



ИЗТАЕВ А.И., д-р техн. наук, профессор, \*СТАНКЕВИЧ Г.Н., д-р техн. наук, профессор,  
АСАНГАЛИЕВА Ж.Р., докторант PhD

Алматинский технологический университет, Республика Казахстан

\*Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина

## **ВЛИЯНИЕ ИОНООЗОННОЙ ОБРАБОТКИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ**

*В работе изложены результаты исследования влияния концентрации ионов и озона, а также продолжительности ионоозонной обработки на ряд технологических свойств и показателей качества зерна продовольственной мягкой пшеницы сорта «Багорная-56».*

*Экспериментальные исследования по ионоозонной обработке зерна пшеницы проводили в Алматинском технологическом университете (АТУ) на созданной ионоозонной установке. Технологические свойства и показатели качества исходного зерна пшеницы и прошедшего ионоозонную обработку (массовую долю белка, сырой клейковины и крахмала, индекс Зелени, удельную работу деформации, твердозерность) определяли в АТУ на приборе «Инфралюм» ФТ-10 методом спектроскопии в ближней инфракрасной области. Число падения определяли в Одесской национальной академии пищевых технологий на приборе ПЧП-7.*

*Для сокращения числа опытов и получения достоверной информации о влиянии исследуемых режимных факторов ионоозонной обработки зерна на свойства и показатели качества зерна пшеницы, обработку и анализ экспериментальных данных проводили с использованием методов планирования многофакторных экспериментов, прикладной математической статистики и регрессионного анализа.*

*На основании результатов исследований установлено, что ионоозонная обработка влияет на технологические свойства и показатели качества зерна пшеницы. Наиболее существенно это влияние отражается на таких показателях как твердозерность и число падения (коэффициенты вариации для этих показателей составляют соответственно 5,74 и 7,59 %). Изученные показатели качества зерна пшеницы в зависимости от режимов ионоозонной обработки по сравнению с контролем могут как уменьшаться, так и увеличиваться, что позволяет их корректировать в зависимости от дальнейшего назначения зерна. Установленные закономерности могут быть использованы для определения оптимальных режимов ионоозонной обработки зерна пшеницы.*

**Ключевые слова:** зерно пшеницы, ионоозонная обработка, регрессионный анализ, технологические свойства, показатели качества.

### **Введение.**

Наиболее распространенным методом послеуборочной обработки зерна, обеспечивающим его долговременное хранение, является сушка, которая, однако, является очень энергоемким процессом и не всегда обеспечивает необходимое качество зерна. В последнее время в различных отраслях промышленного производства, медицине и хозяйственной деятельности получают распространение озонные технологии — различные способы обработки сырья и продукции озono- и ионоозоновооздушными смесями, которые получают из атмосферного воздуха. Этому способствует экологическая чистота озона, его высокая окислительная способность, а также способность к разложению не использованного озона на атомарный и молекулярный кислород. Продукты распада озона не загрязняют окружающую среду и не приводят к образованию канцерогенных веществ.

В настоящее время ионоозонные технологии относятся к инновационным технологиям, которые начинают внедряться в различные отрасли и приносят реальный экономический эффект. Их применение в зернозаготовительных и зерноперерабатывающих отраслях может повысить качество зерна и продуктов его переработки, существенно улучшить их физико-биохимические, технологические и потребительские свойства, санитарно-гигиеническое состояние, продлить сроки безопасного хранения. Это особенно важно для Казахстана и Украины — независимых стран, в которых производство и сохранность соб-

ранного зерна имеет важнейшее стратегическое значение. Решением актуальных задач связанных с применением ионоозонных технологий в зернозаготовительной и зерноперерабатывающей отраслях посвящены многие работы, проводимые в Алматинском технологическом университете (АТУ) [1–4]. Работы в этом направлении начаты и в Одесской национальной академии пищевых технологий (ОНАПТ) [5].

**Целью** работы было определение влияния ионоозонной обработки на технологические свойства и показатели качества зерна пшеницы.

### **Объекты и методы исследования.**

Объектом исследования была продовольственная пшеница сорта «Багорная-56», которую подвергали ионоозонной обработке при различных режимных параметрах.

Экспериментальные исследования по ионоозонной обработке зерна пшеницы проводили в научно-исследовательской лаборатории пищевых и перерабатывающих производств АТУ на созданной ионоозонной установке, принципиальная схема которой приведена на рис. 1.

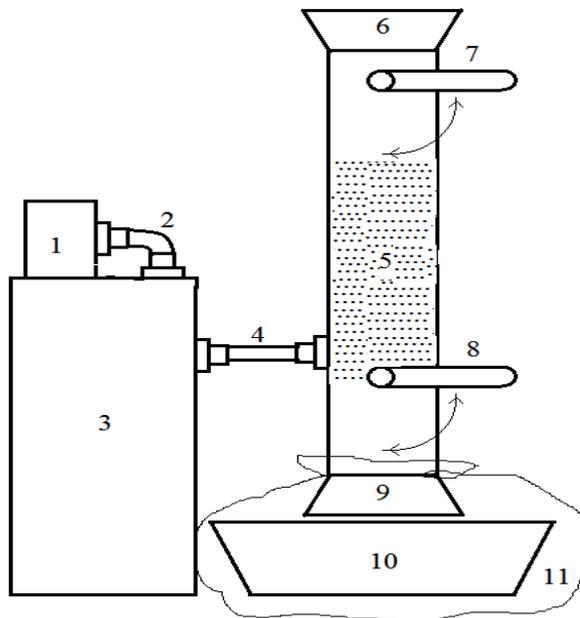
Объединение электрических схем ионаторной и озонаторной установок, позволяет нейтрализовать все вредные синтезируемые примеси, и, в итоге, получать чистую ионоозонную смесь без вредных побочных примесей. Оксиды азота и углерода вместе с другими вредными примесями и излучениями при синтезе ионоозонной смеси в ионоозонаторной установке нейтрализуются. Регулируемая концентрация

ионоозонной смеси даёт возможность проводить ионоозонную обработку зерна при различных управляемых режимах [6]. Концентрацию ионов определяли на малогабаритном счетчике аэроионов МАС-01, концентрацию озона определяли на газоанализаторе озона «З.02П-Р».

Методика ионоозонной обработки зерна пшеницы на этой установке следующая. Компрессором 1 через воздухопровод 2 подается воздух в генератор ионоозонной смеси ионоозонаторной установки 3. Синтезируемая ионоозонная смесь через трубопровод 4 под давлением заполняет камеру установки 5 с зерном. Подача зерна производится через патрубок 6. При заполнении на 2/3 ёмкости закрывается электроклапан (кран) 7. После выдержки зерна в ионоозонной среде в соответствии экспозицией по времени открывается электроклапан 8 и зерно через патрубок 9 высыпается в сборник зерна 10. Для предотвращения потерь зерна при его высыпании предусмотрена ловушка из мешковины 11.

Технологические свойства и показатели качества исходного зерна пшеницы и прошедшего ионоозонную обработку в соответствии с государственными стандартами определяли в научно-исследовательской лаборатории пищевой безопасности АТУ на приборе «Инфралюм» ФТ-10 методом спектроскопии в ближней инфракрасной области [6]. Число падения определяли в научно-учебной лаборатории оценки качества и безопасности зерна ОНАПТ на приборе ПЧП-7 [7].

Для сокращения числа опытов и получения достоверной информации о влиянии отдельных фак-



- 1 – компрессор; 2 – воздухопровод; 3 – ионоозонная установка; 4 – трубопровод ионоозонной смеси; 5 – камера для ионоозонной обработки зерна; 6 – патрубок засыпки зерна; 7 – вентиль засыпки зерна; 8 – вентиль выпуска зерна; 9 – патрубок выпуска зерна; 10 – емкость (сборник) для зерна; 11 – ловушка зерна

**Рис. 1** — Принципиальная схема ионоозонной установки

торов ионоозонной обработки зерна на свойства и показатели качества зерна пшеницы, обработку и анализ экспериментальных данных проводили с использованием методов планирования многофакторных экспериментов, прикладной математической статистики и регрессионного анализа [8, 9]. Обработка данных и расчеты проводились с использованием пакета «Анализ данных» из MS Excel и разработанных в ОНАПТ алгоритма и программы последовательного регрессионного анализа PLAN [9].

В процессе обработки экспериментальных данных были определены основные статистические характеристики исследуемых показателей (критериев) оценки качества зерна, обработанного при определенных условиях согласно плану экспериментов. Для каждого показателя качества рассчитаны арифметическое среднее  $M$ , ошибка средней  $m$ , медиана ( $med$ ) и мода ( $mod$ ), стандартное (среднеквадратическое) отклонение  $s$ , наименьшее ( $min$  – минимум) и наибольшее ( $max$  – максимум) значения и размах  $L$  выборочных данных; стандартизованные показатели асимметрии  $A$  и эксцесса  $E$ , коэффициент вариации  $V$ . Затем по программе PLAN были рассчитаны коэффициенты регрессии и необходимые статистические характеристики полученных для каждого показателя качества уравнений.

**Результаты и их обсуждение.** Для определения влияния ионоозонной обработки на свойства и показатели качества зерна продовольственной пшеницы сорта «Багорная-56», нами были проведена серия сравнительных экспериментов с использованием описанной выше ионоозонной установки. В проведенной серии экспериментов в качестве независимых факторов, влияющих на свойства и качество зерна и определяющие условия ионоозонной обработки зерна, были приняты следующие три фактора:

- концентрация ионов  $C_{и}$ , ед/дм<sup>3</sup>;
- концентрация озона  $C_{о}$ , г/м<sup>3</sup>;
- продолжительность обработки  $t$ , мин.

В образцах зерна пшеницы, прошедших при различных режимах ионоозонную обработку, были определены следующие свойства и показатели качества:

- $Y_1$  – массовая доля белка, %;
- $Y_2$  – массовая доля сырой клейковины, %;
- $Y_3$  – массовая доля крахмала, %;
- $Y_4$  – индекс Зелени, см<sup>3</sup>;
- $Y_5$  – удельная работа деформации, Дж;
- $Y_6$  – твердозерность, ИТ;
- $Y_7$  – число падения, с.

Для анализа влияния каждого рассматриваемого фактора на перечисленные выше показатели качества зерна пшеницы, факторы представляли в безразмерном виде (кодировали) по общепринятым соотношениям [8, 9]. Принятые в исследовании диапазоны изменения факторов и их уровни в каждом из опытов проведенной серии экспериментальных исследований, выполненных по плану полного трехфакторного эксперимента типа ПФЭ-2<sup>3</sup>, показаны в табл. 1. В этой же таблице приведены результаты определения всех изучаемых свойств и показателей качества зерна пшеницы.



Таблица 1

Условия опытов и результаты влияния ионоозонной обработки зерна пшеницы на изменения его технологических свойств и показателей качества

№ опыта	Факторы						Показатели						
	$C_n$		$C_o$		$\tau$		$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$	$Y_6$	$Y_7$
	ед/дм <sup>3</sup>	$x_1$	г/м <sup>3</sup>	$x_2$	мин	$x_3$	%	%	%	см <sup>3</sup>	Дж	ИТ	с
1	9	–	2	–	5	–	13,80	28,53	61,66	49,57	350,40	57,47	450
2	64	+	2	–	5	–	13,88	27,91	61,4	48,97	339,20	61,97	471
3	9	–	6	+	5	–	13,81	28,33	61,46	49,25	344,62	58,30	422
4	64	+	6	+	5	–	14,10	29,82	61,47	52,73	356,79	52,85	468
5	9	–	2	–	20	+	14,01	28,95	61,5	50,12	361,92	59,27	393
6	64	+	2	–	20	+	13,91	28,33	61,67	47,82	350,67	61,58	446
7	9	–	6	+	20	+	13,97	28,60	61,27	48,84	353,75	63,27	507
8	64	+	6	+	20	+	14,19	28,78	61,22	52,76	347,70	62,25	467
Контроль							14,32	29,31	59,67	51,23	372,04	76,64	–

Таблица 2

Основные статистические характеристики опытов

Статистические характеристики	Показатели						
	$Y_1$ , %	$Y_2$ , %	$Y_3$ , %	$Y_4$ , см <sup>3</sup>	$Y_5$ , Дж	$Y_6$ , ИТ	$Y_7$ , с
Объем наблюдений, $N$	8	8	8	8	8	8	8
Среднее арифметическое, $M$	13,96	28,66	61,46	50,01	350,63	59,62	453
Стандартная ошибка, $m$	0,05	0,20	0,06	0,64	2,50	1,21	12,16
Медиана, $med$	13,94	28,57	61,47	49,41	350,54	60,43	458,5
Мода, $mod$	–	28,33	–	–	–	–	–
Стандартное отклонение, $s$	0,137	0,566	0,162	1,812	7,077	3,421	34,393
Экссесс, $E$	–0,631	2,351	–0,814	–0,494	0,053	1,097	0,634
Асимметрия, $A$	0,546	1,171	–0,068	0,875	–0,018	–1,119	–0,359
Размах, $L$	0,39	1,91	0,45	4,94	22,72	10,42	114
Минимум, $min$	13,80	27,91	61,22	47,82	339,2	52,85	393
Максимум, $max$	14,19	29,82	61,67	52,76	361,92	63,27	507
Вариация $V$ , %	0,98	1,97	0,26	3,62	2,02	5,74	7,59

Из данных табл. 1 следует, что в зависимости от режимов обработки по сравнению с необработанным зерном (контролем) снижается ряд показателей: массовая доля белка на 0,13...0,52 %, удельная работа деформации на 10,12...32,84 Дж, твердозерность на 13,37...23,79 ИТ. Массовая доля крахмала повышается на 1,55...2,00 %.

В то же время, такие показатели как массовая доля сырой клейковины и индекс Зелени в зависимости от условий обработки могут либо повышаться, либо понижаться. Так массовая доля сырой клейковины, в опыте 4 повышается на 0,51 %, а в остальных опытах — снижается и наибольшее снижение (на 1,4 %) наблюдается в опыте 2. Индекс Зелени в опытах 4 и 8 повышается соответственно на 1,50...1,53%, а в остальных опытах — снижается и наибольшее снижение (на 3,41 см<sup>3</sup>) достигается в опыте 6.

Результаты статистической обработки полученных данных приведены в табл. 2.

Анализ данных табл. 2 показывает, что больше всего ионоозонная обработка влияет на число падежи и твердозерность (коэффициенты вариации равны соответственно 7,59 и 5,74 %), а наименьше — на

массовую долю крахмала (коэффициент вариации составляет всего 0,26 %, что может лежать в пределах ошибки опытов). То, что коэффициенты вариации для показателей  $Y_1$ – $Y_5$  лежат в пределах 0,26...3,62 %, указывает на незначительное влияние ионоозонной обработки на эту группу показателей, и это влияние может оказаться даже в пределах ошибки опытов.

Для изучения влияния каждого отдельного фактора ( $C_n$ ,  $C_o$  и  $\tau$ ) на рассматриваемые технологические свойства и показатели качества зерна  $Y_1$ ... $Y_7$ , были рассчитаны коэффициенты регрессии в уравнениях вида

$$Y_i = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3,$$

где  $Y_i$  — отдельные свойства и показатели качества;

$b_i$  — коэффициенты регрессии, определяемые методом наименьших квадратов;

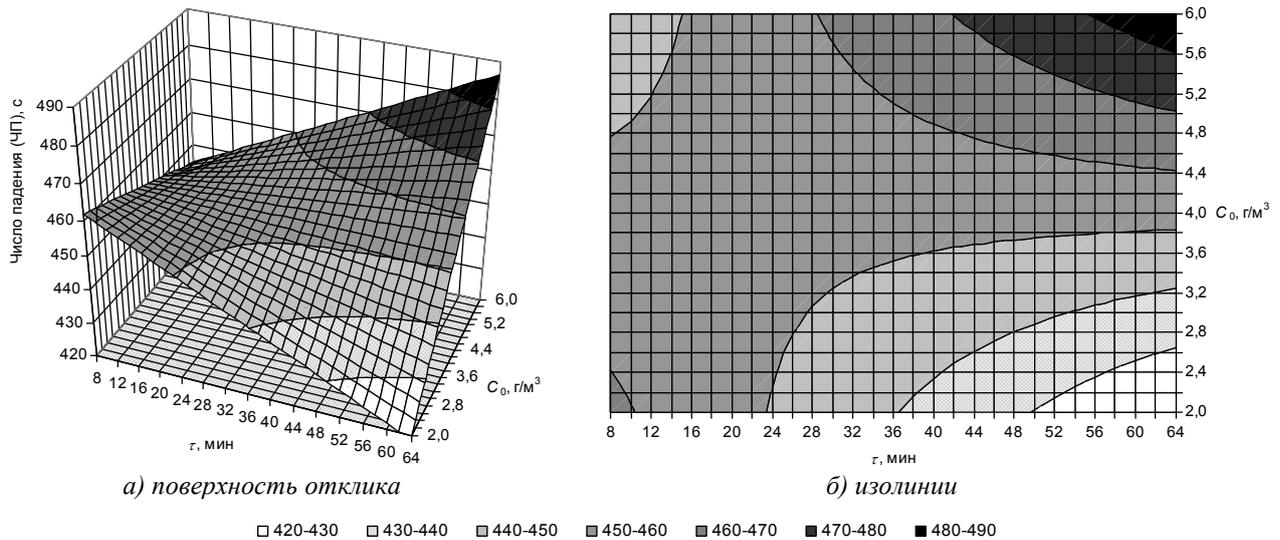
$x_1, x_2, x_3$  — кодированные значения факторов соответственно  $C_n, C_o$  и  $\tau$ .

Рассчитанные значения коэффициентов регрессии сведены в табл. 3.

Таблица 3

**Коэффициенты регрессии для уравнений зависимости технологических свойств  
и показателей качества зерна пшеницы от условий ионоозонной обработки**

Коэффициенты регрессии	Показатели						
	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$	$Y_6$	$Y_7$
$b_0$	13,95875	28,65625	61,45625	50,00750	350,63125	59,62000	453,00
$b_1$	0,06125	0,05375	-0,01625	0,56250	-2,04125	0,04250	10,00
$b_2$	0,05875	0,22625	-0,10125	0,88750	0,08375	-0,45250	13,00
$b_3$	0,06125	0,00875	-0,04125	-0,12250	2,87875	1,97250	0,25
$b_{12}$	0,06625	0,36375	0,00625	1,28750	3,57125	-1,66000	-8,50
$b_{13}$	-0,03125	-0,16375	0,04625	-0,15750	-2,28375	0,28000	-6,75
$b_{23}$	0,00125	-0,20125	-0,06875	0,02750	-2,86875	1,62000	20,75
Стандартная ошибка	0,039	0,463	0,173	0,757	6,424	2,341	41,719



**Рис. 2 – Зависимость числа падения от концентрации озона  $C_o$  и продолжительности обработки  $t$  при концентрации ионов  $C_{и} = 36,5\%$**

В связи с тем, что обработка проведена в кодированном виде факторов, величина линейных коэффициентов  $b_1$ ,  $b_2$  и  $b_3$  (по модулю) показывает силу влияния каждого из факторов  $C_{и}$ ,  $C_o$  и  $t$  на отдельные показатели качества  $Y_1 \dots Y_6$ , а его знак — показывает направление этого влияния.

Видно, что на массовую долю белка при ионоозонной обработке зерна пшеницы все три фактора оказывают примерно одинаковое влияние. Их увеличение ведет к меньшим потерям белка в процессе ионоозонной обработки. Соизмеримо с влиянием отдельных факторов имеет парное взаимодействие факторов  $C_{и}$  и  $C_o$ .

На содержание сырой клейковины наибольшее влияние оказывает концентрация озона  $C_o$ , более чем в 4 раза меньше — концентрация ионов  $C_{и}$ . и более чем в 20 раз меньше — продолжительность обработки  $t$ . Увеличение этих факторов также способствует меньшим потерям сырой клейковины. Однако больше всего влияет на содержание сырой клейковины совместное действие первых двух факторов — когда они оба находятся на верхних уровнях, то содержание сырой клейковины увеличивается (опыт 4) и превышает ее содержание в контрольном опыте. Отметим также, что описанные закономерности справедливы лишь для цен-

тра экспериментов (где  $x_1=x_2=x_3=0$ ), а при других условиях опытов они существенно меняются (из-за большого значения коэффициента  $b_{12}=0,36375$ ).

Как было отмечено выше, в исследованном диапазоне изменения факторов ионоозонная обработка увеличивает содержание крахмала. Однако это увеличение сильнее проявляется при уменьшении значений всех трёх факторов, причем наибольшее влияние при этом оказывает концентрация озона  $C_o$ .

Влияние условий обработки на уменьшение индекса Зелени неоднозначно как по силе, так и по направлению. Наиболее сильно влияет концентрация озона  $C_o$ , немного меньше концентрация ионов  $C_{и}$  — их одновременное увеличение значительно нивелирует снижение индекса Зелени при ионоозонной обработке зерна. С ростом продолжительности обработки  $t$  индекс Зелени несколько снижается.

Влияние рассматриваемых факторов на удельную работу деформации также противоречиво. Наибольшее влияние оказывает концентрация ионов  $C_{и}$  и продолжительность  $t$  обработки, причем, снижение  $C_{и}$  и увеличение  $t$  приводят к возрастанию удельной работы деформации. Если в центре эксперимента концентрация озона  $C_o$  практически не влияет на изменение  $Y_5$ , то в других его участках это влияние проявляется



более существенно (за счет межфакторного взаимодействия  $b_{12}=3,57125$  и  $b_{23}=-2,86875$ ). Отметим, что все три коэффициента межфакторных взаимодействий превышают по силе влияние каждого фактора в отдельности, что значительно усложняет общую картину зависимости  $Y_5$  от условий ионоозонной обработки зерна.

Твердозерность зерна наиболее сильно изменяется в зависимости от продолжительности ионоозонной обработки  $\tau$  — чем она меньше, тем ниже твердозерность. Весьма существенно совместное взаимовлияние факторов  $C_{и}$  и  $C_{о}$ , а также  $C_{о}$  и  $\tau$ .

Число падения по сравнению с остальными показателями изменялось в опытах наиболее сильно. На его изменение оказывают влияние все три фактора  $C_{и}$ ,  $C_{о}$  и  $\tau$ , однако их влияние не однозначно — характер этого влияния усложняется парными взаимодействиями факторов  $C_{и}$  и  $C_{о}$ ,  $C_{и}$  и  $\tau$  и, особенно,  $C_{о}$  и  $\tau$ .

В целом, большую роль эффектов парных взаимодействий, порой значительно превышающих по величине воздействия линейные эффекты факторов, нужно отметить для многих изученных показателей (см., например, для  $Y_2$ ,  $Y_4$ ,  $Y_5$  и  $Y_7$ ).

Это значительно усложняет анализ закономерностей влияния каждого из рассмотренных факторов на конкретные показатели зерна пшеницы во всей области определения факторов. Этот тезис наглядно подтверждается на рис. 2, где в качестве примера показан характер влияния факторов  $C_{о}$  и  $\tau$  на число падения.

Из рисунка, например, видно противоречивый характер влияния продолжительности обработки в зависимости от уровня концентрации озона — при концентрации  $C_{о} = 2 \text{ г/м}^3$  при увеличении продолжительности ионоозонной обработки число падения снижается, а при  $C_{о} = 6 \text{ г/м}^3$  — наоборот, повышается. Такой же противоречивый характер влияния на число падения имеет и концентрация озона — при непродолжительной ионоозонной обработке увеличение  $C_{о}$  приводит к сни-

жению число падения, а при продолжительной обработке (свыше 24 мин) — к повышению числа падения. Таким образом, подбирая режимы ионоозонной обработки зерна пшеницы, можно регулировать число падения.

Нужно также отметить небольшой размах (диапазон изменения)  $L$  в опытах практически для всех показателей  $Y_i$ , но, особенно, для  $Y_1...Y_5$  (см. табл. 2), что свидетельствует о невысокой информационной ценности уравнений для показателей  $Y_1...Y_5$ . Это может указывать на то, что нужно расширить интервалы варьирования исследуемых факторов, или что достигнута около оптимальная область для рассмотренных критериев  $Y_1...Y_5$ . Однако, для уточнения этой гипотезы необходимо проведение дальнейших исследований.

### Заключение

1. На основании выполненных исследований установлено, что применение ионоозонной обработки позволяет целенаправленно влиять на изменение технологических свойств и показателей качества зерна пшеницы. Наиболее существенно ионоозонная обработка зерна влияет на твердозерность и число падения зерна. Коэффициент вариации этих показателей составляют соответственно 5,74 и 7,59 %.

2. Такие показатели качества зерна мягкой пшеницы как массовая доля белка, сырой клейковины, крахмала, индекс Зелени, удельная работа деформации, твердозерность и число падения в зависимости от условий обработки по сравнению с контролем могут, как уменьшаться, так и увеличиваться, что позволяет их корректировать в зависимости от дальнейшего назначения зерна.

3. Установленные закономерности изменения технологических свойств и показателей качества зерна мягкой пшеницы от условий её обработки могут быть использованы для определения оптимальных режимов ионоозонной обработки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асангалиева, Ж.Р. Повышение эффективности борьбы с вредителями хлебных запасов с применением ионоозонной нанотехнологии в зоне кавитации. //Ж.Р. Асангалиева, А.И. Изтаев, М.М. Маемеров //Матер. междунар. научно-практич. конф. «Инновационные развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства». 17-18 октября 2013 г. – С. 215-217.
2. Маемеров, М.М. Ионоозонная технология в производстве зернопродуктов / М.М. Маемеров, К.С. Кулажанов, А.И. Изтаев. – Алматы: НИЦ «Фылым», 2001. – 214 с.
3. Маемеров, М.М. Научные основы ионоозонной технологии обработки зерна и продуктов его переработки. Монография /М.М. Маемеров, А.И. Изтаев, Т.К. Кулажанов, Г.К. Исакова. – Алматы, 2011. – 246 с.
4. Разработка и внедрение нанотехнологии по обработке, хранению и переработке зерна в поле электромагнитной кавитации на элеваторах и зерноперерабатывающих предприятиях // Отчет по НИИ. Рук. Изтаев А.И. № гос. регистрации 0112РК00655, 2013. – 118 с.
5. Станкевич, Г.Н. Основные принципы использования озоновых технологий в производственных условиях зернооберегающих и зерноперерабатывающих предприятий. / Г.Н. Станкевич, А.В. Бабков // Матер. междунар. практич. конф. «Эффективные инструменты современных наук - 2014», «EFEKTIVNÍ NÁSTROJE MODERNÍCH VĚD - 2014», Прага, Р.Н. «Edukation and Science», 27 апреля – 5 мая 2014 г. Сб. докл. конф. Том 26 «Сельское хозяйство», Díl 26 «Zemědělství zvěrolékařství». – С. 36–38.
6. Пшеница. Определение массовой доли белка, влажности, стекловидности, количества и качества сырой клейковины методом спектроскопии в ближней инфракрасной области с использованием анализатора ИнфраЛЮМ ФТ-10 Свид-во № 224.04.05.056/2004. Шифр М 04-37-2004.
7. Прибор для определения числа падения ПЧП-7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biap.ru/pcp7.html>
8. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов. / К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер и др. – М.: Мир, 1977. – 552 с.
9. Математическое моделирование процессов пищевых производств: Сб. задач. Учеб. пособие /Н.В. Остапчук, В.Д. Каминский, Г.Н. Станкевич, В.П. Чучуй; Под ред. Н.В. Остапчука. — К.: Вища шк., 1992. – 175 с.

Поступила 13.06.2014

Адреса для переписки:

вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039





Prof. A.I. IZTAEV, D.Sc., Prof. G. N. STANKEVICH D.Sc., Dr. Z. R. ASANGALIEVA, D.Sc. student  
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa

### **EFFECT OF ION-OZONE TREATMENT ON TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF WHEAT AND ITS QUALITY**

The paper presents results of investigation of the ions and ozone concentration, as well as the duration of treatment on some of ion-ozone technological properties and quality indicators of food grain soft varieties of «Bagornaya-56» wheat.

Experimental study of the ion-ozone treatment of wheat was performed at the Almaty Technological University (ATU) using the developed ion-ozone installation. The technological properties and performance of initial wheat and processed wheat (mass fraction of protein, wet gluten and Greens starch index, compressive deformation grain hardness) were determined at the ATB «Infralum» FT-10 spectroscope in the near-infrared range. The falling number was determined at the Odessa National Academy of Food of Technologies using the PPP-7 device.

To reduce the number of experiments and to obtain the reliable information on the impact of the test mode factors of the ion-ozone grain processing at the properties and quality parameters of wheat grain, processing and analysis of experimental data were performed using multivariate methods of the experiments planning, the applied mathematical statistics, and the regression analysis.

Based on the results of studies, it was found that the ion-ozone treatment affects the technological properties and quality parameters of wheat. The most significant impact is reflected in indicators, such as the grain hardness and the falling numbers (coefficients of variation for these indicators were 5.74 and 7.59% respectively). The studied indices of the wheat quality depending on modes of the ion-ozone treatment can be higher or less than those of the control samples, allowing them to be adjusted depending on the purpose of the grain utilization. The regularities can be used to determine the optimal regimes of the ion-ozone treatment of wheat.

**Keywords:** wheat, ion-ozone processing, regression analysis, technological properties, quality indicators.

#### **REFERENCES**

1. Asangalieva Z.R., Iztaev A.I., Maemerov M.M. Improving the efficiency of the fight against grain pests using the ion-ozone nanotechnology in the cavitation zone. // Mater. Intern. scientific and practical. conf. «Innovative development of the food industry, the light industry and the hospitality industry.» 17-18 October, 2013 – P. 215-217.
2. Maemerov M.M., Kulazhanov K.S., Iztaev A.I. Ion-ozone technology in the production of cereals. – Almaty: SIC «Fylym», 2001. – 214 p.
3. Maemerov M.M., Iztaev A.I., Kulazhanov T.K., Iskakova G.K. Scientific bases ion-ozone grain processing technology and its products. – Almaty, 2011. – 246 p.
4. Iztaev A.I. (project director) Development and implementation of nanotechnology processing, storage and processing of grain in the field of electromagnetic cavitations at grain elevators and grain processing enterprises // Report on research, the state number of registration is 0112RK00655, 2013. – 118 p.
5. Stankevich G.N., Babkov A.V. Basic principles for using ozone technologies in production environment and granary enterprises. // Mater. Intern. Practical. Conf. «Effective tools of modern science - 2014», Prague, RN «Education and Science», April 27 - May 5, 2014, Vol. 26 «Agriculture», – P. 36-38.
6. Wheat. Determination of protein, humidity, vitreous, quantity and quality of wet gluten by spectroscopy in the near-infrared region using the FT-10 InfraLUM analyzer// Marketing Authorization No 224.04.05.056/2004, Identifier M 04-37-2004.
7. Apparatus PPP-7. for determination of falling number [Electronic resource]. – <http://www.biap.ru/pcp7.html>
8. Hartman K., Letsko E., Schaefer V., et al .Experimental Design in the study process. – M.: World, 1977. – 552 p.
9. Ostapchuk N.V., Kaminsky V.D., Stankevich G.N., Chuchuy V.P. Mathematical modeling of food production. – K.: Vishcha shkola, 1992. – 175 p.



УДК [664.6/7]

**Е.И. ШУТЕНКО, канд. техн. наук, доцент, Р.С. ДАВЫДОВ, ассистент**  
Одесская национальная академия пищевых технологий, г Одесса

## **ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ НА ЗАВОДАХ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ**

Сегодня на территории Украины действуют не только мукомольные заводы большой производительности более 200 т/сут, которые сосредоточены в основном в больших мегаполисах Киев, Харьков, Донецк, Днепрпетровск, Одесса, но и мукомольные предприятия малой производительности.

Основными потребителями продукции данных предприятий являются хлебопекарные производства также малой производительности, которые располагаются как в непосредственной близости от мукомольных предприятий, так и в ближайшем мегаполисе.

Основная проблема этих предприятий заключается в несовершенстве этапа очистки и подготовки зерна к помолу. Эта проблема влияет на качество готовой продукции. Для решения этой проблемы может быть использован способ предварительного измельчения зерна перед первой драной системой.

Как показал анализ литературных источников, предварительное измельчение имеет ряд преимуществ, при использовании его в сортовых помоллах. Эти преимущества заключаются в том, что продукт измельчения, поступающий на первую драную систему, выровнен по влажности, которая наиболее существенным образом влияет на качество готовой продукции.

Для подтверждения данного предположения на кафедре технологии переработки зерна были проведены эксперименты с использованием классической структуры построения этапа крупобразования и с предварительным измельчением. Этап первичного измельчения – крупобразования является основным в технологии муки и влияет на качество и количество готовой продукции, а также на энергосиловые показатели.

**Ключевые слова:** пшеница, мукомольный завод малой производительности, крупобразование, мука, белизна.