

4. Максимов И.В., Черепанова Е.А., Хайруллин Р.М. «Хитин-специфичные» пероксидазы в растениях. // Биохимия. – 2003. – Т. 68. – Вып. 1. – С. 133–138.
5. Хайруллин Р.М., Юсупова З.Р., Максимов И.В. Защитные реакции пшеницы при инфицировании грибными патогенами. 1. Взаимодействие анионных пероксидаз пшеницы с хитином, хитозаном и телиоспорами *Tilletiacries*. // Физиология растений 2000. т. 47, № 1, С. 108–113.
6. Хайруллин Р.М., Ярулина Л.Г., Трошина Н.Б., Ахметова И.Э. Активация хитолигосахаридами окисления ортофенилендиамина проростками пшеницы в присутствии щавелевой кислоты//Биохимия. – 2001. – Т. 66. – № 6. – С. 354–358.
7. Хашимова Н.Р., Ахунув А.А., Пшеничников Е.А., Автономов В.А., Амантурдиев Ш.Б. Патент «Способ определения устойчивости сортов хлопчатника к вилту», № заявки IAP 20110549. Зарегистрирован 20.01.2015 г.
8. Jbir N., Chaibi W., Ammar S., Jemmali A., Ayadi A. Root growth and lignification of two wheat species differing in their sensitivity to NaCl, in response to salt stress. *Life Sci.* – 2001. – V. 324. – С. 863–868.
9. Mandre M. Relationships between lignin and nutrients in *Picea abies* L. under alkaline air pollution. *Water Air Soil Poll.* – 2002. – V. 133. – С. 361–377.
10. Cochrane F.C., Davin L.B., Lewis N.G. The Arabidopsis phenylalanine ammonia lyase gene family: kinetic characterization of the four PAL isoforms. *Phytochemistry.* – 2004. – № 65. – P. 1557–1564.
2. Axunov A.A., Golubenko Z., Xashimova N.R., Mustakimova E'.Ch., Vshivkov S.O. Rol' xitin-spezifichny'x peroksidaz v ustojchivosti xlochatnika k viltu //Ximiya prirodny'x soedinenij. – 2008. – № 4. – S. 394–396.
3. Goncharova E'.A. Strategiya diagnostiki i prognoza ustojchivosti sel'skoxozyajstvenny'x rastenij k pogodno-klimaticheskim anomalijam. / E'.A. Goncharova // Sel'skoxozyajstvennaya biologiya. – 2011. – № 1. – S. 24–31.
4. Maksimov I.V., Cherepanova E.A., Xajrullin R.M. «Xitin-spezifichny'e» peroksidazy v rastenijax. // Bioximiya. – 2003. – Т. 68. – Вып. 1 – С. 133–138.
5. Xajrullin R.M., Yusupova Z.R., Maksimov I.V.. Zashhitny'e reakcii pshenicy pri inficirovanii gribny'mi patogenami. 1. Vzaimodejstvie anionny'x peroksidaz pshenicy s xitinom, xitozonom i teliosporami *Tilletiacries*. // Fiziologiya rastenij 2000. – t. 47 – № 1. – S. 108–113.
6. Xajrullin P.M., Yarullina L.G., Troshina N.B., Axmetova I.E'. Aktivaciya xitoligosaxaridami okisleniya ortofenilendiamina prorostkami pshenicy v prisutstvii shhavelevoj kisloty //Bioximiya. 2001. – Т. 66. – № 6. – С. 354–358.
7. Xashimova N.R., Axunov A.A., Pshenichnov E.A., Avtonomov V.A., Amanturdiyev Sh.B. Patent «Sposob opredeleniya ustojchivosti sortov xlochatnika k viltu», № заявки IAP 20110549. Zaregistrovan 20.01.2015 g.
8. Jbir N., Chaibi W., Ammar S., Jemmali A., Ayadi A. Root growth and lignification of two wheat species differing in their sensitivity to NaCl, in response to salt stress. *Life Sci.* – 2001. – V. 324. – С. 863–868.
9. Mandre M. Relationships between lignin and nutrients in *Picea abies* L. under alkaline air pollution. *Water Air Soil Poll.* – 2002. – V. 133. – С. 361–377.
10. Cochrane F.C., Davin L.B., Lewis N.G. The Arabidopsis phenylalanine ammonia lyase gene family: kinetic characterization of the four PAL isoforms. *Phytochemistry.* – 2004. – № 65. – P. 1557–1564.

**LIST OF SOURCES**

1. Allashov B., Ibragimov Sh., Ibragimov P.Sh. Izuchenie e'ffektivnosti mezghibridny'x skreshhivaniy po xozyajstvenno-cenny'm priznakam v selekcii srednevoloknistogo xlochatnika. //Sostoyanie selekcii i semenovodstva xlochatnika i perspektivy razvitiya. //Mat. Mezhd. prakt. konf. – Tashkent. – 2006. – S. 49–50.

**Ю.А. Чурсинов, доктор технических наук, профессор  
Е.С. Ковалёва, кандидат технических наук**

*Днепровский государственный аграрно-экономический университет  
Украина, 49600, г. Днепр, ул. Сергея Ефремова, 25  
E-mail: agro-1@mail.ru*

УДК 631.53.02

DOI: 10.30850/vrsn/2019/6/31-34

**ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И ИХ СМЕСЕЙ  
В КАЧЕСТВЕ СТИМУЛЯТОРА ПРОРАСТАНИЯ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА**

*Интенсификация проращивания семенного материала разных культур – перспективное направление совершенствования агротехнологий. Использование безопасных и высокоэффективных активаторов прорастания позволяет ускорить биологические процессы роста растений, раскрыть потенциал продуктивности, заложенный в каждом сорте. Повышение показателей, таких как энергия и способность к прорастанию, значительно повышает урожайность культур. Задачей научной работы было расширение ассортимента универсальных стимуляторов роста сельскохозяйственных культур, которые были бы способны обеспечить равномерную всхожесть, повышенную энергию и способность к прорастанию семенного материала, а также сократить период от посева до всходов. Предложено использование органических кислот: никотиновой (3-пиридинкарбоновой), фолиевой (птероилглутаминовой), янтарной (бутандиовой) с заданной концентрацией действующих веществ. Это технологическое решение позволяет интенсифицировать процессы прорастания семенного материала разнообразных сельскохозяйственных культур. Представленные органические кислоты и их растворы рекомендовано использовать в предпосевной обработке семян путем опрыскивания или одноразового замачивания в водных растворах этих кислот. Исследования проводили на базе научно-производственной лаборатории определения качества зерна и зернопродуктов Днепровского государственного аграрно-экономического университета. Исследования стимуляторы роста рекомендовали себя, как вещества дающие устойчивый эффект и имеющие низкую токсичность. Их можно применять как в растениеводстве при предпосевной обработке семян с целью интенсификации роста, так и для производства пророщенного зерна в технологиях производства спирта, пива, моно- и полисолодовых экстрактов с целью получения солода.*

**Ключевые слова:** зерно, семенной материал, предпосевная обработка, пророщенное зерно, активаторы, органические кислоты, никотиновая кислота, фолиевая кислота, янтарная кислота, стимулятор роста, энергия прорастания, способность прорастания.

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

**APPLICATION OF ORGANIC ACIDS AND ITS MIXTURES AS A STIMULATOR OF SEED GERMINATION**

*The intensification of the germination of seed material of different crops is a promising direction for improving agricultural technologies. The use of safe and highly effective germination activators allows to accelerate the biological processes of plant growth, to reveal the productivity potential inherent in each variety. Increasing the rates, such as energy and germination, significantly increase crop yields. The scientific work objective was to expand the range of universal crop growth stimulants that would be able to provide uniform germination, increased energy and the ability to germinate seed material, as well as shorten the period from sowing to seedlings. The use of organic acids is proposed: nicotinic (3-pyridinecarboxylic), folic (pteroylglutamic), succinic (butanedioic) with a given concentration of active substances. This technological solution allows to intensify the processes of seed germination of various crops. The presented organic acids and their solutions are recommended to be used in pre-sowing treatment of seeds by spraying or one-time soaking in aqueous solutions of these acids. The studies were carried out on the base of the scientific and production laboratory for determining the quality of grain and grain products of the Dnepropetrovsk State Agrarian and Economic University. The studied growth stimulants have established themselves as substances with a stable effect and low toxicity. They can be used both in crop production in pre-sowing seed treatment in order to intensify growth, and for the production of germinated grain in the production technologies of alcohol, beer, mono- and polysalt malt extracts in order to obtain malt.*

**Key words:** grain, seed, pre-sowing treatment, germinated grain, activators, organic acids, nicotinic acid, folic acid, succinic acid, growth stimulant, germination energy, germination ability.

Известно, что для повышения всхожести семян применяют универсальные стимуляторы роста. Приоритетными становятся технологии проращивания семенного материала, основанные на создании оптимальных параметров увлажнения зерна. Быстро прорастанию способствуют методы активации: физические (ультразвуковые волны, ионизирующее излучение, электромагнитные поля), химические (использование диаммонийфосфата, бромида калия), физико-химические (плазмохимическая обработка водных растворов), микробиологические (ферментные препараты) и другие. [1, 2, 3]

Использование разнообразных стимуляторов проращивания затрудняется из-за многих причин: значительные затраты на приобретение, сложность осуществления процесса, проблемы экологического характера, токсичность и другие.

Чаще всего применяют методы с использованием растворов химических веществ – гиббереллина, молочной, феруловой и индолилуксусной кислот. [6-8]

Основная задача научной разработки – расширение ассортимента универсальных стимуляторов роста и развития сельскохозяйственных культур, которые были бы способны обеспечить равномерную всхожесть, повышенную энергию и способность к прорастанию семенного материала, а также сократить длительность периода его вегетации. Для ее решения применяли предпосевную обработку зернового материала: опрыскивание или однократное замачивание в водных растворах никотиновой (3-пиридинкарбоновой), фолиевой (птероилглутаминовой), янтарной (бутандиовой) кислот с заданной концентрацией действующих веществ. [3-4]

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Исследования проведены на базе научно-производственной лаборатории Днепропетровского государственного аграрно-экономического университета. Семенной материал проращивали в рулонах фильтровальной бумаги на водной среде (чистый фон – контроль) и в растворах никотиновой (3-пиридинкарбоновой), фолиевой (птероилглутаминовой),

янтарной (бутандиовой) кислот с заданной концентрацией действующих веществ. В статье представлены концентрации, при которых максимально проявился эффект активации прорастания. Условия проращивания: температура 18...22°C, натуральное освещение, поддержание влажности материала на постоянном уровне (48...50%), продолжительность – 12 дней. В работе использовали: пшеницу, ячмень, рожь, тритикале, овес.

В процессе увлажнения и проращивания по стандартным методикам фиксировали изменения влажности материала, энергию и способность прорастания, микробиологическое состояние зерна.

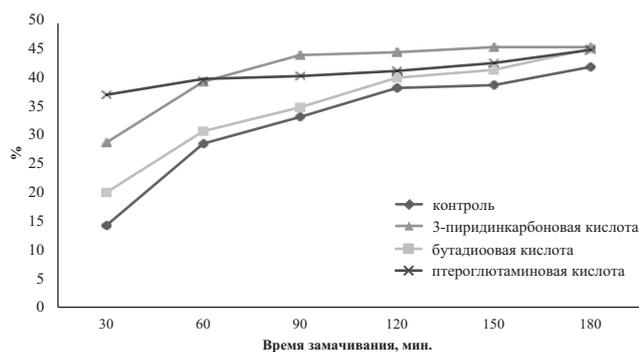
**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Исследована способность к поглощению влаги проращиваемого семенного материала при его замачивании в растворах вышеуказанных кислот, количество поглощенной влаги учитывали расчетным методом при взвешивании образцов.

Анализируя данные таблицы 1, можно сделать выводы, что использование активаторов на основе органических кислот позволяет достичь уровня влаги (48%), необходимого для активации гидролитических ферментов в зерне, в среднем в 1,5 раза

**Таблица 1.**  
**Данные по количеству поглощенной влаги**

Время замачивания, мин.	Поглощенная влага, %			
	контроль (вода)	янтарная кислота	никотиновая кислота	фолиевая кислота
30	14,4	20,1	28,5	36,7
60	28,5	36,7	35,7	39,3
90	33,7	37,9	42,5	40,5
120	38,8	39,4	44,8	40,6
150	39,5	40,7	45,9	41,3
180	42,5	43,5	52,9	43,9
210	44,6	46,9	54,7	46,7
240	46,4	50,7	56,5	55,6



Динамика поглощения растворов органических кислот зерном.

**Таблица 2.**  
Влияние концентрации органических кислот на прорастание семенного материала

Кислота	Концентрация кислоты, г/л	Энергия прорастания, %	Способность прорастания, %
Пшеница			
Янтарная	<b>0,75</b>	<b>86,0</b>	<b>93,0</b>
	1,50	83,0	91,0
	2,25	80,0	73,0
Никотиновая	<b>0,25</b>	<b>81,0</b>	<b>92,0</b>
	1,25	81,0	87,0
	2,50	65,0	70,0
Фолиевая	0,025	81,0	87,0
	<b>0,125</b>	<b>85,0</b>	<b>95,0</b>
	0,250	72,0	79,0
Контроль	0	80,0	86,0
Ячмень			
Янтарная	0,75	75,0	79,0
	1,50	80,0	84,0
	<b>2,25</b>	<b>83,0</b>	<b>93,0</b>
Никотиновая	<b>0,25</b>	<b>84,0</b>	<b>92,0</b>
	1,25	73,0	80,0
	2,50	41,0	52,0
Фолиевая	<b>0,025</b>	<b>85,0</b>	<b>94,0</b>
	0,125	83,0	86,0
	0,250	82,0	85,0
Контроль	0	81,0	85,0
Рожь			
Янтарная	0,75	83,0	86,0
	<b>1,50</b>	<b>89,0</b>	<b>92,0</b>
	2,25	78,0	82,0
Никотиновая	<b>0,25</b>	<b>89,0</b>	<b>94,0</b>
	1,25	76,0	80,0
	2,50	45,0	52,0
Фолиевая	<b>0,025</b>	<b>92,0</b>	<b>95,0</b>
	0,125	88,0	93,0
	0,250	89,0	93,0
Контроль	0	81,0	89,0
Тритикале			
Янтарная	<b>0,75</b>	<b>86,0</b>	<b>91,0</b>
	1,50	80,0	83,0
	2,25	63,0	69,0
Никотиновая	<b>0,25</b>	<b>86,0</b>	<b>93,0</b>
	1,25	66,0	74,0
	2,50	60,0	65,0
Фолиевая	<b>0,025</b>	<b>94,0</b>	<b>97,0</b>
	0,125	85,0	91,0
	0,250	81,0	87,0
Контроль	0	85,0	90,0
Овес			
Янтарная	0,75	74,0	78,0
	1,50	81,0	86,0
	<b>2,25</b>	<b>82,0</b>	<b>95,0</b>
Никотиновая	<b>0,25</b>	<b>85,0</b>	<b>94,0</b>
	1,25	72,0	81,0
	2,50	50,0	59,0
Фолиевая	<b>0,025</b>	<b>82,0</b>	<b>93,0</b>
	0,125	81,0	88,0
	0,250	83,0	87,0
Контроль	0	84,0	90,0

быстрее, чем при замачивании контрольного образца в воде. Объяснить повышенную адсорбционную способность зернового материала можно выявлением оптимальных условий для протекания биокаталитических процессов в зерне – поддержание постоянной кислотности, которая, в свою очередь, способствует синтезу и накоплению веществ, ускоряя развитие проростка (см. рисунок).

Исходя из полученных данных (табл. 2), можно сделать вывод, что эффект стимуляции ростовых процессов наблюдается у всех исследованных зерновых культур. Концентрация представленных кислот в разной степени влияет на процесс прорастания семенного материала.

Также были исследованы образцы семян наиболее распространенных в нашем регионе сельскохозяйственных культур (табл. 3).

Выраженный эффект повышения количества проросших семян по всем исследуемым культурам подтверждает перспективность использования растворов органических кислот.

Следует отметить, что органические кислоты выполняют дезинфицирующую функцию и способны угнетать патогенную микрофлору, которая может вызывать поражения семенного материала (табл. 4).

В лабораторных условиях проведены дополнительные исследования вегетационных процессов растений после обработки органическими кисло-

**Таблица 3.**  
Усредненные результаты исследований влияния растворов органических кислот на прорастание семян

№	Культура	Количество семян, шт		
		замоченных в растворе кислоты	проросших (контроль)	проросших (с использованием органических кислот)
янтарной				
1	<i>Просо</i>	500	470	495
2	<i>Вика</i>	500	450	488
3	<i>Гречка</i>	500	435	472
4	<i>Чечевица</i>	500	455	487
5	<i>Подсолнечник</i>	500	453	484
6	<i>Рапс</i>	500	421	477
7	<i>Соя</i>	500	458	490
8	<i>Кукуруза</i>	500	445	487
никотиновой				
1	<i>Просо</i>	500	470	496
2	<i>Вика</i>	500	450	493
3	<i>Гречка</i>	500	435	481
4	<i>Чечевица</i>	500	455	488
5	<i>Подсолнечник</i>	500	453	487
6	<i>Рапс</i>	500	421	477
7	<i>Соя</i>	500	458	489
8	<i>Кукуруза</i>	500	445	485
фолиевой				
1	<i>Просо</i>	500	470	491
2	<i>Вика</i>	500	450	494
3	<i>Гречка</i>	500	435	487
4	<i>Чечевица</i>	500	455	486
5	<i>Подсолнечник</i>	500	453	493
6	<i>Рапс</i>	500	421	467
7	<i>Соя</i>	500	458	488
8	<i>Кукуруза</i>	500	445	481

**Таблица 4.**  
**Данные микробиологических исследований**

Кислота	Микроорганизмы	
	Контроль	Использование растворов кислот
Янтарная	6,1·10 <sup>3</sup>	3,1·10 <sup>3</sup>
Никотиновая	5,2·10 <sup>3</sup>	2,1·10 <sup>2</sup>
Фолиевая	7,5·10 <sup>3</sup>	3,7·10 <sup>3</sup>

тами. По сравнению с контролем время вегетации сократилось в среднем на 7...14 дней в зависимости от культуры.

Таким образом, проращивание семенного материала с использованием органических кислот (янтарная, никотиновая, фолиевая) — экологически безопасный и эффективный метод, поэтому их растворы могут быть использованы в качестве дезинфектора и активатора большинства сельскохозяйственных культур.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Киселева, Т.Ф. Возможность интенсификации солдорашения посредством использования комплекса органических кислот / Т.Ф. Киселева, Ю.Ю. Миллер, Ю.В. Гребенникова, Е.И. Стабровская // Техника и технология пищевых производств. — 2016. — Т. 40. — № 1. — С. 11–17.
2. Меледина, Т.В. Биохимические процессы при производстве солода / Т.В. Меледина, И.П. Прохорчик, Л.И. Кузнецова. — СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. — с. 89.
3. Олексієнко, В.О. Розробка технологій прискореного дозрівання солоду / О.В. Олексієнко, Г.І. Харитонова // Техніка, енергетика, транспорт АПК. — 2015. — № 1 (91). — с. 73–75.
4. Пат.129023 Україна, МПК А01 С 1/00, А01N 37/00, А01N 43/00, А01P 21/00. Спосіб обробки призначеного для пророщування насіннєвого матеріалу / Ковальова О.С., Хроменко Т.І., Ковальчук О.Ю. — № а 2017 12870; заявл. 26.12.2017, опубл. 25.10.2018, Бюл. 20.
5. Пат. 122424 Україна, МПК С 12 С 1/00, 1/02, 1/027, 1/047. Спосіб стимулювання пророщування бобових / Ковальова О.С., Хроменко Т.І. — № u 2017 06775; заявл.29.06.2017, опубл. 10.01.2018, Бюл. 1.

6. Хосни, Р.К. Научные основы и технологии переработки зерна / К.Р. Хосни [пер. с англ. под ред. Н.П. Черняева]. — СПб: Профессия, 2006. — 336 с.
7. Features of obtaining malt with use of aqueous solutions of organic acids / O. Pivovarov, O. Kovaliova, T. Khromenko, Z. Shuliakevych // Food Science and Technology, Volume 11 Issue 4/ 2017. — P. 29–35.
8. Szwajgier D., Pielecki J., Targonski Z. Changes of free ferulic and coumaric acid contents during malting of barley grain. Lublin: Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. — 2005. — Vol. 14. — No 4. — p. 423–429.

**LIST OF SOURCES**

1. Kiseleva, T.F. Vozmozhnost` intensifikatsii solodorasheniya posredstvom ispol'zovaniya kompleksa organicheskikh kislot / T.F. Kiseleva, Yu.Yu. Miller, Yu.V. Grebennikova, E.I. Stabrovskaya // Tekhnika i tekhnologiya pishhevykh proizvodstv. — 2016. — T. 40. — № 1. — S. 11–17.
2. Meledina, T.V. Bioximicheskie processy` pri proizvodstve soloda / T.V. Meledina, I.P. Proxorchik, L.I. Kuzneczo-va. — SPb.: NIU ITMO; IXiBT, 2013. — s. 89.
3. Oleksienko, V.O. Rozrobka tekhnologij priskorenogo dozrivannya solodu / O.V. Oleksienko, G.I. Xaritonova // Tekhnika, energetika, transport APK. — 2015. — № 1 (91). — s. 73–75.
4. Pat.129023 Ukraїna, MPK A01 S 1/00, A01N 37/00, A01N 43/00, A01P 21/00. Sposib obrobki priznachenogo dlya proroashuvannya nasinnevogo materialu / Koval'ova O.S., Xromenko T.I., Ko-val'chuk O.Yu. — № a 2017 12870; zavavl.26.12.2017, opubl. 25.10.2018, Byul. 20.
5. Pat. 122424 Ukraїna, MPK S 12 S 1/00, 1/02, 1/027, 1/047. Sposib stimulyuvannya proroashuvannya bobovix / Koval'ova O.S., Xromenko T.I. — № u 2017 06775; zavavl.29.06.2017, opubl. 10.01.2018, Byul. 1.
6. Xosni, R.K. Nauchny`e osnovy` i tekhnologii pererabotki zerna / K.R. Xosni [per. s angl. pod red. N.P. Chernyayeva]. — SPb: Professiya, 2006. — 336 s.
7. Features of obtaining malt with use of aqueous solutions of organic acids / O. Pivovarov, O. Kovaliova, T. Khromenko, Z. Shuliakevych // Food Science and Technology, Volume 11 Issue 4/ 2017. — P. 29–35.
8. Szwajgier D., Pielecki J., Targonski Z. Changes of free ferulic and coumaric acid contents during malting of barley grain. Lublin: Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. — 2005. — Vol. 14. — No 4. — p. 423–429.