УДК 633.11:631.524.7

В.Г. Захаров, доктор сельскохозяйственных наук,

ведущий научный сотрудник;

О.Д. Яковлева, кандидат сельскохозяйственных наук,

старший научный сотрудник,

ФГБНУ «Ульяновский НИИ сельского хозяйства»,

(433315, Ульяновская обл., п. Тимирязевский, ул. Институтская 19, jakovleva_niish@mail.ruulniish@mail.ru)

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ

Представлены результаты изучения качества зерна 14 сортов яровой мягкой пшеницы, представляющих сортосмену культуры в Ульяновской области. Показано, что за 70-летний период, с районирования сорта Лютесценс 62, урожайность возросла на 1,02 т/га. С каждым новым этапом сортосмены она увеличивалась на 0,22 т/га. В отличие от урожайности изменение качественных показателей зерна имеет различную направленность. Наблюдается повышение физических показателей качества зерна, и в первую очередь, массы 1000 зёрен, которая в результате селекции увеличилась на 0,9 г. Результаты корреляционного анализа показали, что масса 1000 зерен имеет положительную связь с урожайностью зерна (r=0,69**), выравненностью (r=0,70**) и объёмом хлеба (r=0,50). Содержание белка и клейковины в зерне имеет тенденцию к снижению. Разница в содержании белка между сортами первого и шестого этапов составила 1,3%, а по содержанию клейковины 3,3%. С прохождением этапов сортосмены содержание белка снижается на 0,25, клейковины – на 0,27%, при этом качество клейковины не улучшается. С повышением потенциала урожайности новых сортов валовой выход белка и клейковины с единицы площади увеличивается. Корреляционный анализ выявил существенную отрицательную связь содержания белка с урожайностью (r=-0,76*) и массой 1000 зерен (r=-0,55***). С прохождением сортосмен наблюдается увеличение объема хлеба и повышение общей хлебопекарной оценки. Среди сортов, относящихся к разным периодам сортосмены, выделены сорта, обладающие высокими биохимическими и хлебопекарными свойствами.

***Ключевые слова**: пшеница мягкая яровая, качество зерна, сорт, сортосмена, белок, клейковина.*

V.G. Zakharov, Doctor of Agricultural Sciences, leading research associate;

O.D. Yakovleva, Candidate of Agricultural Sciences, senior research associate,

FSBSI "Ulyanovsk RI of Agriculture"

(433315, Ulyanovsk region, v. of Timiryazevsky, Institutskaya Str., 19, jakovleva_niish@mail.ruulniish@mail.ru)

THE CHANGE OF QUALITY OF SPRING SOFT WHEAT GRAIN DURING THE BREEDING

The article has presented the study results of grain quality of 14 spring soft wheat varieties as a variety change of the crop in the Ulyanovsk region. It has been shown that during the 60-year period the productivity increased on 1.02 t/ha due to zonation of the variety 'Lyutestcens62' and it had been increasing on 0.22 t/ha at each new stage of the variety change. In contrast to the productivity, the change of the grain qualitative indexes has a different tendency. It has been noted the increase of all physical indexes of grain quality, first of all 1000-kernel weight, which increased on 0.9 g as a result of breeding. The results of the correlation analysis showed that 1000-kernel weight has got a positive correlation with the kernels productivity (r=0.69**), uniformity (r=0.70**) and volume of bread (r=0.50). The content of protein and gluten tends to decrease. The difference in the content of protein among the varieties of the first and the sixth stages was 1.3%; the difference in the content of gluten was 3.3%. During the stages of the variety change the content of protein decreased on 0.25%, gluten on 0.27% without improvement of its quality. With the increase of the potential of new variety productivity the gross yield of protein and gluten per unit of square increases. The correlation analysis established a significant negative connection of the content of protein with productivity (r=-0.76*) and 1000-kernel weight (r=-0.55***). Due to the variety changes there is an improvement of volume of bread and general baking valuation. Among the varieties of different periods of the variety change, there have been found the varieties with high biochemical and baking traits.

Keywords: *spring soft wheat, grain quality, crop rotation, variety, protein, gluten.*

Введение. В настоящее время проблема повышения производства больших объёмов высококачественного зерна становится особенно острой. Немаловажная роль в её решении принадлежит селекции. Вместе с тем, имеются данные о том, что с внедрением в сельскохозяйственное производство новых потенциально более урожайных сортов снижается качество зерна как у озимой, так и у яровой пшеницы [1, 2]. Отмечается, что в мировой практике пока нет сортов, совмещающих на высоком уровне в одном генотипе урожайность, содержание белка и качество клейковины [3]. В связи с этим в селекционной работе направление на повышение урожайности и качества зерна пшеницы, является одним из наиболее приоритетных во многих регионах России, так как эти признаки являются показателями адаптивности сортов [4].

Материалы и методы. Исследования проводили в 2007-2015 гг. на опытном поле

Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Посевы размещали по предшественнику сидеральный пар в четырёхкратной повторности на делянках площадью 30-35 м^2. Норму высева устанавливали из расчёта 550 всхожих семян на 1 м^2. Закладку опытов, наблюдения и предусмотренные учеты проводили по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [5]. Агротехника возделывания общепринятая для культуры.

Почвы опытного участка представлены слабо выщелоченным тяжелосуглинистым черноземом. Мощность гумусового горизонта – 0,79 м, содержание гумуса – 5,2%, реакция по pH водной вытяжки верхнего горизонта – 7,0, вниз по профилю увеличивается до 8,1.

Материалом для проведения исследований был использован модельный набор из 14 сортов яровой мягкой пшеницы, представляющих сортосмену культуры в Ульяновской области: Лютесценс 62, Саратовская 36, Волжанка, Кутулукская, Симбирка, Ишеевская, Л-503, Землячка, Экада 6, Экада 70, Симбирцит, Маргарита, Ульяновская 100 и Экада 109. Из них два сорта отнесены по качеству к «сильным» (Саратовская 36 и Симбирка), семь – к ценным, пять являются филлерами.

За период исследований погодно-климатические условия отличались контрастностью, что позволило провести дифференциацию изучаемых в исследованиях признаков. Наиболее благоприятными для роста и развития растений, и соответственно реализации потенциала урожайности яровой пшеницы, были 2008 (ГТК-1,0) и 2011 (ГТК-1,3) годы. В 2010 году проявилось действие сильнейшей засухи (ГТК-0,3). Удовлетворительные условия сложились в 2007 (ГТК-1,2), 2009 (ГТК-0,8), 2012 (ГТК-1,3), 2013 (ГТК-0,8), 2014 (ГТК-0,5) и 2015 (ГТК-0,8) годах, когда выпадение осадков было неравномерным в течение вегетационного периода. Изученные физические показатели качества зерна (масса 1000 зерен, натурная масса, выравненность) были наибольшими в благоприятные по увлажнению почвы годы. Стекловидность зерна повышалась в годы с меньшим количеством осадков в период созревания зерна. Содержание в зерне белка и клейковины в целом снижалось в годы благоприятные для формирования максимальной урожайности. На качество клейковины большое влияние оказывали погодные условия.

Физико-биохимические показатели качества зерна и хлебопекарные свойства (альвеограф и пробная выпечка хлебцев) определяли стандартными методами в агрохимической лаборатории Ульяновского НИИСХ: масса 1000 зерен – ГОСТ 10842-89; натура зерна – ГОСТ 10840-64; количество и качество клейковины в зерне – ГОСТ 54478-11; содержание белка в зерне – ГОСТ 10846-91; стекловидность – ГОСТ 10987-76.

Статистическую обработку полученных данных проводили по Б.А. Доспехову [6] с использованием компьютерных программ «AGROS» и Microsoft Office Excel 2007.

Результаты. За время проведения исследований показатели качества зерна варьировали в зависимости от сорта и года. Сортосмена яровой пшеницы в Ульяновской области к

настоящему времени состоит из шести этапов [7].

Из данных таблицы 1 следует, что с каждым периодом сортосмены урожайность увеличивается на 0,22 т/га, о чем свидетельствует уравнение регрессии.

1.Урожайность и физические показатели качества зерна

сортов яровой пшеницы (2007-2015 гг.)

Сорт	Урожай-ность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Стекловид-ность, %	Выравнен-ность, %
Лютесценс 62	2,46	31,3	804	83	85,7
Ср. за 1 период	*2,46*	31,3	804	83	85,7
Саратовская 36	2,66	34,6	798	79	90,2
Ср. за 2 период	2,66	34,6	798	79	90,2
Волжанка	2,57	34,6	815	79	93,7
Кутулукская	2,76	34,5	809	86	92,1
Симбирка	2,99	35,4	794	85	91,5
Ср. за 3 период	2,77	34,8	806	84	92,3
Ишеевская	3,02	37,3	824	87	93,3
Л-503	3,11	32,3	814	89	85,1
Землячка	3,08	35,8	811	91	92,2
Ср. за 4 период	3,07	35,1	816	89	90,2
Экада 6	3,27	34,3	820	91	84,1
Экада 70	3,48	37,7	810	88	92,3
Симбирцит	3,50	37,1	813	88	91,7
Маргарита	3,48	36,8	798	91	90,5
Ср. за 5 период	3,43	36,5	810	90	90,0
Ульяновская 100	3,47	36,8	817	91	91,7
Экада 109	3,40	36,0	796	78	89,9
Ср. за 6 период	3,48	36,4	806	85	90,8
QUOTE $\bar{x}$ $\bar{x}$ *по сортам*	3,09	35,3	809	86	90,3
Уравнение регрессии	У=0,22х+2,21	У=0,9х+31,6	У=1,6х+801	У=1,4х+80,2	У=0,6х+87,6
R^2	0,97	0,80	0,25	0,40	0,30
$НСР_{05}$	0,22	1,73	15,35	5,64	2,74

За 70-летний период, с районирования сорта Лютесценс 62 (1 период), урожайность возросла на 1,02 т/га. В отличие от урожайности зерна изменение качества зерна в процессе селекции имеет различную направленность.

Признак «масса 1000 зерен» характеризует крупность и выполненность зерна, связан с химическим составом и комплексом других свойств, определяющих качество производимой продукции. Высокие показатели массы 1000 зерен в среднем за 9 лет исследований у сортов Ишеевская (37,3 г), Экада 70 (37,7 г), Симбирцит (37,1 г), Маргарита (36,8 г), Ульяновская 100

(36,8 г) и Экада 109 (36,8 г). Они были существенно выше значения сорта первого периода сортосмены Лютесценс 62 (31,3 г). Представленное уравнение регрессии (y=0,9x+31,6) свидетельствует, что с прохождением очередной сортосмены в результате селекции величина признака увеличивалась на 0,9 г.

Результаты корреляционного анализа показали, что масса 1000 зерен положительно коррелировала с урожайностью зерна (r=0,69**), выравненностью (r=0,70**), объемом хлеба (r=0,50), находилась в отрицательной корреляции с содержанием протеина (r=-0,55*) и силой муки (r=-0,56*). Согласно коэффициенту детерминации (R=0,80) масса 1000 зерен в значительной степени обуславливала повышение урожайности. Увеличение величины этого признака селекционным путём является одним из резервов повышения продуктивности яровой пшеницы в условиях Средневолжского региона.

Натура зерна характеризует хорошо развитое зерно, содержащее больше эндосперма и меньше оболочек. За годы исследований она была достаточно высокой и варьировала от 794 г/л (Симбирка) до 824 г/л (Ишеевская). С каждым новым этапом сортосмены наблюдается повышение величины признака на 1,6 г/л.

Как правило, больший выход муки лучшего качества получают из зерна со стекловидностью выше 60%. Стекловидное зерно считается более ценным, так как в нем больше протеина, чем в мучнистом. Общая стекловидность зерна изучаемых сортов, несмотря на годы с большим количеством осадков, имела значения от 78% (Экада 109) до 91% (Землячка, Экада 6, Маргарита, Ульяновская 100). Из уравнения регрессии: y=1,4x+80,2 следует, что с прохождением сортосмен признак возрастал на 1,4%.

Выравненность зерна у сортов варьировала от 84,1% (Экада 6) до 93,7% (Волжанка). Ниже других она формировалась у сортов Экада 6 (84,1%), Л-503 (85,1%) и Лютесценс 62 (85,7%).

2. Биохимические и хлебопекарные показатели качества

зерна сортов яровой пшеницы (2007-2015 гг.)

Сорт	Содержание в зерне, %		ИДК, е.п.	Сила муки, е.а.	ОтношениеP/L	Объем хлеба, мл	Хлебопекарная оценка, балл
	белка	клейковины					
Лютесценс 62	15,6	35,6	88,8	209	0,64	607	4,1
Ср. за 1 период	15,6	35,6	88,8	209	0,64	607	4,1
Саратовская 36	14,6	29,5	82,5	278	1,32	551	4,1
Ср. за 2 период	14,6	29,5	82,5	278	1,32	551	4,1
Волжанка	14,3	32,0	83,3	246	0,96	550	3,7
Кутулукская	14,7	34,8	77,5	237	0,76	620	4,1
Симбирка	14,4	30,9	79,0	223	1,06	570	3,8
Ср.за 3 период	14,4	32,6	79,9	235	0,93	580	3,9
Ишеевская	14,7	34,5	84,1	209	1,07	673	4,3

Ишеевская	14,7	34,5	84,1	209	1,07	675	4,5
Л-503	14,2	30,5	81,7	328	1,77	538	3,9
Землячка	14,3	32,3	78,5	235	1,27	612	4,4
Ср.за 4 период	14,4	32,4	81,4	257	1,37	608	4,2
Экада 6	13,8	32,1	83,3	243	0,93	594	4,1
Экада 70	13,9	32,5	83,7	223	1,16	594	4,0
Симбирцит	13,7	30,5	85,6	201	0,90	590	4,0
Маргарита	13,9	32,4	81,3	139	0,78	672	4,2
Ср.за 5 период	13,8	31,9	83,5	202	0,94	*613*	4,1
Ульяновская 100	14,5	34,8	82,7	177	0,55	707	4,4
Экада 109	14,1	29,8	79,1	213	0,68	612	4,2
Ср.за 6 период	14,3	32,3	80,9	195	0,62	*659*	4,3
QUOTE $\bar{x}$ $\bar{x}$ *по сортам*	14,3	32,3	82,2	226	0,99	606	4,1
Уравнение регрессии	У= -0,25х +15,4	У= -0,27х +33,3	У= -0,91х +86,3	У= -7,88х +256,9	У= -0,02х +1,05	У= 13,5х +555,6	У= 0,04х+3,9
R^2	0,64	0,07	0,35	0,19	0,02	0,49	0,27
$НСР_{05}$	0,84	2,52	-	44,77	0,38	55,30	0,31

При оценке качества зерна значимыми показателями являются содержание белка и клейковины в зерне, которые зависят от генотипа сорта, технологических и внешних условий. В среднем у изучаемых сортов содержание белка варьировало от 13,8 до 15,6% (табл. 2). Сорт Лютесценс 62 имел лучшие показатели по содержанию протеина (15,6%) и клейковины в зерне (35,6%). Высокое содержание протеина и клейковины формировали сорта Кутулукская (14,7% и 34,8%), Ишеевская (14,7% и 34,5%), Ульяновская 100 (14,5% и 34,8%), Волжанка (14,3% и 32,0%), Симбирка (14,4% и 30,9%), Л-503 (14,2% и 30,5%) и Землячка (14,3% и 32,3%).

Содержание белка в зерне ниже среднего значения у сортов 4 периода: Экада 6, Экада 70, Симбирцит и Маргарита (от 13,7 до 13,9%), а по содержанию клейковины – у сортов Саратовская 36 (29,5%) и Экада 109 (29,8%).

С каждым новым периодом сортосмены происходит некоторое снижение содержания в зерне протеина и клейковины, при этом с ростом урожайности их валовой сбор возрастает. Разница в содержании протеина между первым и шестым периодом составила 1,3%, по содержанию клейковины – 3,3%. Корреляционный анализ выявил отрицательную связь этих признаков качества с урожайностью зерна. Коэффициент корреляции между содержанием протеина в зерне и урожайностью составилr=-0,76**, а между урожайностью и содержанием клейковины r=-0,22. Из уравнения регрессии (У=-0,25х+15,4) следует, что рост урожайности сортов идет одновременно со снижением содержания белка на 0,25% с каждым периодом сортосмены и клейковины (у=-0,27х+33,3) на 0,27%.

Содержание протеина в зерне находилось в положительной корреляционной связи с содержанием клейковины (r=0,59*), ИДК (r=0,27) и отрицательно коррелировало с

урожайностью зерна (r=-0,76**), массой 1000 зерен (r=-0,55**).

Оценка качества клейковины на приборе «ИДК -1» выявила различия между сортами по этому показателю. Сорт сильной пшеницы Симбирка (79,0 е.п.), а также сорта ценной пшеницы: Кутулукская (77,5 е.п.), Землячка (78,5 е.п.) и Экада 109 (79,1 е.п.) формировали клейковину лучшего качества в сравнении с другими. В результате прошедших сортосмен отмечается незначительное улучшение показателя ИДК.

Результаты хлебопекарной оценки показывают, что по «силе» муки между сортами наблюдается значительная вариация. Требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам, отвечают сорта Саратовская 36 (278 е. а.) и Л-503 (328 е. а.), но при этом в список сильных включены только Саратовская 36 и Симбирка.

Объемный выход хлеба при пробной выпечке у всех сортов соответствовал высокому качеству (свыше 525 мл) и варьировал от 551 мл (Саратовская 36) до 707 мл (Ульяновская 100). Из уравнения регрессии y=13,42x+556,6 следует, что в среднем с каждым периодом сортосмены показатели объемного выхода хлеба улучшались на 13,4 мл.

Проведенный корреляционный анализ выявил положительную зависимость объемного выхода хлеба от содержания клейковины в зерне (r=0,63*).

По общей хлебопекарной оценке сорта Лютесценс 62 (4,1), Саратовская 36 (4,1), Кутулукская (4,1), Ишеевская (4,3), Землячка (4,4), Экада 6 (4,1), Маргарита (4,2), Ульяновская 100 (4,4) и Экада 109 (4,2) соответствовали требованиям, предъявляемым к ценным сортам пшеницы. Другие отвечали требованиям удовлетворительных филеров.

Выводы. В целом ретроспективный анализ сортов по качеству зерна выявил, что в процессе селекции произошло улучшение физических показателей качества зерна у сортов: массы зерновки, натуры, стекловидности и выравненности. Не прослеживается улучшения технологических свойств: содержания белка, клейковины, качества клейковины (ИДК) и «силы» муки. Содержание белка и клейковины в зерне вследствие отрицательной корреляции с урожайностью зерна имело тенденцию к снижению. Показатели «силы» муки и качества клейковины (ИДК) не улучшились.

Однако следует отметить, что среди сортов, относящихся к разным периодам сортосмены, присутствуют такие, которые потенциально обладают высокими биохимическими и хлебопекарными свойствами, которые проявляются при возделывании по рекомендованным сортовым технологиям. При этом в силу определенных причин, они не были включены в списки сильной или ценной по качеству пшеницы.

Литература

1.Беспалова, Л.А. Экологические и генетические аспекты селекции озимой мягкой пшеницы на качество зерна / Л.А. Беспалова, Ф.А. Колесников, Г.И. Букреева // Вестник Орловского ГАУ. –

2006. – №2-3.– С. 22-24.

2. Пыльнев, В.В. Изменение урожайности, некоторых морфологических признаков и качества зерна озимой мягкой пшеницы в результате селекции / В.В. Пыльнев // Известия ТСХА. – 1983. – вып.6. – С. 53-57.

3. Бебякин, В.М. Пути и методы интенсификации селекции яровой мягкой пшеницы на качество зерна / В.М. Бебякин, Р.Г. Сайфуллин // Тезисы докладов науч.-практ. конф. «Проблемы повышения качества зерна». – Саратов, 1997. – С. 22-23.

4. Сандухадзе, Б.И. Селекция озимой пшеницы – важнейший фактор повышения урожайности и качества / Б.И. Сандухадзе // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №11. – С. 4-6.

5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под общей ред. М.А. Федина. – М., 1985. – Вып. 1. – 270 с.

7. Захаров, В.Г. Изменение урожайности и элементов её структуры у сортов яровой пшеницы разных периодов сортосмены / В.Г. Захаров, О.Д. Яковлева // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т.29. – №10. – С. 53-57.

Literature

1. Bespalova, L.A. Ecologic and genetic aspects of winter soft wheat breeding on kernel quality / L.A. Bespalova, F.A. Kolesnikov, G.I. Bukreeva // Vestnik of Orlov SAU. – 2006. – №2-3. –PP. 22-24.

2. Pylnev, V.V. The change of productivity of some morphologic traits and winter soft wheat quality as a result of the breeding / V.V. Pylnev // News of TAA. – 1983. – Iss. 6. – PP. 53-57.

3. Bebyakin, V.M. The ways and methods of intensification of spring soft wheat breeding on grain quality / V.M. Bebyakin, R.G. Sayfullin // Abstracts of the reports of the science-practical conference ‘Problems of grain quality improvement’. – Saratov, 1997. – PP. 22-23.

4. Sandukhadze, B.I. Winter wheat breeding is the most important way to improve productivity and quality of grain / B.I. Sandukhadze // Achievements of science and technique of AIC. – 2010. – №11. – PP. 4-6.

5. Dospekhov, B.A. Methodology of the field trial / B.A. Dospekhov. – M.: Kolos, 1985. – 351 p.

6. The methodology of State Variety Testing of crops / Ed. by M.A. Fedin. – M., 1985. – Iss. 1. – 270 p.

7. Zakharo, V.G. The change of productivity and the elements of its structure of spring wheat varieties during different periods of variety rotation / V.G. Zakharov, O.D. Yakovleva // Achievements of science and technique of AIC. – 2015. – V.29. – №10. – PP. 53-57.