

А. Ю. РЫНДИН

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗЕРНА: АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ

Ключевые слова: белковые вещества, зерно, культура, структура, форма, цветковые пленки.

Аннотация. В данной статье анализируется ряд источников и рассматривается вопрос о физических методах определения качества зерна. Качество зерна имеет большое значение для дальнейшего использования его для переработки и хранения.

Физические свойства зерна и семян имеют большое значение для их хранения и переработки. Эти свойства лежат в основе методов определения качества, приемов перемещения, очистки и переработки зерна и семян.

К физическим свойствам зерна и семян относятся: форма зерна, линейные размеры и крупность, объем, выполненность и шуплость, выравненности, масса 1000 зерен, стекловидность, плотность, пленчатость и лужистость, объемная масса, механические повреждения зерна, трещиноватость, механические свойства, аэродинамические свойства, зараженность вредителями, засоренность [4, с. 311–346].

1. Форма зерна и семян весьма разнообразна. Зерно и семена разных культур и их сортов отличаются по форме. В пределах каждой культуры и отдельной партии зерна по форме зерна также наблюдаются различия вследствие неодинаковой степени физиологической зрелости и других причин. Существуют следующие формы зерна: шарообразная, чечевицеобразная, эллипсоид вращения; форма с разными размерами в трех направлениях (длина, ширина, толщина). Шарообразная форма зерна характерна примерным совпадением измерений в трех направлениях. Такую форму имеют семена гороха, проса, сорго, некоторых сортов кукурузы. При чечевицеобразной форме (форма двояковыпуклой линзы) длина семени равна ширине при значительно меньшей толщине. Семена чечевицы и некоторых сорных растений из семейства бобовых по форме относятся к этому типу. Форма эллипсоида вращения отличается одинаковой шириной и толщиной, длина же зна-

чительно больше. Такую форму имеют семена многих бобовых культур. Семена растений из семейства гречишных имеют форму трехгранной пирамиды. Зерно, более приближающееся по форме к шару, дает больший выход муки, поскольку при такой форме на оболочечные частицы приходится относительно меньшая доля, чем при любой другой форме. Зерно шарообразной формы имеет более высокую объемную массу, так как плотнее укладывается в мерке. Форма зерна твердой пшеницы менее изменчива, чем мягкой [2, с. 98].

2. Под линейными размерами понимается длина, ширина и толщина зерна и семени. Длиной считается расстояние между основанием и верхушкой зерна, шириной – наибольшее расстояние между боковыми сторонами, толщиной – между спинной и брюшной сторонами (спинкой и брюшком). Совокупность линейных размеров называется также крупностью. При изучении линейных размеров и крупности зерна применяются два способа: измерение отдельных зерен навески при помощи специальных приборов (микрометра, толщиномера, часового проектора, измерительного классификатора ВНИИЗ с клиновидной мерной щелью и др.) и ситовой анализ, при котором навеску зерна просеивают через набор сит с отверстиями определенной формы и размеров. О размерах зерна судят в этом случае по величине остатков на каждом сите. При измерении отдельных зерен из навески полученные данные обрабатывают методом математической статистики. Крупное зерно дает больший выход готовой продукции. Размеры зерна учитывают при установлении режима подготовки зерна к помолу и самого помола. При хранении и в результате гидротермической обработки линейные размеры зерна и его объем могут изменяться. Зерно твердой пшеницы отличается более выгодным соотношением линейных размеров, что улучшает условия его переработки. Из трех размеров (длина, ширина и толщина) толщина в наибольшей степени характеризует мукомольные свойства зерна. Установлена высокая коррелятивная связь между толщиной зерна мягкой пшеницы и содержанием в ней эндосперма. Зерно после оплодотворения семпочки сначала разрастается в длину, а затем в поперечном направлении, в первую очередь – в стороны щечек. Разрастание в толщину происходит позже, и, следовательно, степень выполненности зерна сказывается, прежде всего, на толщине [4, с. 36–42].

3. Объем зерна и семени имеет значение для величины и расчета скважистости зерновой массы, величины объемной массы (при всех прочих равных условиях большему объему зерен отвечает большая объемная масса), определения режима очистки и переработки зерна, величины выхода готовой продукции (большой объем – больший

выход). Средний объем одного зерна определяется погружением навески зерна в мерную стеклянную колбу, в которой налит определенный объем жидкости, не вызывающей набухания зерна (ксилол, толуол и др.) [1, с. 73–74].

4. Выполненностью зерна называется степень его налива и созревания. Для выполненного зерна характерна законченность процесса накопления сухого вещества. Выполненное зерно, как правило, наиболее крупное, с гладкой блестящей поверхностью, полновесное. Щуплым называется зерно мелкое, часто морщинистое, с ограниченным запасом питательных веществ, иногда состоящее почти из одной оболочечной ткани. Между выполненными и щуплыми зернами находится ряд промежуточных форм зерна различных размеров с неодинаковой степенью выполненности. Морщинистость щуплой зерновки является результатом несоответствия в развитии и созревании внешних оболочек и эндосперма. Наблюдаются значительные расхождения в микроструктуре щуплой зерновки мягкой и твердой пшеницы. Твердая пшеница имеет меньший предел налива, зерновка скорее приобретает признаки щуплости. Для нее характерно состояние скрытой (криптогенной) щуплости. При скрытой щуплости зерновка твердой пшеницы имеет внешний вид нормально выполненного зерна и нормальную структуру покровной ткани. Причинами щуплости могут быть: действие засухи, суховея и мороза, подгар, грибные болезни (пыльная головня, фузариоз, нигроспориоз, ржавчина и др.), бактериозы (базальный бактериоз и др.), вирусные болезни (закукливание, хлороз и др.), цветковые паразиты (повилика, заразики и др.), полевые вредители (клопы-черепашки, пшеничный трипс, хлебные пилильщики, злаковые мухи и др.) и другие неблагоприятные условия развития и созревания. По стандартам мелкое зерно определяется количеством прохода через сито с отверстиями определенных размеров: для пшеницы – 1,7x20 мм, ржи – 1,4x20 мм, ячменя – 2,2x20 мм и т. д. Коэффициент щуплости всегда больше единицы и с увеличением степени щуплости растет. Нормально выполненное зерно пшеницы имеет коэффициент 1,11, щуплое – от 1,20 до 1,96. Коэффициент щуплости вследствие сложности его определения целесообразно применять только в исследовательской работе [4, с. 203–210].

5. Выравненностью называется степень однородности отдельных зерен, составляющих зерновую массу, по влажности, размерам, химическому составу, цвету и по другим показателям. Наибольшее значение имеют выравненность по влажности вследствие особой роли влаги при хранении и переработке и по крупности. В практической работе обычно имеют дело с выравненностью по размерам. Выравнен-

ность нельзя путать с крупностью. Это разные понятия. Зерно может быть выравненным и одновременно мелким, крупным и вместе с тем невыравненным. При переработке однородного зерна по размерам (выравненного) снижаются потери и повышается качество вырабатываемых продуктов. Выравненность имеет особенно большое значение при переработке зерна в крупу. Выравненное зерно облегчает регулирование режима его переработки. Выравненные по размерам семена дают дружные всходы, растения развиваются равномерно и, следовательно, зерно созревает одновременно, что облегчает и ускоряет уборку урожая, а также повышает качество зерна нового урожая. В исследовательской работе выравненность определяют непосредственным измерением линейных размеров отдельных зерен из навески с последующей математической обработкой. Для практических целей достаточно просеять навеску зерна (обычно 100 г) через набор сит с определенными размерами отверстий. Выравненность выражают двумя способами: массой (процентами) наибольшего остатка на сите или наибольшей суммарной массой остатков на двух смежных ситах (наиболее часто) [1, с. 93–100].

б. Зерно имеет разную структуру, т. е. определенную взаимосвязь, взаиморасположение тканей, придающее определенное строение ее тканям. Структура может быть стекловидной и мучнистой. Мучнистое зерно на поперечном разрезе имеет белый цвет и вид мела; стекловидная часть в нем занимает не более 1/4 плоскости поперечного разреза зерна. Поперечный разрез стекловидного зерна сходен с поверхностью сколка стекла и создает впечатление прозрачной поверхности монолитного плотного вещества; на мучнистую часть в нем может приходиться не свыше 1/4 плоскости поперечного разреза зерна. Частично стекловидные зерна занимают промежуточное положение между стекловидными и мучнистыми. В частично стекловидном зерне стекловидная структура может быть сплошной, или занимающей часть поверхности поперечного среза, или в виде мелких мятен, в беспорядке разбросанных по поверхности среза. В этом случае срез становится пестрым. Стекловидность наблюдается в зерне пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы и риса.

Имеются особенности в распределении белковых веществ в стекловидном и мучнистом зернах пшеницы. В зерне с мучнистой структурой белок сосредоточен больше всего в наружных слоях эндосперма и меньше в центральной его части. В стекловидном зерне белковые вещества распределены более равномерно по всему эндосперму. В центральных слоях эндосперма зерна твердой пшеницы белка содержится несколько больше, чем в зерне мягкой пшеницы. С повыше-

нием стекловидности возрастает количество содержащихся в зерне белков, идущих на формирование клейковины. Структура зерна зависит от характера обмена при наливе и созревании. К числу основных факторов, определяющих стекловидность, относятся: погодноклиматические условия, состав удобрений, сортовые особенности. Высокая температура, недостаток влаги, сжатый период налива и созревания зерна увеличивают стекловидность. Избыток фосфора уменьшает, а избыток азота, наоборот, увеличивает стекловидность. Хотя стекловидность зерна является сортовым признаком хлебного растения, но она может изменяться в зависимости от почвенно-климатических условий. Интересен вопрос о соотношении в пшенице содержания белка и стекловидности. Одни исследователи утверждают, что между ними существует высокая корреляционная зависимость, позволяющая заменить длительное и недостаточно точное определение количества и качества клейковины для оценки хлебопекарного достоинства зерна при государственных закупках зерна пшеницы простым и быстрым определением стекловидности. Имеется в виду возможность по стекловидности судить о содержании белка и клейковины и по этим показателям – о хлебопекарной ценности зерна пшеницы. Другие исследователи приводят данные, не подтверждающие такой тесной связи между стекловидностью и содержанием белка. Стекловидность наблюдается в зерне пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы, риса. Она является важным технологическим показателем зерна. Стекловидное зерно оказывает большое сопротивление раздавливанию и скалыванию, в связи с чем при размоле требуется больше энергии, чем для мучнистого зерна. Из стекловидного зерна получается более высокий выход муки, чем из мучнистого. Из мучнистого зерна мука получается, как правило, мягкая, мажущаяся (при растирании между пальцами). Мука из стекловидного зерна более крупитчатая, что очень ценится в хлебопечении. От стекловидности зерна в значительной степени зависят: режим и схема помола, извлечение крупок и их качество, легкость просивания через сито, степень увлажнения и время отволаживания после замачивания при кондиционировании. Стекловидное зерно лучше вымалывается, чем мучнистое, т. е. из его отрубьянистых частиц легче и полнее отделяются остатки эндосперма. Из стекловидного зерна получают тонкие и тощие отруби. В пределах одного и того же сорта пшеницы стекловидные зерна имеют большую массу 1000 зерен, чем мучнистые, а полустекловидные занимают промежуточное место.

Стекловидные зерна длиннее мучнистых. Таким образом, сортируя по длине, можно выделить стекловидные зерна. Это имеет большое практическое значение: можно увеличить количество зерна,

идущего на производство муки для макарон, подготовить более ценные партии зерна для экспорта, повысить качество посевного материала. Общая стекловидность выражается в процентах и равняется числу процентов полностью стекловидных зерен плюс половина числа процентов частично стекловидных зерен. Она может быть определена при помощи диафаноскопа или разрезанием 100 зерен. Показатель общей стекловидности не дает полного представления о том, какая фракция по стекловидности зерна преобладает в партии – стекловидная, частично стекловидная или мучнистая. Наряду со стекловидностью, характеризующей одно из природных свойств здорового зерна – его структуру, существует ложная стекловидность. При неумелом хранении и последующей неправильной сушке пшеницы и ржи рыхлый эндосперм получается стекловидным, или, как еще говорят, «закаленным», «остеклевшим». Остеклевшая часть наиболее часто располагается по периферии, под алейроновым слоем; она более темная, чем у зерна нормальной стекловидности. Зерно с ложной стекловидностью при переработке растирается, как мыльный порошок. При замачивании остеклевший слой зерна переходит в мажущуюся или жидкую вязкую массу. Зерна с ложной стекловидностью при помоле с замочкой и отволаживанием замазывают вальцы и образуют прочные плоские лепешки. Остеклевшая часть зерна с трудом размалывается и, будучи темного цвета, придает муке общий темный цвет. Вместе с тем увлажненные оболочки, просушенные при высокой температуре, легко крошатся, загрязняя муку.

Ложная стекловидность появляется в результате начинающегося прорастания сильно увлажненного зерна. Начальные этапы прорастания, сопровождаясь интенсификацией ферментативных процессов, вызывают разрушение стенок в периферийном слое эндосперма, прилегающем к алейроновому слою. Разрушенные клетки эндосперма образуют сначала мягкую мажущуюся, а в дальнейшем жидкую, вязкую массу, напоминающую по консистенции зерно в стадии молочной спелости. Эта жидкая масса состоит из растворенных углеводов (декстринов и сахаров), в которую погружены разрозненные крахмальные зерна; при высокой температуре она становится стекловидной. Во избежание появления ложной стекловидности влажное зерно с повышенной температурой нельзя держать до сушки в неохлажденном состоянии. В зерне пшеницы ежегодно встречаются желтобокие зерна. Количество их может достигать 50–60 %, и больше. Желтобокими называют частично стекловидные зерна пшеницы с резко очерченными мучнистыми участками с боков. Качество желтобоких зерен значительно хуже, чем частично стекловидных. Они близки по качеству к

мучнистым. Между желтобокостью и стекловидностью в основном обратная зависимость: с увеличением желтобокости уменьшается стекловидность, и наоборот. С увеличением количества желтобоких зерен снижается масса 1000 зерен. Необходимо различать зерна пшеницы с желтыми пятнами, возникшими в результате повреждения клопами вредной черепашки и желтобокие зерна, образовавшиеся в связи с условиями выращивания. Зерна, пораженные клопами, легко отличить по желтым морщинистым или вдавленным пятнам, часто с черной точкой в месте укула клопа. Желтые пятна в зоне зародыша зерновки считаются результатом поражения клопами, даже если на них нет вдавленности или черной точки. Желтобокость, образовавшаяся в результате условий выращивания, охватывает всю зерновку или часть ее, проявляясь в виде отдельных желтых пятен. Зерна, пораженные клопами вредной черепашки, в местах желтых пятен имеют рыхлое мучнистое строение (крошатся при надавливании), тогда как у желтобоких зерновок, образовавшихся в результате условий выращивания, мучнистая часть зерна не крошится [2, с. 43–76].

7. За единицу плотности по системе МКС, входящей в состав СИ, принята плотность однородного вещества, в одном кубическом метре которого содержится масса, равная 1 кг. Она обозначается в $\text{кг}/\text{м}^3$. Единицу плотности применяют для характеристики однородного вещества. Зерно же, даже в пределах отдельно взятого семени, представляет собой материал по физическим и химическим свойствам резко разнородный. На величину плотности влияют также давление и температура. Все это при определении плотности зерна очень трудно учесть и измерить. Поэтому, говоря о плотности зерна, мы обычно имеем дело с некоторыми усредненными данными, которые для практических целей являются достаточными. В некоторых случаях по плотности можно судить о качестве зерна. Плотность также указывает на степень зрелости и выполненности зерна. Зрелое и выполненное зерно имеет более высокую плотность, чем менее зрелое. Разницу в плотности зерна и примесей используют при сортировании зерна и его очистке. Вследствие разницы в плотности различных компонентов, составляющих зерновую массу, в том числе и зерен основной культуры, происходит самосортирование зерна при перемещениях и встряхиваниях. При уборке в фазе полной спелости плотность зерна достигает максимальной величины в наиболее короткие сроки. Срок этот увеличивается при уборке в фазе восковой спелости. Зерну, убранному в фазе молочной спелости, для достижения максимальной плотности требуется особенно длительный срок. С повышением температуры достижение максимума плотности ускоряется [3, с. 53].

8. Пленчатостью называется процентное содержание в зерне цветковых пленок (ячмень, просо, рис, овес), плодовых оболочек (гречиха) или семенных оболочек (клевещина). При характеристике семян масличных культур (подсолнечник, сафлор) пленчатость заменяется термином лужистость. Содержание пленок характеризует ценность зерна для переработки. Чем выше пленчатость, тем относительно меньше в нем питательных веществ. Наличие пленок усложняет и удорожает переработку пленчатых культур. От плотности и массы пленок зависит выход крупы. Зерно с механическими повреждениями. При уборке урожая часть зерна получает механические повреждения. Эти повреждения подразделяются на две группы: дробление зерна и микроповреждения. При дроблении зерна раскалываются вдоль или поперек, появляются сплюснутые зерна. К зернам с микроповреждениями относят зерна, у которых полностью выбит зародыш, повреждены оболочки над зародышем и около зародыша поврежден эндосперм [4, с. 195–196].

9. Особое место среди различных видов механических повреждений занимает трещиноватость. Она появляется в результате неблагоприятных условий уборки, механических воздействий при обмолоте, неправильной сушки, неблагоприятных условий хранения. Трещины могут быть крупными, выходящими наружу, видимыми невооруженным глазом, и мелкими, внутренними, не различимыми при осмотре. Трещиноватость усложняет переработку зерна, увеличивает производственные потери и снижает выходы наиболее ценных видов готовой продукции. Механические свойства зерна. При переработке в муку и крупу зерно подвергается различным видам механического воздействия. Интенсивность этих воздействий, их технологический эффект, количество и качество вырабатываемых продуктов находятся в тесной связи с механическими свойствами зерна. Под механическими свойствами зерна понимается способность его сопротивляться разрушению с одновременным изменением формы, т. е. упруго и пластически деформироваться под действием внешних механических сил. Механические свойства зерна находят выражение в сопротивлении деформированию, разрушению и пластичности. Характерной особенностью зерна является анизотропия, т. е. неодинаковость его свойств по различным направлениям. Особенно ярко эта особенность проявляется при оценке механических свойств зерна. О механических свойствах зерна можно судить только на основании массовых наблюдений с последующей обработкой материалов методами математической статистики. При переработке зерна в муку основным процессом является его измельчение, на что затрачивается от 50 до 70 % всей энергии, расходуемой на

мельнице. Не вдаваясь в рассмотрение сложных взаимосвязей различных механических свойств зерна (твердость, упругость, пластичность и т. д.), наиболее важным свойством зерна, которое следует учитывать при его измельчении, является прочность, т. е. сопротивление механическому разрушению [2, с. 33–40].

10. Прочность зерна измеряют в средней пробе массой 3 кг. Среднюю пробу размалывают на лабораторном вальцовом станке при определенных условиях. Прочность выражают работой, затрачиваемой на образование единицы новой поверхности зерна при измельчении, определенной методом ситового анализа. Прочность зерна зависит от его структуры, влажности, температуры, сортового и видового состава, почвенно-климатических условий произрастания и других еще недостаточно выясненных факторов. Влажность оказывает очень сильное влияние на прочность зерна и связанные с ней показатели удельного расхода энергии, процента извлечения и производительности мельницы. Сухое зерно имеет свойства хрупкого, а влажное – пластического тела. Повышение влажности резко ухудшает технологический эффект. Повышение температуры увеличивает прочность зерна. При понижении температуры зерно становится более хрупким и с большей легкостью разрушается. Влияние влажности и температуры на механические свойства зерна, видимо, связано с коллоидно-химическими изменениями его полимеров с коллоидными свойствами (белков, углеводов). Твердость (твердозерность), под которой понимается сопротивление, оказываемое телом проникновению в него другого тела, т. е. местная прочность на вдавливание с соответствующим данному виду деформации характером напряженного состояния, для различных участков эндосперма изменяется в широких пределах (от 39 до 167 н/мм²). В центральных участках эндосперма микротвердость в целом выше, чем в периферийных. Микротвердость эндосперма стекловидной пшеницы в два раза выше, чем мучнистой. Механические свойства оболочек и эндосперма твердой пшеницы сильно различаются. Микротвердость эндосперма зерна твердой пшеницы в два с лишним раза выше, чем микротвердость оболочек. У зерна мягкой пшеницы эти различия, особенно при мучнистой структуре, небольшие. При высокой влажности (17–20 %) величина микротвердости оболочек выравнивается и становится примерно одинаковой независимо от структуры, сорта и района произрастания (20 н/мм²) [4, с. 45–46].

11. Аэродинамические свойства зерна – это особенности его поведения в воздушном потоке. Движущееся зерно в воздухе встречает сопротивление (давление), которое зависит от ряда факторов. Давление воздушного потока на находящееся в нем тело зависит от массы

тела, его размеров, формы, состояния поверхности, относительной скорости движения и расположения зерна, а также состояния воздушной среды. Скорость витания связана с коэффициентом парусности: она обратно пропорциональна корню квадратному из коэффициента парусности. Аэродинамические свойства зерна и его примесей используются при очистке и сортировании зерновой массы. Воздушным потоком из зерновой массы выделяют мертвый органический сор (кусочки соломы, мякину, полову). Вторичный пропуск через воздушный поток позволяет выделить многие семена сорных растений. Скорость витания зерна и его примесей устанавливают экспериментально в пневматических классификаторах разной конструкции [2, с. 95–96].

12. Зараженность зерна вредителями при неблагоприятных условиях хранения, в неподготовленных и необеззараженных хранилищах в зерновой насыпи развиваются вредители, клещи и насекомые. Вредители наносят значительный ущерб зерну: поедают его, загрязняют своими трупами, личиночными шкурками и экскрементами, способствуют повышению влажности и развитию микроорганизмов. Между количеством вредителей в пшенице до ее переработки и количеством вредителей в муке существует тесная связь. Из зараженного зерна получается зараженная мука, при этом уменьшается ее выход и увеличиваются отходы. Зольность отдельных фракций муки возрастает. Мука приобретает темный цвет. Темные и с повышенной зольностью фракции муки отходят в более низкие сорта, выход муки высших сортов уменьшается. На сохранности зерна сказывается не только видимая зараженность, но и скрытая [3, с. 133].

Долговечность зерна зависит от его исходного качества и условий хранения. По данным Л. А. Трисвятского, хлебные злаки сохраняют жизнеспособность (всхожесть) от 5 до 15 лет. Наиболее долговечными являются овес, пшеница и ячмень, быстрее всех теряет всхожесть просо. Мукомольно-крупяные и пищевые достоинства сохраняются 10–12 лет, а кормовые – еще дольше. Однако столь длительное хранение запасов нецелесообразно, их следует обновлять через 3–5 лет [5, с. 5–29].

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпов Б. А. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна. М.: Агропромиздат, 1997. 288 с.
2. Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия дефектного зерна и пути его использования. М.: Наука, 2003. 165 с.
3. Семин О. А. Стандартизация и управление качеством продовольственных товаров, М., Экономика, 1979. 265 с.

4. Семенов А. Н. Физико-механические свойства зерна. Труды Кишиневского СХИ. 1959, т.20, 452 с.

5. Соседов Н. И., Швецова В. А., Дроздова З. В. Влажность отдельных зерен пшеницы в период ее уборки. Труды ВНИИЗ, 1954, Вып. 27. 254 с.

PHYSICAL OF DEFINING GRAIN QUALITY: ANALYSIS OF SOURCES

***Keywords:** grain, form, culture, structure, albumens, a floral pellicle.*

***Annotation.** In the given article some sources are analyzed and the question of defining of physical methods of grain quality is considered. Among physical grain qualities are form, the linear sizes, massivity, volume, fulfillment, panicy, uniformities, weight, virtuosity, density, pelliclicy, peeling, volumetric weight, mechanical damages, crackity, mechanical properties, aerodynamic properties, contamination wreckers, and a contamination.*

РЫНДИН АРКАДИЙ ЮРЬЕВИЧ – преподаватель кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии», магистрант инженерного факультета Нижегородского государственного инженерно-экономического института, Россия, Княгинино, (rindin22@mail.ru).

RYNDIN ARKADIY YUR'EVICH – the teacher of the chair of bases of agriculture, chemistry and ecology, the student in a magistracy of engineering faculty of Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (rindin22@mail.ru).
