



Трибуна молодых ученых

УДК 611.423:619

Ю.А. Рачинский

АРХИТЕКТОНИКА ЛИМФАТИЧЕСКОГО РУСЛА ЖЕЛУДКА СОБАК В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Yu. A. Rachinsky

ARCHITECTONIC OF THE LYMPHATIC CHANNEL OF THE DOG'S STOMACH IN POSTNATAL ONTOGENESIS

Рачинский Ю.А. – асп. каф. ветеринарной медицины Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан. E-mail: urarachinsky@yandex.ru

Rachinsky Yu.A. – Post-Graduate Student, Chair of Veterinary Medicine, Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan. E-mail: urarachinsky@yandex.ru

В статье приводится описание возрастных и локальных особенностей лимфатического русла желудка у собак. Исследование выполнялось в Хакасском государственном университете им. Н.Ф. Катанова (Республика Хакасия). Материалом исследования являлись беспородные собаки (n=58) пяти возрастных групп: новорожденные, периода отъема, периода полового созревания, физиологически зрелые и периода выраженных старческих изменений. В ходе исследования применялись методы внутритканевой инъекции лимфатического русла красителями, изготовления окрашенных тотальных препаратов из лимфатических сосудов, изготовление просветленных препаратов, гистологических срезов, морфометрия. Было установлено, что лимфатические капилляры являются корнями всех оболочек желудка у собак и совместно с лимфатическими посткапиллярами и интраорганными лимфатическими сосудами первого порядка формируют единое лимфомикроциркуляторное русло, залегающее в виде сетей в каждой оболочке органа. Интраорганные лимфатические сосуды желудка у собак имеются в составе всех оболочек органа: слизистой, мышечной и серозной. В состав экстраорган-

ного лимфатического русла желудка у собак входят афферентные лимфатические сосуды, регионарные лимфатические узлы и эфферентные лимфатические сосуды. Регионарными лимфатическими узлами для желудка у собак являются: желудочные, селезеночные, поджелудочно-двенадцатиперстные и печеночные лимфатические узлы.

Ключевые слова: лимфатический капилляр, лимфатический сосуд, лимфатическое русло, лимфатический узел, желудок, собака, постнатальный онтогенез.

The description of age and local features of stomach's lymphatic channel in dogs is given in the study. The research was carried out at Khakass State University named after N.F. Katanov (the Republic of Khakassia). The material of research was mongrel dogs (n=58) of five age groups: newborns, weaning age, puberty age, physiological maturity and old-aged. In the course of study the methods of interstitial injection of coloring material into lymphatic channel, preparing whole-mount stained samples of lymphatic vessels, preparing cleared samples, making histological sections, and morphometry were applied. It was found that lymphatic capillaries were the roots of all gastric membranes in dogs.

and together with all lymphatic post-capillaries and intraorgan lymphatic vessels of the first order form the uniform lymphomicrocircular course lying in the form of networks in each cover of body. Intraorganic lymphatic vessels of the stomach were available for dogs as a part of all covers of body: mucous, muscular and serous. Afferent lymphatic vessels, regional lymph nodes and efferent lymphatic vessels were a part of the extraorganic lymphatic course of the stomach in dogs. Regional lymph nodes for the stomach in dogs were: gastric, splenic, pancreatic and duodenal and hepatic lymph nodes.

Keywords: *lymphatic capillary, lymphatic vessel, lymphatic course, lymph node, stomach, dog, post-natal ontogenesis.*

Введение. Разностороннее изучение морфологии различных систем и органов в условиях нормы и патологии является необходимым условием для наиболее полного понимания всех физиологических процессов, происходящих в живом организме [8–13].

В условиях интенсивного развития служебного, спортивного и домашнего собаководства, перехода на сухие, концентрированные типы кормления животных, резкого ухудшения экологической ситуации и при постоянном действии неадекватных стресс-факторов окружающей природной среды значительно увеличилось количество пациентов с патологией пищеварительного тракта [3].

Для понимания сущности патологий желудка и выбора профилактики и лечения необходимо знание конкретных механизмов их формирования с представлением о структурно-функциональных перестройках всех структурных элементов желудка во взаимосвязи с другими органами [6].

Цель исследования. Выяснить вклад лимфатического русла в патогенез различных патологий желудка у собак. Именно в лимфатических узлах осуществляется лимфодетоксикация путем воздействия на лимфу факторов биофизического, биохимического, иммунного характера [2, 3, 5–7].

Материал и методы исследования. Исследования выполнялись на аутопсийном (органо-комплексы) и биопсийном материале, полученном от 98 клинически здоровых беспородных собак обоего пола.

Лимфатическое русло желудка у собак в постнатальном онтогенезе изучалось на животных пяти возрастных групп: новорожденные (1–7 дней); периодов отъема (1–2 мес.); полового созревания (6–8 мес.); физиологической зрелости (2–6 лет); выраженных старческих изменений (8 лет и старше) в соответствии с классификацией, предложенной С.И. Архангельским [1]. Возраст животных определяли со слов владельцев и уточняли по зубной формуле [4].

В ходе исследования были применены следующие методики изучения лимфатического русла: внутритканевая инъекция лимфатического русла цветными массами; препарирование; изготовление просветленных препаратов из стенки разных отделов желудка, гистологических срезов, окрашенных тотальных препаратов из лимфатических сосудов и капсулы лимфоузлов; световая и электронная микроскопия.

Результаты исследования и их обсуждение. При исследовании просветленных и гистологических препаратов из стенки желудка у собак было установлено, что лимфатические капилляры являются корнями всех оболочек органа и, сплетаясь между собой, а также с лимфатическими посткапиллярами, формируют единое многоплоскостное лимфомикроциркуляторное русло, архитектура которого имеет видовые, возрастные и локальные особенности и обусловлена морфологическими и функциональными особенностями оболочек желудка.

В собственной пластинке слизистой оболочки желудка у собак лимфатические капилляры формируют межжелудочные синусы с колбовидными расширениями. Наиболее густые лимфокапиллярные сети были выявлены в слизистой оболочке дна желудка, что, вероятно, объясняется наибольшей функциональной активностью данного участка.

Лимфокапиллярная сеть слизистой оболочки желудка у собак густо анастомозирует с лимфокапиллярной сетью подслизистой основы слизистой оболочки желудка.

Лимфатические капилляры подслизистой основы слизистой оболочки желудка формируют крупнопетлистую лимфокапиллярную сеть.

Наиболее развитое лимфокапиллярное русло слизистой оболочки и подслизистой основы было выявлено в области малой кривизны желудка, а также пилорической части.

Корнями лимфатического русла мышечной оболочки желудка у собак являются лимфатические капилляры, сплетающиеся в сети, залегающие в трех плоскостях: поверхностной (залегают между мышечными волокнами продольного мышечного слоя); средней (располагается в межмышечной соединительнотканной прослойке) и глубокой (лежит в границах циркулярного мышечного слоя). Наиболее густая и сформированная сеть лимфатических капилляров обнаруживается в продольном мышечном слое желудка в области малой кривизны, а также в пилорическом отделе. В области дна желудка со стороны большой кривизны лимфокапиллярное русло поверхностной сети мышечной оболочки желудка у собак развито слабо.

Корнями лимфатического русла серозной оболочки желудка собак являются извилистые лимфатические капилляры, формирующие сети, залегающие в субсерозном слое. Наибольшую густоту имеют лимфокапиллярные сети серозной оболочки желудка в области его кардиальной части. Также хорошо развиты лимфокапиллярные сети серозной оболочки в области малой кривизны желудка.

Лимфатические капилляры серозной оболочки желудка у собак густо анастомозируют с лимфокапиллярными сетями мышечной оболочки желудка на всем протяжении.

При изучении структуры лимфатических капилляров желудка у собак на тотальных препаратах, окрашенных галлоцианином, было выявлено, что их стенка не содержит в своем составе гладких миоцитов и состоит из эндотелиоцитов. При анализе электронограмм из лимфати-

ческих капилляров стенки желудка у собак было выявлено, что лимфокапиллярная стенка состоит из монослоя крупных эндотелиальных клеток без выраженной базальной мембраны. На поперечном срезе лимфатического капилляра выявлялись 3–5 эндотелиоцитов с разнообразной (округлой с вдавлениями, овальной) формой ядра и типичными для эндотелиоцитов органеллами. На наружной поверхности эндотелиоцитов выявлялись стропные филаменты, вплетенные в окружающие капилляр коллагеновые фибриллы.

Лимфатические посткапилляры были обнаружены нами в подслизистой основе слизистой оболочки, в межмышечной прослойке мышечной оболочки и в подсерозном слое желудка у собак всех возрастных групп. Совместно с лимфатическими капиллярами и интраорганными лимфатическими сосудами первого порядка лимфатические посткапилляры желудка у собак формируют единое лимфомикроциркуляторное русло, залегающее в виде сетей в каждой оболочке органа.

На тотальных препаратах, окрашенных галлоцианином по методу А.В. Борисова, из лимфатических посткапилляров желудка было выявлено, что их стенка не содержит в своем составе гладких миоцитов и целиком представлена монослоем эндотелиальных клеток. На наших препаратах в основном встречались лимфатические посткапилляры с одностворчатыми клапанами полулунной формы, реже двухстворчатыми (рис. 1).

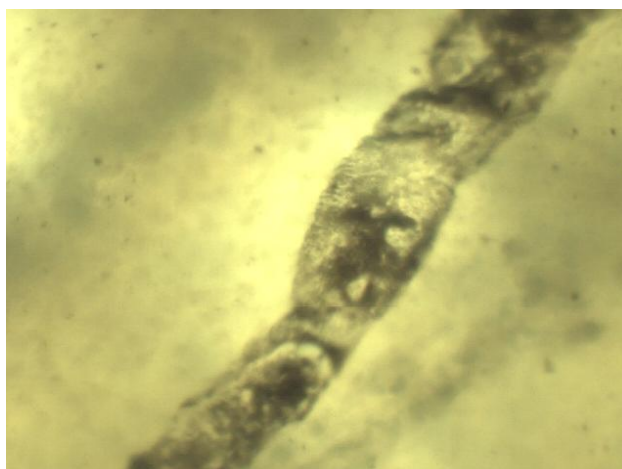


Рис. 1. Фрагмент лимфатического посткапилляра серозной оболочки желудка щенка 7 мес. Просветленный препарат. Увел. 100

В ходе исследования было установлено, что интраорганные лимфатические сосуды желудка у собак имеются в составе всех оболочек органа: слизистой, мышечной и серозной.

В слизистой оболочке желудка у собак нами были выявлены лишь интраорганные лимфатические сосуды первого порядка, которые формируются от слияния между собой 2–3 лимфатических посткапилляров и залегают в собственной пластинке слизистой оболочки. Наиболее развиты лимфатические сосуды слизистой оболочки в зоне малой кривизны желудка, а также в пилорической части.

Интраорганные лимфатические сосуды мышечной оболочки желудка у собак берут начало на месте слияния между собой 2–4 лимфатических посткапилляров и залегают в пространстве между циркулярным и продольным мышечными слоями мышечной оболочки желудка. При этом интраорганные лимфатические сосуды сплетаются с лимфокапиллярной сетью этой зоны.

Интраорганные лимфатические сосуды первого порядка серозной оболочки желудка у собак берут начало на месте слияния 2–4 лимфатических посткапилляров серозной оболочки и залегают в субсерозном слое. Объединяясь между собой по 2–3 сосуда, интраорганные лимфатические сосуды первого порядка формируют лимфатические сосуды второго порядка, а те, в свою очередь, объединяясь по 3–4 – интраорганные лимфатические сосуды третьего порядка. Интраорганные лимфатические сосуды третьего порядка диафрагмальной и висцеральной поверхностей желудка у собак, извиваясь, следуют в направлении малой кривизны желудка и, выходя за пределы органа в желудочно-печеночную связку, переходят в экстраорганные афферентные лимфатические сосуды. Интраорганные лимфатические сосуды третьего порядка донной части желудка в области большой кривизны направляются в желудочно-селезеночную связку, где переходят в афферентные лимфатические сосуды. Интраорганные лимфатические сосуды третьего порядка пилорической части желудка следуют в продольном направлении и, выходя за пределы органа в малый сальник, переходят в афферентные лимфососуды.

Афферентные лимфатические сосуды желудка у собак образуются на месте слияния интраорганных лимфатических сосудов третьего порядка и несут лимфу в направлении различных лимфатических узлов. От кардиальной части желудка лимфа собирается в 3–5 афферентных лимфатических сосудах, следующих в составе малого сальника в желудочные лимфатические узлы, а в некоторых случаях – в селезеночные лимфатические узлы. Афферентные лимфатические сосуды, несущие лимфу от дорсальной части диафрагмальной и висцеральной поверхностей дна желудка в количестве 5–8, направляются в желудочные лимфатические узлы, залегая в непосредственной близости с каудальной и краниальной ветвями желудочной артерии. В некоторых случаях афферентные лимфатические сосуды от данной части желудка в количестве 2–4 доставляли лимфу в печеночные лимфоузлы. От дистальной части дна желудка у собак лимфа собиралась в 3–7 афферентных лимфатических сосудах, залегающих в непосредственной близости с правой желудочно-сальниковой артерией, и следовала в направлении поджелудочно-двенадцатиперстных узлов, а также в селезеночные лимфоузлы (2–4 сосуда). Афферентные лимфатические сосуды от пилорической части желудка у собак в количестве 3–5 отводили лимфу в поджелудочно-двенадцатиперстные лимфатические узлы, а также в печеночные (3–4 сосуда) и желудочные лимфоузлы (2–4 сосуда).

Эфферентные лимфатические сосуды желудка у собак выносят лимфу в направлении различных лимфоузлов.

Так, из желудочных лимфатических узлов эфферентные лимфатические сосуды в количестве 1–3 отводят лимфу в печеночные лимфатические узлы или в селезеночные лимфоузлы. Диаметр данных лимфатических сосудов у взрослых собак составлял 1,7–2,3 мм. Из селезеночных лимфатических узлов лимфа отводится 2–3 эфферентными лимфатическими сосудами в печеночные лимфатические узлы или непосредственно в поясничную цистерну по чревному лимфатическому стволу. Диаметр данных лимфатических сосудов составлял у взрослых собак 2,0–4,7 мм. Эфферентные лимфатические сосуды из поджелудочно-

двенадцатиперстных лимфоузлов отводят лимфу, минуя лимфатические узлы 2-го этапа, непосредственно в поясничную цистерну через чревный лимфатический ствол. Диаметр данных лимфатических сосудов составлял у взрослых собак 1,9–3,0 мм.

Из печеночных лимфатических узлов отток лимфы осуществляется по 2-му (26%) или 3-му (71% случаев) эфферентным лимфатическим сосудам непосредственно в поясничную цистерну по чревному лимфатическому стволу. Диаметр данных лимфатических сосудов составлял у взрослых собак 2,8–5,1 мм.

По нашим сведениям, регионарными лимфатическими узлами для желудка у собак являются: желудочные лимфатические узлы, селезеночные лимфатические узлы, поджелудочно-двенадцатиперстные лимфоузлы и печеночные лимфатические узлы.

Желудочные лимфатические узлы являются непостоянными, были выявлены в 52 % случаев. Данные лимфатические узлы в количестве одного или двух залегают в средней части малой кривизны желудка в непосредственной близости с каудальной и краниальной ветвями левой желудочной артерии (рис. 2, 3).



Рис. 2. Желудочный лимфатический узел у самца собаки 4 лет. Нативный препарат. Внутритканевая инъекция лимфатического русла синей массой Герота

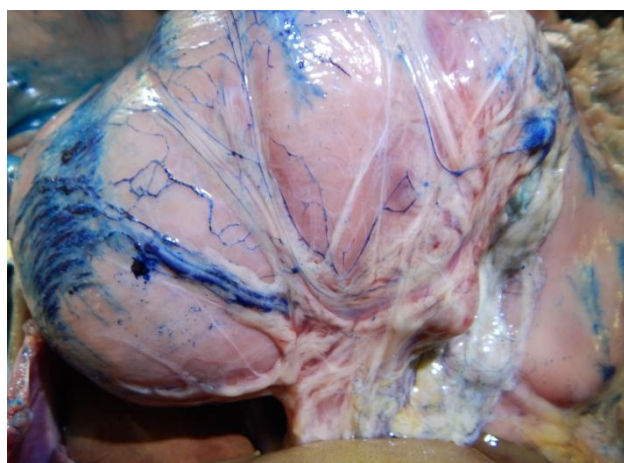


Рис. 3. Желудочные лимфатические узлы у самки собаки 3 лет. Нативный препарат. Внутритканевая инъекция лимфатического русла синей массой Герота

Лимфатические узлы этой группы имеют сероватый или серо-розовый цвет, шаровидную или овально-округлую форму. В данные лимфа-

тические узлы впадают афферентные лимфатические сосуды от кардиальной части желудка, от дорсальной части диафрагмальной и висце-

ральной поверхностей дна желудка и от пилорической части желудка. Отток лимфы из данных лимфатических узлов происходит в печеночные и селезеночные лимфоузлы.

Селезеночные лимфатические узлы в количестве 1–4 локализуются в воротах селезенки в непосредственной близости с селезеночной артерией. Узлы имеют овально-округлую, уплощенно-овальную или шаровидную форму и сероватый цвет (у щенков серо-розовый). В селезеночные лимфоузлы происходит отток лимфы от кардиальной и дистальной части дна желудка. Отток лимфы из данных лимфатических уз-

лов происходит непосредственно в поясничную цистерну по чревному лимфатическому стволу или в печеночные лимфатические узлы.

Поджелудочно-двенадцатиперстные лимфоузлы в количестве 1–2 залегают в брыжейке поджелудочной железы в изгибе двенадцатиперстной кишки на поджелудочно-двенадцатиперстной артерии в месте ответвления ее поджелудочной ветви. Лимфатические узлы этой группы имели овально-округлую форму, серый или серо-розовый (у щенков) цвет (рис. 4).

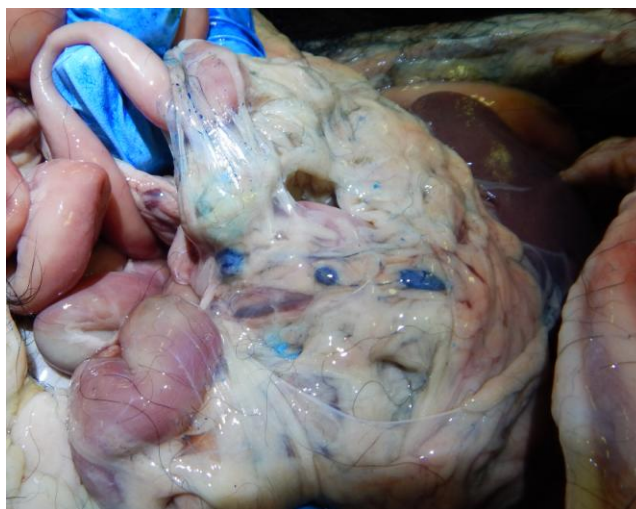


Рис. 4. Цепочка из трех поджелудочно-двенадцатиперстных лимфатических узлов у самца собаки 6 лет. Нативный препарат. Внутритканевая инъекция лимфатического русла синей массой Герота

Данные лимфатические узлы принимают лимфу от дистальной части дна и от пилорической части желудка. Отток лимфы из этих лимфатических узлов происходит непосредственно в поясничную цистерну через чревный лимфатический ствол.

Печеночные лимфатические узлы были выявлены у всех исследованных животных. Данные лимфатические узлы в количестве 1–2 залегают в воротах печени на печеночной артерии и имеют удлинено-овальную форму и серо-коричневый или серый (у щенков) цвет.

В лимфоузлы этой группы происходит приток лимфы от дорсальной части диафрагмальной и висцеральной поверхностей дна желудка и от пилорической части желудка.

Выводы. Таким образом, лимфатические капилляры являются корнями всех оболочек

желудка у собак и совместно с лимфатическими посткапиллярами и интраорганными лимфатическими сосудами первого порядка формируют единое лимфомикроциркуляторное русло, залегающее в виде сетей в каждой оболочке органа. Интраорганные лимфатические сосуды желудка у собак имеются в составе всех оболочек органа: слизистой, мышечной и серозной. В состав экстраорганного лимфатического русла желудка у собак входят афферентные лимфатические сосуды, регионарные лимфатические узлы и эфферентные лимфатические сосуды. Регионарными лимфатическими узлами для желудка у собак являются: желудочные, селезеночные, поджелудочно-двенадцатиперстные и печеночные лимфатические узлы.

Литература

1. *Архангельский С.И.* Некоторые данные и характеристика возрастных периодов жизни собаки // Бюл. морфологии и физиологии. – Благовещенск: Амур. кн. изд-во, 1965. – С. 41–76.
2. *Асташова Т.А., Асташов В.В., Морозов С.В.* Изучение дренажно-детоксикационной функции лимфатической системы при моделировании хронического экзотоксикоза и его коррекции // Бюл. СО РАМН. – 1999. – № 2. – С. 76–81.
3. *Бахтинов В.А.* Использование однорядного непрерывного шва и препарата СГОЛ-1-40 при проведении гастротомии у собак: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – М., 2005.
4. *Белов, А.Д., Данилов, Е.П., Дукур, И.И.* Бolestи собак: справ. – М.: Агропромиздат, 1990. – 368 с.
5. *Бородин Ю.И.* Лимфосанация и оздоровительная медицина // Лечебная и восстановительная медицина: мат-лы заседания научного совета ЦЭЭР. – Новосибирск: Арт-Пресс, 2009. – Вып. 2. – С. 5–10.
6. *Гаскина Т.К., Горчаков В.Н.* Морфофункциональная характеристика лимфатического узла при экспериментальной острой язве желудка // Вестн. Санкт-Петербург. ун-та. Сер. 11. – 2009. – Вып. 2.
7. *Сафина А.Ф., Воронцова Е.В., Гришанова А.Ю.* [и др.]. Экспрессия изоформ цитохрома Р-450 в лимфатических узлах // Проблемы экспериментальной клинической и профилактической лимфологии: мат-лы Междунар. симп. – Новосибирск, 2000. – С. 258–259.
8. *Складнева Е.Ю.* Функциональная морфология лимфатического русла мочевого пузыря домашних плотоядных в постнатальном онтогенезе. – Абакан: Изд-во ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2010. – 128 с.
9. *Трясучев П.М., Бикбулатов З.Т., Машак А.Н.* Пути лимфотока в мезентериальных лимфоузлах человека и некоторых копытных, грызунов и хищных // Лимфатические и кровеносные пути: мат-лы Всесоюз. конф. – Новосибирск, 1976. – С. 170–171.
10. *Чумаков В.Ю., Борисов А.В., Горяева Н.А.* [и др.]. Лимфангионы сердца. – Абакан: Изд-во ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 1999. – 242 с.
11. *Чумаков В.Ю., Складнева Е.Ю., Башмакова Т.Н.* [и др.]. Архитектоника лимфатического русла сетки и книжки овец в постнатальном онтогенезе / Краснояр. гос. аграр. ун-т; Хакас. филиал. – Красноярск, 2013. – 143 с.
12. *Adams D.R.* Canine anatomy a systemic study. Iova State Press // A Blackwell Publishing Company. – 2004. – 455 p.
13. *Budras K.-D., McCarthy P.H., Horowitz A.* [et al.]. Anatomy of the Dog. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. – Hannover, 2007. – 218 p.

Literatury

1. *Arhangel'skij S.I.* Nekotorye dannye i harakteristika vozrastnyh periodov zhizni sobaki // Bjul. morfologii i fiziologii. – Blagoveshhensk: Amur. kn. izd-vo, 1965. – S. 41–76.
2. *Astashova T.A., Astashov V.V., Morozov S.V.* Izuchenie drenazhno-detoksikacionnoj funkcii limfaticheskoj sistemy pri modelirovanii hronicheskogo jekzotoksikoza i ego korrekcii // Bjul. SO RAMN. – 1999. – № 2. – S. 76–81.
3. *Bahtinov V.A.* Ispol'zovanie odnorjadnogo nepreryvnogo shva i preparata SGOL-1-40 pri provedenii gastrotomii u sobak: avtoref. dis. ... kand. vet. nauk. – M., 2005.
4. *Belov, A.D., Danilov, E.P., Dukur, I.I.* Bolesti sobak: sprav. – M.: Agropromizdat, 1990. – 368 s.
5. *Borodin Ju.I.* Limfosanacija i ozdorovitel'naja medicina // Lechebnaja i vosstanovitel'naja medicina: mat-ly zasedanija nauchnogo soveta SJeJeR. – Novosibirsk: ArtPress, 2009. – Vyp. 2. – S. 5–10.
6. *Gaskina T.K., Gorchakov V.N.* Morfofunkcional'naja harakteristika limfaticeskogo uzla pri jeksperimental'noj ostroj jazve zheludka // Vestn. Cankt-Peterburg. un-ta. Ser. 11. – 2009. – Vyp. 2.
7. *Safina A.F., Voroncova E.V., Grishanova A.Ju.* [i dr.]. Jekspressija izoform citohroma R-450 v limfaticeskih uzlah // Problemy jeksperimental'noj klinicheskoi i

- profilakticheskoj limfologii: mat-ly Mezhdunar. simp. – Novosibirsk, 2000. – S. 258–259.
8. *Skladneva E.Ju.* Funkcional'naja morfologija limfaticeskogo rusla mochevogo puzyrja domashnih plotojadnyh v postnatal'nom ontogeneze. – Abakan: Izd-vo HGU im. N.F. Katanova, 2010. – 128 s.
 9. *Trjasuchev P.M., Bikbulatov Z.T., Mashak A.N.* Puti limfotoka v mezenterial'nyh limfouzlah cheloveka i nekotoryh kopytnyh, gryzunov i hishnyh // Limfaticeskie i krovenosnye puti: mat-ly Vsesojuz. konf. – Novosibirsk, 1976. – S. 170–171.
 10. *Chumakov V.Ju., Borisov A.V., Garjaeva N.A.* [i dr.]. Limfangiony serdca. – Abakan: Izd-vo HGU im. N.F. Katanova, 1999. – 242 s.
 11. *Chumakov V.Ju., Skladneva E.Ju., Bashmakova T.N.* [i dr.]. Arhitektonika limfaticeskogo rusla setki i knizhki ovec v postnatal'nom ontogeneze / Krasnojarsk. gos. agrar. un-t; Hakas. filial. – Krasnojarsk, 2013. – 143 s.
 12. *Adams D.R.* Canine anatomy a systemic study. Iowa State Press // A Blackwell Publishing Company. – 2004. – 455 p.
 13. *Budras K.-D., McCarthy P.H., Horowitz A.* [et al.]. Anatomy of the Dog. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. – Hannover, 2007. – 218 p.



УДК 637.14

А.А. Гущин

КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫМ ВЫМОРАЖИВАНИЕМ

A.A. Gushchin

CONCENTRATION OF CURD WHEY BY SEPARATING FREEZING

Гущин А.А. – асп. каф. теплохладотехники Кемеровского технологического института пищевой промышленности (университета), г. Кемерово. E-mail: GuschinAA@suek.ru

Gushchin A.A. – Post-Graduate Student, Chair of Heating Ventilation and Air Conditioning, Kemerovo Institute of Food Industry Technology (University), Kemerovo. E-mail: GuschinAA@suek.ru

Разделительное вымораживание является одним из наиболее щадящих способов переработки жидких пищевых продуктов, позволяющих повысить их концентрацию для продления сроков хранения либо для выделения определенных компонентов. Цель работы – исследование процессов, происходящих при криоконцентрировании молочной сыворотки. Опыты по разделительному вымораживанию проводили при температурах теплообменной поверхности от минус 2 до минус 10 °С. Установлено, что наибольшая скорость льдообразования наблюдается на протяжении первых минут разделительного вымораживания. При температуре минус 2 °С через 5 минут процесса скорость льдообразования составляла

22 мм/час, а при температуре теплообменной поверхности минус 10 °С это значение составляло 72 мм/час. Обнаружено, что чем выше температура теплообменной поверхности, тем более пологий характер имеет динамика изменения содержания сухих веществ в концентрате. То же самое относится к концентрации сухих веществ в образующемся льду. Во всех случаях наибольшая скорость повышения концентрации сухих веществ наблюдалась в течение первых 5–10 мин. При температурах теплообменной поверхности ниже минус 6 °С через 30 мин после начала процесса наблюдается значительное снижение скорости повышения концентрации сухих веществ. Рассчитана величина потерь сухих