

Библиографический список

1. Журкина Л.С., Уханова Ю.А., Никишин А.Ф. Влияние политики импортозамещения на торговлю российской Федерации // Инновационная наука. – 2015. – Т. 1. – № 5. – С. 103-105.
2. Красюк И.Н., Феоктистова Е.М. Инновации в розничной торговле // Научный альманах. – 2015. – № 4 (6). – С. 39-51.
3. Маслова А.Е., Тимяшева Е.Т., Никишин А.Ф. Разнообразие каналов продаж как перспективное направление развития розничной торговли // Инновационная наука. – 2015. – Т. 1. – № 5. – С. 195-197.
4. МУ 4.1./4.2.2484-09. Методические указания по оценке подлинности и выявлению фальсификации молочной продукции. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 28 с.
5. Прокопьева А.В. Венчурная деятельность: от идеи к инновации // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2012. – № 40 (40). – С. 86.
6. Юрова Е.А. Фальсификация жировой фазы молочных продуктов жирами немолочного происхождения // Молочная промышленность. – 2015. – № 11. – С. 24-25.
7. Юрова Е.А., Кобзева Т.В. Требования законодательства к побочным продуктам переработки молока // Молочная промышленность. – 2015. – № 12. – С. 32-34.
8. Affertsholt T., Fenger M. Whey Book 2014 – The Global Market for Whey and Lactose Ingredients 2014-2017 / 3A Business Consulting, August, 2014. – 146 p.

References

1. Zhurkina L.S., Ukhanova Yu.A., Nikishin A.F. Vliyanie politiki importozameshcheniya na torgovlyu rossiyskoy Federatsii // Innovatsionnaya nauka. – 2015. – Т. 1. – № 5. – С. 103-105.
2. Krasyyuk I.N., Feoktistova E.M. Innovatsii v roznichnoy torgovle // Nauchnyy al'manakh. – 2015. – № 4 (6). – С. 39-51.
3. Maslova A.E., Timyasheva E.T., Nikishin A.F. Raznoobrazie kanalov prodazh kak perspektivnoe napravlenie razvitiya roznichnoy torgovli // Innovatsionnaya nauka. – 2015. – Т. 1. – № 5. – С. 195-197.
4. MU 4.1./4.2.2484-09. Metodicheskie ukazaniya po otsenke podlinnosti i vyyavleniyu fal'sifikatsii molochnoy produktsii. – M.: Federal'nyy Tsentri gigiyeny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2009. – 28 s.
5. Prokop'eva A.V. Venchurnaya deyatel'nost': ot idei k innovatsii // Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyy nauchnyy zhurnal. – 2012. – № 40 (40). – С. 86.
6. Yurova E.A. Fal'sifikatsiya zhirovoy fazy molochnykh produktov zhirami nemolochnogo proiskhozhdeniya // Molochnaya promyshlennost'. – 2015. – № 11. – С. 24-25.
7. Yurova E.A., Kobzeva T.V. Trebovaniya zakonodatel'stva k pobochnym produktam pererabotki moloka // Molochnaya promyshlennost'. – 2015. – № 12. – С. 32-34.
8. Affertsholt T., Fenger M. Whey Book 2014 – The Global Market for Whey and Lactose Ingredients 2014-2017 / 3A Business Consulting, August, 2014. – 146 p.



УДК 664.73: 658.27

С.Ю. Бузоверов
S.Yu. Buzoverov

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕОРИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАГИ
В ЗЕРНОВОМ МАТЕРИАЛЕ ПРИ ЕГО ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ
НА СПИРАЛЬНОМ ШНЕКЕ**

**STUDY OF THE THEORY OF MOISTURE DISTRIBUTION IN GRAIN MATERIAL
UNDER HYDROTHERMAL TREATMENT IN SPIRAL SCREW**

Ключевые слова: перерабатывающая промышленность, зерновой материал, гидротермическая обработка, распределение влаги, спиральный шнек.

Экспериментальные исследования и развитие теории процесса увлажнения зерна актуальны для научного обоснования совершенствования процесса, оборудования и технологического режима

переработки зерна, обеспечивающих высокое качество готовой продукции. Один из путей решения данной проблемы видится в совершенствовании процесса увлажнения зерна перед помолом посредством улучшения производительности шнекового увлажнителя и повышения эффективности его работы. Цель исследований – изучение теории распределения влаги в зерновом материале в процессе его гидротермической обработки на

спиральном шнеке. Задачи исследований: определить математическую модель распределения влаги в сыпучем материале по вертикали и горизонтали в шнековом увлажнителе; теоретическое определение производительности шнекового увлажнителя и определение угла внутреннего трения материала. На эффективность смешивания зерна и влаги влияют плотность исходных компонентов, гранулометрический состав (форма, размеры, дисперсионное распределение по степени крупности для неоднородных компонентов) частиц компонентов смеси, влажность компонентов, состояние поверхности частиц, силы трения и адгезии поверхностей частиц и т.д. Среднее значение угла внутреннего трения φ для зерна пшеницы без указания влажности, при которой этот угол определяется, составило 35° . Найденная производительность согласуется с паспортной для выбранной мельницы ($Q_{\text{пасп.}} = 700 \text{ кг/ч}$). Отклонение составляет $3,6\%$, что в пределах допустимого.

Keywords: processing industry, grain material, hydrothermal treatment, moisture distribution, spiral auger.

Experimental research and development of the theory of grain moistening are topical for scientific

substantiation of improvement of the process, equipment and technological mode of grain processing which ensure high-quality finished products. One solution to this problem lies in improving grain moistening before grinding by improving the efficiency of tempering screw and improving its performance. The research goal is to study the theory of moisture distribution in grain material during hydrothermal treatment in spiral screw. The research objectives included the following: 1) to define mathematical model of moisture distribution in loose material in vertical and horizontal directions in tempering screw; 2) theoretical definition of tempering screw performance and determination of angle of material internal friction. The efficiency of grain and moisture mixing is affected by the density of initial components, particle size distribution (shape, size, dispersion distribution of particle sizes for heterogeneous components) of mixture components, moisture of components, state of particle surface, forces of friction and adhesion of particle surfaces, etc. The average value of the internal friction angle φ for wheat without moisture indication at angle determination made 35° . The calculated capacity was consistent with the rated capacity of the selected mill ($Q_{\text{rated}} = 700 \text{ kg h}$). The deviation is 3.6% which is within tolerance.

Бузоверов Сергей Юрьевич, к.с.-х.н., доцент, каф. механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-56. E-mail: s-buzoverov@mail.ru.

Buzoverov Sergey Yuryevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agricultural Production Mechanization and Processing, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-56. E-mail: s-buzoverov@mail.ru.

Зерно злаковых культур является основой создания продовольственного фонда Российской Федерации. Особую значимость приобретает данный факт в условиях импортозамещения, поэтому предполагается повышать производство зерна и развивать последующую его переработку в продукты питания.

В связи с этим экспериментальные исследования и развитие теории процесса увлажнения зерна актуальны для научного обоснования совершенствования процесса, оборудования и технологического режима переработки зерна, обеспечивающих высокое качество готовой продукции.

Один из путей решения данной проблемы – совершенствование процесса увлажнения зерна перед помолом посредством улучшения производительности шнекового увлажнителя и повышение эффективности его работы [1, 2].

Цель исследований – изучение теории распределения влаги в зерновом материале в процессе его гидротермической обработки на спиральном шнеке.

Задачи исследований:

1) определить математическую модель распределения влаги в сыпучем материале

по вертикали и горизонтали в шнековом увлажнителе;

2) теоретическое определение производительности шнекового увлажнителя и определение угла внутреннего трения материала.

Результаты исследований

Оборудование для увлажнения предназначено для получения однородной смеси зернового материала и воды путем их смешивания.

Эффективность увлажнения при смешивании оценивают такими показателями, как однородность полученной смеси, а для качественной оценки используют коэффициент неоднородности. Практически однородной считается смесь, в которой содержание компонентов в любом ее объеме не отличается от заданного содержания для всей смеси.

На эффективность смешивания влияют плотность исходных компонентов, гранулометрический состав (форма, размеры, дисперсионное распределение по степени крупности для неоднородных компонентов) частиц компонентов смеси, влажность компонентов, состояние поверхности ча-

стиц, силы трения и адгезии поверхностей частиц и т.д.

Для определения степени однородности полученной смеси выделяют один основной компонент, а остальные объединяют в другой условный компонент. При этом полагают, что если основной компонент смеси распределен равномерно, то и все остальные компоненты распределены также удовлетворительно.

Коэффициент неоднородности смеси k_c (%) представляет собой отношение содержания основного компонента к его средней массовой доле смеси:

$$k_c = 100 (\sigma_c / c_{cp}) = (100 / c_{cp}) \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(c_i - c_{cp})^2}{(n-1)}}, \quad (1)$$

где σ_c – среднее квадратичное отклонение содержания основного компонента, %;

c_{cp} – средняя массовая доля основного компонента в смеси, %;

c_i – массовая доля основного компонента в i -й пробе, %;

n – число проб.

Чем меньше k_c , тем равномернее смесь, что характеризует эффективность работы смесителей, при $k_c < 10\%$ эффективность смеси считается хорошей.

При большой разнице в плотности и гранулометрическом составе компонентов достижение необходимой степени смешивания затруднено и требует значительного времени.

Процесс смешивания для вращающихся смесителей описывается с помощью двухпараметрической диффузионной модели

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -v \frac{\partial c}{\partial x} + B_L \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial R}{\partial R} \frac{\partial}{\partial R} \left(R \frac{\partial c}{\partial R} \right), \quad (2)$$

где v – линейная скорость потока материала;

B_L – коэффициент пропорциональности перемешивания;

B_R – коэффициент поперечного перемещения;

R – радиус поперечного сечения смесителя.

Анализ показывает, что смешивание условно состоит из трех элементарных процессов:

конвективного смешивания – перемещение групп частиц из одного объема смеси в другой внедрением и скольжением слоев;

диффузионного смешивания – постепенное перемещение частиц различных компонентов через вновь образованные границы их раздела;

сегрегации – сосредоточение близких по форме, массе и размерам частиц в различных местах смесителя.

Если разделить по времени смешивание на три интервала, то в первом преобладает конвективное смешивание, во втором – диффузионное, в третьем – сегрегация. Первые два процесса способствуют равномерному распределению частиц в смеси, последний препятствует этому. Поэтому целесообразно заканчивать процесс в конце второго интервала смешивания.

Теория распределения жидкости в слое зернистого материала по вертикали. При движении жидкости или газа через слой зернистого материала считают, что поток одновременно обтекает отдельные частицы или элементы слоя и движется внутри пор и пустот, образующих систему извилистых каналов переменного сечения. Изучение такого движения составляет смешанную задачу гидродинамики. Слой зернистого материала при этом может быть неподвижным или подвижным (взвешенным). Движение жидкости или газа в слое зернистых материалов или насадочных тел зависит от многих факторов: направления потока газа или жидкости (восходящий или нисходящий), скорости потока, гидравлического сопротивления слоя (высоты слоя, его однородности, размера частиц, их формы), удельной поверхности частиц и их скорости витания [3].

Основные характеристики движения в слое. Гидравлическое сопротивление $\Delta p_{сл}$ неподвижного слоя высотой h_0 и площадью поперечного сечения $f = nD^2/4$ определяется по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta p_{сл} = \lambda \frac{l}{d_{эkv}} \frac{\rho v^2}{2}, \quad (3)$$

где $l = h_0 \Phi$ – длина каналов в слое, по которым движется поток, м;

Φ – коэффициент, учитывающий извилистость каналов в слое;

$d_{эkv}$ – эквивалентный диаметр каналов зернистого слоя, м;

ρ – плотность жидкости или газа, образующего поток, кг/м^3 ;

λ – коэффициент гидравлического трения;

v – истинная скорость потока в каналах зернистого слоя, м/с.

Истинная скорость потока в каналах зернистого слоя:

$$v = \frac{v_0}{\epsilon}, \quad (4)$$

где v_0 – скорость потока, отнесенная к полному поперечному сечению аппарата (фиктивная скорость), м/с;

\square – порозность слоя (объемная доля газа или жидкости в слое).

Процесс увлажнения зернового материала в предлагаемом увлажнителе. Согласно патенту на изобретение № 2555570 «Устройство для увлажнения зерна», предлагается увлажнитель спирального типа, работа которого аналогична шнековому одновальному смесителю (рис. 1).

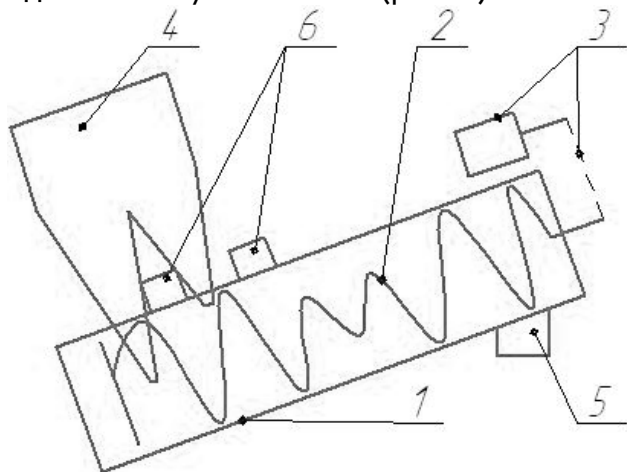


Рис. 1. Предлагаемый увлажнитель

В рассматриваемом устройстве процесс увлажнения можно разбить на 2 этапа:

1-й этап – распределение влаги по вертикали. При этом для обеспечения более равномерного распределения влаги по высоте зернового материала патрубок разделен на две части. Причем по одной трубке вода подается на нижнюю часть зернового материала, а по второй – на верхнюю часть материала. Это должно обеспечить более равномерное распределение влаги по вертикали в приемной части увлажнителя. Математических моделей по распределению влаги по вертикали с дифференцированным вводом влаги в зерновой материал не обнаружено.

2-й этап – окончательное распределение влаги при движении материала вдоль шнека (спирали) [4].

Согласно теории горизонтальных конвейеров производительность их определяется по формуле [5]:

$$Q = 48 \cdot n_s \cdot S_{вт} \cdot \rho \cdot h^2 \cdot \sqrt{\frac{D_s}{h} - 1}; \quad (5)$$

где n_s – частота вращения винта, об/мин. (зависит от транспортируемого материала (принимается максимальную – 140 об/мин.);

ρ – плотность (объемная масса) перемещаемого материала, кг/м³ (для зерна пшеницы $\rho = 780$ кг/м³);

расчетная высота слоя движущегося материала, м;

D_s – диаметр винта должен быть в 12 раз больше размера типичных кусков сортированных грузов и в 4 раза больше размера типичных кусков рядовых грузов. Согласно справочным данным принимается диаметр винта (шнека) 100, 125, 150, 250, 300, 400 и 600 мм; примем $D_s = 100$ мм = 0,1 м;

$S_{вт}$ – шаг винта равен диаметру винта горизонтальных увлажнителей и составляет 0,8 диаметра винта.

Как показывает анализ, именно высота слоя h зависит в первую очередь от свойств транспортируемого материала и в первую очередь от угла внутреннего трения φ (так называемого угла обрушения сыпучего тела) [6, 7].

Расчетная высота движущегося слоя h определяется исходя из рисунка 2.

При $\beta = 0$ угол обрушения сыпучего материала $\alpha_{об}$ будет равен углу естественного откоса или углу внешнего трения φ (рис. 2) тогда:

$$h = D_s - l_{вт} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{об} > 0, \quad (6)$$

где D_s – диаметр винта, м;

$l_{вт}$ – расстояние между концами соседних витков в зоне подвешного подшипника, м.

Исходя из конструкций горизонтальных конвейеров величина $l_{вт}$ равна шагу винта $S_{вт}$:

$$l_{вт} = S_{вт}. \quad (7)$$

Уравнение (6) перепишем:

$$h = D_s - S_{вт} \cdot \operatorname{tg} \varphi. \quad (8)$$

При увлажнении величина угла внутреннего трения φ будет меняться от φ_{\min} до φ_{\max} . Следовательно, будет увеличиваться значение $\operatorname{tg} \varphi$ и изменится величина h .

В литературе не обнаружено экспериментального подтверждения по зависимости высоты слоя от φ и, соответственно, влажности материала. Из литературных источников можно найти лишь среднее значение угла внутреннего трения φ для конкретной культуры без указания влажности, при которой этот угол определяется.

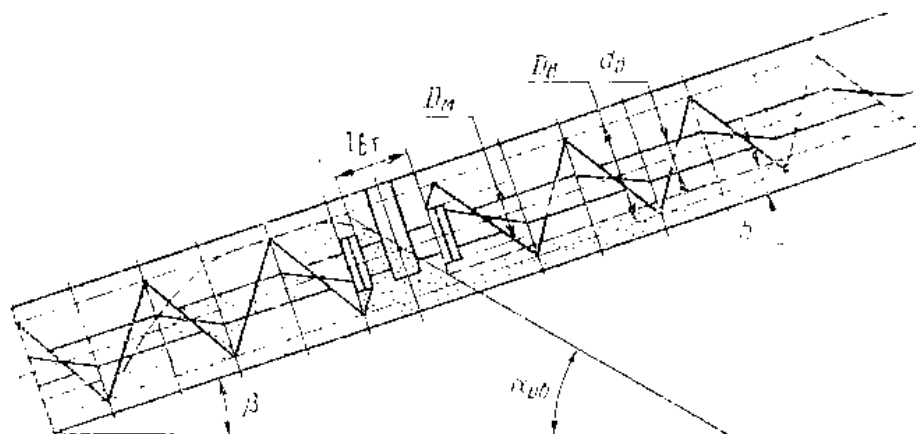


Рис. 2. Схема винтового конвейера

При $\varphi = 35^\circ$ величина h из уравнения (6) определится как

$$h = D_v - S_{вт} \cdot \operatorname{tg}35^\circ. \quad (9)$$

В предлагаемой конструкции диаметр r и шаг винта равны и составляют 100 мм, тогда $h = 0,1 - 0,1 \cdot 0,7 = 0,03$ м.

Из уравнения (6) выразить h не представляется возможным. Однако зная величину h , найденную из уравнения (9), можно найти предполагаемую производительность увлажнителя

$$Q_{\text{пред.}} = 48 \cdot 140 \cdot 0,1 \cdot 780 \cdot 0,03^2 \cdot \sqrt{\frac{0,1}{0,03} - 1} = 722 \text{ кг/ч.}$$

Найденная производительность согласуется с паспортной для выбранной мельницы ($Q_{\text{пасп.}} = 700$ кг/ч). Отклонение составляет 3,6%, что в пределах допустимого.

Выводы

На эффективность смешивания зерна и влаги влияют плотность исходных компонентов, гранулометрический состав (форма, размеры, дисперсионное распределение по степени крупности для неоднородных компонентов) частиц компонентов смеси, влажность компонентов, состояние поверхности частиц, силы трения и адгезии поверхностей частиц и т.д.

Среднее значение угла внутреннего трения φ для зерна пшеницы без указания влажности, при которой этот угол определяется, составило 35° . Найденная производительность согласуется с паспортной для выбранной мельницы ($Q_{\text{пасп.}} = 700$ кг/ч). Отклонение составляет 3,6%, что в пределах допустимого.

Библиографический список

1. Бутковский В.А., Мерко А.И., Мельников Е.М. Технология зерноперерабатывающих производств. – М.: Интерграф сервис, 1999. – 472 с.
2. Алексеев Г.В., Вороненко Б.А., Лукин Н.И. Математические методы в пищевой инженерии: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2012. – 176 с.
3. Егоров Г.А. Гидротермическая обработка зерна. – М.: Колос, 1968. – 96 с.
4. Устройство для увлажнения зерна / Пат. № 2555570 Российская Федерация МПК В02В 1/04 / Лобанов В.И., Бузоверов С.Ю., Дёмин В.А., Капустин Н.И., Желтунов М.Г., Федорченко С.П.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный аграрный университет». – № 2014118160/13; заявл. 05.05.2014; опубл. 10.07.2015, Бюл. № 19.
5. Процессы и аппараты пищевых производств / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.В. Логинов и др.; под ред. А.Н. Острикова. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 616 с.
6. Федоренко И.Я. Проектирование технических систем и устройств и систем: принципы, методы, процедуры: учебное пособие. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2003. – 282 с.
7. Harkins J. Quality indicators of a flour depending on its humidity // Food market. – 2004. – P. 193-200.

References

1. Butkovskiy V.A., Merko A.I., Mel'nikov E.M. Tekhnologiya zernopererabatyvayushchikh proizvodstv. – M.: Intergraf servis, 1999. – 472 s.
2. Alekseev G.V., Voronenko B.A., Lu-kin N.I. Matematicheskie metody v pishchevoy inzhenerii: uchebnoe posobie. – SPb.: Lan', 2012. – 176 s.

3. Egorov G.A. Hidrotermicheskaya obrabotka zerna. – M.: Kolos, 1968. – 96 s.

4. Ustroystvo dlya uvlazhneniya zerna / Pat. № 2555570 Rossiyskaya Federatsiya MPK V02V 1/04 / Lobanov V.I., Buzoverov S.Yu., Demin V.A., Kapustin N.I., Zheltunov M.G., Fedorchenko S.P.; заявитель и патентообладатель FGBOU VPO «Altayskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet». – № 2014118160/13; заявл. 05.05.2014; опубл. 10.07.2015, Вул. № 19.

5. Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv / A.N. Ostrikov, O.V. Abramov, A.V. Loginov i dr.; pod red. A.N. Ostriкова. – SPb.: GIORD, 2012. – 616 s.

6. Fedorenko I.Ya. Proektirovanie tekhnicheskikh sistem i ustroystv i sistem: printsipy, metody, protsedury: uchebnoe posobie. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2003. – 282 s.

7. Harkins J. Quality indicators of a flour depending on its humidity // Food market. – 2004. – P. 193-200.



УДК 637.1:636.39

В.Н. Гетманец
V.N. Getmanets

КИСЛОМОЛОЧНЫЕ НАПИТКИ ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА

FERMENTED GOAT'S MILK BEVERAGES

Ключевые слова: коза, порода, козье молоко, молочный жир, кислотность, йогурт, закваска.

В последние 10 лет в России снижается поголовье коров, при этом продуктивность стада растет недостаточно быстро, поэтому в итоге сокращается валовое производство молока в стране. Производство молока снижается, а потребление молочной продукции, наоборот, увеличивается. Один из путей решения проблемы – внедрение в молочную промышленность молока других животных, в том числе коз. Одним из популярных продуктов переработки из козьего молока является козий йогурт. Йогурт из козьего молока – это сбалансированный продукт, имеющий высокую оздоровительную ценность и обладающий лёгкой усвояемостью благодаря тому, что его жировые шарики и казеиновые мицеллы в 10 раз мельче, чем у коровьего молока, тем самым они легче всасываются стенками кишечника и легко усваиваются желудком. Наличие в йогурте бифидобактерий позволяет причислять его к так называемым «живым» продуктам питания. Объектом исследований были козы, разводимые на данной ферме, козье молоко и йогурт, приготовленный в условиях данной фермы. В ходе проведения исследований изучен химический состав молока, произведён йогурт и определены его качественные показатели. В соответствии с поставленными задачами исследования проводились в Алтайском крае в п. Затон на ферме по производству козьего молока «Молочная ферма Матвеевых». Ферма была основана в 2014 г., поголовье состоит из 53 гол. коз, среди которых встречаются такие породы, как зааненская, нубийская и альпийская. Жирность козьего молока и коровьего находятся практически на одном уровне, однако при жирности 4,1-4,5% козье молоко усваивается практически на 100%. По всем показателям козье молоко, полученное на данной ферме, со-

ответствует требованиям международного стандарта ГОСТ 32940-2014 «Молоко козье сырое. Технические условия». Йогурт вырабатывается из цельного пастеризованного молока с использованием закваски чистых культур термофильного молочнокислого стрептококка и болгарской палочки. Готовый продукт по всем показателям соответствует требованиям ТУ 9222-002-64384386-2013 «Йогурты из козьего молока. Технические условия».

Keywords: goat, breed, goat's milk, butterfat, acidity, yoghourt, starter culture.

In the recent 10 years, dairy herd decreases in Russia, and the productivity of the herd is not growing fast enough, eventually, the gross milk production in the country reduces. On the contrary, the consumption of dairy products increases. A solution is the use of milk of other animals including goat's milk. One of popular products of processed goat's milk is goat's yoghourt. Yoghourt made of goat's milk is a balanced product that has a high recreational value and possessing easy digestibility because its fat globules and casein micelles are 10 times smaller than those of cow's milk, and they are more readily absorbed by the walls of the intestines and are easily absorbed by the stomach. The research targets were goats bred on a specific farm, and goat's milk and yoghourt made on the farm. The research involved the study of the chemical composition of milk and yoghourt, and definition of its quality indices. The studies were carried on a goat farm "Molochnaya ferma Matveevykh" of the Altai Region. The farm was founded in 2014, the herd is made up of 53 goats including such breeds as Saanen, Nubian and Alpine. The fat content of goat's milk and cow's milk is almost at the same level; but with the fat content of 4.1-4.5%, goat's milk is digested almost completely. Goat's milk produced on this farm meets the requirements of the international