

УДК 664.87:635.21/24

**З.В. Ловкис, Н.Н. Петюшев, С.А. Арнаут,  
А.А. Литвинчук, Л.В. Евтушевская**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по продовольствию», г. Минск  
E-mail: olishenia@mail.ru

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ СУХОГО КАРТОФЕЛЬНОГО ПЮРЕ И ТОПИНАМБУРА**

### **РЕЗЮМЕ**

*В статье представлены результаты диспергирования сухого картофельного пюре и сушеного топинамбура, дана оценка разработанного измельчителя по полученному качеству конечного продукта.*

*Исследования проводились в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».*

*Ключевые слова:* картофель, топинамбур, измельчение, диспергирование, просеивание, гранулометрический состав, плотность.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время полноценное питание населения Республики Беларусь является важной проблемой и актуальной задачей, поэтому в последние годы наметилась тенденция обогащения продуктов питания различными биологически активными веществами растительного происхождения, которые способствуют сохранению и улучшению здоровья человека.

Перед пищевой промышленностью стоит необходимость создания продуктов питания высокой пищевой ценности, в том числе обладающих диетическим и профилактическим действием. Возросла потребность в продуктах быстрого приготовления с высоким содержанием белка, витаминов, углеводов и пищевых растительных волокон [1].

Выполнения поставленной задачи можно добиться, используя картофель, овощи и нетрадиционное растительное сырье, например клубни топинамбура.

Технология получения диетического пюре из картофеля и топинамбура включает в себя ряд технологических операций, одной из которых является измельчение [2, 3].

Измельчением называется процесс увеличения поверхности твердых материалов путем их раздавливания, истирания, раскалывания и удара [5].

Диспергирование – тонкое измельчение твердого тела или жидкости, в результате которого образуются дисперсные системы, порошки, суспензии, эмульсии, аэрозоли.

Методы диспергирования – механическое, электрическое, диспергирование ультразвуком, термическое диспергирование.

Механическое диспергирование осуществляется под действием внешней механической работы. Оборудование, применяемое при механическом диспергировании, – это ступки, мельницы, дробилки различных типов, жернова [4].

Целью исследований являлось получение диетического продукта на основе сухого картофельного пюре и топинамбура, пригодного для повседневного употребления всеми возрастными группами населения.

Для получения однородного картофельно-топинамбурового пюре необходимы компоненты, обладающие одинаковой насыпной плотностью, поэтому основной задачей при проведении измельчения являлось получение измельченного картофельного пюре, имеющего насыпную плотность, равную насыпной плотности порошка топинамбура.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Работа выполнялась научным коллективом РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Объектом исследований служили хлопья сухого картофельного пюре, представляющие собой тонкие пластинки произвольной формы толщиной 0,2–0,3 мм и длиной (шириной) 1,0–4,0 мм (рис. 1), и сушеный бланшированный топинамбур (кубики 8 × 8 мм) – рис. 2.



Рисунок 1 – Сухое картофельное пюре (хлопья)



Рисунок 2 – Сушеный бланшированный топинамбур (кубики)

Диспергирование сухого картофельного пюре осуществлялось в опытно-промышленных условиях РУП «Мариз» на измельчителе Ш12-ДКХ (рис. 3).

Применялось механическое диспергирование за счет ударно-истирающего воздействия.

Процесс измельчения образцов сухого картофельного пюре в виде хлопьев разных производителей и сухеного бланшированного топинамбура в виде кубиков проводили при разных оборотах рабочего органа измельчителя: 3600 мин<sup>-1</sup>, 3000 мин<sup>-1</sup>, 2400 мин<sup>-1</sup>, 1800 мин<sup>-1</sup>.

Для определения гранулометрического состава измельченного продукта использовали виброгрохот FRITSCH analysette 3 и сита с размерами отверстий 1,0; 0,8; 0,5 и 0,2 мм.



Рисунок 3 – Общий вид измельчителя Ш12-ДКХ



Рисунок 4 – Общий вид измельчителя Comitrol (Urschel laboratories)

После измельчения опытные образцы просеивали и определяли массу фракций в процентах от общей массы.

Эффективность работы измельчителя Ш12-ДКХ определяли используя сравнительный анализ проведенных исследований гранулометрического состава сухого картофельного пюре производства ЗАО «Погарская картофельная фабрика», измельченного на измельчителе Ш12-ДКХ и на измельчителе Comitrol (Urschel laboratories, inc), который представлен на рисунке 4.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Для проведения исследований использовали сухое картофельное пюре ОАО «Машпищепрод» и ЗАО «Погарская картофельная фабрика», масса образцов составляла не менее 3000 г.

В таблице 1 представлен химический и энергетический состав данного сухого картофельного пюре.

Измельченные образцы сухого картофельного пюре просеивали и определяли массу фракций в процентах от общей массы. На рисунке 5 представлены полученные результаты.

На основании проведенных исследований установлено, что частота вращения рабочих органов влияет на размер частиц измельченного сухого картофельного пюре. Так, при частоте 3600 мин<sup>-1</sup> и 3000 мин<sup>-1</sup> выход продукта с размером частиц 0,2 мм составляет 65,35–87,37 % и 63,45–89,13 % соответственно, а при частоте 2400 мин<sup>-1</sup> и 1800 мин<sup>-1</sup> – 68,08–91,38 % и 61,05–65,54 % соответственно (табл. 2).

Исходя из полученных данных установлено, что гранулометрический состав измельченного сухого картофельного пюре производства ЗАО «Погарская картофельная фабрика» более однородный, чем измельченного сухого картофельного пюре производства ОАО «Машпищепрод».

Анализируя химический состав сухого картофельного пюре этих производителей (см. табл. 1), было установлено, что состав сухого картофельного пюре влияет на его гранулометрический состав.

При определении эффективности работы измельчителей были проведены сравнительные исследования гранулометрического состава сухого картофельного

Таблица 1 – Химический состав и энергетическая ценность сухого картофельного пюре в 100 г продукта

Производители	Состав	Влажность, %	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал/кДж	Срок годности, мес.
ЗАО «Погарская картофельная фабрика», Россия	Картофель свежий	8,2	7,0	Менее 0,5	72,0	320/1340	36
	Стабилизатор Е 450						
	Эмульгатор Е 471						
	Антиоксиданты Е 223, Е 304						
	Лимонная кислота Е 330						
В-каротин Е 160a							
ОАО «Машпищепрод», Беларусь	Картофель свежий	7,8	5,5	1,0	80	355/1482	18
	Эмульгатор Е 471						

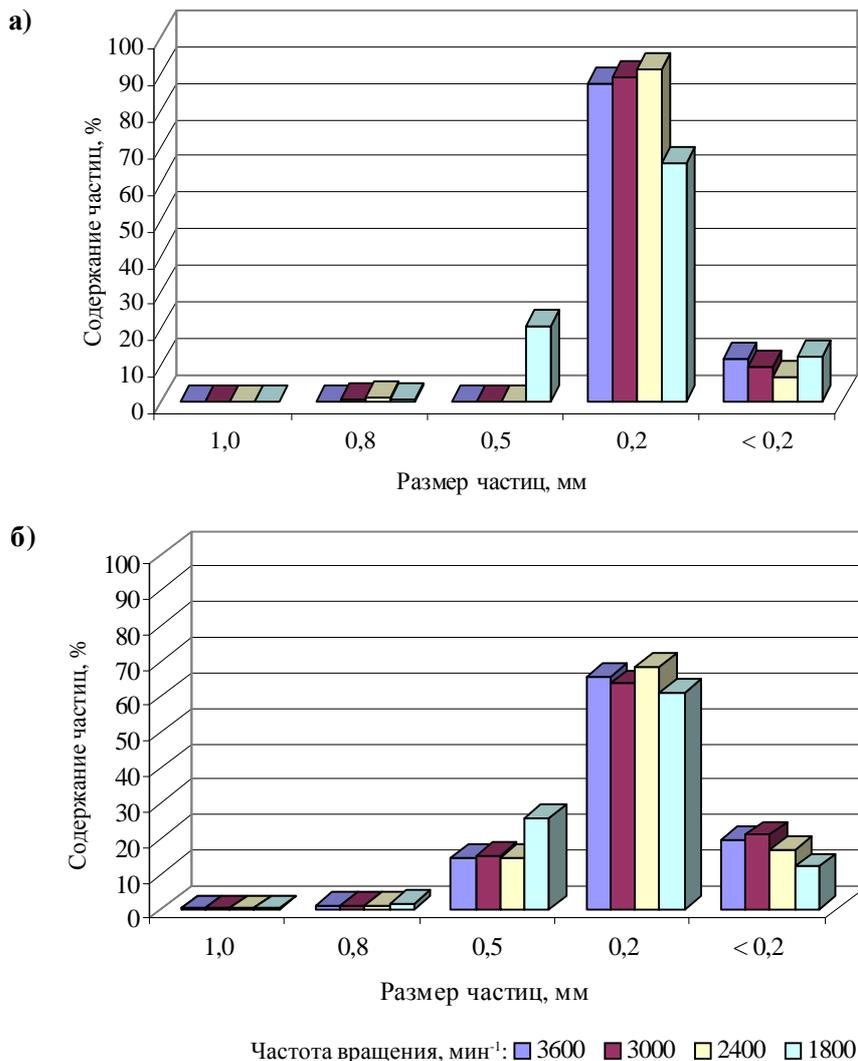


Рисунок 5 – Зависимость гранулометрического состава измельченного сухого картофельного пюре разных производителей от частоты вращения рабочего органа измельчителя: а) производство ЗАО «Погарская картофельная фабрика»; б) производство ОАО «Машпищепрод»

пюре производства ЗАО «Погарская картофельная фабрика». Полученные результаты представлены на рисунке 6.

Из данных рисунка можно сделать вывод, что измельченное сухое картофельное пюре, полученное на измельчителе Ш12-ДКХ, по размеру частиц является более однородным. Так, частицы с размером 0,2 мм составляют 89,1 % к общей массе измельчаемого продукта, тогда как содержание частиц с размером 0,2 мм измельченного сухого картофельного пюре на измельчителе Comitrol составляет 65,54 % к общей массе.

Таблица 2 – Гранулометрический состав измельченного сухого картофельного шере при разной частоте вращения рабочего органа

Размеры отверстий контрольных сит, мм	Частота вращения рабочего органа, мин <sup>-1</sup>							
	3600 мин <sup>-1</sup>		3000 мин <sup>-1</sup>		2400 мин <sup>-1</sup>		1800 мин <sup>-1</sup>	
	ЗАО «Погарская картофельная фабрика»	ОАО «Машицепрод»	ЗАО «Погарская картофельная фабрика»	ОАО «Машицепрод»	ЗАО «Погарская картофельная фабрика»	ОАО «Машицепрод»	ЗАО «Погарская картофельная фабрика»	ОАО «Машицепрод»
1	0,12	0,15	0,19	0,13	0,14	0,13	0,2	0,07
0,8	0,39	0,89	0,94	0,9	0,13	0,99	0,77	1,5
0,5	0,04	14,34	0,19	14,77	0,3	14,31	21,0	25,43
0,2	87,37	65,35	89,13	63,45	91,38	68,08	65,54	61,05
< 0,2	12,08	19,27	9,55	20,75	7,05	16,48	12,49	11,95

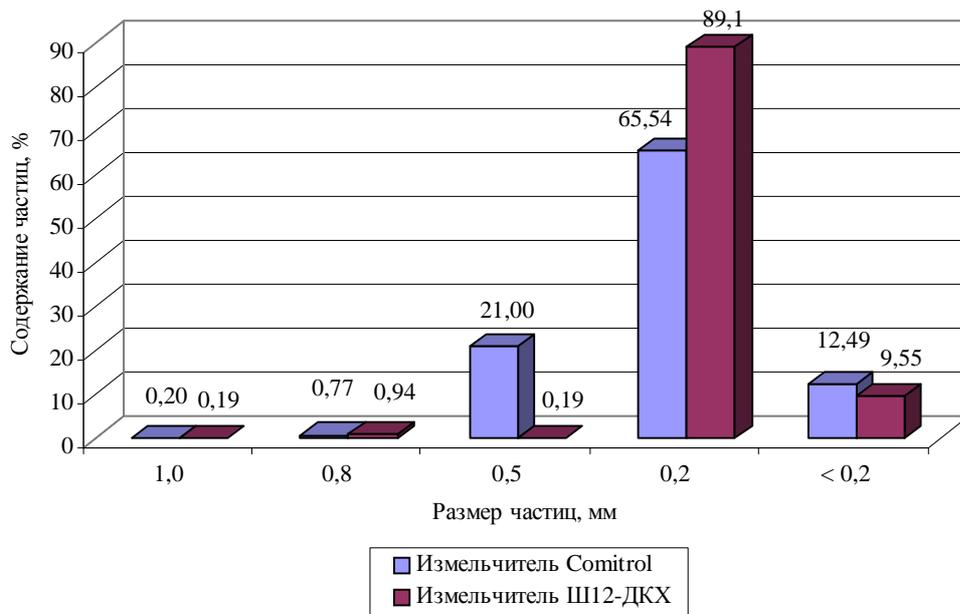


Рисунок 6 – Гранулометрический состав сухого картофельного поро, измельченного на измельчителе Ш12-ДКХ и Comitrol

В опытно-промышленных условиях РУП «Мариз» был исследован процесс измельчения сушеного бланшированного топинамбура в виде кубиков на измельчителе Ш12-ДКХ. Полученный продукт представлен на рисунке 7, данные по измельчению – в таблице 3.

На основании проведенных исследований и полученных данных можно сделать вывод, что частота вращения рабочих органов влияет на однородность размера частиц сушеного бланшированного топинамбура. Так, при частоте 3600 мин<sup>-1</sup> и 3000 мин<sup>-1</sup> выход продукта с размером частиц 0,5 мм и 0,2 мм составляет 34,4–35,3 % и 33,9–31,1 % соответственно, то есть получен более однородный продукт.



Рисунок 7 – Топинамбур сушеный (бланшированный) измельченный

Таблица 3 – Гранулометрический состав измельченного сушеного топинамбура (бланшированного), % от общей массы

Диаметр сита, мм	Частота вращения рабочего органа, мин <sup>-1</sup>			
	3600 мин <sup>-1</sup>	3000 мин <sup>-1</sup>	2400 мин <sup>-1</sup>	1800 мин <sup>-1</sup>
1	1,8	2,0	3,2	1,4
0,8	14,8	14,4	9,2	7,8
0,5	34,4	35,3	28,0	34,5
0,2	33,9	31,1	41,2	34,9
< 0,2	15,2	17,2	18,5	21,3

Также был составлен сравнительный анализ гранулометрического состава исследуемых продуктов, результаты которого представлены в таблице 4.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что на степень измельчения и однородность измельченных сухих продуктов из картофеля и топинамбура влияют как физико-химические свойства продукта, технология его получения, так и оборудование.

В результате после смешивания измельченных образцов сухого картофельного пюре и сушеного топинамбура получили насыпную плотность смеси измельченного картофельного пюре и порошка –  $\rho = 0,6 \text{ г/см}^3$ , или  $600 \text{ кг/м}^3$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, установлено:

1. Для получения однородной смеси из сухого картофельного пюре и топинамбура необходимо проводить измельчение при частоте рабочего органа измельчителя  $3000 \text{ мин}^{-1}$ ;

2. Измельченное сухое картофельное пюре, полученное на измельчителе Ш12-ДКХ, по размеру частиц является более однородным, так как частицы с размером  $0,2 \text{ мм}$  составляют  $89,1 \%$  к общей массе измельчаемого продукта,

Таблица 4 – Сравнительный анализ гранулометрического состава измельченных сухих продуктов из картофеля и топинамбура

Размер частиц, мм	Выход фракций, % от общей массы		
	Измельченное сухое картофельно-топинамбуровое пюре, соотношение 4 : 1, произведенное на промышленной линии получения сухого картофельного пюре ОАО «Машпищепрод», измельченное на измельчителе Ш12-ДКХ	Измельченное сухое картофельное пюре на измельчителе Ш12-ДКХ	Измельченный топинамбур (бланшированный) на измельчителе Ш12-ДКХ
1	0,13	0,19	2,0
0,8	0,17	0,94	14,4
0,5	0,28	0,19	35,3
0,2	67,5	89,13	31,1
< 0,2	31,92	9,55	17,2

а содержание частиц с размером 0,2 мм измельченного сухого картофельного пюре на измельчителе Comitrol составляет 65,54 % к общей массе;

3. Состав сухого картофельного пюре влияет на его гранулометрический состав;

4. После смешивания измельченных образцов насыпная плотность смеси измельченного картофельного пюре и порошка составила  $\rho = 0,6 \text{ г/см}^3$ , или  $600 \text{ кг/м}^3$ .

### Список литературы

1. Мазур, А.М. Машины и оборудование для переработки картофеля / А.М. Мазур. – М.: Полимаг, 1999. – 372 с.

2. Чеботарев, О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов / О.Н. Чеботарев, А.Ю. Шаззо, Я.Ф. Мартыненко. – М.: Ростов н/Д: МарТ, 2004. – 687 с.

3. Бутковский, В.А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства / В.А. Бутковский, Е.М. Мельников. – М.: Агропромиздат, 1989. – 462 с.

4. Химик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1388.html>. – Дата доступа: 11.12.2015.

5. Кавецкий, Г.Д. Процессы и аппараты пищевых производств / Г.Д. Кавецкий, А.В. Королев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 430 с.

Поступила в редакцию 15.11.2016 г.

Z.V. LOVKIS, N.N. PETYUSHEV, S.A. ARNAUT, A.A. LITVINCHUK,  
L.V. EVTUSHEVSKAYA

### TECHNOLOGY RESEARCH OF DISPERGATING OF DRY MASHED POTATOES AND TOPINAMBOUR

#### SUMMARY

*The dispergating results of dry mashed potatoes and dried topinambour are presented in the article, the estimation of worked out grinding is given on the received quality of an end product.*

*The researches were conducted in RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus».*

*Key words:* potatoes, topinambour, grinding, dispersing, dressing, particle size distribution, density.