

*Исследования проведены в ходе выполнения государственного задания ФГБУН ФИЦКИА РАН ФНИ 2018-2020 г. «Физико-химические, генетические и морфологические основы адаптации растительных объектов в условиях изменяющегося климата высоких широт» (№ АААА-А18-118012390231-9) с использованием оборудования ЦКП НО "Арктика" (САФУ) и ЦКП КТ РФ-Арктика (ФИЦКИА РАН).*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Brovko O.S., Palamarchuk I.A., Boitsova T.A., Bogolitsyn K.G., Valchuk N.A., Chukhchin D.G. *Macromol. Res.* 2015. Vol. 23. No. 11. P. 1059.
2. Brovko O., Palamarchuk I., Valchuk N., Bogolitsyn K., Chukhchin D., Boitsova T. *Russ. J. Phys. Chem. A*. 2017. Vol. 91. No. 8. P. 1580.
3. Паламарчук И.А., Бровко О.С., Бойцова Т.А., Вишнякова А.П., Макаревич Н.А. *Химия растительного сырья.* 2011. № 2. С. 57.
4. Бровко О.С., Паламарчук И.А., Бойцова Т.А., Боголицын К.Г., Казаков Я.В., Чухчин Д.Г., Вальчук Н.А. *Химические волокна,* 2015. № 4. С. 45-52.
5. Бровко О.С., Паламарчук И.А., Слобода А.А., Бойцова Т.А., Гагушкина А.А., Вальчук Н.А. *Успехи современного естествознания. Химические науки.* 2016. № 8. С. 20-24.

УДК 547.458.87+547.992.2

А.Р. Цыганов<sup>1</sup>, академик, д-р. с/х наук  
А.Э. Томсон<sup>2</sup>, доц., канд. хим. наук  
Н.А. Жмакова<sup>2</sup>, канд. техн. наук  
Т.Ф. Овчинникова<sup>2</sup>, канд. техн. наук  
[altom@ecology.basnet.by](mailto:altom@ecology.basnet.by)

<sup>1</sup>БГТУ, <sup>2</sup>Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь)

## **ОТХОДЫ САХАРНОГО И СОЛОДОВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕКТИНСОДЕРЖАЩЕЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ**

В современном животноводстве большое внимание уделяется не только обеспеченности животных кормами, но и включению в рацион биологически активных добавок. В качестве источника биологически активных веществ могут использоваться отходы переработки растительного сырья, богатые природными химическими соединениями, которые положительно воздействуют на физиологические процессы, протекающие в организме животных. Уровень физиологического действия кормовых добавок с функциональными свойствами, получае-

мых путем химической переработки природного сырья, в первую очередь зависит от тщательного подбора этого сырья как источника биологически активных веществ.

В качестве исходного сырья для получения новой пектинсодержащей биологически активной кормовой добавки выбраны ростки солода – отход пивоваренного производства и свекловичный жом – отход сахарного производства, которые включают в свой химический состав широкий спектр биологически активных веществ: пектинов, витаминов, ферментов, протеинов, аминокислот, фенольных соединений, а ростки солода еще и меланоидины, образующиеся в процессе сушки проросшего ячменя, предусмотренной технологией пивоварения.

Для проведения работ были получены образцы сырья с крупных предприятий республики: ростки солода, образующиеся при производстве светлых сортов пива, – от ОАО «Ивановский солодовенный завод» (г. Иваново, Брестской обл.) и ОАО «Крыница» (г. Минск), свекловичный жом – от ОАО «Скидельский сахарный комбинат» и ОАО «Городейский сахарный комбинат».

С помощью стандартных методов изучены физико-химические свойства ростков солода и свекловичного жома: влага  $W_{отн.}$ , зольность  $A^c$ , насыпная плотность, кислотность водной вытяжки pH, табл. 1.

**Таблица 1 – Сравнительная физико-химическая характеристика исходного растительного сырья различных производителей**

Сырье	Внешний вид	$W_{отн.}$ , %	$A^c$ , %	Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	pH
Ростки солода («ОАО Крыница»)	Сыпучий продукт светло-коричневого цвета	9,2	6,0	0,271	6,6
Ростки солода (ОАО «Ивановский солодовенный завод»)	Сыпучий продукт светло-коричневого цвета	8,8	6,0	0,268	6,5
Свекловичный жом (ОАО «Городейский сахарный комбинат»)	Гранулы серо-коричневого цвета	10,1	3,9	0,546	7,3
Свекловичный жом (ОАО «Скидельский сахарный комбинат»)	Гранулы серо-коричневого цвета	12,8	2,2	0,548	7,4

Как ростки солода, так и свекловичный жом имеют коричневую окраску, низкую влажность, характеризуются малой зольностью, т.е. сухое вещество этих продуктов представлено более чем на 90 % органическими соединениями. Сырье имеет малую насыпную плотность,

которая составляет для ростков солода 0,268–0,271 г/см<sup>3</sup>, а для свекловичного жома – 0,546–0,548 г/см<sup>3</sup> и практически нейтральную реакцию среды (рН водной вытяжки жома составляет 7,3–7,4, а ростков солода – 6,5–6,6).

Изучен химический состав свекловичного жома и ростков солода. По методикам, принятым для растительного сырья, в них определено содержание компонентов: водорастворимых веществ (ВР), легкогидролизуемых гемицеллюлоз (ЛГ), трудногидролизуемых веществ – целлюлозы (ТГ), нерастворимого остатка, образующегося после извлечения углеводных комплексов (НО), табл. 2.

**Таблица 2 – Компонентный состав сырья**

Сырье	Содержание компонентов, % к ОМ			
	ВР	ЛГ	ТГ	НО
Ростки солода («ОАО Криница»)	29,6	48,4	13,3	8,7
Ростки солода (ОАО «Ивановский солодовенный завод»)	28,6	47,8	13,3	10,3
Свекловичный жом (ОАО «Городейский сахарный комбинат»)	5,0	38,7	23,4	32,9
Свекловичный жом (ОАО «Скидельский сахарный комбинат»)	5,0	35,6	24,8	34,6

Из приведенных данных следует, что аналогичное сырье разных производителей близко по компонентному составу. Но при этом жом существенно отличается по составу от солодовенных ростков. Если ростки солода содержат около 30 % водорастворимых веществ, то в сухом жоме этот показатель не превышает 5 %. Углеводные компоненты присутствуют в этих отходах в большей мере в качестве гемицеллюлоз, содержание которых в жоме составляет 35,6–38,7 %, а в ростках солода – 47,8–48,4 %. Целлюлозой представлено 13,3 % в ростках солода и 23,4–24,8 % в жоме. На долю твердых остатков, приходится 8,7–10,3 и 32,9–34,6 % соответственно.

Согласно литературным данным [1], в состав углеводов свекловичного жома входит значительное количество (40–50 %) пектинов. Они состоят из пектозы (протопектина), растворимого пектина и полигалактуроновой кислоты. При этом половина пектиновых веществ представлена нерастворимыми протопектинами, которые переходят в растворимое состояние только в результате химической деструкции. Многие полисахариды пектиновой природы обладают высокой биологической активностью. В литературе имеются сведения об их противоопухолевом, противовирусном, антикоагулянтном действии [2].

Практически важной является водопоглотительная функция пектинов, которые характеризуется способностью связывать до 20 %

воды, с полным растворением при избытке жидкости. Связывание воды пектинами происходит путем превращения в гели. Это обстоятельство, а также выраженное раздражающее действие на механорецепторы слизистой оболочки кишечника определяют их ведущую роль в стимуляции перистальтики кишечника и регуляции его моторной функции.

Благодаря наличию в молекулах пектинов большого количества свободных карбоксильных групп, они обладают высокой комплексообразующей способностью. Пектины способствуют ускоренному выведению из организма различных вредных веществ, содержащихся в кормах, включая тяжелые и радиоактивные металлы, холестерин, канцерогены и различные экзо- и эндотоксины, продукты неполного переваривания пищевых веществ, а также уменьшению уровня свободного аммиака, образующегося в процессе гниения или брожения.

Азотсодержащие соединения ростков солода составляют 4,5–4,8 %. Установлено содержание в их составе следующих аминокислот: пролина, аспарагиновой и глутаминовой кислот, аланина, валина, треонина, серина, лейцина, изолейцина, фенилаланина, тирозина, аргинина, глицина, метионина. Общее содержание аминокислот на абсолютно сухую массу ростков достигает 1250,3 ppm (табл. 3).

**Таблица 3 – Аминокислотный состав ростков солода**

Аминокислота	Содержание аминокислот	
	ppm	% от суммы
1	2	3
Цистеин	81,5	6,52
Лизин	8,8	0,70
Гистидин	6,1	0,49
Аргинин	116,0	9,28
Аспарагиновая кислота	304,0	24,29
Серин	66,3	5,30
Глицин	140,6	11,25
Глутаминовая кислота	23,7	1,89
Треонин	19,4	1,56
Аланин	116,7	9,33
Пролин	87,0	6,96
Тирозин	48,0	3,84
Метионин	50,0	4,00
Валин	50,9	4,08
Фенилаланин	58,7	4,69
Лейцины	47,1	3,77
Триптофан	25,5	2,04
Сумма	1250,3	100,0

В наибольшем количестве в ростках солода содержатся аспарагиновая кислота (24,29 % от суммы аминокислот), глицин (11,25 %), аргинин (9,28 %), аланин (9,33 %). Азотистые вещества в жоме составляют 1,8–2,5 % и представлены в основном труднорастворимыми формами белка (до 80 % от общего количества азота) [3]. Эти соединения при гидролизе переходят в водорастворимое состояние в виде аминокислот.

Значительный интерес представляет витаминный состав выбранного растительного сырья. В ростках светлого солода обнаружены витамины группы В: тиамин (В<sub>1</sub>), рибофлавин (В<sub>2</sub>), пиридоксин (В<sub>6</sub>), а также никотиновая (РР) и аскорбиновая (С) кислоты [3]. Ростки солода богаты витаминами группы В. Например, содержание тиамина в них составляет 6,7 ppm, никотиновой кислоты (витамин РР) – 3,0 ppm. В сухом жоме найдены следующие витамины: В<sub>1</sub> – 0,55, В<sub>2</sub> – 0,20; В<sub>6</sub> – 0,18; С – 5,0; пантотеновая кислота – 0,21 и биотин – 0,001 ppm [3]. Важно подчеркнуть, что отдельные витамины группы В, РР и каротин устойчивы при нагревании, поэтому могут переходить в продукты химической переработки этого растительного сырья, пополняя комплекс его биологически активных соединений.

Данные по характеристике витаминного состава ростков солода приведены в табл. 4.

**Таблица 4 – Характеристика витаминного состав ростков солода**

Витамин	Содержание в ростках солода	
	ppm на СВ	% на ОМ
В <sub>1</sub> – тиамин	6,7	0,71
В <sub>2</sub> – рибофлавин	6,6	0,70
В <sub>3</sub> – пантотеновая кислота	18,8	2,00
В <sub>6</sub> – пиридоксин	5,6	0,60
В <sub>12</sub> – цианкобаламин	5,1	0,54
РР – никотиновая кислота	3,0	0,32
Е – токоферол	13,4	1,43
С – аскорбиновая кислота	62,4	6,64

Таким образом, химическая характеристика исходного сырья, выбранного для получения новой пектинсодержащей кормовой добавки, показала, что оно является гемицеллюлозсодержащим сырьем, в его составе присутствуют витамины, аминокислоты, а для жома характерно высокое содержание пектинов, основная часть которых не растворяется в воде, что свидетельствует о необходимости химической деструкции этих материалов для более полного обогащения биологически активными соединениями, доступными для усвоения организмом животных. При разработке способа и технологии производст-

ва новой кормовой добавки необходимо создать технологические условия, которые обеспечат переход в растворимое состояние этих ценных биологически активных соединений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голубев, В.Н. Пектин: химия, технология, применение / В.Н. Голубев. М.: Изд-во АТН, 1995.
2. Лысенко, Т.А Биологическая активность комплекса водорастворимых полисахаридов из растительного сырья / Т.А. Лысенко [и др.] // Межд. журн. эксп. обр. – 2012. – №12. – С. 103–110.
3. Пономаренко, Ю.А., Безопасность кормов, кормовых добавок и продуктов питания / Ю.А. Пономаренко, В. И. Фисинин, И. А. Егоров. Минск: Экоперспектива, 2012.

УДК 547.458.87+547.992.2

А.Р. Цыганов<sup>1</sup>, академик, д-р с/х наук  
Г.В. Наумова<sup>2</sup>, проф., д-р техн. наук  
А.Э. Томсон<sup>2</sup>, доц., канд. хим. наук  
Н.Л. Макарова<sup>2</sup>, канд. техн. наук  
[altom@ecology.basnet.by](mailto:altom@ecology.basnet.by)

(<sup>1</sup>БГТУ, г. Минск, <sup>2</sup>Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь)

### **ПЕРСПЕКТИВНОЕ ТОРФО-РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ**

Исследованиями последних лет выявлена перспективность получения комплексных гуматсодержащих препаратов ростстимулирующего действия на основе торфа и отдельных видов отходов промышленной переработки растительного сырья, что позволяет обогащать целевые продукты активизированными гуминовыми кислотами торфа, а также аминокислотами, карбоновыми кислотами, биогенными аминами, и другими биологически активными соединениями растительного сырья [1].

Торф является перспективным сырьем для получения биологически активных препаратов, обладающих ростстимулирующим действием. Это источник биологически активных соединений растительного происхождения, а также гуминовых веществ, образующихся в торфяной залежи. Препараты, получаемые на основе торфа, проявляют многоплановое действие на живую клетку, ускоряя энергетические и обменные процессы, стимулируя поступление питательных веществ, рост и деление клеток.