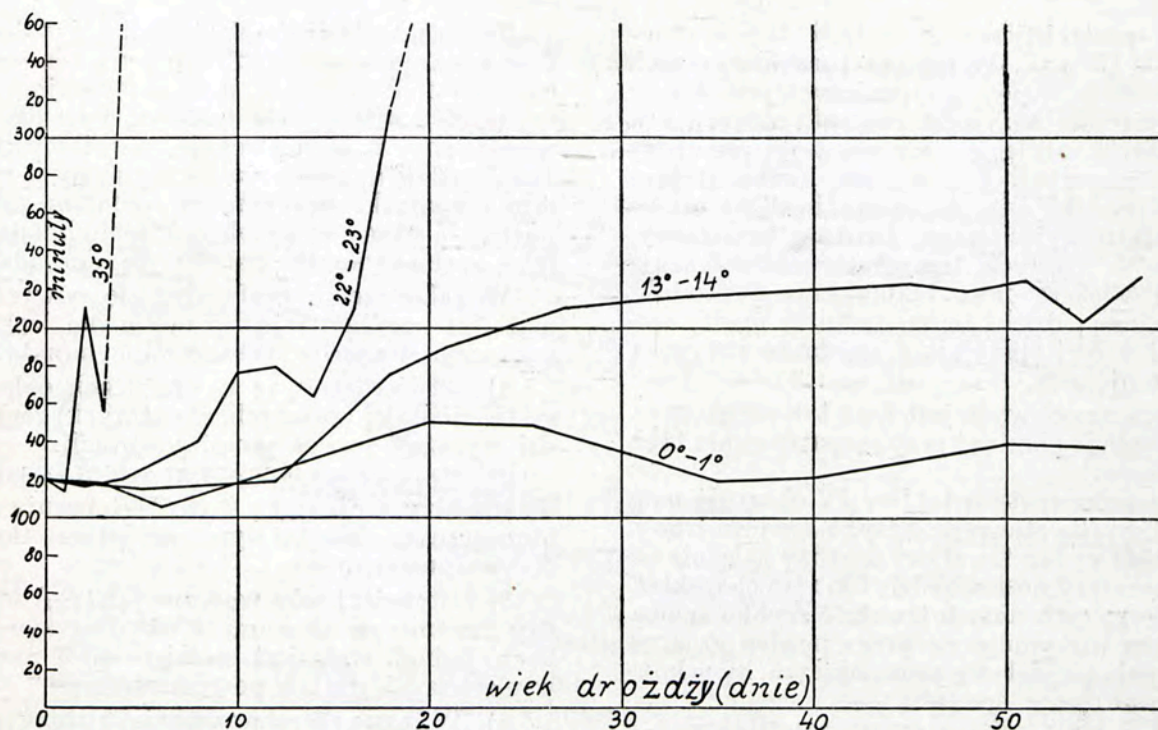
Nr.	Wiek drożdży	Cynfolja		P a p i e r						T o m o f a n					
				woskowy		parafinowany		pergamin		„60”		„40”		„20”	
		W	%	W	%	W	%	W	%	W	%	W	%	W	%
T e m p e r a t u r a 0° — 1°															
1	0	513	—	503	—	508	—	505	—	501	—	498	—	501	—
2	5	511	0,4	490	2,5	501	1,0	480	4,9	480	4,2	480	3,6	483	3,6
3	10	510	0,6	483	3,9	495	2,5	467	7,5	465	7,2	470	5,6	472	5,8
4	20	507	1,2	473	6,0	485	4,5	448	11,3	442	11,8	456	8,4	454	9,4
5	25	506	1,4	467	7,1	484	4,7	441	12,7	428	14,6	439	11,8	440	12,2
6	35	505	1,6	454	9,7	459	9,6	424	15,6	399	20,4	420	15,7	417	16,8
7	40	502	2,1	439	12,5	447	12,0	405	19,8	387	22,8	404	18,9	401	20,0
8	45	498	2,9	428	14,9	433	13,8	385	23,8	372	25,7	387	22,3	385	23,2
9	50	494	3,7	417	17,0	429	15,5	366	27,5	356	28,9	375	24,7	368	36,8
10	55	491	4,3	405	19,5	419	17,5	353	30,1	345	31,1	360	27,7	354	29,3
T e m p e r a t u r a 13° — 14°															
1	0	510	—	505	—	511	—	509	—	502	—	500	—	502	—
2	3	503	1,4	496	1,8	496	2,9	480	5,7	477	6,9	464	7,2	475	5,4
3	6	496	2,2	479	5,1	474	7,2	435	14,5	440	12,4	424	15,2	423	15,7
4	9	490	3,9	466	7,7	457	10,6	397	22,0	406	19,1	394	21,2	388	22,7
5	12	481	5,7	449	11,1	435	14,9	360	36,8	373	25,7	356	28,8	356	29,1
6	18	462	9,4	417	17,4	393	23,1	306	39,9	318	36,7	305	39,0	308	38,6
7	21	452	11,4	401	20,6	373	27,0	288	43,4	299	40,4	286	42,8	288	41,7
8	24	441	13,5	387	23,4	354	30,7	271	44,8	281	44,0	273	45,4	272	45,8
9	27	429	15,9	371	26,5	339	33,7	256	50,9	265	47,2	257	48,6	256	49,0
10	33	407	20,2	346	31,5	311	39,1	232	54,4	237	52,8	237	52,6	232	53,8
11	36	397	22,2	333	34,1	296	42,1	221	56,6	225	55,2	226	54,8	221	56,0
12	39	388	23,9	324	35,8	285	44,2	—	—	—	—	—	—	—	—
13	42	376	26,3	313	37,8	274	46,4	—	—	—	—	—	—	—	—
14	45	365	28,4	301	40,4	262	48,7	—	—	—	—	—	—	—	—
15	48	350	31,4	288	43,0	248	51,5	—	—	—	—	—	—	—	—
16	51	337	33,9	276	45,3	237	53,6	—	—	—	—	—	—	—	—
17	54	325	36,3	269	46,7	232	54,6	—	—	—	—	—	—	—	—
T e m p e r a t u r a 22° — 23°															
1	0	505	—	507	—	507	—	503	—	514	—	501	—	496	—
2	2	499	1,2	496	2,2	467	7,9	446	11,3	464	9,7	450	10,2	444	10,5
3	4	496	1,8	490	3,3	447	11,8	417	17,1	—	—	428	14,6	419	16,1
4	6	492	2,6	478	5,7	423	16,6	380	24,4	396	22,4	399	20,4	384	22,6
5	8	489	3,2	472	6,9	406	19,9	359	28,6	376	26,9	381	23,9	366	26,2
6	10	485	3,9	461	9,1	388	23,5	342	32,0	358	30,4	358	28,5	348	29,8
7	12	483	4,3	446	12,0	369	27,2	326	35,2	344	33,5	338	32,5	331	33,3
8	14	477	5,5	423	16,6	349	31,2	309	38,1	330	35,8	322	35,7	313	36,8
9	16	472	6,5	403	20,5	322	36,5	—	—	315	38,7	307	38,7	299	39,7
10	18	466	7,7	378	25,4	291	42,6	—	—	300	41,6	290	42,1	278	44,0
11	20	460	8,9	346	31,8	295	49,1	—	—	271	47,3	266	46,9	254	48,8
12	22	447	11,5	315	37,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
T e m p e r a t u r a 35°															
1	0	509	—	503	—	—	—	500	—	503	—	503	—	498	—
2	1	501	1,6	493	1,9	—	—	430	14,0	448	10,8	442	12,1	442	11,2
3	2	488	4,1	476	4,9	—	—	364	27,2	401	20,0	395	21,5	394	20,9
4	4	476	6,5	465	7,5	—	—	309	38,2	354	29,3	346	31,2	352	29,3
5	4	468	8,0	454	9,7	—	—	279	45,8	320	36,0	318	36,8	321	35,5
6	5	459	9,8	440	12,5	—	—	255	49,0	289	42,0	289	42,5	287	42,4
7	6	438	13,9	427	15,1	—	—	234	53,2	265	46,8	262	47,9	256	48,6

zachodzi z równoczesnym przyłączeniem wody, co znowu zwiększa ilość suchej substancji. W konsekwencji przy nieziennej ilości azotu otrzymamy go procentowo mniej.

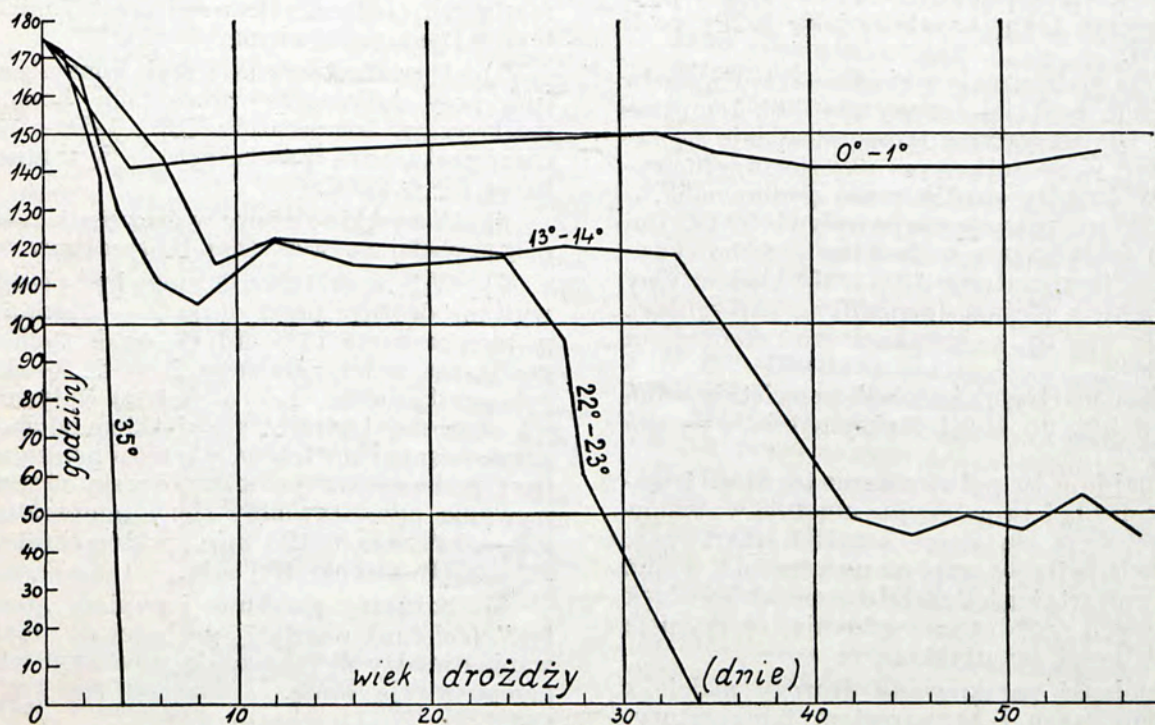
Azot rozpuszczalny i aminokwasy do czasu zachowania przez drożdże trwałości zmieniają się w stopniu niewielkim. Ich ilości raczej jakgdyby oscyływały z niewielkim od-

chyleniem około pewnej stałej. Nie jest to dziwne, zauważywszy że komórka rozporządza enzymami zarówno syntezującymi jak i analizującymi, między którymi ustala się pewna równowaga.

Obraz radykalnie się zmienia z chwilą rozlania się drożdży. Górę bierze proces analizy. Ilości azotu rozpuszczaln. wydatnie się zwiększają.



Rycina 2. Wykres trwałości.



Rycina 3. Wykres czasu podnoszenia.

Rodzaj aminokwasów charakteryzuje stosunek ilości azotu aminokwasowego oznaczonego Kjeldahl'em do ilości azotu formolowego. Wynosi on 2,3, co nam wyjaśnia, że przeważają aminokwasy o cząsteczce zawierającej więcej N, aniżeli grup COOH .

Tablica III obrazuje nam przejrzystość pro-

centowy stosunek poszczególnych typów N do ogólnej ilości N, którą tutaj przyjęto za 100. Widzimy, że procent N białkowego jest nieco wyższy dla temperatur 0° i $13^\circ - 15^\circ$, aniżeli dla temperatury 35° i $22^\circ - 23^\circ$. Tłómaczy się to tem, że temperatury $22^\circ - 23^\circ$ i 35° są bliższe optymalnych temperatur enzy-

mów proteolitycznych aniżeli temperatury 13° — 15° i 0°. W temperaturach wyższych działanie enzymów syntezujących jest słabsze od działania enzymów proteolitycznych i w rezultacie ustalenia się równowagi pomiędzy temi enzymami mamy ilość białka stojącą przez pewien czas na poziomie ilości białka produktu wyjściowego. Drożdże przechowywane w niższych temperaturach wykazują nieco większą ilość białka, aniżeli produkt wyjściowy, dzięki temu, że tutaj mamy warunki więcej sprzyjające działaniu enzymów syntezujących.

Soli amonowych jest ilość tak nieznaczna, że można je pominąć przy rozpatrywaniu tych procesów.

Dane zawarte w tablicy IV obrazują nam fizjologiczne stany drożdży. Z niej widzimy, że obraz zmian trwałości drożdży zależnie od temperatury nosi wszędzie ten sam charakter. W pierwszych dniach trwałość szybko spada, poczem utrzymuje się przez pewien czas na poziomie niewiele się zmieniającym, by w końcu gwałtownie opadać.

Oczywiście trwałość drożdży spada ze wzrostem temperatury. Drożdże przechowywane w temperaturze 0° — 1° wykazały po 2 miesiącach takąż trwałość, jaką miały po 5 dniach.

Czas podnoszenia z biegiem czasu wzrasta i to tem szybciej im wyższa jest temperatura. Dla wszystkich temperatur daje się zauważyć w początkowym okresie przechowywania drożdży spadek czasu podnoszenia.

Znaczne polepszenie po upływie 39 i 42 dni czasu podnoszenia u drożdży przechowywanych w temperaturze 13° — 15° tłómaczymy zakażeniem pleśnią (*penicilium, aspergillus*). Zbiega się to z jednoczesnem obniżeniem trwałości.

Ilość martwych komórek przeciętnie waha się od 5% do 15%. Maksymalnie wynosiła 36%.

Znajduje tu potwierdzenie to, że ani trwałość, ani siła fermentacyjna nie stoją w stosunku prostym do ilości komórek martwych. Oczywiście trzeba mieć na uwadze fakt, że już przy zawartości kilkunastu procent komórek martwych drożdże się rozlewają, co czyni je niezdatnymi do użytku.

Zdolność pączkowania drożdży maleje z biegiem czasu i ze wzrostem temperatury.

Jest charakterystyczne, że dla drożdży przechowywanych w temperaturze 0° — 1° ilość komórek zdolnych do pączkowania, szybko się zmniejsza, kiedy inne cechy jak trwałość, czas podnoszenia, wzrost śmiertelności komórek zmieniają się wolno. Stąd wniosek, że dla celów piekarskich przechowywanie drożdży w temperaturze 0° — 1° jest celowe, natomiast niewskazane jest przechowywanie w tych warunkach drożdży zarodowych.

Tablica V ilustruje straty wilgoci w drożdżach przechowywanych w różnych temperaturach i opakowaniach. Jak widać najmniejszy ubytek wilgoci daje cynfolja, dalej papier woskowany i jednostronnie parafinowany. Inne rodzaje opakowania jak sztuczny pergamin i wszystkie sortymenty tomoфанu przepuszczają wilgoć w wysokim stopniu i dlatego jako opakowanie dla drożdży się nie nadają.

W zakończeniu postaramy się powyższy materiał uogólnić i jednocześnie dla lepszej wyrazistości ująć w poszczególne punkty:

1) Stwierdzono, że w drożdżach o konsystencji stałej (świeżych, nie starych) zachodzi wyraźny proces samofermentacji.

2) Zmiany w białku są do chwili rozlania się drożdży nieznaczne i charakteryzują się nieznacznym lecz stałym wzrostem ilości N — rozpuszczalnego.

3) Stężenie jonów wodorowych (P_H) drożdży zmienia się skokami w obydwu kierunkach, jednak stale jest mniejsze od 7 nawet w pierwszych dniach po rozlaniu się.

4) W czasie przechowywania drożdży maleje ich trwałość i ilość komórek pączkujących, wzrasta czas podnoszenia i ilość komórek martwych; jednak zależności prostej między temi własnościami niema.

5) Drożdże tracą swą stałą konsystencję już przy kilkunastu procentach komórek martwych w temperaturze 13° — 14° C a przy dwudziestu paru procentach — w temperaturze 22° — 23° C.

6) Wszystkie zmiany w drożdżach zachodzą szybciej ze wzrostem temperatury.

7) W temperaturze 0° mogą być przechowywane drożdże przez okres 2 — 3 miesięcy w temperaturze 13° — 14° C — około 2-ch tygodni, zaś w temperaturze 22° — 23° — około jednego tygodnia, bez większego wpływu na ich stan fizjologiczny, z wyjątkiem zdolności pączkowania i nie tracąc wartości handlowej. Czas podnoszenia po tym okresie przechowywania przedstawiałby się: w temperaturze 13° — 14° C około 120 min., w temperaturze 22° — 23° C — około 130 min.

8) Sztuczny pergamin i papiery „tomoфан” (celofan) wszelkiej grubości do opakowania drożdży się nie nadają, gdyż zbyt łatwo przepuszczają wodę.

SOMMAIRE.

On a cherché les meilleures conditions de magasinage de la levure pressée. On a étudié différentes méthodes d'emballage. Pour ce but on a pris quelques dizaines de portions de levure pressée provenant du même brassin et de la même cuve et on les a emmagasinées dans des conditions de température et d'emballage différentes. Périodiquement on prélevait des échantillons de levure et on déterminait comment elles s'étaient conservées, quelle était leur force de levage, le % de cellules mortes et de celles qui étaient capables de

bourgeonner, matière sèche et les matières azotées au point de vue qualitatif et quantitatif, le P_H .

On a constaté que:

- 1) dans la levure fraîche il y a prédominance de l'auto-fermentation,
- 2) jusqu'au moment de la liquéfaction de la levure les changements de l'albumine sont tout à fait insignifiants,
- 3) le P_H de la levure varie par sauts dans les deux sens, mais reste inférieure à 7, même pendant les premiers jours après la liquéfaction,
- 4) pendant la conservation de la levure la faculté d'être conservée et le nombre de cellules vivantes diminuent, tandis

que le temps de levage et le nombre de cellules mortes augmentent; toutefois il n'y a pas de rapport direct entre ces qualités,

- 5) la levure perd sa consistance solide déjà en présence de plus de 10% de cellules mortes,
- 6) tout les changements dans la levure se font plus rapidement lorsque la température monte,
- 7) à la température de 0° la levure peut être conservée pendant une période de 2 ou 3 mois presque sans altération de sa qualité.
- 8) la parchemin artificiel et les papiers „cellophane”, ne conviennent pas comme emballage parce qu'il sont perméables à l'humidité.

Cukier jako surowiec dla przemysłów chemicznych

Le sucre comme matière première pour l'industrie chimique

inż. dypl. TADEUSZ ŚLIWIŃSKI

Nadeszło 22 marca 1934

Znaczne nadmiary cukru, jakie są produkowane w wielu krajach Europy oraz na kilku wyspach południowych w Ameryce i w Azji, stwarzają specjalnie niekorzystną sytuację dla eksportu tego artykułu, co np. w Polsce wyraża się liczbą 110 000 tonn cukru leżącego w magazynach tuż przed rozpoczęciem nowej kampanji t. j. w dniu 1 października 1933 r. Sytuacja taka zniewała do poszukiwań w celu zastosowania cukru jako surowca do wytwarzania z niego innych aktualnych artykułów chemicznych i technicznych — do czego cukier ze względu na łatwość przemiany pod wpływem różnorodnych czynników, tak chemicznych, jak biologicznych, specjalnie się nadaje.

Sprawy te obszernie omawiałem w Poznaniu na Zjeździe cukrowniczym jeszcze podczas P. W. K. oraz na II Zjeździe Chemików Polskich. Wymieniłem szereg produktów, które mogą być z cukru wytwarzane. Przytoczyłem kilka już dawniej znanych metod dla otrzymywania kwasu octowego¹⁾, dalej możliwość otrzymywania kwasów mrówkowego²⁾, mlekowego³⁾, masłowego⁴⁾, szczawiowego⁵⁾, cytrynowego i winowego⁶⁾.

1) Metody następujące: 1. Przez fermentację alkoholową cukru i octową alkoholu, neutralizowanie sodą i stężanie octanu sodu. 2. Przez ogrzewanie cukru z ługiem potasowym przy 200° w obecności wodorotlenku żelaza. 3. Przez ogrzewanie cukrzanu baru z cukrem otrzymuje się octan baru. 4. Przez fermentację octową cukru zapomocą *Bacillus aethaeticus*.

2) Według sposobu Doebereinera (1882) przez ogrzewanie mieszaniny 31 części $KMnO_4$, 10 części cukru i 20 części wody przy stopniowym dodawaniu 35 części kwasu siarkowego.

3) Roztwory cukru z dodatkiem kazeiny lub albuminu pod wpływem bakterji *Bacillus Delbrücki* lub *Bacillus lacti* i innych dają kwas mlekowy ze 100% wydatkiem. (Moni. sci. 1902. 600).

4) T. Śliwiński, Gazeta Cukrownicza. 1919. 249. —

Prócz kwasów można cukier przetwarzać nie tylko na zwykły alkohol etylowy, ale i na alkohole wyższe, jak butylowy, glicerynę również na aceton, drożdże i t. d.

W Niemczech wysunięto, w związku z pracami Bergiusa nad scukrzaniem trocin drzewnych, ciekawy problem przetwarzania nieorganicznego azotu na organiczny przy pośrednictwie drożdży, rozwijających się na taniach pożywkach cukrowych z dodaniem soli amonowych, których azot przez drożdże zostaje zasymilowany i przetworzony na azot białkowy. Zagadnienie to może i u nas w Polsce być interesujące dla fabryk związków azotowych, jeśli się opierały na melasie, jako tanim produkcie cukrowym, który za bezcen jest sprzedawany zagranicę, a któryby się do tego celu bardzo nadawał.

Wszystkie te już oddawna i jeszcze przed wojną podejmowane prace wynikają z nadprodukcji cukru, która to nadprodukcja w wielu krajach, a również i w Polsce staje się prawdziwą klęską. Obecnie w ciągu ostatnich kilku lat za cukier wysyłany na eksport można uzyskać bardzo niską cenę, wynoszącą od 10 — 18 zł za 100 kg. Wobec chronicznej nadprodukcji tego artykułu i niemożności opanowania tej nadprodukcji niema u nas w Pol-

1 kg cukru daje 250 — 300 g kwasu masłowego (Moni. sci. Nr. 93. str. 399).

5) Według pat. A. Naymana i in. (Moni. sci. 1. 93. (1909). otrzymuje się szczawian sodu w myśl reakcji $3.4 NaOH + 3 C_{12}H_{22}O_{11} = 15 Na_2C_2O_4 + Na_2CO_3 + 4 CH_4 + 41 H_2 + H_2O$.

Maumene przytacza następujący sposób: $C_{12}H_{22}O_{11} + 12 KMnO_4 + H_2O = 6 (K_2C_2O_4 + 2 H_2O) + 12 MnO_2$.

W. Dominik i St. Jańczak. Roczniki chem. 14. 141, (1934).

6) Kwas cytrynowy z cukru otrzymuje się dzięki działaniu fermentów jak *Cytromyces Pfefferianus glabber*, *Penicillium luteum* i *glaucum* przy dostępie powietrza.