

Л.В.Рукшан, кандидат технических наук

Л.Н.Данилова, аспирантка

А.А.Малиновский, инженер-технолог

Могилевский технологический институт

УДК 633.16(476)

## Технологические свойства ячменя, выращиваемого в Республике Беларусь

*Исследовалось влияние почвенно-климатических характеристик на технологические свойства ячменя, произрастающего в Могилевской области, с 1992 по 1996 г. При оценке технологических свойств определялись стандартные физико-химические показатели качества зерна, муки и хлеба. Кроме этого сделана попытка применимости новых для ячменя показателей, а именно: стекловидность, твердозерность, число падения и автолитическая активность. Определялся гранулометрический состав муки. Термины "твердозерная" и "мучнистая" применительно к пшеницам известны давно. Применимость их для зерна ячменя не изучена.*

*Нами установлено, что при измельчении мучнистый ячмень дает частицы муки меньшего размера, чем твердозерный, что отражается большим выходом муки на дражных системах.*

*Главным источником (причиной) варибельности качества зерна ячменя, определяемого комплексом показателей, служат условия выращивания. При этом обеспечивается существенное улучшение технологических свойств зерна и полученной из него муки. Наибольший эффект может быть достигнут при рациональном выборе площадей для посева. Степень влияния всех факторов на выход муки усиливается при сужении районов произрастания.*

*Данные исследования иллюстрируют, что переплетение технологий открывает большие перспективы перед пищевой, агротехнической и биологической промышленностями.*

**В**о всех странах мука и крупа являются одним из основных продуктов питания. За счет хлебобулочных и макаронных изделий, крупы и других продуктов питания обеспечивается значительная доля потребности человека в энергии, белке, биологически активных соединениях.

Потребление же ячменя в Республике Беларусь в пищу невелико – в основном в виде перловой крупы для приготовления супов или в качестве муки для детских продуктов питания, зерновых завтраков и некоторых видов хлебобулочных изделий. Анализ литературных данных и экономическая реальность показывают на целесообразность расширения областей использования зерновых культур, в частности, зерна ячменя.

Нами исследовались технологические свойства зерна ячменя урожая 1994–1996 гг., поступавшего на МКХП из шести районов Могилевской области с целью более широкого определения его потенциальных

*The technological property of barley grown in several locations Mogilev region of Belarus was explored from the results of the research 1992–1996. Estimation of quality of barley was defined for standard physics-chemical indices of grain, flour and bread. The attempt application doing of new indices just vitreousness, falling number, hardness and amylase activity The granulation of flour was defined. The terms "hard" and "soft" applied to wheats are known for ages.*

*It was related that when ground or milled soft barley fractures into significantly smaller particles than hard barley which is reflected in the greater "break flour yield" upon milling.*

*The grain quality of barley variability greatly depends on the conditions of planting. As a result grain and flour technological properties are improved when selection crops rational gives the best results. The judgement of region growing is strengthen on influence of all factors in flour extraction, milling and breeding properties.*

*This study illustrate that network technology holds great promise for the food, agricultural and biological industry.*

возможностей. Отбор образцов был произведен в период массовой заготовки зерна в двух повторностях. В дальнейшем приводятся средние арифметические данные.

Оценка качества зерна проводилась по физико-химическим, мукомольным. Для определения показателей качества зерна ячменя, муки и хлеба использовались стандартные методики и некоторые методики, предлагаемые для зерна других культур. Определялось также качество почв, на которых произрастало зерно ячменя.

Установлены пределы изменения показателей технологических свойств зерна ячменя урожая 1996 г. Проведен сравнительный анализ показателей качества зерна ячменя урожая исследуемых лет с помощью построения вариационных кривых, определяющих характер изменения значений показателей. Данные представлены в таблице 1.

Анализ экспериментальных данных показал, что плотность, кислотность и автолитическая активность зерна ячменя изменялись значительно. Пределы их вариации составляли  $\pm 10\%$  от среднего значения. Зависимости этих показателей качества от района произрастания и сорта ячменя не обнаружено.

Влажность заготавливаемого МКХП зерна ячменя колебалась в пределах  $\pm 1,5\%$  от ее среднего значения. Ячмень урожая 1994 г. поступал более влажным, чем зерно урожая 1995 г. При этом Могилевский и Круглянский районы ежегодно поставляли ячмень с большей влажностью, чем другие районы.

Установлено, что всхожесть ячменя (%), выращенного в Могилевской области, изменялась в следующих пределах:  $52 \pm 48$ ;  $67 \pm 33$  соответственно для зерна урожаев 1994 и 1995 г. В эти годы климатические условия были идентичными.

Зерно ячменя, выращенное в Могилевском районе, средней крупности. Более выполненное зерно произрастало в Бельничском районе. Зерно, выращенное в Славгородском районе, также имело большие размеры и крупность независимо от года урожая. В

1995 г. относительно более крупное зерно поставлялось из Круглянского района. Линейные размеры зерна, выращенного в Могилевском, Круглянском и Бельничском районах, отличались незначительно. Отклонения их составили  $\pm 0,15$  мм.

Масса 1000 зерен в 1994 г. составляла в среднем 33,1 г, в 1995 г. – 45,6 г и в 1996 г. – 46,8 г. Отмечено влияние района произрастания на массу 1000 зерен ячменя. Масса 1000 зерен связана с натурой, коэффициент корреляции 0,63.

Стекловидность ячменя урожая 1996 г. по сравнению с 1995 г. выше в среднем на 15% и приближенно равна значению стекловидности зерна урожая 1994 г. Такие же отклонения значений стекловидности отмечены независимо от года урожая в пределах одних зон произрастания.

Ячмень урожая 1996 г. по сравнению с зерном урожая 1994 и 1995 г. более высококачественный. Замечено, что натура испытывает влияние вида и сорта ячменя. Натура зерна, выращенного в Могилевском, Бельничском и Круглянском районах, в среднем одинакова. В Славгородском районе независимо от года

Таблица 1. Пределы вариации исследуемых показателей качества зерна ячменя

Пределы вариации показателей качества	В целом по области	Районы произрастания					
		Могилев	Бельниччи	Славгород	Быхов	Круглое	Костюковичи
Плотность зерна, г/см <sup>3</sup>	1,26 ± 0,06	1,26 ± 0,07	1,29 ± 0,02	1,31	1,26	1,21 ± 0,09	1,26
Влажность, %	11,5 ± 0,9	10,4 ± 1,9	11,9 ± 0,2	11,4	11,8	11,9 ± 0,5	11,6
Натура, г/л	645 ± 41	641 ± 32	632 ± 42	673	627	640 ± 50	656
Стекловидность, %	46 ± 18	42 ± 10	38 ± 10	42	45	44 ± 8	44
Твердость, %	10,5 ± 4,2	8,4 ± 4,4	7,9 ± 4,8	13,3	12,4	8,6 ± 3,5	12,5
Авт.активность, %	7,3 ± 1,4	6,6 ± 2,4	7,7 ± 0,5	6,3	7,2	7,9 ± 1,5	8,4
Выравненность, %	77 ± 14	73 ± 11	76 ± 5	79	87	71 ± 25	77
Масса 1000 зерен, г	46,8 ± 5,3	48,2 ± 6,5	42,8 ± 5,9	46,3	46,1	46,6 ± 3,5	50,7
Кислотность, град	6,9 ± 1,8	6,7 ± 2,1	6,5 ± 1,5	6,5	6,1	7,4 ± 1,8	8,0
Объем зерновки, см <sup>3</sup>	40,8 ± 5,9	38,7 ± 6,8	37,5 ± 4,5	42,6	46,2	40,6 ± 6,4	39,1
Толщина зерновки, мм	2,79 ± 0,45	2,42 ± 0,65	2,91 ± 0,36	2,39	3,35	2,79 ± 0,35	2,41
Ширина зерновки, мм	3,62 ± 0,47	3,68 ± 0,38	3,83 ± 0,63	3,26	3,93	3,56 ± 0,40	3,48
Длина зерновки, мм	8,31 ± 0,49	8,33 ± 0,45	8,31 ± 0,66	8,42	7,65	8,26 ± 0,37	3,59

Таблица 2. Влияние климата на натуру и стекловидность зерна ячменя

Район произрастания	Пределы вариации					
	натуры, г/л			стекловидности, %		
	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.
Могилевский	627 ± 31	651 ± 34	643 ± 30	37 ± 9	22 ± 6	42 ± 10
Круглянский	638 ± 29	656 ± 18	640 ± 50	38 ± 6	25 ± 7	44 ± 8
Бельничский	641 ± 9	657 ± 40	631 ± 41	33 ± 5	24 ± 4	38 ± 10
Костюковичский	610	685	656	33	20	44
Славгородский	682	680	673	31	20	42
Быховский	628	665	627	37	24	45

урожая ячмень имеет высокие значения натуре. Установлено, что натура ячменя зависит от влажности зерна ( $R=-0,57$ ), стекловидности ( $R=0,33$ ), содержания мелкого зерна ( $R=-0,37$ ) и массы 1000 зерен ( $R=0,22$ ). Эта связь усиливается, если ее рассчитывать в комплексе.

В таблице 2 приведены данные по определению натуре и стекловидности ячменя в различные годы.

Пленчатость ячменя урожая 1995 г. по всем районам выше по сравнению с зерном урожая 1994 г. В пределах одного района произрастания отклонения по пленчатости независимо от года урожая составили в среднем  $\pm 1,8\%$ . Это связано, по-видимому, с выращиванием различных сортов ячменя.

Ячмень урожая 1996 г. имеет зольность в среднем на 0,08% выше, чем зерно урожая 1994 и 1995 г.

Кислотность зерна независимо от года урожая в среднем изменялась от 1,0 до 2,0 град. Больше влияние на кислотность ячменя оказала зона произрастания и характеристика почв.

Замечено, что независимо от года урожая каждый из составляющих характеристики почвы в отдельности на технологические свойства зерна влияет незначительно.

Мукомольные свойства ячменя оценивались по лабораторному помолу на мельничной установке МЛУ-202, которая была настроена на получение обдирной и

сеяной муки по разработанной нами схеме. Определены оптимальные режимы подготовки зерна ячменя к помолу и режимы его измельчения.

Качество муки оценивалось по зольности, числу падения и другим показателям. Устанавливался выход общий и по системам и технологическая эффективность помола, определяемая посредством показателя К, равного произведению выхода муки на ее белизну.

Для сокращения времени на оценку качества муки, в частности по зольности, был использован показатель белизны. Однако в литературе нет данных по возможности использования имеющегося на предприятиях отрасли белизомера. Поэтому нами была изучена возможность использования показателя белизны для оценки качества ячменной муки. Определялись зольность и белизна муки по системам процесса. Результаты представлены в таблице 3. Видно, что с увеличением зольности зерна, муки показатель белизны уменьшается. Между этими показателями имеется высокая линейная связь. Так, уравнения связи белизны муки ( $Y$ ), зольности зерна ( $X_1$ ) и муки ( $X_2$ ) при обдирных помолах имеют следующий вид:

$$Y = 65,95 - 18,53 * X_1 ; R = - 0,81 ;$$

$$Y = 75,12 - 16,34 * X_2 ; R = - 0,79 .$$

Таким образом, считаем возможным и необходимым для экспрессной оценки использование имею-

Таблица 3. Динамика изменения белизны и зольности ячменной муки

Номер образца	Белизна муки с систем, ед.пр.			Зольность муки с систем, %		
	I др.с.	II др.с.	III др.с.	I др.с.	II др.с.	III др.с.
1	43,2	50,1	57,2	1,09	1,06	0,99
2	47,2	51,2	58,3	1,11	1,09	1,02
3	43,4	49,3	51,3	1,06	1,07	1,00
4	37,5	57,4	53,4	1,14	1,12	1,04
5	39,7	50,9	51,3	1,01	1,00	0,99
6	40,5	54,2	50,7	1,07	1,08	1,01
7	42,1	51,3	49,1	1,17	1,07	1,00
8	43,2	54,8	52,3	1,12	1,10	1,03
9	40,4	52,7	54,2	1,21	1,24	1,02
10	40,7	52,4	50,2	1,19	1,16	1,10
11	40,1	51,3	50,4	1,03	1,02	0,96
12	42,3	50,7	51,3	1,08	1,05	1,00
13	41,7	53,9	53,2	1,19	1,15	0,99
14	41,7	52,7	54,1	1,14	1,12	1,05
15	41,9	54,5	53,7	1,21	1,16	1,03
16	43,2	55,3	52,9	1,16	1,10	1,01
17	41,7	52,3	51,7	1,20	1,11	1,04
18	42,1	53,7	54,1	1,18	1,03	0,98
19	41,5	54,2	54,3	1,14	1,04	0,97
20	41,2	53,2	50,3	1,12	1,09	1,09
21	41,7	52,4	53,4	1,15	1,17	1,03
22	40,3	50,3	57,1	1,18	1,11	1,01
23	42,3	53,1	52,7	1,11	1,10	0,97

шегося прибора РЗ-БПЦ для оценки качества муки по белизне вместо зольности.

Замечено, что белизна значительно изменяется на первых драных системах и зависит от пленчатости и зольности зерна. Чем выше эти показатели, тем меньше белизна. Белизна муки, полученной из образцов зерна урожая 1995 г., по сравнению с белизной муки из зерна урожая 1994 г. несколько выше. Это, по-видимому, в большей степени связано со стекловидностью зерна, его химическим составом и условиями формирования зерновки.

Замечена связь между всхожестью ячменя и его мукомольными свойствами. Это обусловлено количеством и активностью содержащихся в зерне ферментов.

Установлено, что извлечение по системам процесса размола и технологическая эффективность помолов находятся в прямой зависимости от почвенных характеристик (бонитета и кислотности почвы, содержания в ней микро- и макроэлементов). Климатические условия на характер изменения выходов муки по системам значительного влияния в исследуемые годы не оказывали.

Установлено, что увеличение пленчатости, в определенных пределах плотности, стекловидности, твердозерности и числа падения зерна, уменьшает выход муки. Однако более значительное влияние этих показателей и зон произрастания выявлено в комплексе. Так, при оценке комплексного влияния всех показателей качества на технологические свойства зерна коэффициент множественной корреляции находился в пределах (0,7–1,0). При этом степень влияния всех факторов на выход муки усиливается при сужении районов произрастания. Замечено, что большим выходом муки характеризуется зерно, выращенное на почвах, содержащих сравнительно высокое количество фосфора, магния и относительно минимальное количество калия.

Известно, что получение качественной хлебной продукции зависит от дисперсности муки, тесно свя-

занной с ее водопоглотительной способностью. Дисперсность муки и повреждение крахмальных гранул должны быть оптимальными. Это относительно достоверно установлено для пшеничной и ржаной муки. Так как ячменная мука в настоящее время в промышленном масштабе не вырабатывается, была поставлена задача изучения ее гранулометрического состава. При изучении гранулометрического состава ячменной муки замечено, что его изменение имеет одинаковый характер независимо от почвенно-климатических условий выращивания ячменя. Установлено, что средние размеры частиц муки сеяной и обдирной равны 140 мкм, 180 мкм соответственно. Наблюдается некоторое отклонение данных по максимальному содержанию частиц муки одного размера, что также связано с сортом (структурой и составом эндосперма), стекловидностью и районом произрастания ячменя. По среднему размеру частиц муки, полученной из зерна одного года урожая и района произрастания, значительных отклонений не обнаружено. Замечено, что средний размер частиц и выровненность муки в большей степени зависят от районов произрастания зерна. Сужение границ и регионов выращивания ячменя приводит к увеличению выровненности муки по крупности, тем самым подтверждая предположение о значительном влиянии качества почвы и условий формирования зерновки на ее технологические свойства.

Было определено, что зерно ячменя урожая 1996 г. характеризуется лучшими физико-химическими показателями качества и технологическими свойствами.

Выявлены зоны, почвенно-климатические условия которых обеспечивают возможность формирования зерна ячменя с высокими показателями технологических свойств и сохранение достаточно стабильного их уровня.

Установлено, что целесообразно и экономичнее использовать зерно ячменя с учетом потребительских достоинств: получать хлебопекарную и кондитерскую муку.