

Автор ер.  
К 14

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

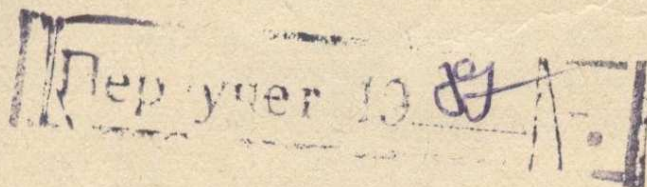
ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ  
ОДЕССКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ МУКОМОЛЬНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭЛЕВАТОРНОГО ХОЗЯЙСТВА  
имени И. В. СТАЛИНА

На правах рукописи

С 55

Инж. А. М. КАЛЮЖНАЯ

К



# ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ МУКИ НА ЕЕ ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА

## АВТОРЕФЕРАТ

диссертации, представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук.

Научный руководитель работы —

доктор технических наук, профессор Гиршсон В. Я.

Одесса 1951 г.



СН

За годы Сталинских пятилеток наша Советская Родина достигла огромных успехов в своем развитии. Из отсталой в прошлом, аграрной страны, она превратилась в могучую индустриальную социалистическую державу с высокоразвитым коллективным сельским хозяйством.

Успехи нашего социалистического строительства вызвали значительный подъем материально-культурного уровня жизни трудящихся — активных строителей коммунизма.

Растущее из года в год благосостояние широких трудящихся масс обуславливает расширение спроса на продукты питания, и в том числе на хлеб высокого качества.

Качество же хлеба в значительной степени определяется свойствами муки и, в частности, ее крупностью и однородностью.

Поэтому, наряду с разрешением общей проблемы максимального извлечения эндосперма из пшеничного зерна, стоит задача получения муки различных сортов такой степени измельчения, чтобы она обладала наилучшими хлебопекарными достоинствами.

Приведенные соображения и послужили основанием к выбору темы диссертационной работы, основной задачей которой является:

1) разработка методики определения дисперсности сортовой муки на основе современных методов дисперсионного анализа;

2) определение дисперсности муки различных сортов, а также промежуточной муки (по системам) при сортовом помоле;

3) определение влияния дисперсности муки на ее хлебопекарные качества с целью установления оптимальной дисперсности муки высшего, первого и второго сортов.

Во введении к работе приведены основные, поставленные партией и правительством перед мукомольной промышленностью, задачи улучшения качества муки.

В главах I и II приводится литературный обзор существующих работ по вопросу исследования дисперсности и влияния этого фактора на хлебопекарные качества, а также обосновывается выбор темы и дается целевая задача исследования.

В литературном обзоре рассматриваются работы П. А. Козьмина, В. Я. Гиршсона, Г. Д. Домбровского, П. Г. Демидова, С. Д. Хусида, В. Ф. Пашовкина, В. М. Кадовского и др., значительная часть которых посвящается исследованию обойной муки и муки II сорта. В этих работах (за исключением работы С. Д. Хусида) для характеристики дисперсности применяется только ситовой метод анализа, что не может быть признано достаточным. Хлебопекарные качества муки оценивались только пробной выпечкой без применения других методов объективной оценки.

Поэтому нами был сделан вывод о необходимости изучения влияния дисперсности сортовой муки на хлебопекарные качества, как вопроса менее разработанного.

В главе III дается анализ основных методов определения дисперсности (ситового, микроскопического, седиментометрического) и рассматривается вопрос о применимости их к анализу муки. Показана значительная роль советских ученых (Н. А. Фигуровского, К. А. Путилова, П. А. Ребиндера, Г. И. Ромашова, Л. В. Лютин и Г. В. Захарова) в разработке седиментометрического анализа.

Путем микроскопического исследования муки высоких сортов, содержащей в основном мало отличающиеся от шаровидной формы частицы эндосперма, установлено, что при седиментометрическом анализе можно с известным приближением применять закон Стокса.

Дисперсность муки определялась пипетным методом седиментометрического анализа, имеющим целый ряд преимуществ перед другими.

В главе IV изложена предлагаемая нами методика определения дисперсности муки пипетным методом седиментометрического анализа при помощи специально сконструированного прибора и исследована точность метода. Экспериментально подтверждено, что наиболее благоприятной средой для проведения анализа, как установлено ранее проф. Н. П. Козьминой, является смесь четыреххлористого углерода с обезвоженным керосином, с удельным весом  $1,25 \text{ г/см}^3$  (меньшим удельного веса муки), обеспечивающим достаточное время для оседания крупных частиц.

Удельный вес дисперсной среды определялся ареометром при  $t = 20^\circ\text{C}$ , удельный вес муки пикнометрическим способом, причем удаление аклюдированного воздуха из муки производилось с помощью вакуум-эксикатора и вакуум-насоса.

Определение абсолютной вязкости смеси производилось вискозиметром Оствальда в температурном интервале от  $15^\circ$  до  $25^\circ\text{C}$ , т. е. в пределах температур, в которых производились исследования.

Разделение твердой и жидкой фазы достигалось фильтрованием через предварительно высушенные до постоянного веса складчатые бумажные фильтры с последующей сушкой фильтров с осадками до постоянного веса при температуре  $105^{\circ}\text{C}$ . Сушка фильтров производилась также и по предлагаемой нами методике ускоренной сушки фильтров с осадками. В результате сушки фильтров при различных температурах установлено, что оптимальной температурой является  $120^{\circ}\text{C}$ , которая обеспечивает полное высушивание фильтров с осадками в течение 75 мин.

Для определения процентного содержания взвешенных частиц в диапазоне от 120 до  $20\ \mu$  в процессе исследования бралось 6 проб суспензии.

На основании закона Стокса выведены упрощенные формулы для определения времени оседания частиц указанных размеров при условии, что абсолютная вязкость смеси  $\eta = 0,011\ \text{гсм}^{-1}\ \text{сек}^{-1}$ , а удельный вес среды  $d = 1,25\ \text{г/см}^3$ . (При этом учитывалось уменьшение уровня жидкости в примененном приборе после каждого отбора пробы).

Для проверки точности примененного метода сравнивались, как показатели при параллельном определении, так и результаты определения дисперсности общего образца, со средневзвешенной дисперсностью в различных фракциях этой муки, полученных рассортированием этого образца на наборе сит.

При определении процентного содержания взвешенных частиц размерами от 120 до  $40\ \mu$  относительная погрешность между параллельными определениями не превышала  $\pm 5\%$ , а для частиц меньших  $40\ \mu$  относительная погрешность достигала  $\pm 10\%$ .

Относительная погрешность при определении средневзвешенного содержания частиц размерами более  $20\ \mu$  во фракциях рассортированного образца и в нерассортированном образце (всей муке) не превышает  $\pm 5\%$ , а для частиц, меньших  $20\ \mu$  —  $\pm 10\%$ .

В главе V приведена характеристика дисперсности отдельных сортов муки.

Исследованию подвергалась мука, полученная с мельниц, работавших на трех- и двухсортном помолах. При этом перерабатывалось зерно II группы стекловидности (от 42 до 55%). Зольность муки одноименных сортов была почти одинаковой на всех мельницах и находилась в пределах действующих норм стандарта. Дисперсность муки каждого сорта определялась ситовым и седиментометрическим методами по принятой нами методике.

1) Результаты определения дисперсности муки высшего и

первого сортов полностью подтвердили, что ситовой метод не дает исчерпывающей характеристики дисперсности муки, так как значительное количество частиц муки имеют размеры меньшие размеров отверстий самых густых сит, применяемых в мукомольной промышленности.

2) При трехсортном и двухсортном помолах пшеницы, незначительно отличающейся по стекловидности, дисперсность муки одного и того же сорта для различных мельниц мало отличается по результатам седиментометрического анализа, особенно для муки высшего и первого сортов.

3) Сопоставление результатов седиментометрического и ситового анализов показывает значительно большее совпадение показателей по обоим методам для муки высшего и первого сортов, чем для муки II сорта. Это объясняется тем, что в муке II сорта имеются раздробленные периферические части зерна, форма которых значительно отличается от шаровидной и поэтому они не подчиняются закону Стокса, на основании которого построен метод седиментометрического анализа.

В главе VI приводятся исследования дисперсности и характеристика хлебопекарных свойств промежуточной муки драных и размольных систем для трехсортного помола при 6 драных и 11 размольных системах и для двухсортного помола при 5 драных и 5 размольных системах.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее диспергированной мукой является мука 2-й размольной системы (она содержит 52% частиц размером меньших 60  $\mu$ ) и мука 1 размольной системы (содержит 46% частиц меньших 60  $\mu$ ).

Из муки драных систем наиболее диспергирована — мука III драной системы. Наиболее крупная — мука последних драных и размольных систем.

2. Промежуточная мука, получаемая с различных систем, отличается физическими свойствами теста, которые определялись альвеографом.

а) Мука I драной системы по альвеограммам характеризуется малой упругостью  $P$  и большой растяжимостью  $L$ .

Отношение  $P$  к  $L$  меньше установленных пределов для оптимальных показателей качества.

б) Мука второй и третьей драных систем, а также размольных систем первой добротности получается с нормальными хлебопекарными качествами.

в) В муке последних драных и размольных систем, имеющей высокую зольность и, следовательно, большое содержание периферических частей зерна, величина упругости теста

$P$  значительно увеличивается при одновременном уменьшении растяжимости  $L$ .

3. Промежуточная мука различных систем отличается физическими свойствами клейковины, определявшимися на пластометре (при  $t = 20^\circ\text{C}$ ).

Мука II сорта обладает более крепкой клейковиной (время истечения 2,17 мин), чем мука I сорта (время истечения 1,33 мин.) из того же зерна.

Мука последних драных и размольных систем также обладает более крепкой клейковиной, чем мука первых драных и размольных систем.

Следовательно, повышение содержания периферических частей зерна в муке приводит к укреплению клейковины.

4. В ходе исследования была установлена зависимость между показаниями альвеографа и пластометра.

Тесто с большей упругостью  $P$  по альвеографу имеет, как правило, клейковину, обладающую большим временем истечения по пластометру, т. е. более сильную.

| Системы      | $P$<br>по альвеографу<br>в мм | Время истечения<br>клейковины по<br>платометру в мин.<br>при $t = 20^\circ$ |
|--------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1 размольная | 100                           | 1,17                                                                        |
| 2 "          | 120                           | 1,40                                                                        |
| 3 "          | 95                            | 1,06                                                                        |
| 4 "          | 135                           | 2,00                                                                        |

В главе VII приводятся результаты основных экспериментальных исследований влияния дисперсности сортовой муки на ее хлебопекарные качества.

Исследованию подвергалась мука, изготовленная в лабораторных условиях, соответствующая по зольности высшему, первому и второму сортам, но различной крупности.

Мука высшего и первого сортов получилась при размолотке крупок и дунстов, полученных из пшениц различных сортов.

Мука II сорта получалась из пшениц по схеме двухсортного лабораторного помола с установкой различных номеров сит на системах, на которых она отбиралась.

Степень измельчения контролировалась установкой определенной нумерации сит при одинаковом режиме работы вальцовых станков. Продукт измельчался до тех пор, пока не представлял собой проход через соответствующий номер сита, для чего сходы указанных сит опять возвращались на размол, пока остаток на сите не составлял 1—2%.

**Мука I сорта** изготовлялась пяти образцов, представляющих собой проходы шелковых сит: №№ 32 (VII), 38 (IX), 43 (X), 46 (XI), 52 (XIII).

**Мука высшего сорта** вырабатывалась трех образцов различной крупности, представляющих собой: а) проход сита № 27 (V) с отсевом мягкой муки через сито № 35 (VIII) б) проход сита № 38 (IX), в) проход сита № 52 (XIII).

**Мука II сорта** изготовлялась 4-х образцов, представляющих собой проходы шелковых сит № 25 (IV), № 27 (V), № 32 (VII) и № 38 (IX).

Для оценки хлебопекарных свойств муки различной дисперсности эти изготовленные образцы подвергались изучению по следующим показателям: дисперсности ситовым и седиментометрическим методами, сахарообразующей способности, выходу и качеству клейковины, физическим свойствам теста по альвеографу, водопоглотительной способности муки по фаринографу и показателям пробных выпечек.

В главе приведено описание результатов исследования и дан их анализ.

1. Установлено, что мука, полученная проходом через одинаковые номера шелковых сит при переработке пшениц, незначительно отличающихся по стекловидности, характеризуется:

а) почти одинаковым содержанием частиц, размером ~~менее~~ 60 микронов.

| Образцы муки<br><br>различной крупности | Рядовая пшеница             |                                   | Пшеница ОД-3                |                                   |
|-----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
|                                         | Содержание частиц<br>в %    |                                   | Содержание частиц<br>в %    |                                   |
|                                         | Меньших<br>60 мик-<br>ронов | в т. ч.<br>меньших 20<br>микронов | Меньших<br>60 мик-<br>ронов | в т. ч.<br>меньших 20<br>микронов |
| № 1 (проход 32)                         | 25,7                        | 9,3                               | 28,7                        | 11,4                              |
| № 2 (проход 38)                         | 30,2                        | 14,4                              | 30,1                        | 10,9                              |
| № 3 (проход 43)                         | 46,6                        | 19,0                              | 42,6                        | 14,9                              |
| № 4 (проход 46)                         | 54,7                        | 15,0                              | 49,1                        | 17,0                              |
| № 5 (проход 52)                         | 59,8                        | 19,8                              | 60,2                        | 18,7                              |

б) Средний размер частиц образца муки № 1 из рядовой пшеницы составляет 107  $\mu$ , из пшеницы ОД-3—101  $\mu$ .

Средний размер частиц образца муки № 5 из рядовой пшеницы составляет 58  $\mu$ , а из пшеницы ОД-3 — 57  $\mu$ .

в) Средний размер частиц муки различных сортов, представляющих собой проход через шелковое сито 38 (IX), отличается незначительно.

Для муки высшего сорта он равняется 94  $\mu$ , для муки I сорта — 90  $\mu$  и для муки II сорта — 94  $\mu$ .

Аналогичные результаты получились и для образцов муки различных сортов, представляющих собой проход через другие применявшиеся при исследовании сита.

2. Мука, полученная из пшеницы Мелянопус 69 (I группа стекловидности) на тех же ситах, что из пшениц (II и III групп стекловидности) ОД-3 и рядовой, отличается меньшей степенью измельчения.

3. На основании исследования хлебопекарных свойств муки высшего сорта (зольн. 0,40—0,45) различной дисперсности установлено:

а) объемный выход хлеба на 100 г муки в среднем составлял 363 мл в образце № 1 и 361 мл — в образце № 3;

б) пористость хлеба из всех образцов муки была почти одинаковой (колебалась от 75—76%);

в) сахарообразующая способность муки возрастала с увеличением дисперсности муки от 161 до 296 единиц.

Увеличение сахарообразующей способности более тонкой муки вызвано тем, что в ней возрастает количество поврежденных крахмальных зерен, легче подвергающихся ферментативному воздействию.

Об увеличении количества поврежденных крахмальных зерен в более диспергированной муке свидетельствуют данные седиментометрического анализа (увеличивается количество частиц меньших 20  $\mu$  с 4% в образце № 1 до 18,3% в образце № 3) и микроскопические исследования, указывающие, что крахмальные зерна действительно расщеплены и получили надломы;

г) с изменением дисперсности муки изменялась ее водопоглотительная способность с 55% до 62,5%.

Увеличение водопоглотительной способности более диспергированной муки, и в связи с этим увеличение припека не вызывало, однако, увеличения объемного выхода хлеба;

д) при изменении дисперсности муки в указанных выше пределах, выход сырой клейковины изменялся от 33,2% до 34%, т. е. расхождения не превышали погрешности метода;

е) время брожения теста в указанных образцах было почти одинаковым;

ж) физические свойства теста по альвеографу менялись незначительно и никакой закономерности установить не удалось.

4. В результате исследования хлебопекарных качеств муки I сорта различной дисперсности установлено:

а) Сахарообразующая способность муки из рядовой пшеницы увеличивалась от 145 единиц в образце № 1 до

295 единиц в образце № 5, для муки из пшеницы ОД-3 — от 105 до 162 единиц и для муки из пшеницы Мелянопус 69 — от 377 до 631 единиц.

б) Выход сырой и сухой клейковины и ее гидротационная способность не изменялись в образцах муки различной крупности (отклонения в пределах ошибок метода).

Сила клейковины по пластометру изменялась незначительно в сторону уменьшения с изменением дисперсности муки. Время истечения клейковины при  $t = 20^{\circ}\text{C}$  в образцах более тонкой муки было несколько меньше, чем в образцах крупной.

в) Физические свойства теста, определявшиеся на альвеографе, изменялись незначительно.

В образцах муки из рядовой пшеницы упругость теста  $P$  с измельчением муки уменьшалась от 107 до 100 мм.

В изменении удельной работы деформации теста закономерность установить не удалось. Отношение упругости  $P$  к растяжимости  $L$  менялось, но во всех образцах оказались в пределах оптимальных значений (от 1,5 до 0,97 и от 1,25 до 1,01).

г) Водопоглотительная способность муки, определяемая по фаринографу, увеличивалась с повышением степени тонкости муки: в муке из рядовой пшеницы она изменялась в пределах от 49,0% до 54,4% в муке из пшеницы ОД-3 — от 50,2 до 53% и в муке из пшеницы Мелянопус 69 — от 62,8 до 68%.

д) Объемный выход хлеба и пористость изменялись незначительно в образцах муки различной крупности.

Однако наибольший объемный выход и пористость хлеба имел образец муки, представляющий собой проход через шелковое сито № 43 (X).

В образцах муки из рядовой пшеницы объемный выход хлеба увеличивался с 390 мл в образце № 1 (проход сита 32) до 409 мл в образцах № 3, 4, 5.

е) Припек хлеба увеличивался с измельчением муки. В муке из рядовой пшеницы он изменялся с 36,1% в образце № 1 до 41,7% в образце № 5; в муке из пшеницы ОД-3 — с 28,3% до 33,7%; в муке из пшеницы Мелянопус 69 — с 43,2% до 47,3%.

ж) По внешнему виду хлеб из муки различной крупности почти не отличался.

з) Время брожения теста не изменялось в муке указанных пределов дисперсности.

В муке из рядовой пшеницы период первого брожения (до увеличения объема в 2 раза) колебался от 150 до 145 минут, период второго брожения (до максимального увеличения

объема хлеба) колебался от 100 до 95 мин. Аналогичные результаты были получены для муки из пшениц ОД-3 и Мелянопус 69.

5. Мука II сорта одинаковой зольности, полученная в процессе лабораторного помола проходом через шелковые сита в пределах от № 25 (IV) до № 38 (IX), обнаружила некоторые различия в хлебопекарных качествах.

а) Сила клейковины (по пластометру) меняется незначительно, однако, наблюдается ослабление клейковины в более диспергированной муке. Этот фактор может оказывать положительное влияние на хлебопекарные качества более диспергированной муки, так как мука II сорта обладает более крепкой клейковиной, чем мука высшего и первого сортов из того же зерна.

б) Физические свойства теста по альвеографу меняются в некоторой степени с измельчением муки. Упругость теста по показаниям альвеографа уменьшалась с 112 мм в образце № 1 до 84 мм в образцах № 3, 4, растяжимость  $G$  увеличивалась с 14,8 до 18,4, удельная работа деформации уменьшалась в образце № 5, что свидетельствует об уменьшении силы муки. Отношение  $\frac{P}{L}$  также уменьшалось.

в) Объемный выход хлеба увеличивался в более диспергированной муке с 366 до 390 мл на 100 г муки. Пористость также незначительно увеличивалась в более диспергированной муке и была более равномерной и тонкостенной.

Цвет мякиша хлеба при одной и той же зольности значительно улучшается в более «тонкой» муке. Увеличение объемного выхода наблюдалось одновременно с увеличением припека: с 38,3% в образце № 1 до 44,4% в образце муки № 5.

Следовательно мука одинаковой зольности, полученная проходом сит № 32 (VII) и № 38 (IX) дает хлеб лучшего качества, чем мука, полученная на более редких ситах.

Здесь, надо полагать, сказывается влияние степени однородности муки, а также изменение физических свойств муки в результате измельчения периферических частей зерна.

## ВЫВОДЫ

1. Дисперсность муки высшего сорта, характеризующейся проходом шелковых сит в пределах от № 38 (IX) до № 52 (XIII), не оказывает влияния на хлебопекарные качества, что видно из следующих показателей:

а) Объемный выход хлеба, его пористость, характер и цвет корки и общий внешний вид хлеба практически одинаковы для муки различной дисперсности.

б) Продолжительность брожения теста не изменяется с изменением дисперсности муки.

в) Результаты пробных выпечек находятся в соответствии с показателями, полученными при определении физических свойств теста при помощи альвеографа.

г) При изменении дисперсности муки в указанных выше пределах, выход и качество клейковины изменяются незначительно и эти изменения не превышают ошибок метода.

д) С изменением дисперсности муки меняется ее водопоглотительная способность. Количество абсорбированной воды мукой различной дисперсности при формировании теста одинаковой консистенции по фаринографу (700 условных единиц) значительно возрастает с измельчением муки.

Увеличение водопоглотительной способности более диспергированной муки и в связи с этим увеличение припека не вызывает, однако, увеличения объемного выхода.

На основании этого можно сделать вывод, что нет необходимости отбирать муку высшего сорта ситами гуще № 38 (IX) на тех размольных системах, на которых производится измельчение промежуточных продуктов помола близких по качеству к эндосперму.

Это дает определенный экономический эффект по энергоемкости процесса.

2. Дисперсность муки первого сорта, характеризующейся проходом шелковых сит от № 32 (VII) до № 52 (XIII), оказывает незначительное влияние на хлебопекарные качества. Однако мука, представляющая собой проход сита № 43 (X) (средний размер частиц 71—74  $\mu$ , максимальный 160  $\mu$ ), обладает наилучшими хлебопекарными качествами по результатам пробных выпечек. Физические же свойства теста по альвеографу и свойства клейковины не изменяются с измельчением муки. Поэтому установка сит определенных номеров на отсевах, на которых отбирается мука I сорта, должна диктоваться не дисперсностью муки, а стремлением к минимальному содержанию оболочек в муке.

3. Мука второго сорта, характеризующаяся проходом через шелковые сита в пределах от № 32 (VII) до 38 (IX), обладает лучшими хлебопекарными качествами по сравнению с мукой одинаковой зольности, но характеризующейся проходом более редких сит (№ IV и № V).

Улучшение хлебопекарных свойств более диспергированной муки II сорта выражается в увеличении объемного выхода и пористости. Пористость хлеба из более диспергированной муки получается более равномерной и поры более тонкостенными.

Цвет мякиша хлеба улучшается. Увеличение объемного выхода наблюдается одновременно с увеличением припека.

Эти изменения в свойствах муки различной дисперсности находятся в соответствии с показателями муки при помощи альвеографа и пластометра.

Поэтому считаем целесообразным с точки зрения выработки хлеба высокого качества отбирать муку второго сорта (в процессе помола) на ситах в пределах № 32 (VII) — 38 (IX) и соответственно этим требованиям поддерживать режим помола на вальцовых станках.

4. Вследствие того, что сортовая мука является полидисперсной системой и состоит из смеси частиц различных размеров в диапазоне от 250 до 20  $\mu$ , с преобладанием частиц, меньших 60  $\mu$ , в процессе исследования дисперсности муки необходимо дополнить ситовой метод седиментометрическим анализом.

5. При седиментометрическом анализе муки достаточно точные результаты получаются при работе с седиментометром пипетного типа, разработанной нами конструкции.

