

Роль биотических и абиотических факторов в формировании макаронных свойств твёрдой пшеницы в Оренбургской области

Г.Н. Сандакова, к.т.н., ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН

Твёрдая пшеница ценится за высокое качество зерна. По содержанию белка, незаменимых аминокислот, крахмала, декстринов, сахаров, витаминов группы В, Е, РР, минералов она превосходит мягкую пшеницу [1]. По питательной ценности белок твёрдой пшеницы приближается к молочному, что позволяет широко использовать зерно этой культуры для приготовления продуктов детского и диетического питания. Из стекловидного, янтарно-жёлтого зерна твёрдой пшеницы с высоким содержанием белка получают крупнозернистую, высококачественную муку-крупчатку(семолину), из него вырабатывают манную и пшеничную крупы высокого качества.

Твёрдая пшеница является единственным сырьём для изготовления макарон самого высокого качества, которые характеризуются высокой прочностью, янтарно-жёлтым цветом, низкой развариваемостью, незначительной потерей сухих веществ при варке, приятным вкусом и питательной ценностью. Биологическая ценность макарон из твёрдой пшеницы значительно превосходит макароны из мягкой пшеницы. Новейшие технологии производства длиннотрубчатых макарон и тонких спагетти,

так называемых паста-продуктов, требуют всё более качественного сырья – крупного, высоконатурного зерна с упругой и эластичной клейковиной, повышенным содержанием каротиноидных пигментов и белка, низким содержанием золы [2].

Заготовители продовольственного зерна твёрдой пшеницы в России оценивают его качество в соответствии с ГОСТом Р 52554-2006 [3], по которому основными критериями распределения зерна по классам являются натура, стекловидность, белок, содержание и качество клейковины. Все они являются признаками косвенной оценки готовых изделий (макарон).

Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур определила проводить оценку макарон по шкале в 5 баллов, которая включала следующие показатели: цвет макарон, потери сухого вещества при варке, коэффициенты развариваемости макарон по весу и объёму, общая оценка макарон [4].

Г.Н. Ирвин [5] считает, что существует прямая зависимость между натурой и выходом семолины. По его данным, коэффициент корреляции между объёмной массой, массой 1000 зёрен, стекловидностью зерна и выходом крупки (семолины) составляет 0,86–0,76 и 0,5 ед., наиболее пригодна пшеница

с содержанием белка 13,5–14,0%. По мнению А.И. Марушева [6], прочность макарон зависит от содержания белка и стекловидности зерна твёрдой пшеницы. По Н.П. Козьминой [5], прочность макарон зависит от количества и качества клейковинного комплекса и сечения трубчатого изделия.

Таким образом, сведений о связях между технологическими качествами зерна твёрдой пшеницы и её макаронными свойствами немного.

Проблема влияния на качество макарон исходного качества зерна, погодных факторов и агротехнических приёмов возделывания находится в центре внимания оренбургских учёных. Разным аспектам его применения посвящены многие работы, однако все результаты исследований были получены в краткосрочных опытах. Комплексных исследований в этой области на представительной выборке сортов яровой твёрдой пшеницы по существу не проводилось, несмотря на их актуальность [7, 8].

Материал и методы исследования. Для исследования были использованы материалы по оценке макаронных свойств сортов яровой твёрдой пшеницы, полученные в Центральной лаборатории Госкомиссии по сортоиспытанию с.-х. культур, за период с 1980–2016 гг. по всем госсортоучасткам Оренбургской области (всего выборка составила 241 образец пшеницы), а также материалы гидрометеостанций за рассматриваемый период.

Вероятностную оценку образцов проводили на соответствие макаронных свойств требованиям, предъявляемым к классным твёрдым пшеницам по трём предшественникам: пар, озимые, яровая пшеница. Поиск количественных связей макаронных свойств с показателями качества зерна, погодными (биотическими) факторами и агротехническими приёмами возделывания (абиотическими факторами) яровой твёрдой пшеницы, разработка моделей (регрессионных) осуществлены методом нелинейного корреляционно-регрессионного и множественного регрессионного анализов на ПЭВМ с помощью прикладных программ Excel, Statistika (табл. 1).

На основании полученных уравнений были сделаны выводы, что связи невысокие и имеют нелинейный характер. Это можно объяснить высокой зависимостью исходного качества зерна твёрдой пшеницы от погодных факторов [8, 9].

Методом нелинейного регрессионного анализа рассчитаны корреляционные связи показателей макаронных свойств зерна с погодными факторами: средней температурой воздуха и средней относительной влажностью воздуха в разрезе месяцев периода вегетации яровой твёрдой пшеницы.

Выявлено, что показатели качества макарон находятся в сильной корреляционной связи ($\eta = 0,78–0,89$) со средней температурой июля (рис. 1).

1. Множественные регрессионные модели влияния исходного качества зерна на макаронные свойства яровой твёрдой пшеницы

Независимая переменная (исходное качество зерна)	Коэффициент регрессии	T-значение	Уровень значимости	β -коэффициент	Доля фактора, %
Прочность макарон					
Свободный член	606,237	14,473	0,000	–	–
Белок, % (x_1)	25,922	3,585	0,000	1,194	30,40
Содержание клейковины, % (x_2)	-6,347	-2,061	0,044	-0,686	5,80
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки = 28,858 г; $R^2 = 0,362$; $F_{\text{отношение}} = 13,36$; $F_{\text{теор.0,05}} = 2,30$					
Коэффициент развариваемости макарон по весу					
Свободный член	4,030	8,795	0,000	–	–
Масса 1000 зёрен, г (x_1)	0,020	2,338	0,000	0,314	3,10
Содержание клейковины, % (x_2)	-0,038	-3,448	0,000	-0,463	20,0
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки = 0,286 ед.; $R^2 = 0,231$; $F_{\text{отношение}} = 6,604$; $F_{\text{теор.0,05}} = 2,30$					
Потери сухого вещества при варке					
Свободный член	10,173	11,245	0,000	–	–
Белок, % (x)	-0,274	-4,960	0,000	-0,582	34,0
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки = 0,631%; $R^2 = 0,339$; $F_{\text{отношение}} = 24,602$; $F_{\text{теор.0,05}} = 2,30$					
Общая оценка макарон, балл					
Свободный член	1,655	4,112	0,000	–	–
Белок, %	0,148	6,017	0,000	0,656	43,0
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки = 0,281 балл; $R^2 = 0,430$; $F_{\text{отношение}} = 36,202$; $F_{\text{теор.0,05}} = 2,30$					
Свободный член	2,051	4,658	0,000	–	–
Содержание клейковины, %	0,053	4,598	0,000	0,553	30,60
Для полной регрессии: стандартная ошибка оценки = 0,310 балл; $R^2 = 0,306$; $F_{\text{отношение}} = 21,146$; $F_{\text{теор.0,05}} = 2,30$					

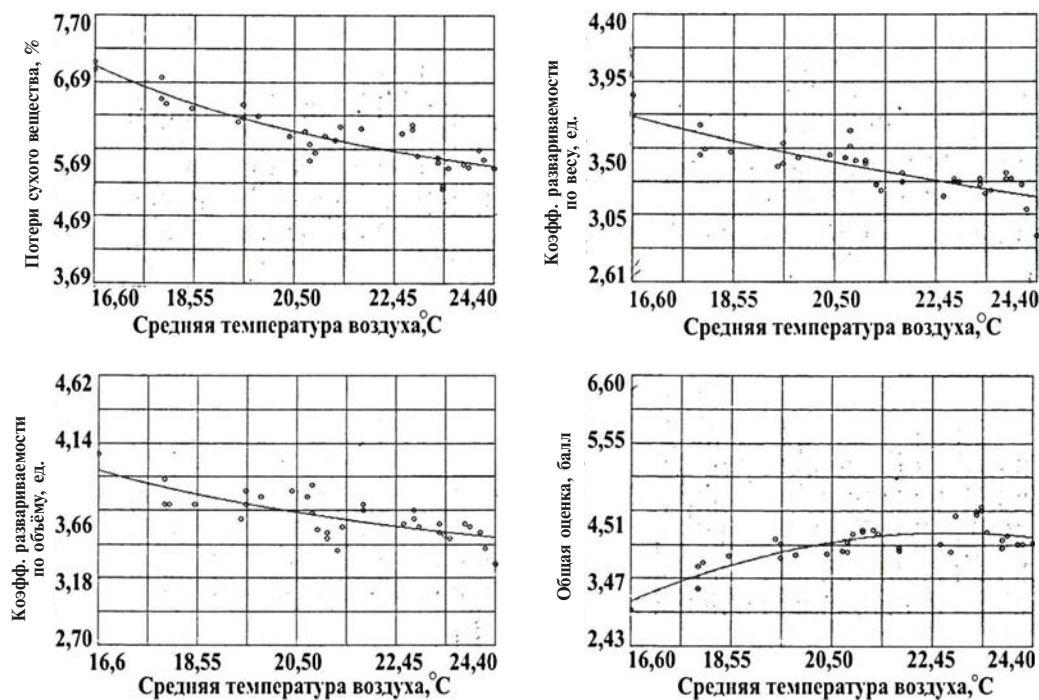


Рис. 1 – Влияние средней температуры воздуха в июле на качество макарон

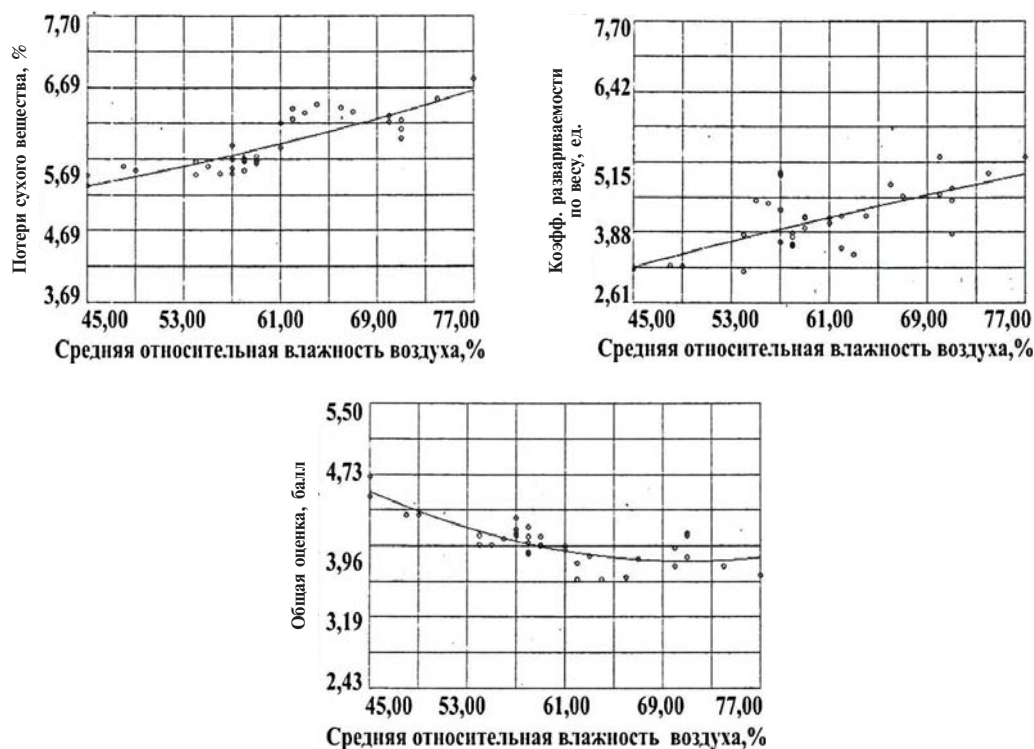


Рис. 2 – Влияние средней относительной влажности воздуха июля на качество макарон

Увеличение средней температуры воздуха с 16,9 до 24,4°C способствует улучшению качества макарон, а именно снижению потерь сухого вещества при варке с 6,9 (3 балла) до 5,4% (5 баллов), коэффициента развариваемости макарон по весу с 3,7 (3 балла) до 3,2 (5 баллов), коэффициента развариваемости макарон по объёму с 3,9 (3 балла) до 3,5 (4 балла), повышению общей оценки макарон с 3,1 (3 балла) до 4,1 (4 балла).

Установлено, что показатели качества макарон находятся в сильной корреляционной связи ($\eta = 0,70-0,84$) со средней относительной влажностью воздуха июля (рис. 2).

Повышение средней относительной влажности воздуха с 45 до 77% приводит к ухудшению качества макарон: увеличению потерь сухого вещества при варке с 5,3 (5 баллов) до 6,7 (3 балла), повышению коэффициента развариваемости макарон по весу

2. Вероятность формирования макаронных свойств сортов яровой твёрдой пшеницы в зависимости от предшественников на госсортоучастках Оренбургской области (1980–2016 гг.)

№ п/п	Шкала оценки качества макарон в баллах	Вероятность, %				
		цвет макарон	потери сухого вещества при варке, %	коэффициент развариваемости макарон		общая оценка
				по весу	по объёму	
Предшественник – пар						
1	5	1	47	47	53	1
2	4	60	46	32	35	71
3	3	37	7	18	12	28
4	2	2	0	3	0	0
5	1	0	0	0	0	0
Итого, %		100	100	100	100	100
Предшественник – озимые						
1	5	1	42	51	56	1
2	4	59	33	26	25	48
3	3	40	21	15	16	48
4	2	0	4	8	3	3
5	1	0	0	0	0	0
Итого, %		100	100	100	100	100
Предшественник – яровая пшеница						
1	5	0	36	50	56	1
2	4	27	27	13	7	43
3	3	70	35	32	32	46
4	2	3	2	5	5	10
5	1	0	0	0	0	0
Итого, %		100	100	100	100	100

с 3,2 (5 баллов) до 4,9 (1 балл), снижению общей оценки макарон с 4,5 (4 балла) до 3,8 (3 балла).

Чтобы оценить частоту формирования зерна с высокими показателями макаронных свойств, т.е. насколько часто в многолетнем ряду повторяются те или иные параметры качества (их вероятность), исследованные партии сортов твёрдой пшеницы были сгруппированы по каждому признаку качества согласно классификационным нормам ЦЛГ и вычислено число партий в %, соответствующее этим нормам по каждому виду предшественника (табл. 2).

В соответствии с нормами ЦЛ госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур цвет макарон высокого качества должен быть жёлтым, в этом случае они оцениваются в 5 баллов. При кремовом цвете оценка равна 4 баллам. 60% партий твёрдой пшеницы имеют оценку по цвету макарон в 4 балла по предшественнику – пар, озимым – 59, по яровой пшенице – 27%, а 70% по данному предшественнику составляют партии пшеницы со светло-кремовым цветом макарон, оценка их составляет 3 балла.

При оценке макарон по показателю потерь сухого вещества при варке наибольшее преимущество (оценка 4–5 балла) имели партии твёрдой пшеницы по предшественнику пар – 93%, по предшественнику озимые – 75, по яровой пшенице – 63%.

По коэффициенту развариваемости макарон, по весу и объёму высокое качество 4–5 балла с большей вероятностью имели партии по предшественникам пар (79 и 88%) и озимые (77 и 49%).

По общей оценке макарон (4–5 балла) делились партии по предшественнику пар – 72% партий, по озимым – 49, по яровой пшенице – 44%.

Выводы. На свойства макарон оказывают влияние биотические (исходное качества зерна твёрдой пшеницы, погода) и абиотические (агротехнические) факторы.

Установлено, лучшим предшественником для формирования макаронных свойств, оцениваемых по качеству в 4–5 балла, является пар, худшие показатели получены по предшественнику яровая пшеница.

Полученные регрессионные уравнения, описывающие связь показателей качества макарон с исходным качеством зерна, а также с погодными факторами, позволят заблаговременно вносить коррективы в технологию возделывания данной культуры для повышения качества зерна.

Литература

1. Вьюшков А.А. Селекционно-генетическое улучшение яровой пшеницы / А.А. Вьюшков, П.Н. Мальчиков, В.В. Сюков, С.Н. Шевченко. Самара: Самарский научный центр РАН, 2012. 266 с.
2. Васильчук Н.С. Селекция яровой твёрдой пшеницы. Саратов, 2001. 119 с.
3. ГОСТ Р 52554-2006. Пшеница. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2006. 9 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур / Под ред. М.А. Федина. М., 1988. 121 с.
5. Козьмина Н.П. Биохимия хлебопечения. М., 1971. 278 с.
6. Дорофеев В.Ф. Пшеницы мира. Л.: Колос, 1976. 486 с.
7. Голик В.С. Селекция *Triticum Durum* Desf. Харьков, 1996. 387 с.
8. Крючков А.Г., Тейхриб П.П., Попов А.Н. Твёрдая пшеница. Современные технологии возделывания. Оренбург: «ООО «Оренбургское книжное изд-во», 2008. 703 с.
9. Сандакова Г.Н., Крючков А.Г. Научно обоснованные параметры моделей погодных условий и агротехнических приёмов возделывания для формирования высококачественного зерна яровой твёрдой пшеницы в условиях Оренбургской области. Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2013. 104 с.