

УДК 637.147:663.15

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ КРОВИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ НА ФРАКЦИИ

Изгарышев А.В., Кригер О.В., Лапин А.П., Гринюк А.В.

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности,
Кемерово, e-mail: a.izgarishev@rambler.ru

Рассчитаны зависимости значений факторов разделения от частоты вращения ротора для разных условных зон центрифуги СМ-50. Зная, что максимальный фактор разделения на дне, а минимальный у поверхности, предположили, что чем ближе будут эти две точки друг к другу, тем меньше продолжительность процесса фракционирования. Провели расчет продолжительности разделения крови при разных высотах емкостей. Получена динамика изменения расчетной продолжительности разделения крови в этих емкостях в зависимости от частоты вращения ротора. Для проверки адекватности теоретических расчетов были проведены опыты по разделению крови на центрифуге модели СМ-50, у которой конструкция емкости для разделения имеет соотношение радиусов $R/r = 1,8$. В результате работы сделаны выводы. Формулы расчета теоретической продолжительности разделения крови, предложенные Самбурским А.И., имеют адекватное соответствие эмпирическим данным и могут применяться для предварительного расчета теоретической продолжительности разделения крови на фракции. Вариант выполнения емкости для разделяемого вещества в виде сосуда, имеющего небольшую высоту и большой диаметр, позволит интенсифицировать процесс разделения крови и при этом не использовать высоких скоростей вращения, вызывающих гемолиз эритроцитов.

Ключевые слова: фракционный состав, фактор разделения, продолжительность разделения, центрифугирование

INVESTIGATION OF THE SEPARATION OF BLOOD FRACTION OF FARM ANIMALS

Izgaryshev A.V., Kriger O.V., Lapin A.P., Grinyuk A.V.

Kemerovo Technological Institute of The Food Industry, Kemerovo, e-mail: a.izgarishev@rambler.ru

The dependences of the values of the factors of separation from the rotor speed for different conditional zones centrifuge СМ-50. Knowing that the maximum separation factor at the bottom, and the minimum at the surface, suggest that the closer the two points are to each other, the smaller the length of the process of fractionation. Calculated the length of the separation of blood vessels at different altitudes. Obtained dynamics of the estimated duration of the separation of blood in these vessels, depending on the rotational speed of the rotor. To verify the adequacy of the theoretical calculations carried out experiments on the separation of blood in the centrifuge model СМ-50, in which the design capacity for the separation is the ratio of the radii $R/r = 1,8$. As a result of the conclusions made. The formula for calculating the theoretical duration of blood separation proposed Samburskii AI, are adequate to meet the empirical data and can be used for pre-calculating the theoretical length of the separation of blood into fractions. The embodiment of the capacity for the shared material in the form of the vessel, which has a small height and large diameter, will intensify the process of separation of the blood and, thus, do not use high speeds, causing hemolysis.

Keywords: size distribution, the separation factor, the length of separation, centrifugation

Кровь убойных животных представляет собой ценное белоксодержащее сырье для производства разнообразных видов продукции, имеющей широкий спектр ис-

пользования. Кровь состоит из двух основных фракций: эритроцитов и плазмы. Качественный состав обеих фракций представлен в таблице [1].

Качественный состав крови основных убойных животных

Вид животного	Массовая доля, %						
	Влага	Сухой остаток	Общий белок	Гемоглобин	Другие белки	Небелковые вещества	Минеральные вещества
Крупный рогатый скот	81,0	19,0	17,3	10,3	7,0	0,54	0,72
Свиньи	79,1	20,9	18,9	14,2	4,7	0,49	0,91
Мелкий рогатый скот	82,2	17,8	16,4	9,3	7,1	0,55	0,82
Лошади	74,9	25,1	23,7	16,7	7,0	0,43	0,93

Из крови вырабатывают пищевые, технические, кормовые продукты и лечебные препараты. Из пищевых продуктов следует отметить пищевой альбумин светлый

и черный; пищевую сыворотку и плазму [2]. Пищевую сыворотку и плазму крови применяют главным образом в производстве вареных колбас, рубленых полуфа-

брикетов, замороженных полуфабрикатов в тесте. Светлый пищевой альбумин можно применять для тех же целей, что сыворотку и плазму крови; – темный для производства детского гематогена, пентагематогена, препарата гемоглобина [3, 4].

При этом наиболее важные направления переработки крови связаны с их прямым применением. К таким можно отнести производство лечебно-профилактических продуктов, в том числе пользуются и для профилактики железодефицита человека. В связи с этим, очень важно выработать технологии эффективного разделения крови на фракции с минимальными потерями железа.

Целью исследования работы являются математические расчеты продолжительности фракционирования крови и подбор вариантов конструктивных изменений сосудов с разделяемым веществом центрифуг для интенсификации процесса разделения, также определение порогового значения фактора разделения для крови по группам животных.

Материалы и методы исследования

В качестве материалов исследования использовали цельную кровь лошади, крупного рогатого скота (КРС), мелкого рогатого скота (МРС) и свиную кровь.

Для определения продолжительности процесса разделения крови использовали формулы (1) и (2), для определения фактора разделения формулу (4) [5]. Исследование разделения крови проводили на центрифуге модели СМ-50.

Продолжительность разделения t , мин:

$$t = K/S \cdot 60, \quad (1)$$

где K – К-фактор, рассчитываемый по формуле (2) в час·с; S – коэффициент седиментации, с (для эритроцитов $S = 100\ 000$ с).

К-фактор рассчитывается по формуле:

$$K = \ln(R/r_i) / n \cdot 2,54 \cdot 10, \quad (2)$$

где R – наибольший радиус вращения для разделяемого вещества, мм; r_i – наименьший радиус вращения для разделяемого вещества, мм; n – частота вращения ротора центрифуги, об/мин.

Фактор разделения Fr :

$$Fr = 11,18 \cdot 10^{-7} \cdot r \cdot n^2, \quad (3)$$

где r – радиус вращения для разделяемого вещества, мм; n – частота вращения ротора центрифуги, об/мин.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 изображена типичная конструктивная схема роторов лабораторных центрифуг.

Создаваемая при вращении центробежная сила вызывает оседание эритроцитов. Эта сила характеризует фактор разделения,

и он тем больше, чем больше частота и радиус вращения, именно поэтому для каждой условной зоны емкости для разделения он будет различный.

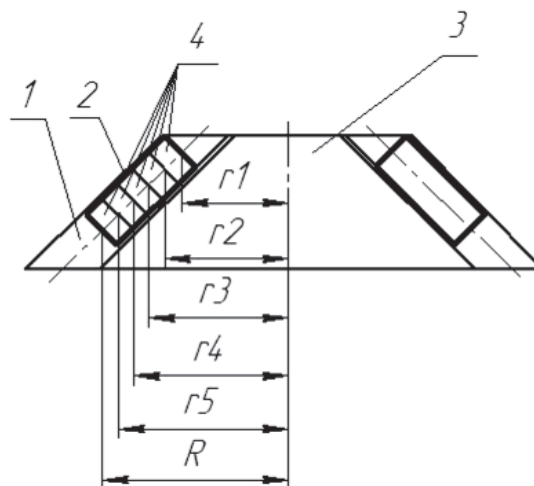


Рис. 1. Типичная конструктивная схема роторов лабораторных центрифуг: 1 – гнездо для емкости с разделяемым веществом; 2 – емкость с разделяемым веществом; 3 – ротор центрифуги; 4 – условные зоны, для которых рассчитывали фактор разделения; R – наибольший среднеобъемный радиус; r_1, r_5 – среднеобъемные радиусы для соответствующих условных зон емкости

На рис. 2 изображены зависимости значений факторов разделения от частоты вращения ротора для разных условных зон центрифуги СМ-50.

Из рис. 2 следует, что значение фактора разделения для крови на дне пробирки больше, чем у свободной поверхности. Зная, что максимальный фактор разделения на дне, а минимальный у поверхности, предположили, что чем ближе будут эти две точки друг к другу, тем меньше продолжительность процесса фракционирования.

Для проверки этого предположения провели расчет продолжительности разделения крови при разных высотах емкостей. При этом сохранили одинаковый объем для всех вариантов емкостей, изменив только их высоту и диаметр. Соответственно соотношение радиусов вращения нижней и верхней точек для этих модельных емкостей будет различное. На рис. 3 представлены эти теоретические модели, на рис. 4 представлена динамика изменения расчетной продолжительности разделения крови в этих емкостях в зависимости от частоты вращения ротора.

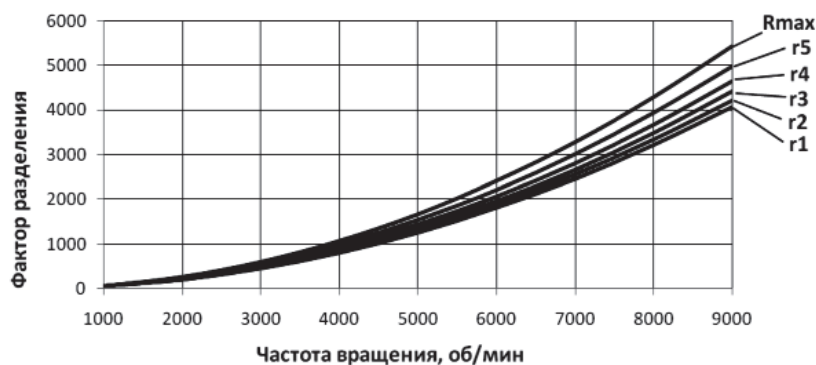


Рис. 2. Зависимость фактора разделения центрифуги от частоты вращения при различных радиусах центрифуги СМ-50:

$R_{max} = 60$ мм, $r_5 = 50$ мм, $r_4 = 43$ мм, $r_3 = 37,5$ мм, $r_2 = 33,3$ мм, $r_1 = 30$ мм

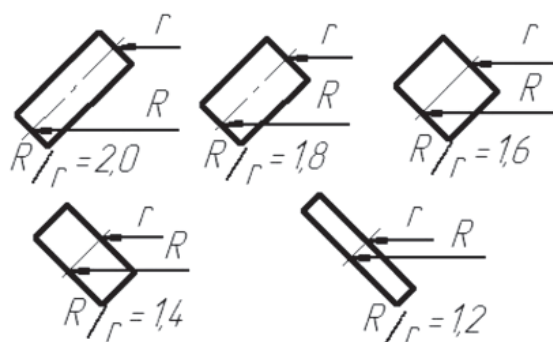


Рис. 3. Теоретические модели емкостей для разделения (для простоты понимания емкости представлены в рабочем положении)

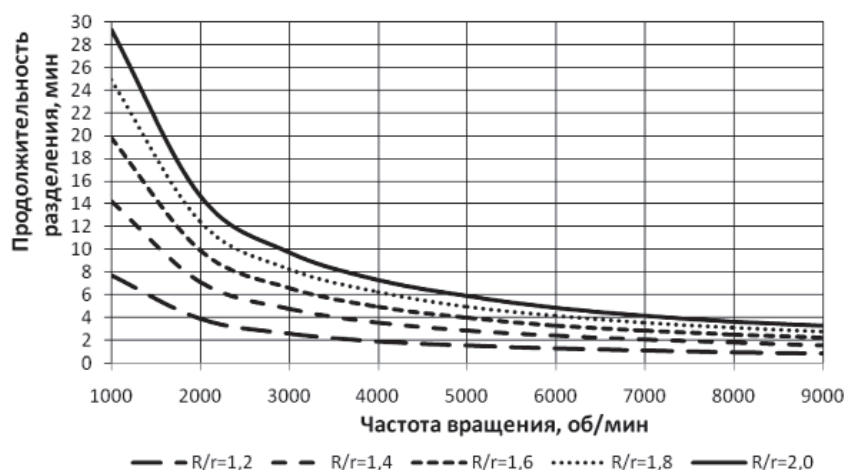


Рис. 4. Зависимость продолжительности разделения крови на фракции от частоты вращения ротора для теоретических моделей емкостей

Данные рис. 3 и 4 говорят о том, что разделение крови наиболее эффективно при небольшом расстоянии между нижней точкой разделения и точкой свободной поверхности жидкости. Следовательно, вариант выполнения емкости для разделяемого вещества в виде сосуда, у которого соотношение наибольшего радиуса вращения

к наименьшему близко к единице, позволит ускорить процесс разделения крови и, при этом поможет не использовать высокие скорости вращения, пагубно влияющие на эритроциты, т.е. разрушая их.

Для проверки адекватности теоретических расчетов были проведены опыты по разделению крови на центрифуге модели

СМ-50, у которой конструкция емкости для разделения имеет соотношение радиусов $R/r = 1,8$. Результаты эмпирических данных

и данные теоретического расчета продолжительности разделения крови на центрифуге СМ-50 представлены на рис. 5.

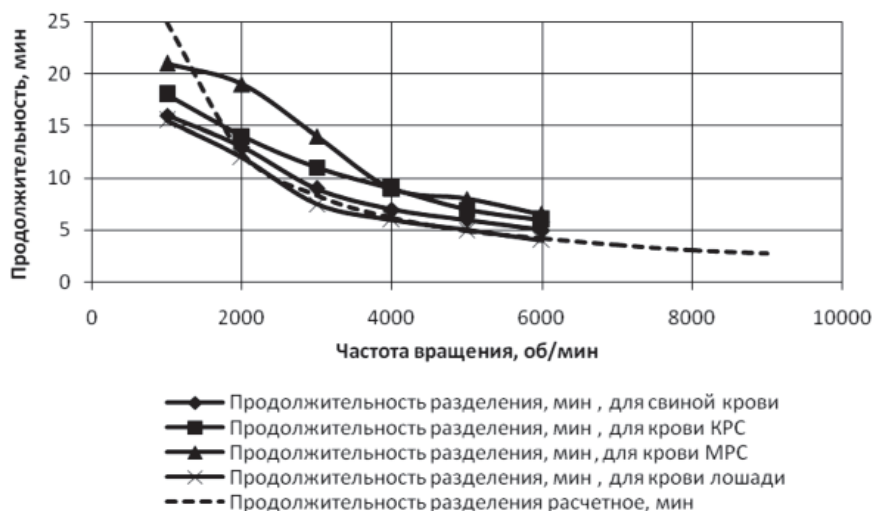


Рис. 5. Результаты эмпирических данных и данные теоретического расчета продолжительности разделения крови на центрифуге СМ-50

Из проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Формулы расчета теоретической продолжительности разделения крови, предложенные Самбурским А.И., имеют адекватное соответствие эмпирическим данным и могут применяться для предварительного расчета теоретической продолжительности разделения крови на фракции;

2. Вариант выполнения емкости для разделяемого вещества в виде сосуда, имеющего небольшую высоту и большой диаметр, позволит интенсифицировать процесс разделения крови и при этом не использовать высокие скорости вращения, вызывающие гемолиз эритроцитов.

Работа выполнена при поддержке научных исследований, проводимых целевыми аспирантами по научному направлению «Науки о жизни (Живые системы)» (Соглашение № 14.132.21.1763).

Список литературы

1. Салаватуллина Р.М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве. – 2-е изд. – СПб.: ГИОРД, 2005. – С. 248.
2. Способ получения альбумина: патент (РФ) № 2140287 (1999). / Г.Б. Кудашева, Ф.З. Хакимова, А.Г. Исрафилов, А.Г. Лютов, С.А. Еникеева.
3. Рогов И.А. Общая технология мяса и мясopодуKтоB / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: КолосС, 2000. – С. 367.

4. Гематоген: патент (РФ) № 2179227 (2002). / О.И. Кочерга.

5. Самбурский А.И. Лабораторные центрифуги. Классификации и рекомендации по использованию // Медтехника и медизделия. – 2008. – № 3 (46). – С. 28–32.

References

1. Salavatulina R.M. Efficient use of raw materials in the production of sausages. 2nd ed. / R.M. Salavatulina. St. Giord, 2005. pp. 248.
2. Patent (Russia) № 2140287 (1999). A method of producing albumin / G.B. Kudashева, F.Z. Khakimov, A.G. Israfilov, A.G. Liutov, S.A. Enikeeva.
3. Rogov I.A. General technology of meat and meat products / I.A. Rogov, A.G. Zabashta, G.P. Kazyulin. Moscow: colossus, 2000. pp. 367.
4. Patent (Russia) № 2179227 (2002). Hematogen / O.I. Pocker.
5. Sambursky A.I. Laboratory centrifuges. Classification and recommendations for the use / A.I. Sambursky // Medtech and medizdeliya, 2008. no. 3 (46). pp. 28–32.

Рецензенты:

Курбанова М.Г., д.т.н., профессор, зав. кафедрой технологии и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», г. Кемерово;

Просеков А.Ю., д.т.н., профессор, ректор, ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», г. Кемерово.

Работа поступила в редакцию 14.12.2012.