

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В «БЕЛГОРОДСКОМ ФАНЦ РАН»

О.В. Акиншина, младший научный сотрудник
ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», Белгород
E-mail: akinshinaolga@bk.ru

***Аннотация.** Изложены результаты комплексного исследования качества зерна озимой мягкой пшеницы и оценка сопряженности технологических свойств зерна.*

***Ключевые слова:** мягкая пшеница, качество зерна, агрегирующая способность, корреляционный анализ.*

Введение

Проблема производства высококачественного зерна в Российской Федерации имеет важное значение. На хлебопекарные свойства муки влияет ряд наследственных и средовых факторов. Оценка хлебопекарных свойств пшеницы достаточно крайне длительный и трудоемкий процесс. Прибор Миксолаб позволяет вести комплексный анализ, определяющий одновременно несколько показателей и свойств зерна.

Материалы и методы исследования

В качестве растительного материала использовали сортообразцы озимой мягкой пшеницы конкурсного испытания ФГБНУ «Белгородского ФАНЦ РАН». Для определения степени агрегации белкового комплекса с помощью дисульфидных связей использовали ранее описанную методику [1, 2]. Для корреляционного анализа и определения других статистических показателей использовали программу Statistica 6.0. Для комплексного анализа качества муки использовался прибор Миксолаб производства компании SHORIN Technologies (Франция) стандартизированного ICC 173 (ICC 173, 2008).

Результаты и обсуждение

В современном лабораторном контроле качества муки принято анализировать множество отдельно взятых показателей, таких как клейковина (количество и качество), особенности белкового комплекса, крахмал и т. д. Прибор Миксолаб (Франция) позволяет вести контроль качества муки, принимая во внимание не только отдельно взятые показатели зерна, но и их взаимодействие между собой. Одним из наиболее важных показателей качества муки (шрота) этого прибора является индекс Замес. Результаты анализа представленных сортов озимой пшеницы демонстрирует табл. 1. Как видно, разделение сортов в 2016 году на группы, отличающиеся количеством дисульфидных связей между пептидами зерна, показало существенные различия между ними по Замесу. Группа сортов с меньшим числом дисульфидных связей в этом году обладала худшими показателями качества, по сравнению с группой, имеющей большее количество дисульфидных мостиков ($t = 2,93^*$; $P < 0,05$; $n = 13$). Характерно, что более сухие условия 2017 года (табл. 2), которые способствовали более активной агрегации белкового комплекса с помощью дисульфидных связей, в группе сортов с их низкой способностью в 2016 году, показали тенденцию к улучшению показателя Замес, но различия находились в пределах ошибки опыта ($t = 1,37$; $P > 0,05$; $n = 8$). На вторую группу сортов изменения в погодно-климатических условиях 2017 года не привели к существенному изменению в агрегации белкового комплекса, но отразились на показателе Замес ($t = 3,42^{**}$; $P < 0,01$; $n = 16$). Возможно, более низкая температура 2017 года по сравнению с 2016 годом в период налива и созревания зерна (на $-2,5^\circ$) не позволила в полной мере обеспечить агрегацию пептидов белкового комплекса зерновки.

Таблица 1. Среднемесячные показатели температуры и количества осадков в период вегетации 2016-2017 гг. (х. Гонки, ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»)

Месяц	Температура, °С			Количество осадков, мм		
	2016	2017	норма	2016	2017	норма
апрель	13,1	8,1	7,5	34,5	25,0	41,0
май	17,2	13,7	14,6	103,5	32,2	47,0
июнь	22,7	18,6	17,9	37,3	22,0	63,0
июль	25,5	23,0	19,9	97,3	53,7	69,0
август	23,7	24,7	18,7	85,0	25,0	56,0
Среднее	20,4	17,6	15,7	71,5	31,6	55,2

В результате, судя по табл. 1, изменения углеводного комплекса зерновки между годами обусловлено действием данных факторов среды (результатирующая температуры и влажности). Такое заключение следует из анализа показателей Амилаза и Вязкость. Как видно, в обеих группах сортов в 2017 году по сравнению с 2016 годом наблюдались более высокие показатели Амилазы (свидетельство пониженной активности фермента) и большему индексу Вязкости. Это совпадает с результатами анализа прорастаемости зерна в колосе. Так, в 2017 году этот показатель был несколько ниже по сравнению с предшествующим годом. В целом по обеим группам сортов в 2016 году индекс Амилазы составил 3,9 балла, а в 2017 году – 5,8 балла. Различия 1,9 балла значимы ($НСР_{0,05} = 1,2$ балла, $n = 26$). Соответственно, Вязкость в 2016 году в целом по исследуемым сортам составила 2,1 балла, а в 2017 году – 5,8 балла. Различия 3,7 балла существенны ($НСР_{0,05} = 1,6$ балла, $n = 26$; $t = 4,96^{**}$; $P < 0,01$).

Следовательно, повышенная влажность в период созревания в 2016 году привела к прорастанию части зерен, повышению амилазной активности и частичной деградации крахмала. Это в свою очередь определило уровень индексов Амилазы и Вязкости теста.

Анализ сопряженности показателей числа дисульфидных связей в белковом комплексе зерновки с показателями, затрагивающими углеводный комплекс эндосперма, представлен в таблице 2. В данном случае, как в 2016, так и в 2017 году разделение сортов по числу дисульфидных связей и вариантам бета-амилазы не затронуло изменений в активности амилазы (индекс Амилаза). Так, в 2016 году индекс Амилаза в группе сортов с меньшим количеством дисульфидных связей составил $4,4 \pm 0,5$ балла, а - с большим количеством дисульфидных связей - $3,6 \pm 0,2$ балла, т.е. различия незначительные ($t = 1,43$; $P > 0,05$; $n = 13$). Аналогичная ситуация проявилась в 2017 году. В этом случае индекс Амилаза в группе сортов с меньшим количеством дисульфидных связей составил $5,4 \pm 0,8$ балла, против другой группы - $6,1 \pm 0,7$ балла ($t = 0,69$; $P > 0,05$; $n = 13$).

Подобная тенденция проявилась при анализе статистической связи числа дисульфидных связей с индексом Вязкость. В данном случае в 2016 году группа сортов с меньшим количеством дисульфидных связей имела средний показатель вязкости в $2,8 \pm 1,3$ балла, а группа – с более высоким показателем дисульфидных связей - $1,6 \pm 0,4$ баллов ($t = 0,88$; $P > 0,05$; $n = 13$). В 2017 году получены подобные результаты. Так, в первой группе сортов индекс вязкости составил $5,4 \pm 0,9$ балла, а во второй - $6,1 \pm 0,8$. Различия не существенны ($t = 0,60$; $P > 0,05$; $n = 13$).

Последний показатель - Ретроградация связан с углеводной частью эндосперма. Он обуславливает интенсивность черствения хлебобулочных изделий. Это обусловлено характером кристаллизации крахмала. Чем выше индекс Ретроградации, тем быстрее идет кристаллизация крахмала при его застывании, соответственно, тем интенсивнее идет процесс черствения хлеба. Как видим, условия 2017 года благоприятствовали формированию условий способствующих более интенсивному черствению хлебобулочной продукции. Так, в 2016 году индекс Ретроградации всех исследуемых сортов составил в среднем 2,8 балла, а в 2017 году - 7,1 балла. Различия в 4,3 балла значимы

Таблица 1. Результаты анализа некоторых сортов по показателям качества зерна озимой мягкой пшеницы в течение 2016-17 гг.

Название сорта	Количество дисульфидных связей в белке по годам, мл/сух.клейк.			Замес по годам, балл			Амилаза по годам, балл			Вязкость, балл			Ретроградация, балл		
	2016	2017	среднее	2016	2017	среднее	2016	2017	среднее	2016	2017	среднее	2016	2017	среднее
I группа сортов															
Богданка	4,9	6,6	5,8	3	5	4,0	4	6	5,0	1	6	3,5	1	8	3,5
Волжская 100	3,9	5,8	4,9	2	4	3,0	4	5	4,5	0	6	3,0	1	7	4,0
Льговская 4	4,1	7,4	5,8	4	4	4,0	5	8	6,5	6	8	7,0	8	8	8,0
Синтетик	4,9	4,9	4,9	2	3	2,5	3	3	3,0	1	3	2,0	1	4	2,5
Нoff	5,0	6,2	5,4	5	4	4,5	6	5	5,5	6	4	5,0	6	6	6,0
Среднее	4,6±0,5	6,2±0,4	5,3	3,2±0,6	4,0±0,3	3,6	4,4±0,5	5,4±0,8	4,9	2,8±1,3	5,4±0,9	4,1	3,4±1,5	6,6±0,7	5,0
$HCP_{0,05} = 1,5; t$	3,03*		x	1,37		x	1,04		x	1,86		x	2,19		x
II группа сортов															
Ариадна	6,9	6,1	6,5	6	4	5,0	4	6	5,0	1	7	4,0	2	8	5,0
Безенчукская 380	5,8	6,6	6,2	5	4	4,5	4	8	6,0	4	8	6,0	6	8	7,0
Везёлка	6,3	6,8	6,6	5	4	4,5	3	3	3,0	2	2	2,0	3	5	4,0
Искринка	5,8	6,2	6,0	4	4	4,0	3	9	6,0	2	8	5,0	4	8	6,0
Корочанка	5,9	7,4	6,7	5	3	4,0	4	6	5,0	1	6	3,5	1	8	4,5
Свирская	5,8	5,8	5,8	4	4	4,0	4	5	4,5	1	3	2,0	2	6	4,0
Северодонец. юб.	5,9	6,7	6,3	6	5	5,5	4	5	4,5	1	7	4,0	1	8	4,5
Селянка одесская	7,1	6,5	6,8	8	5	6,5	3	7	5,0	1	8	4,5	1	8	4,5
Среднее	6,2±0,2	6,5±6,5	6,4	5,4±0,5	4,1±0,2	4,8	3,6±0,2	6,1±0,7	4,9	1,6±0,4	6,1±0,8	3,9	7,4±0,4	5,0	5,0
$HCP_{0,05} = 0,6; t$	1,27		x	3,42**		x	3,62**		x	5,32***		x	6,36***		x
Оценка между I и II группами	t=2,97*	t=0,47	x	t=2,93*	t=0,32	x	t=1,43	t=0,69	x	t=0,88	t=0,60	x	t=0,55	t=0,90	x

Продолжение таблицы 20

Название сорта	Урожайность, ц/га			Проросших зерен, %		
	2016	2017	среднее	2016	2017	среднее
I группа сортов						
Богданка	42,5	48,8	45,7	43	5	24
Волжская 100	57,0	59,6	58,3	46	3	24,5
Льговская 4	48,6	66,4	57,3	1	12	6,5
Синтетик	64,0	65,5	64,8	28	10	19
Нoff	53,6	68,5	61,1	0	4,5	2,3
Среднее	53,1±3,7	61,8±3,6	57,5	23,6±9,9	6,9±1,7	15,3
t.	2,62		x	1,54		x
II группа сортов						
Ариадна	52,7	67,9	60,3	13	18	15,5
Безенчукская 380	32,8	55,3	44,1	2	2	2
Везёлка	56,7	71,2	64,0	9	18	13,5
Искринка	66,2	64,2	65,2	8	11	9,5
Корочанка	49,0	64,7	56,9	40	4	22
Свирская	65,3	67,1	66,2	13	4	8,5
Северодонец. юб.	43,7	59,4	51,6	37	10	23,5
Селянка одесская	51,0	62,3	56,7	21	26	23,5
Среднее	52,5±3,9	64,0±1,8	57,3	17,9±4,9	8,5±2,9	13,2
t.	4,16***		x	1,06		x
Оценка между I и II группами	t=0,55	t=0,90	x	t=0,52	t=1,37	x

Примечание: *, **, *** различия существенны, соответственно, при $P \leq 0,05$; 0,01; 0,001

($НСР_{0,05} = 1,6$ балла, $n = 26$; $t = 5,76^{**}$). В то же время, оценка действия числа дисульфидных связей на индекс Ретроградации показала отсутствие их сопряженности.

Так, в 2016 году группа сортов с меньшим количеством дисульфидных связей имела средний показатель $3,4 \pm 1,5$ балла, а другая группа - $2,5 \pm 0,6$ балла ($t=0,55$; $P > 0,05$; $n = 13$). В 2017 году ситуация повторилась. В данном случае первая группа сортов имела средний показатель Ретроградации $6,6 \pm 0,7$ балла, а вторая - $7,4 \pm 0,4$ балла, что несущественно ($t=0,90$; $P > 0,05$; $n = 13$).

Следовательно, число дисульфидных связей определяет качество белковой части зерновки и не затрагивает углеводную составляющую эндосперма. И так, различия по способности к агрегации белков с помощью дисульфидных связей не влияют на технологические качества зерна, связанные с углеводной частью зерна, но оказывают влияние на показатели замеса, обусловленные белковой частью эндосперма.

Учитывая, что важнейшим показателем генотипа является его потенциальная, продуктивность было важно оценить, влияет ли различие по числу дисульфидных связей в белковом комплексе, на урожайность озимой мягкой пшеницы. Результаты по исследованным сортам представлены в таблице 2.

Как видно, в целом не прослеживается связи между числом дисульфидных связей и урожайностью данных сортов. Так, в 2016 году группа сортов с меньшим количеством дисульфидных связей имела среднюю урожайность $53,1 \pm 3,7$ ц/га, а вторая группа, с большим числом дисульфидных связей в белковом комплексе, характеризовалась урожайностью в $52,2 \pm 3,9$ ц/га. Различия находились в пределах ошибки опыта ($t=0,18$; $P > 0,05$; $n = 13$). Подобная ситуация сохранилась в 2017 году. В данном случае, первая группа сортов имела среднюю урожайность $61,8 \pm 3,6$ ц/га, а вторая - $64,0 \pm 1,8$ ц/га ($t=0,57$; $P > 0,05$; $n = 13$). В целом, ведущую роль в формировании урожайности исследованных сортов за анализируемый период играли особенности погодно-климатических факторов, а не наследственности. Так, разница в продуктивности за эти годы в группе сортов с меньшим количеством дисульфидных связей составила $8,7$ ц/га в пользу 2017 года. Различие существенно ($t=2,62^*$; $P < 0,05$; $n = 10$). Аналогичная закономерность наблюдалась и по второй группе сортов. В этом случае, в 2016 году средняя урожайность по группе составила $52,2 \pm 3,9$ ц/га, а 2017 году - $64,0 \pm 1,8$ ц/га. Различие в $11,8$ ц/га значимо ($t=4,16^{**}$; $P < 0,01$; $n = 16$).

Выводы:

Повышенная амилазная активность и частичная деградация крахмала связана с такими показателями, как Амилаза и Вязкость теста. Это следствие повышенной влажности в период созревания зерна что привело к частичному прорастанию зерна. Качество белковой части зерна связано с числом дисульфидных связей и не затрагивает углеводную составляющую эндосперма.

Список литературы:

1. Нецветаев, В.П. Методы седиментации и оценка качества клейковины мягкой пшеницы / В.П. Нецветаев, О.В. Лютенко, Л.С. Пащенко, И.И. Попкова // Научные ведомости БелГУ. Серия. Естественные науки. - Белгород: БГУ. - 2009. - №11(66). - Вып. 9/1. - С. 56-64.
2. Нецветаев, В.П. Оценка качества зерна мягкой пшеницы SDS-седиментацией пшеницы / В.П. Нецветаев, О.В. Лютенко, Л.С. Пащенко, И.И. Попкова // Сельскохозяйственная биология.- 2010.- № 3.- С. 63-70.
3. Нецветаев В.П., Третьяков М.Ю., Лютенко О.В., Пащенко Л.С. Сравнительная оценка реологических свойств муки и шрота мягкой пшеницы на приборе Mixolab // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. - Белгород: БГУ- 2010 - №21(92).Вып.13. - С. 56-62.