

344.52.1

40.2
Д 89

Е. А. ДОРОГАНЕВСКАЯ

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ
ФАКТОРЫ ХИМИЗМА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
РАСТЕНИЙ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

КАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ
АКАДЕМИЯ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

Е. А. ДОРОГАНЕВСКАЯ

КЛИМАТИЧЕСКИЕ
ФАКТОРЫ ХИМИЗМА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
РАСТЕНИЙ

ТРУДЫ ЭКСПЕДИЦИИ
ПО ИЗУЧЕНИЮ ЗЕМЕЛЬНЫХ ФОНДОВ
КАЗАХСКОЙ ССР

Выпуск 12

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

АЛМАТА. 1948

Ответственные редакторы
д-р проф. П. И. Колосков и
д-р проф. Б. А. Рубин

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

От редакции	5
Введение	7

ЧАСТЬ I.

ОБЗОР ФАКТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ПО ХИМИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ КЛИМАТИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

ГЛАВА 1. Накопители белка	17
А. Зерновые культуры	18
1. Пшеница	18
2. Прочие хлебные злаки	40
Б. Зернобобовые культуры	43
1. Горох	43
2. Чечевица	45
3. Фасоль	46
4. Нут	47
5. Соя	49
В. Значение формы питания азотом	55
ГЛАВА 2. Накопители масла	60
А. Масличные культуры	60
1. Лен	61
2. Подсолнечник	71
3. Прочие масличные культуры	77
Б. Общие причины и климатическая теория изменчивости растительных масел	80
ГЛАВА 3. Накопители углеводов	88
А. Сахароносы	88
Сахарная свекла	89
Б. Крахмалоносы	96
Картофель	96
В. Накопители клетчатки	103
Прядильные культуры	103
1. Лен	104
2. Хлопчатник	107
3. Прочие прядильные	110
Г. Общие вопросы образования углеводов	111
ГЛАВА 4. Прочие культуры (преимущественно технические)	116
А. Каучуконосы	117
1. Кок-сагыз	118
2. Тау-сагыз	119
3. Гвайюла	121
4. Кендырь	122
5. Эволюционная гипотеза каучуконосности	123

Б. Алкалоидоносные культуры	125
1. Табак и махорка	125
а) Курительный табак	125
б) Махорка	128
2. Прочие алкалоидоносные культуры	129
В. Дубильные культуры	131
1. Ива	132
2. Дубильная акация	132
3. Бадан	132
Г. Эфирномасличные культуры	133
Заключение к I части	137

ЧАСТЬ II.

ПРИЧИНЫ ХИМИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ

ГЛАВА 1. Климатические факторы химизма растений	143
1. Температура	143
2. Свет	153
3. Влага	162
4. Прочие климатические факторы и комплексы факторов	166
ГЛАВА 2. Изменчивость ферментов в растении и ее значение	174
ГЛАВА 3. Значение сортовых различий в химической изменчивости растений	187
Заключение ко II части	192
Литература	197

ОТ РЕДАКЦИИ

Публикуемая работа Е. А. Дороганевской написана в 1943—1944 гг. в связи с разработкой материалов по агроклиматическому районированию сельскохозяйственных культур Казахской ССР и является одной из работ серии трудов Казахстанской экспедиции по земельным фондам.

Помимо чисто научного значения в освещении вопросов обобщих закономерностях в области влияния климата на химизм растений, работа может быть использована при разрешении вопросов прикладного порядка, в частности, при районировании сельскохозяйственных культур и выяснении зависимости их физико-химических особенностей от климата, а также при осуществлении некоторых других мероприятий.

Отсутствие подобной обобщающей монографии в отечественной и зарубежной литературе должно привлечь внимание к публикуемой работе.

Научное руководство экспедицией осуществлялось директором Института географии Академии Наук СССР академиком А. А. Григорьевым и начальником экспедиции доктором экономических наук проф. П. В. Погорельским.

ВВЕДЕНИЕ

Один из наиболее крупных исследователей в области зависимости химического состава растений от факторов внешней среды, Н.Н. Иванов, говорит: «Самые важные достижения часто получаются при исследовании на стыке двух наук» (1937). Вопрос о зависимости химического состава растений от климата стоит на стыке нескольких научных дисциплин—климатологии, географии растений, биохимии, химии—и представляет практический интерес для агрономии. В то же время выяснение закономерностей, существующих в этой области, должно быть полезно для районирования сельскохозяйственных культур. Но промежуточное положение этого вопроса создает для него состояние некоторой беспризорности, и, хотя качественная изменчивость урожая, непостоянство химического состава продуктов, получаемых при выращивании растений в различных климатических условиях, подмечены практиками очень давно, научная литература в этой области еще довольно скудна, отдельные факты и замечания разпылены в массе различных печатных работ, и исчерпывающих обобщений в последние годы, повидимому, никто не делал.

Изменчивость химического состава растительных продуктов—широко известное явление. Оно настолько привычно, что обычно не вызывает потребности фиксировать на нем внимание. Однако детальное изучение химического состава различных сельскохозяйственных продуктов и растений все чаще заставляет исследователей устанавливать зависимость изменчивости химического состава от географических условий и поэтому именно в Институте географии уместно поставить разрешение вопроса о сущности этой зависимости.

Указания на существование параллелизма между климатом и географическим распространением растений имеются еще в начале XIX в. у А. Гумбольдта. Дальнейшие труды по географии растений, даже чисто описательные, служили для накопления фак-

тического материала по химическим свойствам растений. Среди них можно указать работы Декандоля (1855) и Гризебаха (1874), которые ищут объяснения зависимости растений от внешних условий, причем Гризебах неоднократно приходит к мысли о существовании причинной связи между географическими факторами и химизмом растений. Несколько позднее Шимпер сделал большой вклад в изучение данного вопроса, разработав физиологические основы географии растений, но о связи с химизмом он не говорит.

Учение о качественном изменении организма растений и о развитии в них различных химических веществ под влиянием внешних условий также можно отнести к сфере экологии или к биоклиматологии. Отчасти оно соприкасается и с биогеохимией — новой научной дисциплиной, начало которой было положено акад. В. И. Вернадским. Но трактовка вопросов в области биогеохимии носит слишком философский характер. Понятия «биогенная миграция элементов», «скорость передачи геохимической энергии» и прочие принадлежат скорее к области вопросов мироздания. Климатическая же теория химической изменчивости растений пока в этом аспекте не рассматривается.

Этот новый раздел науки начал развиваться в России, что вполне естественно. Ни одна другая страна не представляет такого обилия и разнообразия климатических особенностей, постепенно сменяющих друг друга на громадных протяжениях по широте, долготе и в высотном направлении. Нигде больше нет таких благоприятных условий для сопоставления изменений, происходящих в организме культурных растений, с изменением факторов внешней среды. Немудрено поэтому, что именно в нашей стране было обращено внимание на закономерности, существующие в этой области. В Западной Европе можно отметить лишь разрозненные единичные работы (см. библиографию в конце книги). И это также естественно, ввиду отсутствия в распоряжении западноевропейских ученых тех условий, которые благоприятствуют работе русских исследователей.

Из книг, в которых рассматривается зависимость химического состава растений от географического положения, классической является работа «Протеин в зерне русского ячменя» Р. Э. Регеля (1909). Автор ее первым начал производить посевы и сбор семян чистотинейного материала пшеницы и ячменя в различных точках России. В числе пионеров, сделавших наибольший вклад в изучение связи между химизмом растений и климатом, на первом месте надо поставить С. Л. Иванова, Н. Н. Иванова, Г. Т. Селянинова. Из них первый, повидимому, по праву оспаривает свой присритель в этой области. Климат и химизм растений — основ-

ной предмет исследований, приведших к опубликованию с 1911 г. до настоящего времени большого количества работ этого автора. Для Н. Н. Иванова вопрос о зависимости химического состава растений от климата является одним из выводов, вытекающих из изучения химического состава громадного количества растений географических посевов, проводившегося биохимической лабораторией Всесоюзного института растениеводства. Поэтому автор ставит и прорабатывает вопрос более широко, охватывая самые различные факторы внешней среды (почву, агротехнику), но не так исключительно фиксирует свое внимание на значении климата для химизма растений, как С. Л. Иванов. Тем не менее, количество работ этого автора по разбираемому нами вопросу весьма значительно, так же как и их ценность. Г. Т. Селянинов в своих работах оттеняет значение зависимости химического состава растений от климата для сельского хозяйства. Автор считает, что даже простой пересмотр под этим углом зрения существующих климатографических материалов может привести к ясности многие сельскохозяйственные явления и дать ценные для сельскохозяйственной практики указания (Селянинов, 1928). Разумеется, приведенный список авторов не исчерпывает всех работ по указанному вопросу.

Выявление того, что уже сделано в этой области, послужит, в известной степени, и ответом на запрос, который ставится в этом отношении со стороны географии, как таковой. Еще в 1936 г. акад. А. А. Григорьев говорил о целесообразности создания особой отрасли физической географии—«географии химической, которая, наряду с остальными отраслями физической географии, работала бы над исследованием соответствующей (химической) стороны физико-географического процесса». А. А. Григорьев говорит о том, что «...организмы, занимающие доминирующее положение в данной физико-географической среде, по особенностям своей химической структуры должны этой среде более или менее соответствовать, хотя бы их родина находилась и в другом месте», а потому в задачу химической географии входит «исследование взаимодействия химизма ее слагаемых друг с другом, а равно и с «физической» стороной физико-географического процесса».

Изучение зависимости химизма растений от климата сопряжено со значительными трудностями в силу того, что она представляет собой взаимодействие трех различных по своей сущности явлений природы: 1) химических превращений, протекающих при росте и развитии растения; 2) физиологических процессов в растении и 3) метеорологических и климатических факторов. Эти явления представляют собой элементы единой динамичной системы, но каждое из них—растение, химическое соединение и фактор

среды—имеет свою специфичность. Химические соединения, входящие в состав растений, изменяются, с одной стороны, в соответствии с общими химическими законами, а с другой—эти изменения модифицируются в зависимости от особенностей растительной формы, в тканях которой они протекают. Существуют общие законы образования и изменения растительного белка. В то же время белок пшеницы не одинаков с белком сои и изменяется он иначе, чем белок второго растения. Различные сочетания климатических факторов неодинаково отражаются на комплексе химических соединений, входящем в состав живого растения, безгранично изменчивом, ни на одно мгновение не остающемся постоянным в процессе развития одного растения и не повторяющемся в различных растительных формах. В конечном счете, химический состав растения в каждый отдельный момент обусловлен одновременно природой растения и сочетанием внешних факторов, а средний химический состав, определяемый для той или иной растительной формы, является результатом ее приспособления к климатическим условиям местобитания на протяжении длительного периода.

Задача настоящей работы—дать по возможности полный обзор рассеянных в литературе сведений и указаний о зависимости химического состава и качества растительных продуктов от климатических факторов. Это не первый опыт в данной области. Работы С. Л. Иванова и Н. Н. Иванова представляют собой сводки всех сведений, известных по этому вопросу к моменту составления их работ. Но за истекшие полтора десятка лет накопились новые факты, а главное, за последние 10 лет появились новые исследования, позволяющие лучше уяснить наблюдаемые явления, ближе подойти к пониманию механизма протекающих в растениях процессов и связать все это в единое целое.

Говоря об изменчивости химического состава растений, полезно предварительно вкратце напомнить, какие общие категории химических веществ входят в состав растительного организма и как они могут изменяться.

Основную массу живой клетки составляет протоплазма—вещество белково-липидной природы. Скелетом растительного организма служат оболочки его клеток, состоящие преимущественно из клетчатки—полисахарида, принадлежащего к классу углеводов. В теле растения циркулируют в качестве питательных веществ углеводы менее сложного состава—различные сахара. Они же могут отлагаться в различных частях растения, но основными запасными питательными веществами служат крахмал, белок и жиры. Эти три основные группы запасных веществ, отлагающиеся в семенах различных растений, содержатся в них в неоди-

наковых соотношениях. Безазотистые вещества—жиры и углеводы—как бы замещают друг друга у различных растений: у одних преобладают жиры, у других углеводы, главным образом крахмал. Соответственно преобладанию тех или других, семена подразделяются на масличные или крахмалистые.

Для питания человек разводит преимущественно крахмалосодержащие растения. Но в природе преобладают растения с маслянистыми семенами (до 90% всех видов). Масло—более компактное запасное питательное вещество, благодаря меньшему содержанию кислорода и более высокой теплотворной способности. Белковые вещества составляют всегда меньшую часть запаса семени, редко достигая 25% от общего веса его. Кроме того, в растительных тканях встречается громадное число самых разнообразных веществ с различными свойствами, значение которых для растительного организма не всегда вполне ясно: глюкозиды, алкалоиды, смолы, каучуки, ферменты, витамины, гормоны и др. Климатическая теория изменчивости химизма растений пока не затрагивает состава протоплазмы—носительницы специфических свойств вида и расы. Но в отношении клетчатки установлена количественная изменчивость ее, зависящая от внешних условий.

Наибольшее количество наблюдений и исследований относится к изменчивости запасных питательных веществ, накапливающихся в растении и используемых человеком преимущественно для целей питания. В отношении их зависимости от факторов климата установлен ряд закономерностей, но лишь количественного порядка. Что же касается их качественной изменчивости в зависимости от внешних климатических данных, то о ней известно очень мало, и изменчивость качества белка по расам и местам произрастания считается наиболее трудной и наименее освещенной проблемой биохимии. Больше всего сведений по вопросу о зависимости качества запасных питательных веществ от климата имеется в отношении масел, благодаря относительной простоте их строения. Несомненна изменчивость под влиянием внешних условий и остальных из перечисленных выше химических соединений: глюкозидов, алкалоидов, эфирных масел, ферментов, витаминов, гормонов и др.

Эти факты позволяют С. Л. Иванову (1928) поставить вопрос о выделении новой научной дисциплины, трактующей о распределении вещества на земном шаре. Автор высказывает предположение, что географии растений должна соответствовать география вещества и что причины, препятствующие образованию вещества в растении, являются в то же время причинами существования ареалов распространения каждого вида, за пределами которых растение не может расти, так как в нем не могут образовываться «свойственные ему вещества».

Ценный вклад в дело развития этой новой дисциплины сделали географические посе́вы Всесоюзного института растениеводства (ВИР), производившиеся в течение ряда лет на территории от Дотнавы в Литве до Владивостока и от Хибин до Мерва. Важнейшими условиями их являются однородность и богатство представленного в опытах материала, а также точный учет климатических факторов (осадки, температура), почвенных условий и агротехнических мероприятий. Г. Т. Селянинов приписывает географическим посевам очень большое значение, но находит, что «под эти работы еще не подведена достаточная климатическая база», и что в то же время вековой стихийный опыт населения еще не гарантирует максимального использования климатических возможностей местности. Еще менее освещен вопрос о том, будет ли растение в новых условиях давать продукты прежнего качества. Старая практика сельского хозяйства давно показала, например, что волокно льна на юге хуже по качеству, чем на севере, а масло его менее пригодно для изготовления олифы. Данные только практики не всегда оказываются достаточными. Так, в Германии считалось, что сахарная свекла, выращенная в горах, менее сахариста, а опыт свекловодства в наших новых районах показывает, что свекла горных местностей в Казахстане и Киргизии гораздо богаче сахаром, чем свекла равнин. Практика немецких пивоваров не допускала применения высокобелкового ячменя для пивоварения, и в Германии существовала строгая регламентация в этом отношении; на опыте же русского пивоварения оказалось, что из русского высокобелкового ячменя получается пиво очень высокого качества. Таким образом, базироваться на традициях практики в размещении сельскохозяйственных культур нельзя, и настоятельно необходима проработка требований каждой культуры к климату.

С. Л. Иванов является, пожалуй, единственным исследователем, наиболее четко ставящим проблему «химизм и климат». Г. Т. Селянинов пишет о зависимости «качества сельскохозяйственной продукции от климата». Н. Н. Иванов допускает еще более широкую формулировку: «зависимость химического состава растений от географических факторов». Что кроется под термином «географические факторы»? В систематическом обзоре вопроса об изменении химического состава пшеницы, других зерновых и некоторых масличных растений автор оперирует лишь с чисто географическими понятиями—широта и долгота, не расшифровывая сущность этих факторов более детально. Географические понятия «широта» и «долгота» слишком абстрактны сами по себе, но за ними кроются конкретные климатические факторы—температура, свет, влажность. Обычно под географическими условиями пони-

мается почвенно-климатический комплекс и зачастую встречается мнение о преобладающем значении в жизни растения почвы над климатом. Но несравненно чаще поддерживается противоположная точка зрения в пользу доминирующего значения климата.

С. Л. Иванов (1928) идет дальше всех в этом направлении, полностью отрицая какую бы то ни было роль почвы в маслообразовательном процессе растений. Это мнение как будто подтверждается и таким фактом. На Гавайской опытной станции был проведен опыт для проверки причины того, почему в двух пунктах, находящихся друг от друга на расстоянии 3.5 миль, сахарный тростник неизменно в одном пункте давал урожай в 3—4 раза больше, чем в другом. Приписывалось это различию в плодородии почв. Посев сахарного тростника на обеих почвах, перенесенных из одного пункта в другой, показал, что, независимо от почвы, урожай попрежнему оставался в одном пункте выше, чем в другом, где больше осадков и меньше солнечного сияния (Browne, 1938).

Аналогичные работы (Le Clerc a. Joder, 1914) по действию различных почв в разных климатических зонах на пшеницу были проведены в Калифорнии, Канзасе и Мериленде на почвах, взятых из всех трех пунктов и различных по структуре и богатству химическими веществами. Оказалось, что сорта пшениц на этих почвах в одних и тех же климатических условиях не различались по химическому составу зерна. Ввиду этого Ле-Клерк и Иодер, как и другие авторы, пришли к заключению, что развитие пшениц и их химический состав зависят главным образом от климатических условий, а не от почвенных. Но Н. Н. Иванов считает эти работы недостаточно выдержанными и результаты их недостаточно убедительными для решения вопроса об отсутствии зависимости между запасом в почве питательных веществ и химическим составом зерна пшениц. Н. Н. Иванов во всех своих работах рассматривает влияние почвы, как фактор химической изменчивости растений, наравне с воздействием климата. Автор утверждает, что характерная черта пшениц СССР—высокое содержание белка—обусловлена богатым содержанием азота в почвах и недостатком осадков в большинстве районов, производящих пшеницу. С этим связано и высокое содержание клейковины в наших пшеницах, обуславливающее их высокие мукомольные и хлебопекарные качества.

Своего рода компромиссное объяснение, по мнению Н. Н. Иванова (1926), состоит в том, что климатические условия могут влиять на почву и подготавливать в ней азотистый материал, который затем поглощается в различные стадии развития растений. Почвенные условия при выращивании сельскохозяйственных культур сравнительно легко исправляются соответствующими агротехническими

приемами. Это в гораздо меньшей степени доступно в отношении климатических факторов. Поэтому требуется особенно детальное изучение влияния последних для разработки специальных агротехнических мероприятий в целях получения высококачественных сельскохозяйственных продуктов.

Прежде чем перейти к разбору действия факторов климата на растения, остановимся на рассмотрении фактического материала, накопленного практикой и наукой по изменению химического состава отдельных сельскохозяйственных растений при возделывании их в различных климатических условиях. Для удобства изложения приведенные сведения разбиваются по группам сельскохозяйственных культур. Среди них выделены: 1) накопители белка, 2) масличные, 3) накопители углеводов и 4) прочие (преимущественно технические) растения.

Ч А С Т Ь П Е Р В А Я

**ОБЗОР ФАКТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА
ПО ХИМИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ,
ОБУСЛОВЛЕННОЙ КЛИМАТИЧЕСКИМИ
ФАКТОРАМИ**

ГЛАВА ПЕРВАЯ НАКОПИТЕЛИ БЕЛКА

В этой группе объединены зерновые и зернобобовые культуры. Общей особенностью химического состава растений этой группы, доставляющих основной продукт питания для населения всего земного шара, является значительное преобладание в их зерне углеводов и белков над жирами. Табл. 1 показывает, что углево-

Таблица 1

Главные составные части зерна основных с-х. растений

Культуры	Углеводы, главным образом крахмал	Белки	Жиры
Рожь	68.8 ¹	15.3	2.1
Пшеница	63.8	18.6 ²	2.6
Кукуруза	69.4	11.5	3.7
Гречиха	64.6	15.9	3.7
Горох	50.8	30.4	2.0
Чечевица	47.3	32.0	1.3

дов в них значительно больше, чем белка, но наиболее ценной составной частью зерна этих растений является именно белок, и они дали тот материал, на котором были установлены законы его образования и накопления.

Эти три группы питательных веществ используются потребляющими их животными организмами в качестве материала для

¹ Во всех таблицах, приведенных в настоящей работе, цифровой материал выражает процент данного химического соединения к сухой массе, за исключением влаги, которая берется в процентах на свежую массу, и тех случаев, когда это оговорено особо.

² Повидимому, в среднем для СССР (по Н. Н. Иванову).

образования энергии, необходимой для жизненных процессов и построения тканей тела, но физиологическая ценность их неодинакова. Как источник энергии, жир стоит на первом месте среди питательных веществ, дающих движущую силу и тепло. В то же время основным продуктом питания человечества служит хлеб, изготовляемый из семян зерновых злаков, т. е., по существу, входящие в их состав белки и углеводы. Поэтому получение наиболее высококачественных, в смысле содержания белков и углеводов, зерновых продуктов является серьезной задачей. Решение ее состоит в непосредственной связи с вопросом, представляющим объект данной работы. Многочисленные факты свидетельствуют о том, что содержание и качество запасных питательных веществ в зерне хлебных злаков неодинаковы и чрезвычайно сильно зависят от климатических условий местообитания. Объяснение этой зависимости могло бы послужить той теоретической базой, на необходимости разработки которой для повышения качества сельскохозяйственной продукции настаивает Г. Т. Селянинов (1928).

А. ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

1. Пшеница

Пшеница, как основной продукт питания населения умеренного пояса, была той сельскохозяйственной культурой, которая раньше всех привлекла к себе внимание человека в отношении изменчивости качества ее зерна в зависимости от района возделывания.

Изменчивость химического состава зерна. Зерно пшеницы представляет собой чрезвычайно пластичный материал, тонко реагирующий на внешние условия, в которых оно развивается и созревает. Влияние среды особенно сильно отражается на накоплении азотистых веществ. Количество белка в зерне пшеницы зависит от климата, почвы, удобрений, сорта и других причин, из которых одни способствуют его увеличению, другие уменьшению. Амплитуда колебаний количества белка в зерне пшеницы очень велика: от 5.4 до 26.87%; пределы для различных стран указываются в табл. 2.

Особенно велики эти колебания для пшениц СССР. В этом отношении наша страна занимает особое место как по амплитуде колебаний, так и по уровню высшего предела содержания белка. В пределах Европейской части СССР установлены колебания от 10.5 до 26.8% (Иванов и Княгиничев, 1936). Минимальный уровень также очень высок, а на подавляющем пространстве нашей страны от Полтавы до Тулуна количество белка в пшеничном зерне близко

к 20%, что обуславливает более высокое качество русской пшеницы по сравнению с западноевропейской, давно известное практикам.

Таблица 2

Амплитуда колебаний содержания белка в зерне пшеницы по различным странам (по Н. Н. Иванову и М. И. Княгиничеву, 1936)

Страна	% белка	Автор
Англия (озимая пшеница)	9.86—12.82	Шиндлер
Франция	9.0 —12. 0	Дюпон
Швеция	10.94—13.37	Шиндлер
США и Канада	8.05—17.15	Ричардсон
Марокко	13.55—18.38	Миеж
Австралия	8. 4—18. 7	Колеман
Новая Зеландия	8. 9— 9. 5	Колеман

Приведенные цифры (табл. 2) показывают, что даже в пределах одной и той же страны количество белка не остается постоянным. Создается впечатление, будто на амплитуде колебаний каким-то образом отражаются размеры территории. Так, в западноевропейских государствах амплитуда не превышает 3%, в США она повышается до 9%; в расположенных по соседству друг с другом Новой Зеландии и Австралии это различие еще резче: на небольшом, сравнительно, острове амплитуда не достигает и 1%, на материке она превышает 10%. Причина здесь, конечно, не в размерах территории, а в большем разнообразии условий на большей площади. Значительные колебания в химическом составе зерна пшеницы наблюдались даже в пределах одного штата США, например, от 11.6 до 14.4% для одного сорта. При этом особенно невелико содержание белка в штатах по побережью Тихого океана: 8—9.5%. То же наблюдается и в отдельных областях СССР. В томских пшеницах содержание белка варьирует от 13.2 до 20.9%. Павский (1910) отмечает, что при колебании процента белка в пшенице на территории Сибири от 10.6 до 21.2% на западе в зерне белка больше, чем на востоке.

Пшеница, ввезенная из одной страны в другую, реагирует на это изменением своего химического состава. Например, ввезенная в США твердая пшеница, содержащая 15.79% белка, при посеве в 1901 г. дала 18.13%, а в 1903 г. 17.34% белка. Одна и та же венгерская пшеница, содержащая 15.07% белка и высеянная в один и тот же год в сильно различающихся по климату местностях дала белка в Калифорнии 17.86%, а в Медисоне 9.68% (Иванов и Княгиничев, 1936). Изучение изменчивости содержания белка в пшенице с изменением места ее обитания рань-

ше всего началось в нашей стране и полнее всего этот вопрос освещен исследованиями над русскими пшеницами. Бюро по прикладной ботанике еще в 1909 г. начало рассылать чистые сорта пшеницы в некоторые пункты России, и полученный урожай подвергался изучению. Позднее эти исследования вылились в форму упомянутых выше, организованных ВИР во всесоюзном масштабе, географических посевов, в результате которых получены довольно надежные относительные выводы (табл. 3).

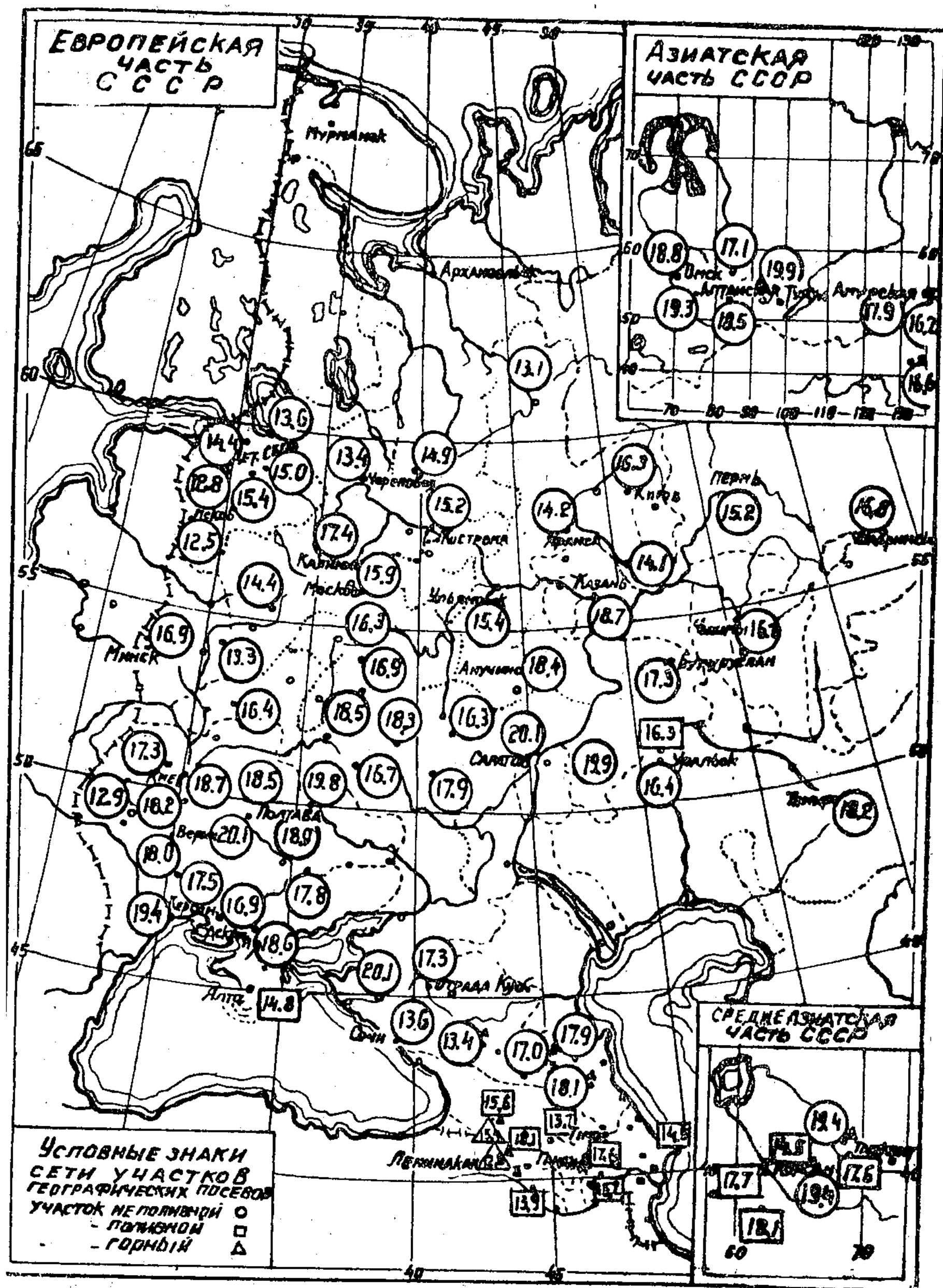
Таблица 3

Содержание белка в ‰ в зерне пшеницы в зависимости от места посева (по Н. Н. Иванову, 1926)

Место посева	I-яровая, лютесценс 1913 г.	II-озимая, ферруги- неум, 1912/1913 гг.	III-озимая, эритрос- пермум, 1912/1913 гг.
б. Петроковская губ.	10.8	11.1	13.1
б. Воронежская губ.	15.9	15.6	17.0
б. Елисаветпольская губ.	20.6	19.0	24.4

Закономерности в изменении содержания белка. Уже в табл. 3 намечается возрастание содержания белка у всех исследованных сортов при продвижении их на восток и на юго-восток. Позднейшие исследования принесли много доказательств в пользу этого наблюдения. Н. Н. Иванов большим количеством цифр иллюстрирует выведенную им закономерность: содержание белка в южных пунктах выше, чем в северных, в восточных выше, чем в западных. При этом создается впечатление, что при продвижении с севера на юг нарастание количества белка происходит быстрее, чем при перемещении с запада на восток. Однако возможность перемещения в долготном направлении на громадные пространства, например до 70°, дает возможность и для возрастания количества белка почти вдвое. Так, количество белка при продвижении на восток у одного сорта увеличилось с 10.2 до 19.6%, а у другого с 11.3 до 21.2% (см. также табл. 4). Но при сравнительно малом удалении различий может не оказаться (фиг. 1).

Сотрудниками ВИР на основе принципа широтности и долготности составлены карты распределения белка в зерне хлебных культур СССР, подтверждающие вывод об увеличении количества белка в зерне при продвижении с севера на юг и с за-



(По Н. Н. Иванову и М. И. Княгиничеву).

(По Н. Н. Иванову и М. И. Княгиничеву).

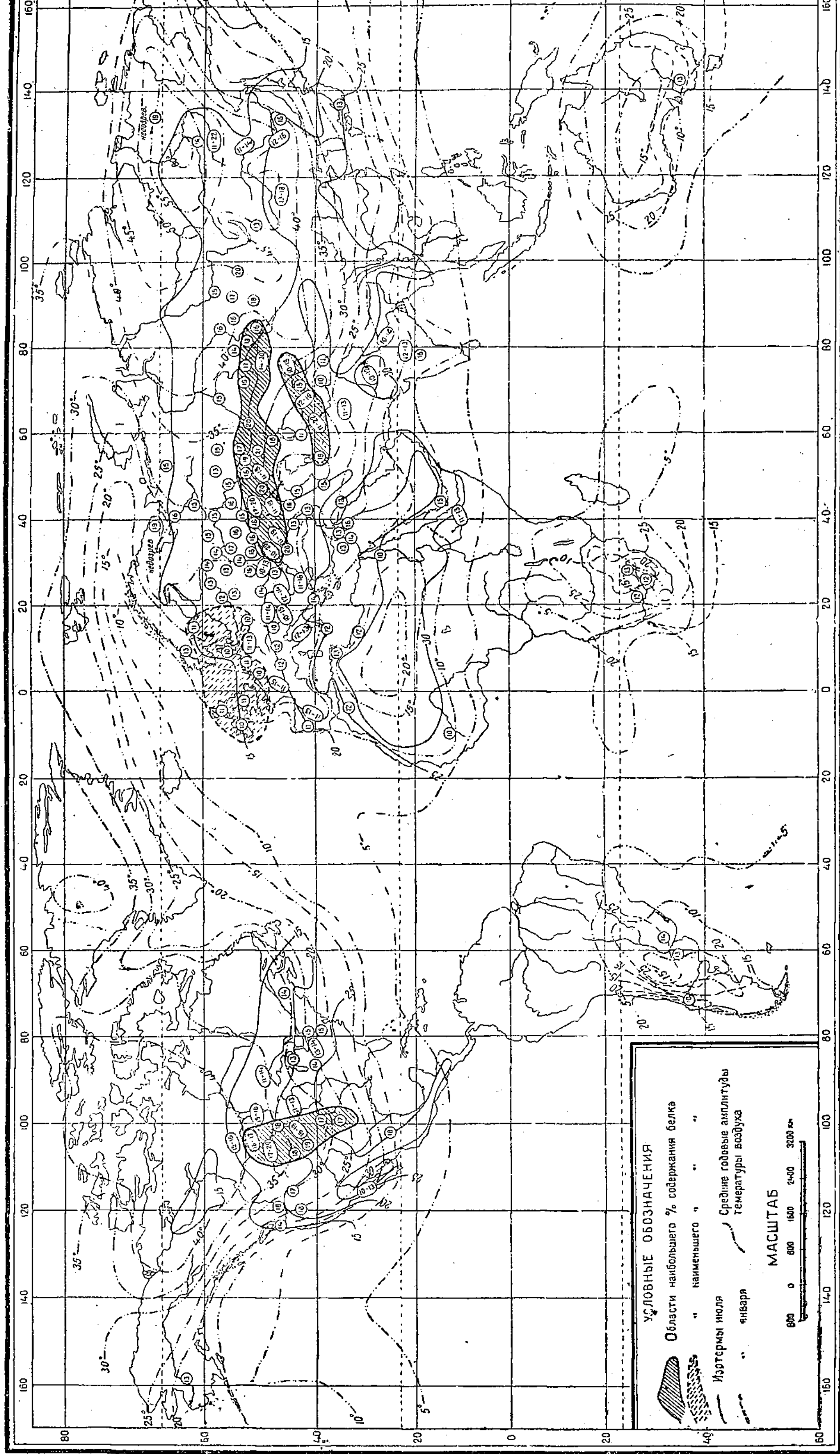
Фиг. 1. Процентное содержание белка (N X 5.7) в зернах яровых пшениц и географических посевах в среднем за 4 года (1923—1926 гг.)

пада на восток (фиг. 1). Интересна и составленная К. А. Фляксбергером (1932) мировая карта (фиг. 2), на которой отмечены области наибольшего и наименьшего процентного содержания белка в зерне пшениц. Расположение этих областей—первых (в центре евразийского и североамериканского материков, а второй (наименьший процент белка) на атлантическом побережье Европы—дает право выдвинуть на первое место влияние факторов климатического порядка. Сопоставление цифр по содержанию белка в пшеницах Шотландии (7.07%), Франции и других стран, расположенных на более или менее близком расстоянии от морских берегов, с цифрами, указанными выше для русских пшениц, служит достаточно наглядной иллюстрацией высказанного акад. Д. Н. Прянишниковым положения о связи отложения белка в зерне с континентальностью климата.

Влияние климата. Это положение еще отчетливее доказывается сопоставлением районов высокого и низкого содержания белка в пшеницах с некоторыми климатическими показателями. Нанесение на карту, составленную К. А. Фляксбергером (фиг. 2), изолиний средних годовых амплитуд температуры воздуха, как показателя, характеризующего степень континентальности климата, дало интересные результаты. Оказалось, что выделенные этим автором районы высокобелковых пшениц находятся и в Северной Америке, и в Евразии между изолиниями амплитуд температуры 20—40°. Низкобелковые пшеницы размещаются в области амплитуд 10—15°.

Изотермы самого теплого месяца—июля в северном полушарии, января в южном—также могут служить для характеристики условий выращивания пшеницы. Можно отметить довольно близкое совпадение районов высокобелковых пшениц в континентальных условиях с изотермами 20—25°, низкобелковых пшениц в условиях морского климата с изотермой 15°. Одни и те же изотермы в континентальном климате проходят в районах более высокобелковых пшениц, чем в морском.

Положения, устанавливаемые Н. Н. Ивановым и другими авторами, доказываются и иллюстрируются большим количеством цифровых данных, сведенных в длинные таблицы. Н. Н. Иванов выводит закономерности, сопоставляя химический состав пшеницы с географическими координатами пунктов наблюдений. Однако принцип широтности и долготности нельзя принять в качестве полноценного критерия для суждения о причинах изменчивости химического состава пшеничного зерна. Причину ее приходится искать в воздействии факторов внешней среды, изменяющихся с изменением географического местоположения. Говоря о таких факторах, снова приходится подчеркнуть значение климата: пункты,



Фиг. 2. Распределение белка в зерне пшениц земного шара

Районы высоко- и низкобелковых пшениц и % белка (цифры в кружках) нанесены по К. А. Фляксбергеру (1932); средние амплитуды температуры воздуха, по Горчинскому, взятые с карты, приведенной в «Основах климатологии» Л. С. Берга; изотермы января—по Большому советскому атласу мира, карты 32 и 33

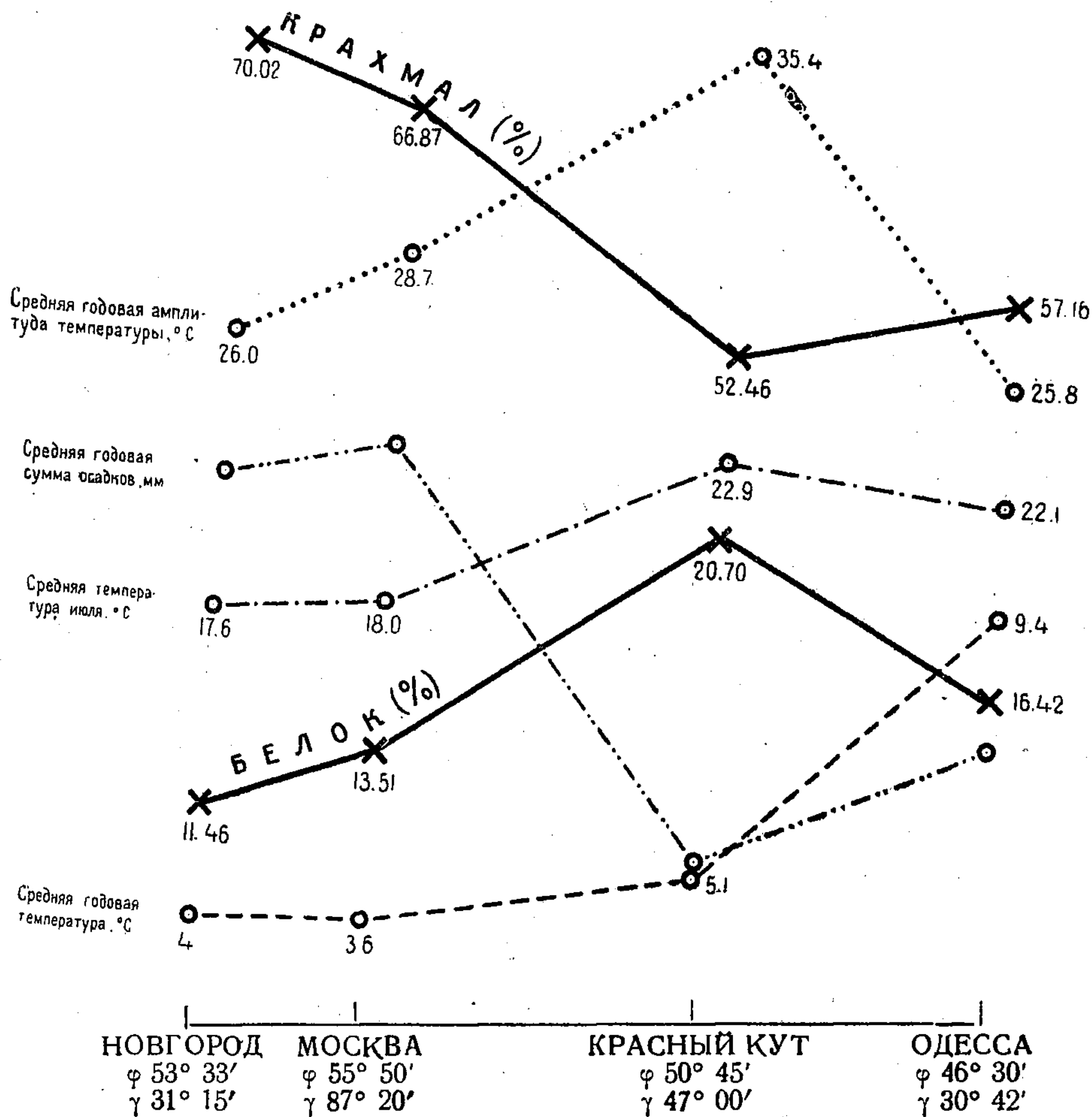
дающие большое расхождение, достаточно сильно разнятся в климатическом отношении, и наоборот. Если параллельно цифровым рядам Н. Н. Иванова поставить климатические показатели, то сопоставление приобретает менее формальный характер.

В одной из работ Н. Н. Иванов (1928—1929) сопоставляет содержание белка с метеорологическими условиями вегетационного периода. Мы не располагали метеорологическими данными для тех пунктов и для тех лет, посевы которых анализировались Н. Н. Ивановым, но пробное сопоставление его цифр со средними климатическими показателями пунктов посева дало интересные результаты. Оказалось, что так же, как возможно сопоставление урожая данного года с метеорологическими показателями этого года, можно сопоставлять и средние, устанавливающиеся для данной местности, цифры химического состава определенного сорта, или средние цифры для всей коллекции высеваемых в этой местности сортов—с соответствующими средними климатическими показателями. Если в таблицы Н. Н. Иванова, в которых химический состав сопоставляется с географическими координатами пунктов посева, подставить климатические показатели, то можно получить объяснение сущности влияния географических факторов широты и долготы. При таком сопоставлении среднего для ряда сортов содержания белка в посевах одного года по различным пунктам можно заметить ряд закономерных изменений. Количество белка растет с повышением годовой температуры и понижением годовой суммы осадков. На поливных участках наблюдается отступление. Особенно заметно существование параллелизма между содержанием белка и ходом годовой амплитуды средних температур—показателем, сильнее всего характеризующим континентальность климата,—и между содержанием крахмала и влажностью климата, а также зависимость того и другого от среднемесячной температуры июля. Мы проделали такую работу почти со всеми имевшимися в работах Н. Н. Иванова таблицами. Иллюстрацией полученных результатов может служить фиг. 3.

Мы сделали аналогичную попытку параллельного сопоставления парных станций по климатическим показателям (табл. 4 и 5). Результат получился такой: белка в Аскании-Нова (Одесса)¹ больше, чем на том же меридиане на Энгельгардтовской опытной станции (Батищево), так как в первой теплее; в Каменной Стене больше, чем в Костроме, вследствие более континентального климата; в Новозыбкове больше, чем в Приладоге (Новая Ладога)

¹ В тех случаях, когда не удалось найти данные для станций, указанных Н. Н. Ивановым, мы брали данные для какой-нибудь другой, близкой к ней станции (в скобках).

потому, что в первом пункте лето теплее; то же и для станций Пушкин (Ленинград)—Киев. Для пунктов, удаленных по долготе, например, Энгельгардтовская опытная станция (Батищево) и Омск, такое же влияние оказывает континентальность климата,



Фиг. 3. Изменения химического состава зерна у одного и того же сорта пшеницы, соответственно изменению географических координат и климатических показателей

На этой диаграмме, составленной по цифрам, подобранным Н. Н. Ивановым для химического состава пшеницы по 4 пунктам, обращает на себя внимание: 1) противоположный ход данных для белка и крахмала, 2) соответствие первых ходу цифр, характеризующих степень континентальности климата (амплитуда годовой температуры), 3) прямое соотношение количества белка и обратное соотношение содержания крахмала со средней температурой июля, 4) близость хода кривой, показывающей распределение крахмала в зерне пшеницы из различных пунктов, к ходу кривой для годовой суммы осадков (Новгород 570, Москва 620, Красный Кут 328, Одесса 368).