

УДК 543.426

© Л. Я. Шестаковский, А. М. Хохлов

## ГОМОГЕНИЗАТОР РАСТИТЕЛЬНЫХ И ЖИВОТНЫХ ТКАНЕЙ

Разработан и испытан "Гомогенизатор растительных и животных тканей", который предназначен для лабораторных работ по подготовке проб гомогенизированных растительных и животных тканей в жидких средах для научных исследований, лабораторных анализов и отработки химических и биотехнологических процессов, а также для получения исходного материала для приготовления препаратов. Частота вращения вала с ножами устанавливается плавно в пределах от 1000 до 15 000 об/мин. Объем одноразовой загрузки камер измельчения: в камеру 1 — до 600; в камеру 2 — до 100; в камеру с фильтром — до 600 см<sup>3</sup>. В результате испытания установлено, что "Гомогенизатор растительных и животных тканей" пригоден для измельчения растительных и животных тканей в жидких средах с целью последующего использования гомогенатов в исследовательских, аналитических и препаративных работах. Гомогенизатор можно использовать для приготовления суспензий, эмульсий и растворов. Камера гомогенизатора обеспечивает работу в проточном режиме. В комплекте гомогенизатора имеется камера, обеспечивающая фильтрацию органелл и биополимеров из зоны измельчения, что позволяет сохранять их высокое качество. В гомогенизаторе обеспечен быстрый и удобный доступ внутрь камеры для ее загрузки, разгрузки, смены ножа и мешалки, смены камеры. В гомогенизаторе обеспечена возможность качественной промывки, химической и паровой стерилизации деталей, соприкасающихся с обрабатываемым материалом.

### ВВЕДЕНИЕ

Биохимическое и морфологическое изучение тканей животных и растений невозможно без предварительного разрушения. В то же время необходимо сохранить интактными клеточные структуры и биохимическую активность биополимеров. Методы гомогенизации являются предшествующей стадией биотехнологических процессов (выделение белков, биополимеров, органелл).

В практике отечественных и зарубежных исследований использовались гомогенизаторы "В. Braun" (ФРГ) [1], "Gomogenizer" (Польша) [2], "Гомогенизатор тканей" (США) [3], "Omni Mixer Homoniser Systems" [4], гомогенизатор MSE [5] и другие зарубежного производства.

Актуальность разработки "Гомогенизатора растительных и животных тканей", далее Гомогенизатор, — отсутствие на рынке приборов для научных исследований недорогого отечественного гомогенизатора (отсутствовал выпуск лабораторного гомогенизатора и в СССР).

### КОНСТРУКЦИЯ РАЗРАБОТАННОГО ГОМОГЕНИЗАТОРА И ЕГО ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Принцип работы Гомогенизатора основан на разрушении растительных и животных тканей в жидкости режущим ножом, турбулентными потоками и кавитацией, создаваемыми вращением ножа с высокой скоростью.

В комплект прибора (см. рис.) входит стойка (а) с двигателем, пультом управления, системой крепежа и трансмиссией и сменные камеры (б, в). Имеется камера [б], обеспечивающая проточный режим и фильтрацию биоматериала (в). Охлаждение камеры Гомогенизатора обеспечивается с помощью внешнего термостата или ванны со льдом.

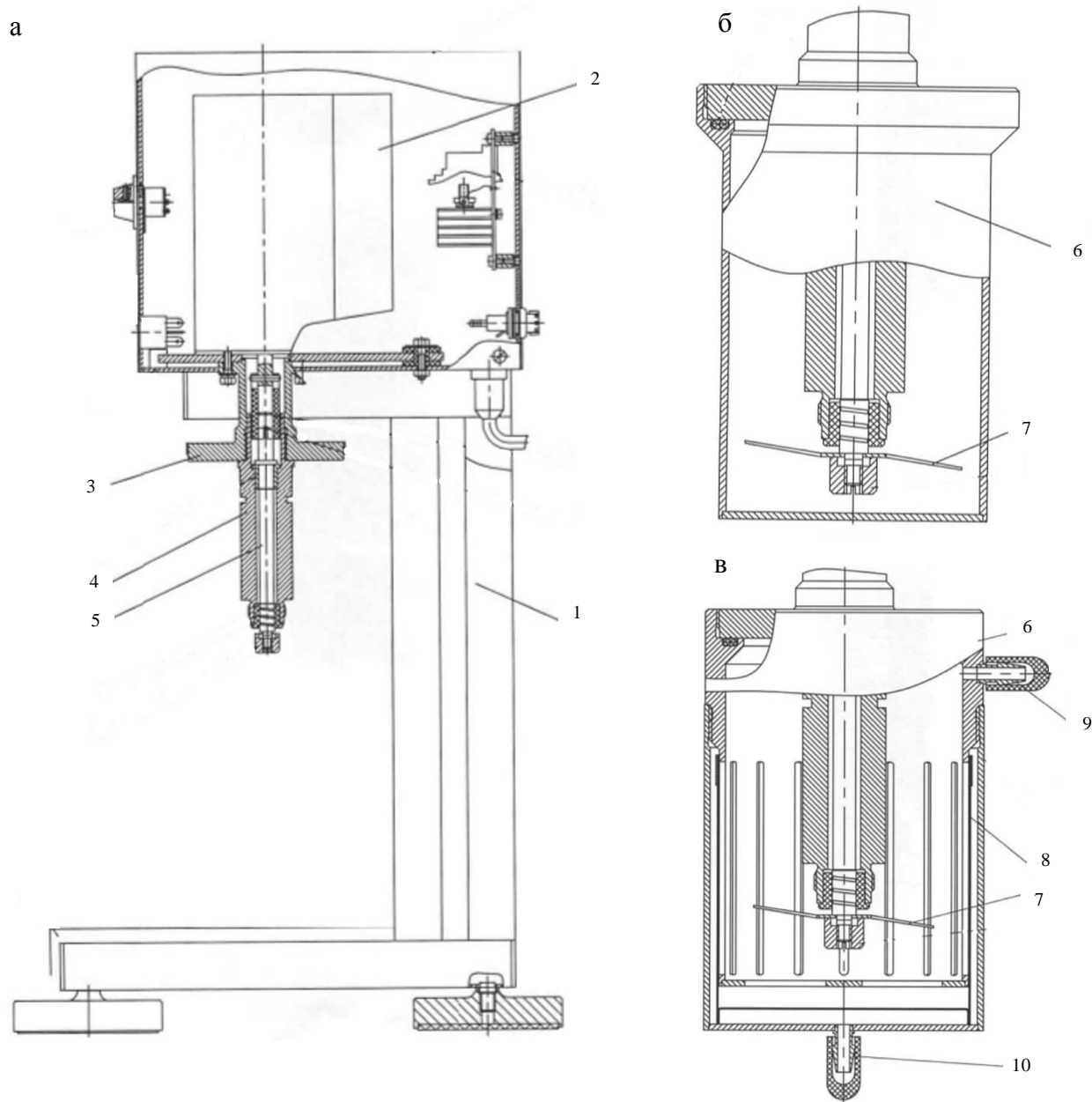
Технические характеристики.

- Частота вращения вала с ножами устанавливается плавно в пределах от 1000 до 15000 об/мин.
- Объем одноразовой загрузки камер измельчения не более, см<sup>3</sup>:
 

камера 1 —	600;
камера 2 —	100;
камера с фильтром —	600.
- Масса Гомогенизатора не более 8 кг.
- Габариты Гомогенизатора не более, мм:
 

длина —	350;
ширина —	300;
высота —	550.
- Питание Гомогенизатора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В, частотой 50 ± 1 гц.
- Суммарная мощность, потребляемая Гомогенизатором, не более 400 ВА.

Область применения Гомогенизатора: биотехнология, биология, биохимия, экология, медицина, химическая, фармацевтическая, косметическая, пищевая промышленности. Гомогенизатор можно использовать для приготовления суспензий, эмульсий и растворов.



### Конструкция Гомогенизатора.

а — стойка прибора (сменная камера снята); б — непроточная сменная камера; в — проточная сменная камера. 1 — каркас стойки; 2 — электродвигатель; 3, 4 — фланец и штанга для крепления сменной камеры; 5 — вал, передающий вращение от электродвигателя ножу сменной камеры; 6 — каркас сменной камеры; 7 — нож; 8 — фильтр проточной камеры; 9, 10 — входной и выходной штуцеры проточной камеры

### ИСПЫТАНИЕ ГОМОГЕНИЗАТОРА

Направления исследований выбирались, исходя из назначения гомогенизатора. Экспериментально исследовалась эффективность разрушения растительного материала в обычной камере (б) и камере с фильтром (в). Выяснялось влияние угла заточки

и угла наклона ножей 7 режущего устройства на измельчение материала. Выбранная общая методика исследований включала работу на Гомогенизаторе и проверку результатов работы последующим визуальным и приборным контролем гомогената.

Перечисление операций испытаний приводится

на примере наиболее трудно измельчаемого растительного материала — листьев двухнедельных проростков пшеницы:

- взвешивание, резка ножницами, загрузка в камеру обрабатываемого материала, навеска 25 г;
- разрезка листьев на частицы 1–3 см;
- промывка материала холодной водой;
- заполнение камеры гомогенизатора буфером, охлажденным предварительно до 4 °С (или холодной кипяченой водой для получения питьевого сока) до уровня выхода жидкости из верхнего штуцера камеры; загрузка материала;
- навинчивание камеры на привод;
- включение и плавное выведение за 10–15 с частоты вращения ножа гомогенизатора до максимального значения (12000–15000 об/мин);
- гомогенизация в течение 4 мин; камера охлаждается ванной с хладоагентом;
- после остановки гомогенизатора — слив гомогената через нижний штуцер в центрифужный

стакан; визуальное определение степени измельчения, величины частиц;

- центрифугирование при 3500–4000 об/мин, время центрифугирования 5 мин;
- определение содержания хлорофилла [7] в надосадочной жидкости;
- определение в осадке фотохимической активности хлоропластов с дихлорфенолиндофенолом по методу (по реакции) Хилла [8];
- определение под микроскопом степени повреждения хлоропластов, класса хлоропластов; использован исследовательский биологический микроскоп Биолам И-1, ЛОМО.

При выполнении испытаний в проточном режиме операции аналогичны операциям для метода периодической загрузки с обеспечением протока 100 мл/мин через камеру от верхнего штуцера к нижнему.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Показатели гомогенизации двухнедельных проростков пшеницы

Название показателя	Режим разрушения	
	Непроточный	Проточный
Визуальная и микроскопная оценка качества измельчения в % содержания освобожденных из клеток целых хлоропластов	25.0–30.0	85.0–95.0
Оценка эффективности разрушения листьев по содержанию хлорофиллов в фильтрате в % к содержанию хлорофиллов в листьях	15.0–20.0	75.0–80.0
Оценка активности хлоропластов по фотохимическому восстановлению дихлорфенолиндофенола (ДХФНФ) в мкмоль/хл.·ч	86.0	185.0
Определение % выхода активного материала хлоропластов	30.0–40.0	90.0–95.0
Определение степени повреждения хлоропластов, класс* хлоропластов в %	II: 75.0–80.0; III: 20.0–25.0	I: 20.0–30.0 II: 70.0–80.0

**Примечание.** \* I класс — более 80 % хлоропластов имеют оболочки; II класс — все хлоропласты потеряли оболочки и примерно 30 % из них набухшие; III класс — все хлоропласты увеличены в объеме, они набухшие.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гомогенизатор обеспечивает измельчение растительных и животных тканей в соответствии с его назначением:

полученный гомогенат высокого качества (табл.);

гомогенизация листьев пшеницы в проточном режиме имеет преимущество по выходу неповрежденных и высокоактивных хлоропластов по сравнению с гомогенизацией в режиме периодической загрузки, а также имеет преимущество перед

миксерами бытового назначения при получении питьевого сока (биологически активной добавки).

Наиболее эффективное измельчение материала происходит при углах заточки ножей от 7° до 15° и углах отклонения ножей от горизонтали в верх и вниз от 5° до 30°.

В результате испытаний установлено, что Гомогенизатор пригоден для измельчения растительных и животных тканей в жидких средах с целью последующего использования гомогенатов в исследовательских, аналитических и препаративных работах.

Гомогенизатор можно использовать для приготовления суспензий, эмульсий и растворов.

Камера Гомогенизатора обеспечивает работу в проточном режиме.

В комплекте Гомогенизатора имеется камера, обеспечивающая фильтрацию органелл и биополимеров из зоны измельчения, что позволяет сохранять их высокое качество.

В Гомогенизаторе обеспечен быстрый и удобный доступ внутрь камеры для ее загрузки, разгрузки, смены ножа и мешалки, смены камеры.

В Гомогенизаторе обеспечена возможность качественной промывки, химической и паровой стерилизации деталей.

Если в камеру с фильтром (рис., в) Гомогенизатора вместо ножа установить дисковую мешалку и загрузить камеру мелющими телами (микрошариками диаметром 0.1–0.5 мм), то гомогенизатор превращается в дезинтегратор микроорганизмов. Незначительное дооснащение разработанного гомогенизатора мешалками значительно расширит области его применения. Это — дезинтеграция микроорганизмов, эмульгирование, смешение, экстракция, сверхтонкое измельчение и другое.

Результаты разработки Гомогенизатора дают возможность их использования для выпуска опытных партий этих приборов и широкого применения в различных областях хозяйства, а при небольшой доработке — в быту для получения биологически активных добавок.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проспект фирмы "V. Braun", ФРГ, 1982.
2. Проспект фирмы "UNIPAN", Польша, 1986.
3. *Frazer D.S.* Pat. USA № 3.726.487, cl. 241/46.17, publ. 22.04.73.
4. Каталог "Cole-Parmer Omni Mixer Homoniser Systems". 2001. 648 с.
5. Проспект фирмы "MSE". Англия, публ. № 430/A, 1985.
6. *Христин М.С., Музафаров Е.Н.* Устройство для измельчения растительных тканей и выделения хлоропластов. А. с. № 1645289 // А1. Бюл. № 16. 30.04.91.
7. *Гавриленко В.Ф., Лодыгина М.Е., Хандобин Л.М.* Большой практикум по физиологии растений. М.: Высш. шк., 1975. 392 с.
8. Методы изучения мембран растительных клеток: Учебн. пособие / Под ред. Полевого В.В., Максимова Г.Б., Синютиной Н.Ф. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1986. 192 с.

*Институт биологического приборостроения РАН,  
Пушчино*

Материал поступил в редакцию 22.05.2007.

## HOMOGENIZER FOR VEGETABLE AND ANIMAL TISSUES

**L. Ya. Shestakovsky, A. M. Khokhlov**

*Institute for Biological Instrumentation of the Russian Academy of Sciences, Pushchino*

The homogenizer for vegetable and animal tissues has been designed and tested; the device is intended to prepare under the laboratory conditions samples of homogenized vegetable and animal tissues in liquid media for research work, laboratory analyses, and developing chemical and biotechnological processes, as well as for producing initial material for preparations. Rotation speed of the shaft with knives is smoothly adjustable within range of 1000 to 15 000 rpm. The volume of one milling chamber charge does not exceed 600 cm<sup>3</sup> for chamber 1, 100 cm<sup>3</sup> for chamber 2, and 600 cm<sup>3</sup> for the chamber with a filter. The test has shown that the homogenizer for vegetable and animal tissues can be used to pulverize vegetable and animal tissues in liquid media in order to prepare homogenized products for research, analytical and preparation works. The homogenizer can find applications in preparing suspensions, emulsions, and solutions. The homogenizer chamber can work in the flow-through mode. The homogenizer set comprises a chamber that filters organelles and biopolymers at the output of the milling zone, thus ensuring their high quality. The homogenizer is designed so as to ensure fast and convenient access into the chamber to load and unload it, to replace knives and stirrers, and to change the chamber. The homogenizer component parts contacting with the processed materials can be thoroughly washed and sterilized with chemical reagents and steam.