

Научно-технический конкурс учащихся "Открытый мир. Старт в науку»

**Применение методов математической статистики при прогнозировании
вариаций показателей количества и качества молока**

Автор: Чеченихина Светлана Игоревна

МАОУ Гимназия № 35, 9 класс

Научный руководитель: Шувалова Алена Николаевна,
учитель математики, МАОУ Гимназия № 35

Екатеринбург, 2022

АННОТАЦИЯ

Цель исследований - прогнозирование вариаций показателей количества и качества молока при применении методов математической статистики. В соответствии с целью поставлены следующие **задачи**:

1. провести социологический опрос;
2. оценить показатели, характеризующие количество и качество молока, внешние формы животных;
3. проанализировать результаты корреляционно-регрессионного анализа исследуемых показателей;
4. сформулировать рекомендации применения методов математической статистики при прогнозировании вариаций показателей количества и качества молока.

Методы и приемы. Исследования проводились по данным предприятия СПК «Глинский» Режевского района Свердловской области, которое специализируется на производстве молока. **Объектом** исследования являлись молоко и животные, **предметом** – количественные и качественные показатели молока, внешние формы животных. В проекте использованы следующие **методы**: анкетирование; аппаратный метод; методы математической статистики, в том числе корреляционно-регрессионный анализ; метод сравнения; метод анализа; метод обобщения. Основные статистические показатели рассчитаны по методике Н.А. Плохинского (1969): \bar{X} , $S_{\bar{X}}$, C_v , r , R .

Полученные данные. Социологическое исследование показало, что у большинства опрошенных людей молоко является их любимым продуктом питания. При этом более 70% из них не удовлетворяет качество потребляемого ими молока. Количество полученного молока от исследуемых животных составило 4793, кг. При этом в среднем по оцениваемой группе массовая доля жира в молоке равна 3,80 %, белка – 2,90 %. Рост оцениваемых животных составлял в среднем по исследуемой группе 132, длина туловища – 148,0 см, глубина груди – 69,0 см, глубина туловища – 73,2 см, ширина груди – 44, 7см. Коэффициенты корреляции между количеством молока и ростом животных,

длиной их туловища равны соответственно по показателям – 0,45 и – 0,34. Коэффициент регрессии показал, что на каждый сантиметр увеличения ширины груди приходится дополнительно 58,93 кг молока. При увеличении глубины груди молочных животных на один сантиметр, количество полученного от них молока будет повышаться на 15,77 кг. При отрицательном коэффициенте корреляции количества молока и роста животных, наблюдался положительный коэффициент корреляции между ростом и долей жира и белка в молоке ($r = 0,33$ и $0,38$). **Рекомендуем** предприятиям, специализирующимся на производстве молока, осуществлять корреляционно-регрессионный анализ при прогнозировании вариаций показателей количества и качества молока. **Перспективы дальнейшего развития проекта** - в последующем будет увеличен перечень показателей для осуществления корреляционно-регрессионного анализа, что позволит предприятиям прогнозировать желательные вариации качественных характеристик готового продукта.

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

**Применение методов математической статистики при прогнозировании
вариаций показателей количества и качества молока**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1 Основные показатели количества и качества молока	8
1.2 Корреляционно-регрессионный анализ	13
2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	16
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	17
3.1 Социологическое исследование	17
3.2 Количественные и качественные показатели молока	18
3.3 Корреляционно-регрессионный анализ показателей молока	19
ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОЕКТА	22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	23

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Молоко – один из самых распространенных и полезных продуктов питания человека. В пирамиде здорового питания молоко и молочные продукты занимают важное место и являются необходимым компонентом рациона людей различных возрастов.

Предприятия по производству молока и молочных продуктов в целях повышения своей конкурентоспособности вынуждены постоянно следить за качеством производимого продукта. Для этого недостаточно применять высокотехнологичное оборудование для производства молока, отвечающее всем современным требованиям. Необходимо также осуществлять безошибочный отбор молочных животных, который даст возможность с большой вероятностью спрогнозировать их будущую продуктивность [1].

Методы математической статистики довольно часто применяются при прогнозировании изменений различных показателей. Характеристики биологических объектов при этом не являются исключением.

Показатели, характеризующие количество и качество молока, постоянно варьируются в зависимости от различных факторов (эколого-кормовые условия, наследственность молочных животных, интенсивность применяемых технологий при получении и переработке молока и так далее) [2]. Кроме того, количественные и качественные характеристики продуктивности молочных животных взаимосвязаны между собой. Оценить степень этих связей, а также сформулировать реальный прогноз вариации изучаемых показателей позволяет один из методов математической статистики - корреляционно-регрессионный анализ.

Цель исследований - прогнозирование вариаций показателей количества и качества молока при применении методов математической статистики.

В соответствии с целью поставлены следующие **задачи**:

- 1 провести социологический опрос;
- 2 оценить показатели, характеризующие количество и качество молока, внешние формы животных;

- 3 проанализировать результаты корреляционно-регрессионного анализа исследуемых показателей;
- 4 сформулировать рекомендации применения методов математической статистики при прогнозировании вариаций показателей количества и качества молока.

Новизна и практическая значимость проекта заключаются в том, что применение корреляционно-регрессионного анализа качественных и количественных характеристик молока дает возможность молочным предприятиям прогнозировать изменения изучаемых показателей и моделировать системы своей работы по улучшению качества получаемого продукта.

Гипотезой данного проекта выступает утверждение о том, что показатели, характеризующие количество и качество молока, находятся в тесной взаимосвязи друг с другом. Корреляционно-регрессионный анализ позволит сделать соответствующие выводы и дать рекомендации по прогнозированию вариаций изучаемых показателей. Это позволит предприятиям по производству молока моделировать системы своей работы по улучшению качества получаемого продукта.

Работа выполнена при непосредственном участии автора с научным руководителем. Исследования показателей качества молока проводились сотрудниками молочной лаборатории предприятия при личном участии автора. Данные по количественным показателям молока и внешним формам животных взяты из информационно-аналитической системы «СЕЛЭКС» предприятия. Лично автором проведен корреляционно-регрессионный анализ показателей, обобщены результаты работы, сформулированы выводы.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Основные показатели количества и качества молока

Производство молока в России и за рубежом в последние годы значительно возросло, в том числе коровьего в среднем более чем на 6%. По данным Международной молочной федерации, крупнейшими производителями молока являются страны Евросоюза (152 млн т), США (89 млн т), Индия (57 млн т), Китай (37 млн т), Бразилия (33 млн т), Россия (32 млн т). Эти страны обеспечивают 2/3 всего мирового производства молока. Молоко производится почти повсеместно [3, 4, 5].

В настоящее время планету населяют около 7 млрд человек, поголовье крупного рогатого скота – 1,3 млрд голов, то есть в среднем на каждые 5 человек приходится 7 приблизительно 1 корова. Для того чтобы полноценно обеспечить жителей планеты молоком (из расчета 360 кг молочных продуктов в год на человека, по нормам Всемирной организации здравоохранения ООН), необходимо ежегодно производить 2,5 млрд т молока, что втрое больше, чем производится в настоящее время. По производству молока приоритет принадлежит Центральной и Северной Америке – первое место, второе – Азия, третье – Европа, четвертое – Южная Америка, пятое – Африка и шестое – Океания. Наиболее высокого удоя от каждой коровы в год добились скотоводы Израиля – 8850 кг молока, затем США – 8329 кг и Швеции – 7376 кг. Шесть стран от каждой коровы надоили более 6 тыс. кг: Нидерланды – 6890, Дания – 6710, Япония – 6612, Южная Корея – 6333, Финляндия – 6227 и Канада – 6160 кг. Удой более 5000 кг в год от коровы имели 8 стран. Норвегия – 5996, Великобритания – 5680, Германия – 5673, Франция – 5608, Венгрия – 5488, Бельгия – 5361, Швейцария – 5287 и Италия – 5155 кг. Вплоть до 1998 г. наша страна занимала 2-е место в мире после США по объемам производства молока крупного рогатого скота. В 1999 г. она пропустила вперед Индию, в 2006-м Китай, в 2011-м Бразилию, а в 2013 г. Россия опустилась на шестую позицию, пропустив вперед теперь уже Германию, которая хоть и производит почти столько же молока, но перерабатывает в два раза больше [6].

В отечественном молочном подкомплексе повсеместно применяется получение молока с помощью роботизированных установок, которые характеризуются точностью в работе и высокой эффективностью. Управление происходит с центрального компьютера. Электроника фиксирует кличку животного и количество сырья после каждого удоя. Данные сохраняются на компьютере. Посмотрев удои за 30 дней можно судить о продуктивности животного. Для каждой особи составляется таблица. В неё ежедневно записывают количество полученного молока. Данные суммируют и анализируют. Животных, которые имеют, высокие показатели отбирают для племенной работы.

Кроме количественных характеристик молочной продуктивности животных обязательным условием является оценка сырья для производства молока по показателям качества: массовая доля жира и белка в молоке, массовая доля сухого вещества, плотность молока, сухой обезжиренный молочный остаток.

Молоко коров – это натуральный кладёзь полезных веществ и микроэлементов. Оно богато белками, жирами, лактозой, витаминами, полезными солями, ферментами и многими другими необходимыми элементами. Следует отметить, что вследствие биологического происхождения молока, а также с учетом развития средств измерения, его химический состав, приводимый в технической литературе различными авторами, может отличаться по отдельным компонентам от приведенных значений [2, 7].

Наибольший удельный вес (более 85%) в молоке занимает вода, а на остальные компоненты (белки, липиды, углеводы и др.), входящие в состав сухих веществ или сухого остатка, приходится около 13%. Содержание отдельных компонентов в молоке непостоянно. Оно изменяется в течение лактации и зависит от породы, возраста животных, рационов кормления, болезней, условий содержания, районов разведения скота, климатических условий, времени года и пр.

Вода молока является диспергирующей средой и растворителем органических и неорганических веществ. Большая часть содержащейся в молоке воды (83-87%) находится в свободном состоянии, а меньшая часть (3-3,5%) — в связанной форме. Свободная вода — это вода, являющаяся растворителем

органических и неорганических соединений молока (лактозы, минеральных веществ, кислот, ароматических веществ и т. п.). Как растворитель, свободная вода участвует во всех биохимических процессах, протекающих в молоке при выработке молочных продуктов. Она легко удаляется при сгущении, сушке и переводится в состояние льда при замораживании молока. Связанная, или адсорбционная вода — это вода, удерживаемая молекулярными силами гидрофильных групп молекул белков и других полимеров. По форме связи с компонентами (продуктом) вода, согласно классификации П. А. Ребиндера, делится на три группы: вода химической связи; вода физико-химической связи; вода физико-механической связи [8].

Сухие вещества. В состав сухих веществ молока входят белки, липиды, углеводы, минеральные вещества, ферменты, витамины и др. Массовая доля сухих веществ молока составляет 11-14% и зависит от его состава. Массовая доля сухого обезжиренного остатка (СОМО) колеблется от 8 до 9%. Сухой остаток (особенно количество в нем белка) является наиболее ценной частью молока, максимальное сохранение которого необходимо при производстве сыра.

От количества и качества компонентов, содержащихся в молоке, напрямую зависит пищевая ценность молочной продукции и стоимость молока при реализации его на переработку. Несомненно, повышая уровень белка и жира в этом продукте, сельхозпроизводитель гарантированно увеличивает рентабельность молочного производства.

Особую ценность в наше время приобретает повышенное содержание белка в цельном молоке. Так, в странах с высокоразвитым молочным животноводством до 60 % стоимости производимого молока зависит от уровня содержания в нем белка. Содержание белков в коровьем молоке варьируется от 2,8 % до 3,6 %. Имеется прямая зависимость уровня жира в молоке от процента содержания в нем белка, то есть чем выше насыщенность белком, тем жирнее молоко.

Общее содержание белков в молоке колеблется от 2,8 до 3,6%. Белки молока разнообразны по строению, физико-химическим свойствам и биологическим функциям. Они необходимы для обеспечения нормального

развития и роста теленка, а также играют значительную роль в питании людей. По составу белки в молоке делятся на сывороточные – 20 % и казеины – 80 %. Именно разница в насыщенности молока солями, его кислотности (pH), а также в реакции различных видов казеинов на термическую обработку обуславливает отличительные сортовые особенности сыра и других видов молочной продукции [9].

Для биосинтеза белка клетки молочной железы используют аминокислоты в основном микробиального происхождения, поставляемые к вымени кровью. Часть белков, таких как глобулины и альбумины, попадают в вымя непосредственно из крови. Кроме того, для образования белка необходима глюкоза. Соответственно, чтобы повысить содержание белка в молоке коров и уровень жира следует поддерживать здоровую микрофлору рубца и стимулировать уникальную систему пищеварения животного. Эти меры обеспечат микроорганизмам, участвующим в процессе расщепления клетчатки, благоприятную среду.

Липиды молока в основном состоят из триацилглицеринов (молочного жира) и жироподобных веществ (фосфолипидов, стерина и пр.), входящих в состав оболочек. Молочный жир является энергетически ценным компонентом молока, кроме того, он обуславливает определенный вкус и консистенцию молочных продуктов (сыра). Содержание жира в молоке (молочного жира) колеблется от 2,7 до 4,5%. Основной компонент жира молока — ацилглицерины (глицериды), составляющие по массе около 98,5%. Содержание сопутствующих жирным веществ (омыляемых и неомыляемых липидов или природных примесей) в нем невелико и обычно равно менее 2%. Они входят в состав липопротеидных оболочек шариков жира и частично связаны с белками молочной плазмы. Глицеридный и жирнокислотный состав. Триацилглицерины (триглицериды) молочного жира составляют около 97% и представляют собой сложную смесь сложных эфиров трехатомного спирта глицерина и жирных кислот. Как известно, свойства жиров определяются составом и характером распределения жирных кислот в молекулах

триглицеридов. Молочный жир состоит из нескольких тысяч триглицеридов, главным образом разнокислотных (двух- и трехкислотных). Поэтому жир имеет относительно низкую температуру плавления (разнокислотные триглицериды плавятся при более низкой температуре по сравнению с однокислотными) и однородную консистенцию. Жирные кислоты (ЖК), входящие в состав триглицеридов, влияют на физические свойства жира. Насыщенные жирные кислоты (НЖК) в составе триглицеридов определяют консистенцию жира, вкус, способность к плавлению [10, 11].

Плотность цельного молока – один из важнейших параметров качества этого продукта. Все вещества сбалансированы в нем таким образом, что именно молоко на протяжении тысячелетий стало для человечества источником необходимых минералов, витаминов и комплекса легко усваиваемых белков. По плотности молока определяют натуральность продукта и его питательность. Плотностью называют количество молока (массу) при +20 °С, эквивалентное количеству дистиллированной воды, с температурой +4° С, при равных объемах жидкостей. Повышение содержания в жидкости белка, лактозы и минеральных солей увеличивает плотность продукта. Высокая жирность снижает показатель. Обезжиренное молоко будет иметь более высокий показатель. Удельная плотность цельного сырого молока в норме — 1,028. Она замеряется ареометром. Значения могут слегка колебаться. Прибавка к цельному молоку 10 % воды уменьшает показатель приблизительно на 3 килограмма на кубический сантиметр. Если плотность ниже 1,0127, в молоке присутствует вода, показатель ровно в 1,0127 подозрителен, 1,0128 — анализируется качественный продукт. Она увеличивается при добавлении к молоку воды и уменьшается, если к нему подмешивают обрат. Но, даже у добросовестного хозяина показатели могут меняться по ряду причин; сезонные колебания жирности; особенности питания поголовья; порода скота; зависит от периода лактации (в первые месяцы после отела жирность коровьего молока выше); здоровье животных [12, 13, 14].

Таким образом, оценивая количественные и качественные показатели молока, а также факторы, влияющие на них, можно выстраивать эффективную технологию производства высококачественного продукта.

1.2 Корреляционно-регрессионный анализ

Одна из задач статистического исследования состоит в изучении связи, взаимозависимости между наблюдаемыми явлениями. Знание взаимозависимостей случайных величин дает возможность решить одну из кардинальных задач любого исследования: возможность предвидеть, прогнозировать развитие ситуации при изменении конкретных характеристик объекта исследования [15, 16, 17].

Корреляционная связь – согласованное изменение двух признаков, отражающее факт, что изменчивость одного признака находится в соответствии с изменчивостью другого. Корреляционная связь между признаками может возникать различными путями:

- важнейший путь – причинная зависимость результативного признака от вариации факторного признака;
- вместе с тем, корреляционная связь может возникнуть между следствиями общей причины;
- корреляция возникает и в случае, когда каждый из признаков – и причина, и следствие.

Корреляционным анализом называется раздел математической статистики, исследующий зависимость между случайными величинами с помощью выборочных оценок генеральных коэффициентов корреляции

Корреляция рассматривается как признак, указывающий на взаимосвязь ряда числовых последовательностей случайных величин. Иначе говоря, корреляция характеризует силу взаимосвязи в данных. Корреляционный анализ состоит в определении степени тесноты корреляционной связи между переменными и количественной оценке тесноты этой связи. Корреляционный анализ следует применять только в том случае, если данные наблюдений или

эксперимента можно считать случайными и выбранными из нормальной совокупности.

Перечислим задачи корреляционного анализа:

1. Установление направления корреляционной связи.
2. Установление формы связи (линейная, нелинейная).
3. Измерение тесноты связи с помощью ее количественной оценки – коэффициента корреляции.
4. Проверка значимости коэффициента корреляции, который выступает мерой связи между случайными величинами.

Отметим особенности корреляционной связи:

1. Корреляционная связь не может рассматриваться как свидетельство причинно-следственной зависимости. Она свидетельствует лишь о том, что изменения одного признака, как правило, сопровождаются определенными изменениями другого, т. е. отражает согласованные изменения признаков, которые могут объясняться множеством причин, в том числе зависимостью обоих признаков от третьего признака или сочетания других признаков.

2. Корреляционная связь не дает ответа на вопрос, где находится причина изменений – в одном из признаков или за пределами исследуемой пары признаков.

В практике статистического исследования весьма часто возникает необходимость определить не только корреляционное соотношение между изучаемыми характеристиками, но и установить определенную обусловленность между ними, представив выявленную связь в строгой аналитической форме.

В этом случае результат исследования – экспериментальная зависимость воздействия какого-либо фактора (например, практического стажа работы) на изменение изучаемого параметра (например, зарплаты) – может быть не только представлен в виде графика (что весьма наглядно), но и описан математически с использованием аппроксимирующего выражения (эмпирической формулы). Исследование такой ситуации и является задачей регрессионного анализа,

который дает предсказание (прогнозирование) одной переменной на основании другой [1].

Регрессионный анализ четко распределяет роли между изучаемыми характеристиками – одна из них является аргументом (или факторным признаком), а вторая – функцией (или результативным признаком). Переменная, которая прогнозируется (функция), обозначается как y , а переменная, которая используется для такого прогнозирования (аргумент или фактор), – это x .

Таким образом, в случае выявления корреляции дается попытка ответить на вопрос: «Существует ли связь?» Целью регрессионного анализа является поиск ответа на уже более сложный вопрос: «Каков вид этой связи? Что на что влияет?» [12].

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились по данным предприятия СПК «Глинский» Режевского района Свердловской области, которое специализируется на производстве молока (таблица 1).

Объектом исследования являлись молоко и животные, предметом – количественные и качественные показатели молока, внешние формы животных.

Таблица 1 - Этапы реализации проекта

№ этапа	Название этапа	Срок реализации
1	Провести социологический опрос	август
2	Оценить основные показатели качества молока	сентябрь
3	Провести корреляционно-регрессионный анализ	октябрь
4	Сделать выводы и дать рекомендации	ноябрь
5	Оформление и презентация проекта	ноябрь

В проекте использованы следующие методы: анкетирование; аппаратный метод; методы математической статистики, в том числе корреляционно-регрессионный анализ; метод сравнения; метод анализа; метод обобщения.

Количество анализируемых проб молока ронялось 71. Исследования основных показателей качества молока проводились в молочной лаборатории предприятия. Данные по количественным показателям молока и внешним формам животных взяты из базы данных предприятия информационно-аналитической системы «СЕЛЭКС».

Основные статистические показатели рассчитаны по методике Н.А. Плохинского (1969) [3]: \bar{X} – средняя арифметическая величина; $S_{\bar{x}}$ – ошибка репрезентативности; C_v – коэффициент вариации признака (%); r – коэффициент корреляции между признаками; R – коэффициент регрессии признаков.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Социологическое исследование

В социологическом опросе приняли участие 40 респондентов из города Екатеринбург (таблица 2). При этом средний возраст опрашиваемых составил 21 год. Большинство опрашиваемых заявили о том, что молоко является их любимым продуктом питания. Более 70% из них не удовлетворяет качество молока, которое они потребляют.

Таблица 2 - Социологический опрос

Вопрос	Удельный вес ответов от общего количества респондентов		
	да	нет	затрудняюсь ответить
1. Является ли молоко Вашим любимым продуктом питания?	59%	20%	21%
2. Удовлетворяет ли Вас качество молока, которое Вы потребляете?	25%	71%	4%
3. Считаете ли Вы, что товаропроизводители уделяют достаточное внимание качеству молока?	52%	48%	0%
4. Может ли применение методов математической статистики оказать влияние на изменения качества молока?	0%	0%	100%

Более половины от общего числа опрашиваемых ответили «Да» на вопрос «Считаете ли Вы, что товаропроизводители уделяют достаточное внимание качеству молока?». Все опрашиваемые затруднились ответить на то, могут ли методы математической статистики оказать влияние на изменения качества

молока. Результаты проведенного нами опроса и сподвигли нас к дальнейшим исследованиям.

3.2 Количественные и качественные показатели молока

Основные количественные и качественные показатели молока приложены в таблице 3.

По данным таблицы видно, что количество полученного молока от исследуемых животных составило 4793, кг. При этом в среднем по оцениваемой группе массовая доля жира в молоке равна 3,80 %, белка – 2,90 %.

Чем выше значения оцениваемых показателей, тем больше ошибка репрезентативности данных величин. Например, ошибка средней величины количества молока $S_{\bar{X}}$ равна 65,6 при $\bar{X} = 4793,0$ кг; а $S_{\bar{X}}$ молочного жира и белка равна соответственно 2,1 и 1,7 при $\bar{X} = 176,2$ и 134,8 %.

Таблица 3 – Количественные и качественные показатели молока

Показатель	Значение	
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv, %
Количество молока, кг	4793,0±65,6	11,50
Массовая доля жира в молоке, %	3,80±0,02	3,60
Массовая доля белка в молоке, %	2,90±0,01	3,00
Молочный жир, кг	176,20±2,10	9,90
Молочный белок, кг	134,80±1,70	10,40
Казеин, %	2,27±0,01	2,35
Сывороточные белки, %	0,64±0,00	3,20
Сухое вещество, %	11,95±0,03	1,90
СОМО, %	8,17±0,02	2,30
Лактоза, %	4,50±0,04	6,90
Плотность, °А	28,04±0,07	2,25

Коэффициент вариации (Cv) самым высоким оказался у показателя количества молока и у молочного белка – 11,5 и 10,40 % соответственно.

Важно отметить, что все оцениваемые показатели качества молока, находились в пределах показателей стандарта оцениваемой породы животных.

Оценка внешних форм животных является неотъемлемой частью эффективной работы на молочных предприятиях. Характеристика основных внешних форм молочных животных представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика основных внешних форм молочных животных, см

Промер	Значение	
	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	Cv, %
Высота (рост)	132,8±0,4	2,7
Длина туловища	148,0±0,8	4,3
Глубина груди	69,0±0,9	10,9
Глубина туловища	73,2±0,6	6,8
Ширина груди	44,7±0,7	12,9

Рост оцениваемых животных составлял в среднем по исследуемой группе 132, длина туловища – 148,0 см, глубина груди – 69,0 см, глубина туловища – 73,2 см, ширина груди – 44, 7см. Значения $S_{\bar{X}}$ у средних величин оцениваемых показателей находились в пределах от 0,4 до 0,9 см. Самыми вариабельными в данном случае показателями являлись глубина груди (Cv = 10,9 %) и ширина груди (Cv = 12,9 %).

3.3 Корреляционно-регрессионный анализ показателей молока

Установлена взаимная положительная зависимость показателей состава молока между собой (таблица 5). Так, массовая доля СОМО в молоке связана положительной и высокой связью с долей сухого вещества ($r = 0,74$ при $p < 0,01$) и жира в молоке ($r = 0,72$ при $p < 0,01$). Судя по значениям коэффициента регрессии,

один процент увеличения доли СОМО в молоке приносит до 2,91% прибавки сухого вещества и до 1,89% жира.

Таблица 5 - Корреляционно-регрессионный анализ показателей качества молока

Показатель качества молока	Показатель корреляционно- регрессионного анализа		
	r	R _{1/2}	R _{2/1}
Массовая доля СОМО в молоке ¹ и Массовая доля сухого вещества ²	0,74**	0,19**	2,91**
Массовая доля СОМО в молоке ¹ и Массовая доля жира ²	0,72**	0,27**	1,89**
Массовая доля казеина ¹ и Массовая доля сывороточных белков ²	0,05	0,11	0,02
Массовая доля казеина ¹ и Массовая белка ²	0,91***	0,77***	1,07***
Массовая доля сухого вещества ¹ и Плотность молока ²	0,65*	0,82**	0,52
Массовая доля сухого вещества ¹ и Массовая доля лактозы ²	0,74**	5,11**	0,11**

^{1,2} – индекс изучаемого признака в паре; * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$

Высокодостоверный и положительный коэффициент корреляции установлен между долей казеина в молоке и долей общего белка ($r = 0,91$ при $p < 0,001$). Увеличение доли общего белка приводит к повышению доли казеина на 0,77% (при $p < 0,001$).

Плотность молока и массовая доля лактозы зависят от доли сухого вещества в молоке. Коэффициенты корреляции равны соответственно по показателям $r = 0,65$ (при $p < 0,05$) и $0,74$ (при $p < 0,01$). На каждый процент увеличения доли сухого вещества в молоке приходится до 0,82°А повышения плотности молока и до 5,11% - доли лактозы.

Корреляционно-регрессионный анализ внешних форм животных и показателей количества и качества молока представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Корреляционно-регрессионный анализ внешних форм животных и показателей количества и качества молока

Показатель внешних форм животных	Показатель количества и качества молока					
	количество молока ²		массовая доля жира в молоке ²		массовая доля белка в молоке ²	
	r	R _{2/1}	r	R _{2/1}	r	R _{2/1}
Высота (рост) ¹	-0,45*	-71,02*	0,33	0,02	0,38	0,01
Длина туловища ¹	-0,34	-36,13	0,01	0,00	-0,20	0,00
Глубина груди ¹	0,03	6,69	0,27	0,02	0,15	0,00
Глубина туловища ¹	0,11	15,77	-0,27	-0,01	-0,42	-0,01
Ширина груди ¹	0,51*	58,93*	0,13	0,00	0,18	0,00

^{1,2} – индекс изучаемого признака в паре; * - $p < 0,05$

Из данных таблицы видно, что показатель количества молока отрицательно коррелирует с ростом молочных животных и длиной их туловища. Коэффициенты корреляции в данном случае равны соответственно по показателям – 0,45 и – 0,34. При этом высокая и положительная корреляция обнаружена между количеством молока и шириной груди животных ($r = 0,51$). Коэффициент регрессии (R) свидетельствует о том, что на каждый сантиметр увеличения ширины груди приходится дополнительно 58,93 кг молока. Кроме того, при увеличении глубины туловища молочных животных на один сантиметр, количество полученного от них молока будет повышаться на 15,77 кг.

Поскольку показатели качества молока тесно связаны с его количеством отрицательной связью, то обратная тенденция прослеживается при оценке коэффициента корреляции между массовой долей жира и белка в молоке и внешними формами животных. При отрицательном коэффициенте корреляции количества молока и роста животных, в таблице можно увидеть положительный коэффициент корреляции между ростом и долей жира и белка в молоке ($r = 0,33$ и $0,38$).

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОЕКТА

1. Социологическое исследование показало, что у большинства опрошенных людей молоко является их любимым продуктом питания. При этом более 70% из них не удовлетворяет качество потребляемого ими молока.

2. Количество полученного молока от исследуемых животных составило 4793, кг. При этом в среднем по оцениваемой группе массовая доля жира в молоке равна 3,80 %, белка – 2,90 %. Рост оцениваемых животных составлял в среднем по исследуемой группе 132, длина туловища – 148,0 см, глубина груди – 69,0 см, глубина туловища – 73,2 см, ширина груди – 44, 7см.

3. Коэффициенты корреляции между количеством молока и ростом животных, длиной их туловища равны соответственно по показателям – 0,45 и – 0,34. Коэффициент регрессии показал, что на каждый сантиметр увеличения ширины груди приходится дополнительно 58,93 кг молока. При увеличении глубины груди молочных животных на один сантиметр, количество полученного от них молока будет повышаться на 15,77 кг. При отрицательном коэффициенте корреляции количества молока и роста животных, наблюдался положительный коэффициент корреляции между ростом и долей жира и белка в молоке ($r = 0,33$ и $0,38$).

4. Рекомендуем предприятиям, специализирующимся на производстве молока, осуществлять корреляционно-регрессионный анализ при прогнозировании вариаций показателей количества и качества молока.

Перспективы дальнейшего развития проекта - в последующем будет увеличен перечень показателей для осуществления корреляционно-регрессионного анализа, что позволит предприятиям прогнозировать желательные вариации качественных характеристик готового продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Болгов А.Е., Комлык И.П., Гришина Н.В. Вариабельность и взаимосвязь пищевых и индикационных показателей молока коров айрширской породы // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 54. С. 92-97.
- 2 Совершенствование системы селекционного контроля качества молока коров / В.П. Прожерин, В.Л. Ялуга, А.Л. Дыдыкина, А.О. Вязьминов // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 7. С. 2-5.
- 3 Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. 256 с.
- 4 Прожерин В.П. [и др.] Мониторинг результатов оценки экстерьера холмогорских коров архангельской популяции за прошедшие 100 лет // Зоотехния. 2020. № 9. С. 20-23.
- 5 Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации, 2017 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138625359016. (дата обращения 05.01.2018).
- 6 Правила оценки молочной продуктивности коров молочно-мясных пород СНПплем Р23-97: сборник правовых и нормативных актов к Федеральному закону «О племенном животноводстве». В. 2. Изд-во ВНИИплем, 2000. 81 с.
- 7 Суровцев В.Н., Паюрова Е.Н. Адаптация и развитие производителей молока в новых экономических условиях // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 6. С. 3-7.
- 8 Севостьянов М.Ю., Лиходеевская О.Е., Горелик О.В. Селекционные параметры основных хозяйственно полезных признаков молочной продуктивности коров уральского типа черно-пестрой породы // Генетика и разведение животных. 2020. № 4. С. 22-27.
- 9 Чеченихина О.С., Степанов А.В., Степанова Ю.А. Параметры отбора коров черно-пестрой породы при интенсивной технологии получения молока // Главный зоотехник. 2018. № 4. С. 10-17.

- 10 Чеченихина О.С., Степанов А.В. Оценка морфологических свойств вымени коров черно-пестрой породы // Молодежь и наука. 2018. № 6. С. 47.
- 11 Чеченихина О.С., Казанцева Е.С. Молочная продуктивность коров черно-пестрой и симментальской пород // Молодежь и наука. 2018. № 7. С. 38.
- 12 Чеченихина О.С., Смирнова Е.С. Биологические и продуктивные особенности коров черно-пестрой породы при различной технологии доения // Молочнохозяйственный вестник. 2020. № 1 (37). С. 90-102.
- 13 Чеченихина О.С. Показатели молочной продуктивности коров-дочерей в зависимости от наивысшего удоя их матерей // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 3. С. 165-176.
- 14 Чеченихина О.С., Пелевина А.И., Хатанов К.Ю. Корреляция хозяйственно-полезных признаков быков черно-пестрой породы // Молодежь и наука. 2018. № 2. С. 77.
- 15 Чеченихина О.С., Степанов А.В. Новый способ отбора высокопродуктивных коров черно-пестрой породы при интенсивной технологии получения молока // Аграрный вестник Урала. 2018. № 2 (169). С. 10.
- 16 Чеченихина О.С. Влияние происхождения на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы // Генетика и разведение животных. 2018. № 3. С. 45-50.
- 17 Loretts O.G., Chechenikhina O.S., Bykova O.A., Shatskikh E.V., Gridin V.F., Topuriya L.Yu. Productive qualities of cattle in dependence on genetic and paratypic factors // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. 2018. Т. 9. № 1. С. 587-593.