

**Ю.А. Чурсинов, доктор технических наук, профессор**  
**Е.С. Ковалёва, кандидат технических наук**  
**В.С. Кошулько, кандидат технических наук**  
**В.С. Калина, кандидат технических наук**  
**В.М. Пришедько, кандидат сельскохозяйственных наук**  
 Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет  
 Украина, 49600, г. Днепр, ул. Сергея Ефремова, 25  
 E-mail: agro-1@mail.ru

УДК 631.8:636.084

DOI: 10.30850/vrsn/2020/2/26-28

## БИОАКТИВАЦИЯ ЗЕРНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРУКТОВЫХ КИСЛОТ

*Биоактивация зерна разных культур — перспективное направление совершенствования агротехнологий. Безопасные и высокоэффективные биоактиваторы ускоряют биологические процессы в зерне, что необходимо учитывать при его использовании в кормлении сельскохозяйственных животных. Задачей научной работы был подбор безопасных биоактиваторов, которые бы не оказывали негативного влияния на животных. Предложено применение органических кислот — лимонной, яблочной и виноградной с заданной концентрацией действующих веществ. Это технологическое решение позволяет интенсифицировать биологические процессы в зерновом материале, а именно, вызвать ферментативную деполимеризацию зерна или прорастивание разнообразных сельскохозяйственных культур, предназначенных для кормления животных. Кроме того, фруктовые кислоты частично дезинфицируют поверхность зерна и препятствуют развитию патогенной микрофлоры. Представленные органические кислоты и их растворы рекомендованы для обработки зерна перед скармливанием, путем опрыскивания или одноразового замачивания в водных растворах этих кислот. Исследования проводили на базе научно-производственной лаборатории определения качества зерна и зернопродуктов Днепропетровского государственного аграрно-экономического университета. Стимуляторы роста характеризовались устойчивым эффектом и низкой токсичностью. Их можно использовать как в сельском хозяйстве, так и при производстве биоактивированного зерна для других технологий.*

**Ключевые слова:** зерно, зерновой материал, обработка, биоактивация, биоактивированное (пророщенное) зерно, активаторы, органические кислоты, лимонная, яблочная, виноградная кислота, энергия прорастания, аминокислоты.

**Yu.A. Chursinov, Grand PhD in Engineering sciences, Professor**  
**E.S. Kovaleva, PhD in Engineering sciences**  
**V.S. Koshulko, PhD in Engineering sciences**  
**V.S. Kalina, PhD in Engineering sciences**  
**V.M. Prishedko, PhD in Agricultural sciences**  
 Dnipro State Agrarian and Economic University  
 Ukraina, 49600, g. Dnepr, ul. Sergeya Efremova, 25  
 E-mail: agro-1@mail.ru

## GRAINS BIOACTIVATION WITH USING OF FRUIT ACIDS

*Bioactivation of different crops grain is a promising area for improving agricultural technologies. Safe and highly effective bioactivators accelerate biological processes in grain, which must be taken into account when using it in feeding farm animals. The scientific work objective was the selection of safe bioactivators that would not have a negative effect on animals. The use of organic acids was proposed such as citric, malic and grape with a given concentration of active substances. This technological solution allows to intensify the biological processes in the grain material, namely, to cause the enzymatic depolymerization of grain or the crops germination intended for animal feeding. In addition, fruit acids partially disinfect the grain surface and inhibit the development of pathogenic microflora. The presented organic acids and their solutions are recommended for processing grain before feeding, by spraying or one-time soaking in aqueous solutions of these acids. The studies were carried out on the basis of the scientific and production laboratory for determining the quality of grain and grain products of the Dnieper State Agrarian and Economic University. Growth stimulants were characterized by a stable effect and low toxicity. They can be used both in agriculture and in the bioactivated grain production for other technologies.*

**Key words:** grain, grain material, processing, bioactivation, bioactivated (sprouted) grain, activators, organic acids, citric, malic, grape acid, germination energy, amino acids.

В настоящее время повышенное внимание уделяется поиску эффективных компонентов для кормления сельскохозяйственных животных, а также альтернативного сырья, например, биологически-активных фитокормовых добавок из сока зеленых растений. [2]

Биоактивация зерна — это процесс насыщения зерна влагой, который сопровождается действием, тепла и воздуха в процессе прорастания, при этом происходит трансформация высокомолекулярных веществ зернового материала в легкоусвояемые

формы. Биоактивацию зачастую называют деполимеризацией зерна или прорастиванием. Пророщенное (биоактивированное) зерно включает в себя весь набор веществ, необходимый для рационального кормления сельскохозяйственных животных: белки, легкоусвояемые углеводы, клетчатку с пищевыми волокнами, минеральные вещества, витамины, полифенолы, растительные ферменты и гормоны. В пророщенных зернах злаковых культур имеются практически все незаменимые аминокислоты, а количество витаминов увеличивается в несколько

Таблица 1.

**Показатели характеризующие запуск биохимических процессов в прорастающем зерне**

Кислота	Концентрация кислоты, %	Пшеница		Кукуруза	
		Энергия прорастания, %	Способность к прорастанию, %	Энергия прорастания, %	Способность к прорастанию, %
Лимонная	1,25	78	87	76	85
	1,0	80	89	75	84
Яблочная	1,0	79	88	80	85
	0,75	80	89	81	87
Виноградная	0,5	80	89	83	89
	0,25	78	87	82	88
Контроль	0	70	75	72	76
		Рожь		Ячмень	
Лимонная	1,25	77	86	75	84
	1,0	78	87	77	87
Яблочная	1,0	77	84	78	88
	0,75	80	88	80	89
Виноградная	0,75	79	85	82	88
	0,5	81	90	81	85
Контроль	0	71	74	72	78

Таблица 2.

**Средний аминокислотный состав (мг/100 г) по всем зерновым культурам, при оптимальной концентрации фруктовых кислот**

Аминокислота	Пшеница			Ячмень			Рожь			Кукуруза		
	зерно	биоактивированное (контроль)	биоактивированное (опыт)	зерно	биоактивированное (контроль)	биоактивированное (опыт)	зерно	биоактивированное (контроль)	биоактивированное (опыт)	зерно	биоактивированное (контроль)	биоактивированное (опыт)
Лизин	3	10	11	4	24	26	3	17	22	4	10	12
Гистидин	4	7	10	2	18	22	3	18	21	4	20	22
Аргинин	6	20	25	4	45	51	9	35	37	5	16	19
Аспарагиновая кислота	7	15	19	18	20	23	10	18	22	18	19	20
Треонин	0	4	6	2	15	18	1	12	16	1	10	14
Серин	1	5	7	2	18	20	2	14	16	4	18	19
Глутаминовая кислота	7	34	38	26	42	45	25	36	38	24	36	38
Пролин	4	45	48	5	206	212	1	50	55	19	31	34
Глицин	2	2	3	2	6	7	1	2	4	1	5	6
Аланин	5	16	18	6	34	37	3	15	18	5	25	27
Цистин	1	2	4	1	5	6	1	2	4	1	2	4
Валин	1	10	11	3	37	45	1	20	21	1	15	18
Метионин	1	3	5	0	7	8	1	3	4	1	10	11
Изолейцин	0	5	8	1	24	28	1	12	15	1	7	8
Лейцин	1	10	11	2	36	44	1	21	25	2	36	39
Тирозин	1	9	10	2	28	34	3	20	21	4	30	32
Фенилаланин	1	14	16	1	42	43	2	27	28	2	28	30
Глутамин	2	44	49	4	99	101	3	29	31	2	55	59

раз. [1] Биоактивированное зерно способно заменить в рационе животных ферментные препараты микробиологического синтеза, которые токсичны и имеют высокую стоимость.

Известно большое количество разнообразных биоактиваторов и активаторов прорастания, но на их приобретение необходимы значительные затраты. Из-за сложности технологического процесса, проблем экологического характера, токсичности и других причин они не получили широкого распространения. Наиболее эффективны методы с использованием растворов химических веществ – никотиновой (3-пиридинкарбоновой), фолиевой (птероилглутаминовой), янтарной (бутандиовой) кислот. [3, 4]

Цель работы – расширение ассортимента универсальных биостимуляторов зерна для получения биоактивированного зернового материала высокого качества.

Поставленная задача решается благодаря обработке зернового материала путем опрыскивания или одноразового замачивания в водных растворах фруктовых кислот, а именно – яблочной, виноградной, лимонной [3, 5–7].

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Прикладные исследования проведены на базе научно-производственной лаборатории Днепровского государственного аграрно-экономического университета.

Зерновой материал биоактивировали в специальных ящиках (мини-солодовни) путем замачивания в водной среде (чистый фон – контроль) и в растворах лимонной, яблочной и виноградной кислот с заданной концентрацией действующих веществ. В статье представлены концентрации, при которых максимально проявился эффект биоактивации. Условия проращивания: температура 18...22 °С, натуральное освещение, поддержание влажности материала на постоянном уровне (48...50%), продолжительность процесса – 2...5 дней. Для опытов использовали фуражное зерно пшеницы, ячменя, кукурузы, ржи.

В процессе увлажнения и проращивания фиксировали энергию и способность прорастания, аминокислотный состав, микробиологическое состояние зерна. Работу проводили по стандартным методикам.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Установлены оптимальные концентрации разных органических кислот для исследуемых культур. Определена эффективность биоактивации при использовании фруктовых кислот (табл. 1).

Эффект биостимуляции (прорастание) выявлен во всех исследованных зерновых культурах. Концентрация представленных кислот в разной степени влияет на процесс биоактивации зернового материала. Был исследован аминокислотный состав прораставшего зерна (табл. 2).

Количество аминокислот в биоактивированном (пророщенном) зерновом материале при использовании фруктовых кислот увеличивается, что дает возможность судить о его перспективности для полноценного кормления сельскохозяйственных животных.

**Таблица 3.**  
**Данные микробиологических исследований**

Концентрация фруктовых кислот, мг/л	Микроорганизмы	
	Контроль	Опыт
1,5	$3,0 \cdot 10^2$	<10
1,25	$5,1 \cdot 10^3$	$5,9 \cdot 10^2$
1,0	$7,6 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^3$
0,75	$8,4 \cdot 10^5$	$3,1 \cdot 10^4$
0,5	$4,8 \cdot 10^6$	$4,4 \cdot 10^5$
0,25	$2,5 \cdot 10^7$	$3,5 \cdot 10^6$

Фруктовые кислоты, используемые при проращивании, выполняют дезинфицирующую функцию и способны угнетать патогенную микрофлору, которая может негативно влиять на животных в процессе скармливания (табл. 3).

Таким образом биоактивация зерна с использованием фруктовых органических кислот – экологически безопасный и эффективный метод, способствующий улучшению качества и обогащению биохимического состава фуражного зерна.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Меледина, Т.В. Биохимические процессы при производстве солода / Т.В. Меледина, И.П. Прохорчик, Л.И. Кузнецова. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – с. 89.
2. Чурсинов, Ю.А. Технология производства биологически-активных фитокормовых добавок из сока зеленых растений / Чурсинов Ю.А., Ковалева Е.С., Калина В.С. и др. // Птицеводство. – 2019. – № 09-10. – С. 51–57. DOI: <http://dx.doi.org/10.33845/0033-3239-2019-68-9-10-51-57>.
3. Чурсинов, Ю.А. Применение органических кислот и их смесей в качестве стимулятора прорастания семенного материала/ Ю.А. Чурсинов, Е.С. Ковалева // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 6. – С. 31–34. DOI: <http://dx.doi.org/10.30850/vrsn/2019/6/31-34>.
4. Features of obtaining malt with use of aqueous solutions of organic acids / Pivovarov O., Kovaliova O., Khromenko T., Shuliakevych Z. // Food Science and Technology, Volume 11 Issue 4/ 2017. – P. 29–35. DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v11i4.728>.
5. Pivovarov O., Kovaliova O. Features of grain germination with the use of aqueous solutions of fruit acids // Food Science and Technology. 2019. – Volume 13 Issue 1. – P. 83–89. DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v13i1.1334>.

6. Спосіб одержання солоду: пат. на корисну модель 121626 Україна: МПК(2017.01) C12C 1/00, C12C 1/02(2006.01), C12C 1/027(2006.01), C12C 1/047(2006.01) / Ковальова О.С., Хроменко Т.І.; власники: Ковальова О.С., Хроменко Т.І. № u 2017 06338; заявл. 21.06.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. 23.
7. Спосіб одержання солоду: пат. на корисну модель 129024 Україна: МПК (2018.01) C12C 1/00, C12C 1/02(2006.01), C12C 1/027(2006.01), C12C 1/047(2006.01) / Ковальова О.С., Шулякевич Ж.Г.; власники: Ковальова О.С., Шулякевич Ж.Г. № a 2017 12871; заявл. 26.12.2017; опубл. 25.10.2018, Бюл. 20.

**LIST OF SOURCES**

1. Meledina, T.V. Bioximicheskie processy' pri proizvodstve soloda / T.V. Meledina, I.P. Proxorchik, L.I. Kuznecova. – SPb.: NIU ITMO; IXiBT, 2013. – s. 89.
2. Chursinov, Yu.A. Texnologiya proizvodstva biologicheski-aktivny'x fitokormovy'x doba-vok iz soka zeleny'x rastenij / Chursinov Yu.A., Kovaleva E.S., Kalina V.S. i dr. // Pticevodstvo. – 2019. – № 09-10. – S. 51–57. DOI: <http://dx.doi.org/10.33845/0033-3239-2019-68-9-10-51-57>.
3. Chursinov, Yu.A. Primenenie organicheskix kislot i ix smesej v kachestve stimulyatora prorstaniya semennogo materiala/ Yu.A. Chursinov, E.S. Kovaleva // Vestnik rossijskoj sel'skoxozyajstvennoj nauki. – 2019. – № 6. – S. 31–34. DOI: <http://dx.doi.org/10.30850/vrsn/2019/6/31-34>.
4. Features of obtaining malt with use of aqueous solutions of organic acids / Pivovarov O., Kovaliova O., Khromenko T., Shuliakevych Z. // Food Science and Technology, Volume 11 Issue 4/ 2017. – P. 29–35. DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v11i4.728>.
5. Pivovarov O., Kovaliova O. Features of grain germination with the use of aqueous solutions of fruit acids // Food Science and Technology. 2019. Volume 13 Issue 1. – P. 83–89. DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v13i1.1334>.
6. Спосіб одержання солоду: пат. на корисну модель 121626 Україна: МПК(2017.01) C12C 1/00, C12C 1/02(2006.01), C12C 1/027(2006.01), C12C 1/047(2006.01) / Ковальова О.С., Хроменко Т.І.; власники: Ковальова О.С., Хроменко Т.І. № u 2017 06338; заявл. 21.06.2017; опубл. 11.12.2017, Бюл. 23.
7. Спосіб одержання солоду: пат. на корисну модель 129024 Україна: МПК (2018.01) C12C 1/00, C12C 1/02(2006.01), C12C 1/027(2006.01), C12C 1/047(2006.01) / Ковальова О.С., Шулякевич Ж.Г.; власники: Ковальова О.С., Шулякевич Ж.Г. № a 2017 12871; заявл.26.12.2017; опубл. 25.10.2018, Бюл. 20.