

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА НА ФЕРМАХ И КОМПЛЕКСАХ РАЗЛИЧНОЙ МОЩНОСТИ

А. А. МУЗЫКА, М. П. ПУЧКА, Н. Н. ШМАТКО, С. А. КИРИКОВИЧ, Л. Н. ШЕЙГРАЦОВА, М. В. ТИМОШЕНКО, О. А. КАЖЕКО

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163*

(Поступила в редакцию 02.03.2024)

На современных комплексах технологический процесс производства молока можно рассматривать как единую систему согласованных производственных процессов и операций, реализация которых направлена на получение прибыльной, конкурентоспособной продукции.

Авторами статьи был обоснован комплекс организационно-технологических элементов интенсивной технологии производства молока на фермах и комплексах различной мощности, включающий систему племенной и селекционной работы, систему воспроизводства, систему содержания животных, систему формирования технологических групп, систему приготовления и раздачи кормов и кормления животных, систему доения, систему доения и первичной обработки молока, систему удаления навоза, систему машин и оборудования, профилактические ветеринарно-санитарные мероприятия.

В статье представлены результаты изучения доильного оборудования, режима его работы и организации процесса доения на фермах и комплексах по производству молока мощностью 268–1200 голов – СПФ «Будагово» (268 голов), МТФ «Жажелка» (750 голов), МТК «Березовица» (850 голов), МТК «Рассошное» (1000 голов) ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района и МТК «Устенский» (1200 голов) Орианского района.

Установлено, что наиболее высокой производительностью характеризовалась доильная установка «Карусель 40» AutoRotor Dairy Pro Q фирмы «GEA Farm Technologies» (МТК «Устенский») – 166 коров/час. Производительность доильных установок «Елочка» (2x14) (МТФ «Жажелка»), «Параллель» (2x16) (МТК «Березовица») и Карусель-40» фирмы «GEA Westfalia Surge» (МТК «Рассошное») составила 114, 140 и 142 коров/час соответственно. Наименьшей производительностью характеризовалась установка «Елочка» (2x10) фирмы «Импюльса (СПФ «Будагово») – 86 коров/час. Самая низкая производительность труда операторов машинного доения была характерна для доильной установки «Елочка» (2x10) (44 коров/чел.-час), а самая высокая – для «Карусель-40» AutoRotor Dairy Pro Q (83 коров/чел.-час). На доильных установках «Параллель» (2x16), «Елочка» (2x14) и «Карусель-40» она составила соответственно 70; 56 и 47 коров/чел.-час. Наибольшая пропускная способность доильной установки была характерна для ДУ «Параллель» (2x16) – 4,4 коров/час/место, а наименьшая для ДУ «Карусель-40» – 3,6 коров/час/место.

Ключевые слова: коровы, молочно-товарный комплекс, производство молока, комплекс организационно-технологических элементов, доильная установка, производительность доильной установки, пропускная способность доильной установки.

In modern complexes, the technological process of milk production can be considered as a single system of coordinated production processes and operations, the implementation of which is aimed at obtaining profitable, competitive products.

The authors of the article substantiated a complex of organizational and technological elements of intensive milk production technology on farms and complexes of various capacities, including a system of breeding and selection work, a reproduction system, an animal keeping system, a system for forming technological groups, a system for preparing and distributing feed and feeding animals, a watering system, milking and primary milk processing system, manure removal system, machinery and equipment system, preventive veterinary and sanitary measures.

The article presents the results of a study of milking equipment, its mode of operation and the organization of the milking process on farms and milk production complexes with a capacity of 268–1200 heads – agricultural production branch "Budagovo" (268 heads), MTF "Zhazhelka" (750 heads), MTK "Berezovitsa" (850 heads), MTK "Rassoshnoye" (1000 heads), the State Enterprise "ZhodinoAgroPlemElita" of the Smolevichi district and MTK "Ustensky" (1200 heads) of the Orsha region.

It was found that the milking machine "Carousel 40" AutoRotor Dairy Pro Q from GEA Farm Technologies (MTK Ustensky) had the highest productivity – 166 cows/hour. The productivity of the milking machines "Elochka" (2x14) (MTF "Zhazhelka"), "Parallel" (2x16) (MTK "Berezovitsa") and Carousel-40" from GEA Westfalia Surge (MTK "Rassoshnoye") was 114, 140 and 142 cows/hour respectively. The lowest productivity was characteristic of the "Herringbone" unit (2x10) from the company "Impulse" (APB "Budagovo") – 86 cows/hour. The lowest labor productivity of machine milking operators was typical for the "Elochka" (2x10) milking unit (44 cows/person-hour), and the highest was for the "Carousel-40" AutoRotor Dairy Pro Q (83 cows/person-hour). On the milking machines "Parallel" (2x16), "Elochka" (2x14) and "Carousel-40" it was, respectively, 70, 56 and 47 cows/person-hour. The highest throughput of the milking unit was typical for the Parallel milking machine (2x16) – 4.4 cows/hour/place, and the lowest for the Carousel-40 milking machine – 3.6 cows/hour/place.

Key words: cows, dairy complex, milk production, complex of organizational and technological elements, milking device, productivity of the milking device, throughput of the milking device.

Введение. Увеличение производства молока и уменьшение затрат при его производстве достигается за счёт разработки экологически безопасных ресурсосберегающих технологий содержания и доения коров, разработки и применения средств механизации нового поколения. В число задач при разработке технологии должно входить обоснование выбора организационных схем производства продукции и способов проведения необходимых технологических процессов, которые наиболее выгодны с энергетической и экономической точки зрения. Кроме того, также выбирается необходимое оборудование, машины, определяется планировка построек и методы расстановки животных в животноводческих помещениях, которые в комплексе позволя-

ют создать наилучшие условия для реализации обоснованных с научной точки зрения производственных процессов [1, 2, 3].

Цель исследований – обоснование комплекса организационно-технологических элементов интенсивной технологии производства молока для ферм и комплексов различной мощности.

Основная часть. В качестве объекта исследования были взяты: молочно-товарные фермы и комплексы ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района (СПФ «Будагово» (мощность фермы по проекту 268 голов), МТФ «Жажелка» (мощность фермы по проекту 750 голов), МТК «Березовица» (мощность комплекса по проекту 850 голов), МТК «Рассошное» (мощность комплекса по проекту 1000 голов) и МТК «Устенский» Оршанского района (мощность комплекса по проекту 1200 голов), расположенный в РПУП «Устье» НАН Беларуси Оршанского района.

В процессе выполнения работы был обоснован комплекс организационно-технологических элементов интенсивной технологии производства молока для ферм и комплексов различной мощности, включающий: систему племенной и селекционной работы, систему воспроизводства, систему содержания животных, систему формирования технологических групп, систему приготовления и раздачи кормов и полноценное кормление животных, систему водопоения, систему доения, первичной обработки молока и его дальнейшей транспортировки, систему удаления навоза, систему машин и оборудования, рациональные методы их использования, профилактические ветеринарно-санитарные мероприятия.

Система племенной и селекционной работы. Формирование высокого, наследственно обусловленного потенциала продуктивности животных и получение максимального селекционного прогресса в молочном скотоводстве достигается при использовании в племенной работе принципов крупномасштабной селекции: отбора и использования генетически лучших коров для получения ремонтных бычков (матери быков); реализации системы проверки продуктивности с учётом изменения экономического значения основных признаков селекции: удой, молочный белок, молочный жир, экстерьерные признаки, воспроизводство, здоровье вымени и конечностей.

Система воспроизводства. Коров и телок на фермах и комплексах осеменяют искусственно, привозным семенем. Основным показателем эффективности искусственного осеменения является оплодотворяемость от первого осеменения: коров – не менее 50 %, телок – не менее

60 %. Искусственное осеменение коров целесообразно начинать не ранее, чем через 45 дней после отела. В течение 3 месяцев после отела все коровы, кроме подлежащих выбраковке, должны быть осеменены не менее одного раза. Осеменение телок целесообразно проводить при достижении ими живой массы не менее 390 кг в 14–15-месячном возрасте. Оплодотворяемость телок от первого осеменения должна быть не ниже 75 %. Комплектование фермы необходимо проводить первотелками, проверенными по продуктивности и по пригодности к машинному доению (полному и быстрому выдаиванию).

Система содержания животных. Практика производства молока показывает, что содержание скота в условиях беспривязного содержания максимально соответствует физиологии животных.

При беспривязном содержании на периодически сменяемой подстилке коров содержат группами. Кормление – в помещениях с кормового стола или на выгульной площадке, доение – в доильном зале, поение – из поилок, установленных в помещениях и на выгульно-кормовых дворах, отдых – в секциях. Подстилку из помещений убирают один раз в 10 дней. При беспривязном боксовом содержании коров содержат группами. Кормление – в помещениях с кормового стола или на выгульной площадке, доение – в доильном зале, поение – из поилок, установленных в помещениях и на выгульно-кормовых дворах, отдых – в секциях.

Система формирования технологических групп. В зависимости от физиологического состояния коров молочное стадо фермы разделяют на четыре технологические группы, которые и формируют три цеха: цех сухостойных коров и нетелей, цех отела (родильное отделение) и цех производства молока. Главный признак при формировании технологических групп в основном стаде – это время отела, т.е. сдвиг по фазе биологического цикла. Основными критериями формирования групп являются: количество боксов и фронт кормления в помещении; количество станко-мест на доильной установке; фаза лактации коров; возраст (первотелки или взрослые коровы); продуктивность животных.

В каждом цехе коровы находят строго определенное время в соответствии с технологической циклограммой. При этом предусматривается согласованность во времени технологических процессов кормления, доения, осеменения коров, навозоудаления и др., которая создает ритмичность или равномерность производства. Биологический цикл коровы от отёла до отёла при нормальном кормлении и своевременном осеменении продолжается около года. Этот цикл состоит из периода

лактации (305 дней) и сухостойного (60 дней) периода. Эти же 365 дней делятся на межплодный (сервис-период в 80–85 дней) и период стельности (около 40 недель). В сухостойном периоде выделяют первую фазу – 40 дней (60–20 дней до отела) и вторую фазу – 20 дней (20 дней до отела). В лактационном периоде, в свою очередь, выделяют подпериоды новотельности, в том числе молозивный (10–20 дней), раздоя (21–100 дней), середины лактации (около 101–200 дней) и завершения лактации (201–305 дней).

Для облегчения движения животных по секциям должно быть зарезервировано от 5 до 10 % свободных (технологических) скотомест [4, 5].

Система приготовления и раздачи кормов и полноценное кормление животных. Кормление животных должно производиться строго по распорядку в одно и то же время. Корма раздаются на кормовой стол два-три раза в сутки в виде полнорационных кормосмесей мобильными раздатчиками-смесителями, обеспечивающими комплексное выполнение следующих операций: дозированной загрузки, взвешивания, измельчения, перемешивания, транспортировки и равномерной раздачи кормов.

Обязательным требованием к качеству компонентов и структуре рациона, технологии приготовления и раздачи кормов является необходимость обеспечения полноценного дифференцированного кормления коров по стадиям физиологического цикла путём использования кормосмесей с различным соотношением объёмистых и концентрированных кормов для коров на раздое и в основной период лактации и свободный доступ к кормам в любое время суток. Помимо высокого качества кормов современные комплексы нуждаются в их точной дозировке и прогрессивном способе раздачи. Согласно действующим зоотехническим требованиям, продолжительность раздачи кормов животным в одном помещении не должна превышать 20–30 мин. Точность дозирования должна находиться для стельчатых кормов в диапазоне $\pm 15\%$, а для концентрированных кормов – в диапазоне $\pm 5\%$. Возвратимые потери корма не должны превышать 1 %, невозвратимые потери не допускаются [6, 7].

Система водопоя. Система и тип содержания стада существенно влияют на организацию и устройство системы поения. Чаще всего на молочно-товарных фермах и комплексах с продуктивностью от 4000 л за лактацию в производственном цехе необходимо использовать только открытые поилки с большим объемом воды, позволяющие животным быстро утолить жажду. Для этого оптимально подходят

поилки с открытым зеркалом воды, напоминающие большие ванны, разделенные перегородками («опрокидывающиеся» из нержавеющей стали или термопластиковые со сливным отверстием), из которых могут одновременно утолить жажду от 3 до 5 животных. Одна такая «ванна» ставится из расчета на 50–120 голов.

Система удаления навоза. Оборудование, выполняющее функции навозоудаления, подбирается ещё на стадии проектирования животноводческого здания. На молочных фермах и комплексах РБ в зависимости от использования вариантов беспривязного содержания коров применяют чаще всего механические средства навозоудаления (тракторы, оборудованные бульдозерными навесками и скреперные установки с цепной, тросовой и гидравлической приводной системой). Самые распространенные и менее энергоемкие на сегодняшний день системы удаления навоза из помещений для крупного рогатого скота при беспривязном боксовом их содержании – скреперные.

Система доения, первичной обработки молока и его дальнейшей транспортировки. В последнее время широко применяются наряду с использованием доильных залов роботизированные системы на молочных фермах. Доильные роботы не только позволяют отказаться от изнурительного ручного труда операторов машинного доения, но и обеспечивают возможность принципиально новой организации технологии на ферме [6, 7].

Коров доят в установленном расписанием дня время. Кратность доения определяется в зависимости от мощности фермы, типа доильной установки, обеспеченности кадрами, продуктивности животных, емкости вымени, стадии лактации, а также от экономического моделирования ведения молочного скотоводства в конкретном хозяйстве. Интервалы между дойками должны быть максимально равномерными и не превышать 12 часов.

Пропускная способность доильных залов на молочных фермах находится в рамках жестких ограничений. Это связано с фиксированной продолжительностью доения всего стада, продолжительностью последоильной промывки и уборки доильного зала, возможностью устранения возникших отказов и неисправностей в перерывах между дойками и др. Поэтому наиболее целесообразна 2-сменная организация труда при 2-кратном доении животных в сутки. Первая смена проводит утреннюю дойку, вторая смена – вечернюю.

Общая характеристика доильных установок, применяемых на изучаемых объектах, и расчет производительности доильных установок приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Характеристика доильных установок для доения коров в доильных залах

Показатель	Наименование ферм и комплексов и тип ДУ				
	Будагово	Жажелка	Березовица	Рассошное	Устенский
	«Елочка» 2x10	«Елочка» 2x14	«Параллель» 2x16	«Карусель-40»	«Карусель-40» AutoRotor Dairy Pro Q
Поставщик-производитель	«Вестфалия» (Германия)	«Импюльса» (Германия)	«Конус» (Беларусь) – «Вестфалия» (Германия)	«GEA Westfalia Surge» (Германия)	«GEA Farm Technologies» (Германия)
Угол постановки животных к доильной траншее,	30	30	90	–	–
Фронт доения, м	1,1	1,1	0,7-0,75	0	0
Количество доильных станков	20	28	32	40	40
Обслуживаемое поголовье, гол.	120–600	300–800	400–1000	1000–2000	2000 и >
Число основных операторов, чел.	2	2	2	3	2

Таблица 2. Производительность доильных установок

Показатель	Тип доильной установки				
	«Елочка» 2x10, «Вестфалия»	«Елочка» 2x14, «Импюльса»	«Параллель» 2x16, «Конус» – «Вестфалия»	«Карусель-40», «GEA Westfalia Surge»	«Карусель-40» AutoRotor Dairy Pro Q, «GEA Farm Technologies»
Производительность доильной установки, коров/час	86	112	140	142	166
Число операторов, обслуживающих коров во время доения, чел.	2	2	2	3	2
Производительность труда, коров/чел.-час	44	56	70	47	83
Пропускная способность установки, коров/час/место	4,3	4,0	4,4	3,6	4,2

Согласно данным табл. 2, наиболее высокой производительностью характеризовалась автоматизированная доильная установка «Карусель-40» AutoRotor Dairy Pro Q (166 голов в час). Она в 1,5–1,9 раз была выше, чем доильной установки «Елочка» (2x14) фирмы «Импульса» и «Вестфалия» (2x10), и в 1,2 раза больше, чем доильной установки «Параллель» (2x16), что связано с большим количеством станков у первой (на 12–20 станков и 8 станков соответственно), меньшими затратами времени на преддоильную подготовку вымени коров и полной автоматизацией доения. По сравнению с обычной «Каруселью» производительность автоматизированной установки AutoRotor Dairy Pro Q была на 24 головы в час выше.

Наименьшей производительностью характеризовалась установка «Елочка» (2x10) «Вестфалия» – 86 коров/час, что связано с меньшим по сравнению с остальными установками количеством станков, большими затратами времени на вспомогательные операции: запуск и выгон животных из группового станка.

Самая низкая производительность труда операторов машинного доения была характерна для доильной установки «Елочка» (2x10) фирмы «Вестфалия» и составила 44 коров/чел.-час, а самая высокая – для «Карусель-40» AutoRotor Dairy Pro Q – 83 коров/чел.-час. Относительно высокой оказалась производительность труда операторов машинного доения на ДУ «Параллель» (2x16) – 70 коров/чел.-час. На доильных установках «Елочка» (2x14) и «Карусель-40» она составила соответственно 56 и 47 коров/чел.-час.

Интегрирующим показателем, характеризующим производительность доильной установки, является количество выдоенных животных в единицу времени из расчёта на одно станко-место. Расчетным путем установлено, что наибольшая пропускная способность доильной установки – 4,4 коров/час/место – была характерна для ДУ «Параллель» (2x16), а наименьшая – 3,6 коров/час/место – для ДУ «Карусель-40».

Скорость вращения «Карусели», а также время оборота кругов влияют на продолжительность дойки и, в конечном итоге, определяют производительность труда доильной установки в целом. Максимальное время одного оборота конвейера связано с наличием в стаде тугодойных коров и необходимостью их полного выдаивания без остановки конвейера при выпуске с платформы.

Скорость вращения круга на МТК «Рассошное» задавалась посредством программы «Operator Control» в зависимости от выдаваемой секции. При доении коров цеха производства молока она задавалась, исходя из времени выдаивания основной массы животных (до 7 мин). В пределах данного скоростного параметра поддерживался режим доения в потоке, а также благоприятные условия для смены коров на движущейся платформе.

Анализ продуктивности коров показал (табл. 3), что наибольшее количество молока за 2022 г. было произведено на МТК «Берёзовица», где доение коров осуществлялось на доильной установке «Параллель» (2x16) «Конус» – «Вестфалия» – 7517,0 т, а наименьшее – в условиях СПФ «Будагово» при использовании доильной установки «Елочка» (2x10) производства «Вестфалия» – 1636,0 т.

Таблица 3. Продуктивность коров за 2022 г.

Показатель	Наименование ферм и комплексов и тип ДУ				
	Будагово	Жажелка	Березовица	Рассошное	Устенский
	«Елочка» 2x10	«Елочка» 2x14	«Параллель» 2x16	«Карусель-40»	«Карусель-40» Auto-Rotor Dairy Pro Q
Среднее поголовье дойных коров, гол.	245	475	810	800	1031
Валовый надой молока, т	1636,0	3150,2	7517,0	6795,9	4773,0
Удой молока на 1 корову, кг	7626	7474	8491	8467	4836

Имевшая место разница в уровне продуктивности коров при доении на различных доильных установках может быть обусловлена разным генетическим потенциалом животных, некоторыми различиями в уровне и организации кормления, рядом погрешностей технологического характера, а также физиологическим состоянием молочной железы и организма животного, в целом.

Таким образом, пропускная способность доильной установки выбирается исходя из количества дойных коров и планируемой продолжительности разового доения стада, которая определяется исходя из системы содержания животных, кратности доения и организации труда. При выборе количества мест в доильной установке необходимо

учитывать величину технологической группы, размеры доильного зала и преддоильной площадки.

Молоко является скоропортящимся продуктом. Оно должно быть очищено (профильровано) от механических примесей не позднее чем через 2 часа после доения. Для очистки молока от механических примесей используют: при доении в переносные ведра – тканевые фильтры из лавсана, марли, ткани типа «спан-бонд»; на доильных установках с молокопроводом – в потоке с помощью одноразового нарукавного фильтра; на крупных фермах – центробежные очистители-охладители молока ОМ-1А.

После очистки молоко охлаждают до температуры 6–8 °С (для утренней дойки), до 3–4 °С (для вечерней дойки). Охлаждение молока обеспечивают танки-охладители с «прямым» и «промежуточным» способом охлаждения; скорость охлаждения молока должна укладываться во временной отрезок в 2–3 часа; для ускорения охлаждения молока в потоке могут использоваться трубчатые и пластинчатые теплообменники.

Продолжительность хранения молока в хозяйстве зависит от температуры охлаждения. Сроки хранения: до 24 часов – при охлаждении молока до 4 °С; до 18 часов – при охлаждении молока до 6 °С; до 12 часов – при охлаждении молока до 8 °С.

Транспортировка молока на перерабатывающие предприятия производится специализированным транспортом. Температура молока при отправке на перерабатывающее предприятие не должна превышать 6 °С.

Система машин и оборудования, рациональные методы их использования. Подбор машин и технологического оборудования должен осуществляться с учётом планируемого поголовья скота и объёмов производства для обеспечения наиболее эффективного использования трудовых и энергетических ресурсов. Система машин и оборудования должна обеспечивать: создание эффективных комплектов машин для хозяйств и ферм с разным уровнем интенсификации, концентрации производства, экономического и финансового состояния; условия для максимальной реализации генетического потенциала животных; повышение производительности труда, ресурсосбережение; производство высококачественной экологически чистой конкурентоспособной

продукции, охрану окружающей среды; соответствие требованиям по надежности, безопасности, экологичности [8].

Профилактические ветеринарно-санитарные мероприятия. Ветеринарный персонал должен ежедневно осматривать животных, обращая особое внимание на состояние вымени, сосков; проверять санитарное состояние помещений и территории. Вся ветеринарная работа по лечению заболеваний животных должна проводиться только в специально выделенной секции для проблемных животных, которую необходимо оборудовать фиксационным станком. Для контроля за состоянием здоровья крупного рогатого скота один раз в месяц следует проводить диагностику уровня обмена веществ на основании биохимических исследований крови, для поголовья лактирующих коров – диагностику на скрытые формы мастита. Необходимо осуществлять проведение противоэпизоотических, лечебно-профилактических, диагностических и других ветеринарных мероприятий в соответствии с утвержденным в установленном порядке планом их проведения.

Заключение. Таким образом, обоснован комплекс организационно-технологических элементов интенсивной технологии производства молока на фермах и комплексах различной мощности, обеспечивающий комфортные условия содержания животных, максимально приближенные к естественным условиям содержания, и достижение высокой молочной продуктивности (7474–8491 кг).

Изучено доильное оборудование, режим его работы и организация процесса доения на фермах и комплексах по производству молока мощностью 268–1200 голов.

Установлено, что наиболее высокой производительностью характеризовалась доильная установка «Карусель-40» AutoRotor Dairy Pro Q фирмы «GEA Farm Technologies» (МТК «Устенский») – 166 коров/час. Производительность доильных установок «Елочка» (2x14) (МТФ «Жажелка»), «Параллель» (2x16) (МТК «Березовица») и Карусель-40» фирмы «GEA Westfalia Surge» (МТК «Рассошное») составила 114, 140 и 142 коров/час соответственно. Наименьшей производительностью характеризовалась установка «Елочка» (2x10) фирмы «Импюльса (СПФ «Будагово») – 86 коров/час.

Самая низкая производительность труда операторов машинного доения была характерна для доильной установки «Елочка» (2x10)

(44 коров/чел.-час), а самая высокая – для «Карусель-40» AutoRotor Dairy Pro Q (83 коров/чел.-час). На доильных установках «Параллель» (2x16), «Елочка» (2x14) и «Карусель-40» она составила соответственно 70; 56 и 47 коров/чел.-час.

Наибольшая пропускная способность доильной установки была характерна для ДУ «Параллель» (2x16) – 4,4 коров/час/место, а наименьшая для ДУ «Карусель-40» – 3,6 коров/час/место.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казаровец Н. В., Люндышев В. А., Телицына Н. В. Технология производства молока и говядины: учебно-методическое пособие. – Минск: БГАТУ, 2011. – 120 с.
2. Технологические параметры производства молока на фермах и комплексах промышленного типа / Н. А. Попков и др. – Жодино, 2018. – 155 с.
3. Техническое обеспечение реализации технологий производства основных видов продукции животноводства в Республике Беларусь / Н. Г. Бакач и др. // Вестник ВНИИМЖ. – 2015. – №2 (18). – С. 51–55.
4. Бакач Н. Г., Башко Ю. А., Ступчик И. А. Техничко-технологические аспекты применения инновационных технологий на молочно-товарных фермах и комплексах Республики Беларусь // Вестник ВНИИМЖ. – 2017. – №4 (28). – С. 108–116.
5. Техничко-экономическое обоснование перспективных технологических схем молочно-товарных ферм различных типоразмеров / Н. А. Попков и др. // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве. – Минск, 2008. – Ч. 2. – С. 87–91.
6. Гриб В. К., Герасимович Л. С., Жук С. С. Техническое обеспечение процессов в животноводстве: учебник. – Минск: Беларучкая наука, 2004. – 830 с.
7. Машины и оборудование в животноводстве: учебник / А. В. Китун и др. – Киев, 2017. – 460 с.
8. Федоренко И. Я., Садов В. В. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия». – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 296 с.