

УДК [633.11:631.8](574)

ББК 42.112(2К)

Ш-17

*Шаймерденова Даригаши Арыновна, кандидат технических наук, ученый секретарь ТОО «Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции»; 010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Акжол, 26; тел.: 8(7172)546099; e-mail: [Dariqash@mail.ru](mailto:Dariqash@mail.ru)*

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УГЛЕВОДНО-АМИЛАЗНОГО КОМПЛЕКСА  
ЗЕРНА МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ КАЗАХСТАНА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ**

(рецензирована)

*Изучены процессы формирования углеводно-амилазного комплекса (УАК) зерна мягкой пшеницы Казахстана в зависимости от природно-климатических условий региона выращивания, предшественника, проведена корреляционная и регрессионная обработка полученных данных. Уравнения регрессии, описывающие зависимости показателей УАК от природно-климатических условий, позволят прогнозировать УАК зерна мягкой пшеницы в зависимости от изученных факторов.*

**Ключевые слова:** *мягкая пшеница, природно-климатические условия, предшественник, углеводно-амилазный комплекс, математическая обработка.*

*Shaimerdenova Darigash Arynovna, Candidate of Technical Sciences, a scientific secretary of “Kazakh Scientific Research Institute of Agricultural Products Processing” PLC; 010000, the Republic of Kazakhstan, Astana, 26 Akzhol str., tel.: 8 (7172) 546099; e-mail: [Dariqash@mail.ru](mailto:Dariqash@mail.ru).*

**PECULIARITIES OF THE FORMATION OF CARBOHYDRATE-AMYLASE  
COMPLEX OF KAZAKHSTAN SOFT WHEAT GRAIN DEPENDING  
ON GROWING CONDITIONS**

(reviewed)

*The processes of the formation of the carbohydrate-amylase complex (CAC) of soft wheat in Kazakhstan depending on natural and climatic conditions of the region, of a precursor have been studied, correlation and regression processing of the data have been carried out.*

*Regression equations describing dependences of CAC indicators on natural and climatic conditions allow predicting the CAC of soft wheat grains depending on the studied factors.*

**Keywords:** *soft wheat, natural and climatic conditions, precursor, carbohydrate-amylase complex, mathematical treatment.*

Мягкая пшеница является уникальным природным источником ценных химических составляющих, представляющих собой основу для производства огромного количества востребованных человечеством продуктов, в первую очередь, хлеба, муки, а также глютена – важного компонента многих продуктов питания, крахмала, который входит в состав более 7 тыс. пищевых продуктов (1). Для Казахстана мягкая пшеница является основой развития АПК и главной экспортной составляющей сельского хозяйства (2). Наряду с традиционным использованием мягкой пшеницы в мукомольно-крупяной,

кондитерской, хлебопекарной отраслях, широко развивается и направление по глубокой переработке зерна мягкой пшеницы (3).

Именно углеводно-амилазный комплекс (УАК) является определяющим фактором технологического потенциала зерна мягкой пшеницы как сырья для глубокой переработки с получением крахмала и большого ассортимента разнообразных крахмалопродуктов (модифицированных крахмалов, сахаропродуктов (паток, глюкозно-фруктозных сиропов), органических кислот, биотоплива и т.д.) и представлен крахмалом, состоящим из амилозы и амилопектина (4, 5, 6).

Изучение научных основ формирования и изменения УАК в зависимости от определенных как влияющие на ТП зерна мягкой пшеницы факторов (7) имеют большое значение для определения механизмов регулирования ТП зерна мягкой пшеницы, в том числе, его углеводно-амилазного комплекса.

Показателями УАК зерна мягкой пшеницы приняты массовая доля крахмала, «ЧП» и содержание амилозы и амилопектина.

Для наиболее объективного установления закономерностей формирования углеводно-амилазного комплекса зерна мягкой пшеницы в зависимости от природно-климатических условий были взяты озимые и яровые сорта мягкой пшеницы, выращенной на юге, севере и западе Казахстана в 2012 году:

- 7 сортов озимой пшеницы сортов «Наз», «Безостая», «Стекловидная-24», «Жетысу», «Богарная-56», «Алмалы», «Сапалы» Южно-Казахстанской области;

- 23 сорта яровой пшеницы, из них 11 сортов Карагандинской области: «Лютесценс-1614», «Лютесценс-1542», «Карагандинская-22», «Карабалыкская-90», «Саратовская-29», «Секе», «Карабалыкская-70», «Лютесценс-1599», «Лютесценс-1545», «Лютесценс-1626», «Лютесценс-1626», 5 сортов Северо-Казахстанской области: «Омская-18», «Омская-30», «Саратовская-29», «Астана», «Дуэт», 7 сортов Западно-Казахстанской области: «Саратовская-55», «Саратовская-70», «Степная-50», «Лютесценс-32», «Альбидум-31», «Степная-2», «Актобе-39» урожая 2012 года, в которых были определены показатели, характеризующие УАК: массовая доля крахмала и показатель «число падения» (таблица 1).

Таблица 1 - Характеристика углеводно-амилазного комплекса зерна яровой пшеницы урожая 2012 года, выращенного в четырех областях Казахстана

№ п/п	Сорт	Массовая доля крахмала, %	ЧП, сек
1	2	3	4
Карагандинская область			
1	«Лютесценс-1614»	58	245
2	«Лютесценс-1542»	57	215
3	«Лютесценс-1626»	54	210
4	«Карагандинская-22»	55	220
5	«Секе»	54	235
6	«Лютесценс-1599»	55	254
7	«Саратовская-29»	55	223
8	«Карабалыкская-70»	56	256
9	«Карабалыкская-90»	56	302
10	«Лютесценс-1545»	55	322
11	«Лютесценс-1558»	55	332

	Среднее	55	256
Северо-Казахстанская область			
12	«Астана»	51	234
13	«Саратовская-29»	53	256
14	«Омская-18»	54	278
15	«Омская-30»	55	212
16	«Дуэт»	58	287
	Среднее	54	253
Западно-Казахстанская область			
17	«Лютесценс-32»	51	250
18	«Саратовская-55»	51	245
19	«Альбидум-31»	50	359
20	«Степная-50»	50	321
21	«Саратовская-70»	51	332
22	«Актобе-39»	51	234
23	«Степная-2»	52	413
	Среднее	51	308
Южно-Казахстанская область			
24	«Сапалы»	68	168
25	«Наз»	62	198
26	«Жетысу»	60	212
27	«Безостая»	56	232
28	«Стекловидная-24»	55	254
30	«Богарная-56»	54	267
30	«Алмалы»	50	287
	Среднее	58	231

Характеристика природно-климатических условий выращивания в 2012 году, в котором погодные условия были наиболее характерными для всей территории Казахстана, в Южно-Казахстанской, Карагандинской, Северо-Казахстанской и Западно-Казахстанской областях представлена параметрами температуры, относительной влажности, суммой осадков и гидротермического коэффициента увлажнения Селянинова (ГТК), в соответствии с табл. 2.

Таблица 2 - Характеристика природно-климатических условий разных регионов выращивания мягкой пшеницы Казахстана в 2012 году в период вегетации

№ п/п	Область	Осадки за вегетацию	Температура	Относительная влажность	ГТК
1	Северо-Казахстанская	147	16,5	62	1,23
2	Карагандинская	152	22,1	53	1,34
3	Западно-Казахстанская	136	25,6	50	0,89
4	Южно-Казахстанская	129	26,8	45	0,76

Проведена математическая обработка полученных данных методом корреляционного анализа, которая показала, что массовая доля крахмала находится в обратной

зависимости на уровне умеренной от показателя ГТК и очень слабой прямой зависимости от осадков в период вегетации (табл. 3).

Таблица 3 - Корреляционная зависимость между показателями ПКУ и массовой долей крахмала

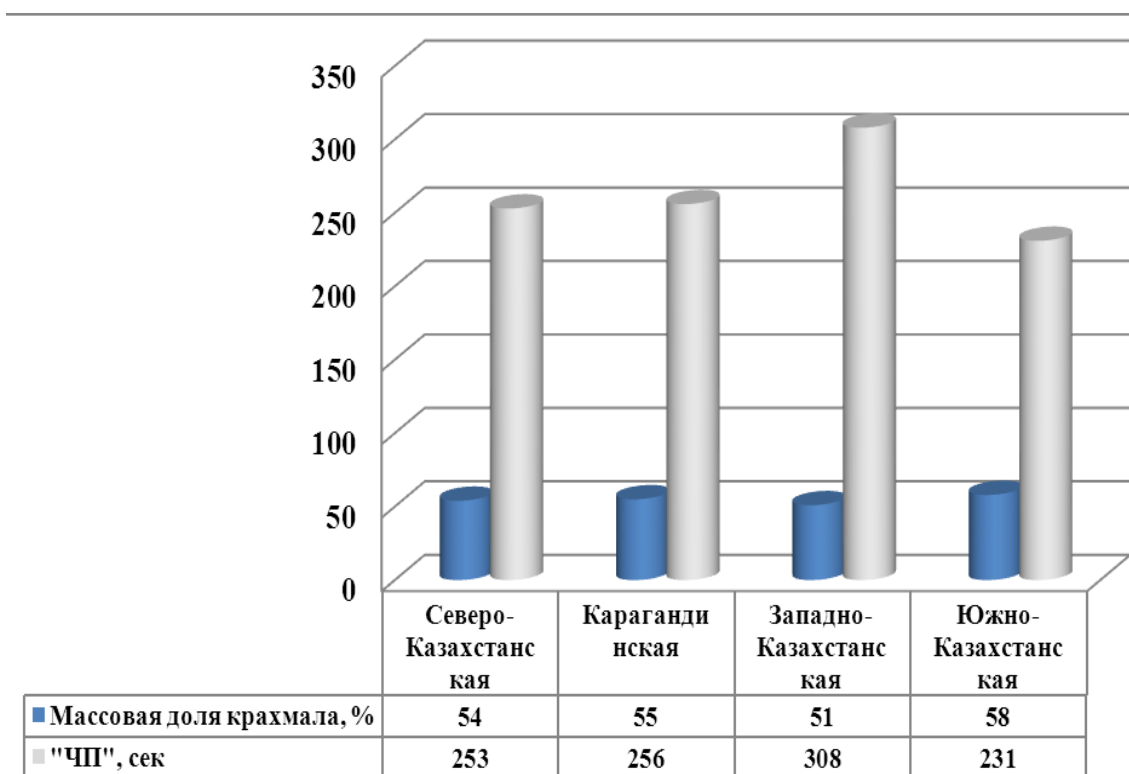
Наименование показателя	Осадки за вегетацию	Температура	Относительная влажность	ГТК	Массовая доля крахмала
Осадки за вегетацию	1				
Температура	-0,92	1			
Относительная влажность	0,79	-0,94	1		
ГТК	-0,85	0,64	-0,36	1	
Массовая доля крахмала	0,32	-0,15	-0,21	-0,73	1

Показатель «ЧП» показал высокую прямую корреляционную зависимость от показателя ГТК и обратную слабую связь с количеством осадков за вегетационный период (табл. 4).

Таблица 4 - Корреляционная зависимость между показателями ПКУ и «ЧП»

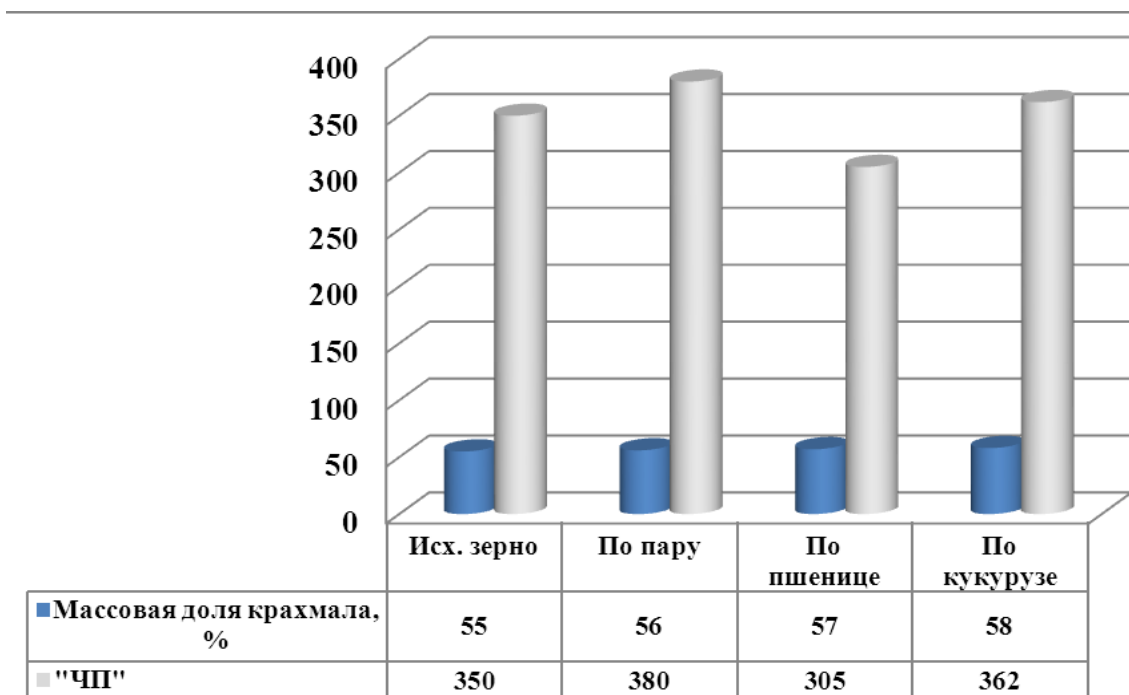
Наименование показателя	Осадки за вегетацию	Температура	Относительная влажность	ГТК	«ЧП»
Осадки за вегетацию	1				
Температура	-0,92	1			
Относительная влажность	0,79	-0,94	1		
ГТК	-0,85	0,64	-0,36	1	
«ЧП»	-0,52	0,27	0,08	0,88	1

Анализ влияния региона выращивания мягкой пшеницы на формирование его УАК, проведенный по данным 2013 года, показал, что наиболее высокие показатели массовой доли крахмала с оптимальными показателями «ЧП» сформировались в Южно-Казахстанской области, которой в этот период были свойственны высокий температурный режим и незначительные количества осадков в период вегетации – температура 26,8<sup>0</sup>С и 129 мм осадков за период вегетации (рис. 1).



**Рисунок 1.** Показатели УАК зерна мягкой пшеницы урожая 2013 года разных регионов Казахстана

Изучение влияния предшественников на показатели УАК зерна мягкой пшеницы было проведено путем анализа 12 образцов товарного зерна мягкой яровой пшеницы, полученных за период с 2007 по 2012 годы из семенного зерна мягкой пшеницы сорта «Саратовская-29» с одинаковыми показателями УАК, по разным предшественникам: по пару, кукурузе и пшенице (рис. 2).



**Рисунок 2.** Влияние предшественников на показатели УАК зерна мягкой пшеницы

Анализ показал, что для получения зерна мягкой пшеницы с высокими показателями массовой доли крахмала и оптимальными показателями «ЧП» наиболее предпочтительным в качестве предшественника является пар, затем кукуруза.

Проведение регрессионного анализа зависимости УАК зерна мягкой пшеницы от природно-климатических условий ряда районов Акмолинской, Северо-Казахстанской и Костанайской областей в 2013 году позволило определить зависимости показателей УАК от природно-климатических условий (табл. 5).

Проведенный регрессионный анализ полученных данных позволил установить зависимость показателей УАК от природно-климатических условий, которая определяется следующими уравнениями:

$$\text{массовая доля крахмала} = 44,4 + 0,02X_1 - 0,001X_2 + 0,05X_3 + 4,8X_4;$$

$$\text{содержание амилозы} = 23,6 + 0,01X_1 + 0,02X_2 - 0,04X_3 - 0,13X_4;$$

$$\text{содержание амилопектина} = 76,4 - 0,01X_1 - 0,02X_2 + 0,04X_3 + 0,13X_4,$$

где  $X_1$  – количество осадков, мл.;  $X_2$  – температура, °С;  $X_3$  – относительная влажность воздуха, %;  $X_4$  – показатель ГТК.

Полученные уравнения позволяют прогнозировать показатели УАК зерна мягкой пшеницы в зависимости от показателей природно-климатических условий регионов выращивания.

Таблица 5 - Характеристика природно-климатических условий Акмолинской области и УАК зерна мягкой пшеницы урожая 2013 года.

№ п/п	Осадки, мл.	Температура, °С	Относительная влажность, %	ГТК	Массовая доля крахмала, %	Содержание, %	
						амилозы	амилопектина
1	2	3	4	5	6	7	8
1	190,1	17,2	59	1,29	56	23,2	76,8
2	169,3	18,3	55	0,98	52	24,3	75,7
1	2	3	4	5	6	7	8
3	144,7	19,6	59	0,78	50	21,5	78,5
4	102,4	20,4	52	0,52	50	20,7	79,3
5	136,6	18,2	51	0,79	58	25,2	74,8
6	103,0	21,6	54	0,52	51	24,5	75,5
7	130,0	18,8	57	0,71	54	22,3	77,7
8	133,5	18,1	59	0,65	52	21,9	78,1
9	146,8	17,5	58	1,18	59	23,1	76,9
10	125,0	19,5	53	1,36	54	22,8	77,2
11	113,0	21,2	52	0,8	53	21,7	78,3
12	185,0	17,0	58	1,18	56	25,1	74,9
13	130,7	19,1	55	0,75	55	21,7	78,3
14	161,1	18,4	70	0,88	56	23,4	76,6
15	202,8	17,9	53	1,63	59	24,1	75,9
16	178,7	17,7	56	1,55	57	23,3	76,7
17	79,5	22,2	46	0,7	50	24,7	75,3

18	210,4	18,0	55	1,89	62	22,5	77,5
19	113,8	21,7	49	0,6	54	21,8	78,2
20	137,8	21,4	59	0,9	58	24,2	75,8

Таким образом, проведенные исследования позволили получить данные, которые легли в основу регрессионных уравнений зависимости показателей УАК зерна мягкой пшеницы Казахстана от природно-климатических условий региона выращивания. Исследования позволили установить, что для получения зерна мягкой пшеницы с высокими показателями УАК лучшим предшественником является пар.

#### ***Литература:***

1. Аксенов В.В. Биотехнологические основы глубокой переработки зернового крахмалосодержащего сырья. Новосибирск, 2010. 168 с.
2. Доклад «Об итогах социально-экономического развития АПК Республики Казахстан и исполнения республиканского бюджета за 11 месяцев 2016 года». 20.12.2016 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mgov.kz/ru/> (дата обращения 15.04.2017).
3. Шаймерденова Д.А. Глубокая переработка зернового сырья Казахстана в крахмал и крахмалопродукты // Труды Международной научно-практической конференции «Крахмал и крахмалопродукты, состояние и перспективы развития»: к 200-летию открытия К. Кирхгофом каталической реакции гидролиза крахмала. Москва, 2011. С. 183-189.
4. Состояние и перспективы производства крахмала и крахмалопродуктов в России / Лукин Н.Д. [и др.] // Тезисы докладов на Международной научно-практической конференции «Инновационные подходы в производстве, переработке и хранении продукции сельского хозяйства». Астана, 2009. С. 26-35.
5. Биопродукты из крахмалосодержащего сырья / Ягофаров Д. Ш. [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15, №10. С. 210-214.
6. Применение крахмалосодержащего сырья в биотехнологической промышленности / Ягофаров Д.Ш. [и др.] // [Вестник Казанского технологического университета](#). 2012. Т. 15, №12. С. 208-211.
7. Шаймерденова Д.А., Изтаев А.И. Разработка системы формирования технологического потенциала зерна мягкой пшеницы // Тезисы докладов III Международной научно-технической конференции «Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение». Воронеж: ВГУИТ, 2016. С. 422-425.

#### ***Literature:***

1. Aksenov V.V. *Biotechnological bases of deep processing of grain starch-containing raw materials*. Novosibirsk, 2010. 168 p.
2. The report "On the results of socio-economic development of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan and the execution of the republican budget for 11 months of 2016". 12/20/2016 [Electronic resource]. Access mode: <http://mgov.kz/en/> (reference date April, 15, 2017).
3. Shaimerdenova D.A. *Deep processing of Kazakhstan grain raw materials into starch and starch products // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Starch and starch products, condition and development prospects": to the 200th anniversary of*

*K. Kirchhoff's discovery of the catalytic reaction of starch hydrolysis. Moscow, 2011. P. 183-189.*

4. *State and prospects for the production of starch and starch products in Russia / Lukin N.D. [And others] // Abstracts at the International Scientific and Practical Conference "Innovative Approaches in the Production, Processing and Storage of Agricultural Products". Astana, 2009. P. 26-35.*

5. *Bioproducts from starch-containing raw materials / Yagofarov D.Sh. [et al.] // Bulletin of Kazan Technological University. 2012. V. 15, No. 10. P. 210-214.*

6. *Use of starch-containing raw materials in the biotechnology industry / Yagofarov D.Sh. [and others] // Bulletin of Kazan Technological University. 2012. V. 15, No. 12. P. 208-211.*

7. *Shaimerdenova D.A., Iztaev A.I. Development of the system for forming technological potential of soft wheat grain // Theses of the reports of the III International Scientific and Technical Conference "Food Safety: Scientific, Personnel and Information Support". Voronezh: VSUIT, 2016. P. 422-425.*