

А. И. Кузнецова, М. Н. Попкова

### УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА

В статье М. Н. Попковой «Отзывчивость на удобрения почв Иркутского зерносовхоза», помещенной в настоящем выпуске, т. 1, ч. 2, приведены убедительные цифровые материалы, характеризующие высокую эффективность азотных удобрений и их сочетаний с фосфорно-калийными солями на ризонях черноземов Куйтунского района Иркутской области.

Продолжая в течение 1965—1966 гг. более расширенные исследования по повышению эффективности удобрений путем изучения агротехнических условий проведения опытов в их совместном влиянии на почву и урожай, мы выявили некоторые интересные закономерности, которыми можно руководствоваться в борьбе за дальнейшее повышение урожая и улучшение их качества.

Величина и качество урожая зависят от агротехники обработки почвы, предшественника в севообороте, сорта, и эффективность удобрений тем выше, чем лучше обеспечен комплекс агротехнических мероприятий. Это можно показать цифрами таблицы 1, в которой приведены результаты опытов в Иркутском зерносовхозе (1965—1966 гг.)

Пшеница Скала, посеянная на одной и той же почве, по одному предшественнику — кукурузе, но при разных сроках обработки зяби, показала высокую отзывчивость на обработку зяби в ранний срок. Разница в урожае с контрольным участком, за счет ранней зяби, дала прибавку почти 8 ц/га.

Ранняя зябь способствовала более высокой эффективности удобрений. Так, при внесении повышенной дозы удобрения  $N_{90}P_{100}$ , урожай по ранней зяби увеличился на 20 ц/га, а по поздней зяби — только на 12 ц/га.

Таблица 1

Влияние удобрений на урожай пшеницы *ц/га*  
по разным агротехническим фонам

Почвы и обработка	Предшест- венник	Удобрения					
		конт- роль	N <sub>45</sub>	N <sub>45</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>100</sub>	N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>
<b>Сорт Скала</b>							
Чернозем вы- щелоченный. Ранняя (ав- густ) зябь	кукуруза	29,11	40,45	36,94	42,35	49,78	45,80
	тот же черно- зем. Поздняя (сентябрь) зябь	кукуруза	21,32	31,15	27,41	28,95	34,00
Серая лесная почва. Паро- вая обработка	чистый пар	26,82	40,81	36,00	39,26	43,87	39,57
<b>Сорт Иркутская 49</b>							
Серая лесная. Паровая об- работка	чистый пар	31,59	35,93	39,40	38,40	40,73	39,93
	повторные посевы пшеницы в течение 5 лет	12,91	17,72	22,55	17,95	24,00	20,40

Серая лесная почва, обладающая гораздо меньшими показателями плодородия, чем черноземная, после применения хорошей паровой обработки, обеспечила урожай пшеницы, на 5 *ц* превосходящий урожай по чернозему, обработанному по типу поздней зяби. Сорт Иркутская-49 показал большую отзывчивость на паровую обработку почвы. При повторных посевах пшеницы по пшенице не помогла и ранняя зябь: урожай пшеницы оказался ниже, по сравнению с посевом по пару, на 18,6 *ц/га*.

Из испытывавшихся в опыте сортов пшениц Скала отвечала на удобрение более высокими прибавками урожая, чем сорт Иркутская-49.

Так, от внесения в серую лесную почву (пар чистый) N<sub>45</sub>P<sub>30</sub> пшеница Скала повысила урожай на 46%, а Иркутская 49 — на 21%.

В вегетационных и полевых опытах в учхозе «Оекское» на темно-серых дерново-карбонатных почвах мы получили в 1965 и 1966 гг. повышение урожая сорта Скала от внесения  $N_{30}$  — на 9% и сорта Иркутская 49 — на 1%. При внесении полного удобрения ( $N_{90}P_{60}K_{30}$ ) Скала дала прибавку урожая на 30%, а Иркутская 49 — только на 10%.

Важнейшим вопросом современного земледелия является не только увеличение урожайности всех сельскохозяйственных культур, но и улучшение качества продукции в пищевом и технологическом отношении.

Изучая структуру урожая пшеницы, как в вегетационных так и в полевых опытах, мы наблюдали улучшение элементов, слагающих структуру, под влиянием удобрений.

Так, на дерново-карбонатной почве учебного хозяйства «Оекское» (1964—1966 гг.) отмечено повышение озерненности колоса и соответственное увеличение количества зерен на сосуд.

Контроль	имел в колосе	19 зерен;	на сосуд	320 шт.
$N_{60}P_{60}$	—»—	25	—»—	535 »
$N_{30}$	—»—	29	—»—	608 »
$N_{60}K_{30}$	—»—	28	—»—	505 »

Отмечено также увеличение абсолютного веса зерна пшеницы сорта Скала с 30 до 33 г, а сорта Иркутская 49 с 23 до 26,5 г.

В опытах М. Н. Попковой на почвах Иркутского зерносовхоза имеет место увеличение размера колосьев от удобрения азотом с фосфором и полного удобрения (РК) до 11—12 см с количеством зерен в колосе до 45—60 шт. (на контрольных участках средняя длина колоса 6 см, зерен 33,5).

Абсолютный вес зерна, как показатель его выполненности и крупности, является важным биологическим признаком и имеет большое технологическое значение, так как от его величины зависит натурный вес зерна, признак наиболее распространенной оценки зерна в международном хлебообороте. Чем крупнее зерно, тем оно богаче эндоспермом. Мучнистое тело пшеничного зерна состоит из 82% эндосперма и 6% алейронового слоя. Белок, которого в зерне пшеницы содержится в среднем 15—16% (с колебаниями 8—22%), является основной питательной частью зерна. Клейковина — главная составная часть белка, не растворимая в воде, служит основой хлебопекарных качеств муки.

Русские пшеницы всегда славились на мировом рынке своим высоким содержанием белка — 14—17% и выше. В пшеницах Западной Европы, как правило, содержание белка составляет 9—12%.

Так как факторами, обуславливающими высокое качество зерна и его белковости, являются условия выращивания (плодородная почва, чистая от сорняков, обеспеченность растений азотно-фосфорным питанием, оптимальное содержание и соотношение тепла и влаги и др.), то понятно то внимание, которое земледелец уделяет подготовке семенных участков. Ведь известно, что в старину крестьянин предназначал лучший, хорошо обработанный и удобренный пар под семенной хлеб.

При изучении роли удобрений в их влиянии на высоту урожая мы констатировали положительную роль отдельных удобрений и их комбинаций в создании хорошего качества зерна по физическим и химическим признакам (табл. 2, 3).

Таблица 2

Влияние удобрений на абсолютный вес зерна.  
(данные лаборатории земледелия за 1964—1966 гг.).

Тип почвы (сорт Скала)	Конт- роль	Виды удобрения			
		азот	азот, фосфор	азот, калий	N PK полное удобре- ние
Чернозем выщелоченный, отд. 1, поле 7	32,53	33,50	38,95	33,93	37,48
Чернозем выщелоченный, отд. 5, 2 поле	31,86	30,20	32,30	31,40	35,30
Чернозем выщелоченный, (слабоподзоленный), отд. 5 поле 3	30,89	38,70	36,85	39,70	38,74
—, — отд. 5, поле 1	29,53	33,70	33,30	38,20	34,5
—, — (пыхунистый) отд. 10, поле 5.	27,40	33,90	34,40	35,10	36,80

Из таблицы 2 видно, что удобрения обязательно оказывают благоприятное влияние на абсолютный вес, а следовательно и натуру зерна, но в зависимости от особенностей почвы (даже внутри одного и того же типа), предшественника, обработки — изменяются сила влияния и роль отдельных предшественников.

Так, лучшая почва поля 7 первого отделения реагировала увеличением абсолютного веса зерна на азот и калий почти одинаково: на тройную комбинацию (NPK) — значительно больше и особенно резко — на комбинацию азота с фосфором, под влиянием которой урожай зерна пшеницы повысился на 71% (табл. 2), а абсолютный вес на 6,5 г.

Чернозем слабооподзоленный — отд. 5, поле 3 — реагировал на действие азотного удобрения повышением абсолютно веса зерна на 8 г (38,7 г против 30,8 на контроле).

Особенно хорошее влияние на этой почве оказала на озерненность и абсолютный вес комбинация азота с калием: абсолютный вес увеличился почти на 9 г, а урожай зерна на 37% от контроля, а также тройная комбинация (NPK) — увеличение урожая по зерну на 41,8% и по абсолютному весу — на 8 г).

В работе И. Н. Рынка (1965) приведены цифры, показывающие особую отзывчивость на удобрение и повышение качества зерна почв, менее плодородных: светло-серой и серой лесной. Наши опыты подтверждают это положение. По данным той же работы И. Н. Рынка, содержание белка в зерне сорта Скала при внесении в слабовыщелоченный чернозем  $N_{90}P_{60}K_{60}$  повысилось с 10,48 до 16,5%, на лугово-черноземной почве содержание белка поднялось с 11,29 до 15%.

Исследования качества зерна пшеницы на почвах Иркутского зерносовхоза позволили сделать некоторые выводы о влиянии удобрений, предшественников и обработки почвы на изменение белковости зерна и установить интересные закономерности в накоплении и качестве клейковины.

Таблица 3

Влияние обработки и удобрения на содержание белка в зерне пшеницы сорта Скала

Почва из-под кукурузы	Обработка	Содержание белка в %					
		конт-роль	№ 45	№ К	№ $P_{30}$	№ $P_{60}$	№ $P_{30}K_{60}$
Чернозем выщелоченный	ранняя зябь август	13,15	13,57	13,46	14,38	14,67	14,37
Чернозем выщелоченный	поздняя (сент.) зябь	12,41	13,01	12,53	13,11	13,63	13,04

В таблице 2 мы показывали влияние ранней зяблевой обработки на эффективность удобрений. Из таблицы 5 можно видеть повышение качества зерна пшеницы под влиянием удобрений на фоне ранней зяблевой обработки при посеве пшеницы на одном типе почвы и по одинаковому предшественнику — кукурузе.

Внесение азотного удобрения из расчета 45 кг/га действующего начала, так же как и внесение азота в комбинации с калием, почти не сказалось на содержании белка в зерне.

Внесение азота совместно с фосфором и особенно повышенной дозой ( $N_{90}P_{100}$ ) способствовала резкому увеличению содержания белка: на 1,52% и по полному удобрению — на 1,22%. Если подсчитать, что дает прибавка белка на 1,5% в переводе на килограмм на гектар, то ясно, что применение комплекса «обработка + удобрение + сорт» может обогатить зерновое производство области на 20—30 тыс. т белка.

Таблица 4

Содержание белка в зерне пшеницы в зависимости от почвы, сорта и удобрения.

Почва	Сорт пшеницы	Контроль	Удобрения				
			$N_{45}$	$N_{45}K_{30}$	$N_{45}P_{30}$	$N_{90}P_{100}$	$N_{45}P_{30}K_{30}$
Серая лесная	Скала	13,37	13,39	13,72	13,90	16,33	15,29
	Иркутск. 49	12,23	13,00	12,58	13,11	14,16	13,47
Лугово-Черноземная	Скала	13,50	16,71	13,97	15,46	16,19	14,86

Таким образом, из сопоставления цифр таблицы 3 и 4 можно сделать вывод, что на мощной черноземной почве, размещая пшеницу по таким хорошим предшественникам, как кукуруза, чистый пар, клеверный пар, можно получать высокие урожаи зерна с хорошей белковостью, применяя азотно-фосфорные удобрения в нормальных дозах, так как применение  $N_{90}P_{100}$  не дает экономического эффекта по сравнению с дозой  $N_{45}P_{30}$ .

На серой лесной и лугово-черноземной почве эффективность полного удобрения  $N_{45}P_{30}K_{30}$  и повышенной дозы азотно-фосфатного ( $N_{90}P_{100}$ ) настолько очевидна по обоим испытывавшимся сортам, что целесообразно рекомендовать такие дозы на семенных участках в сочетании с высокой

агротехникой, с учетом выпадения осадков и рельефа местности.

Содержание белка в зерне в зависимости от консистенции эндосперма характеризует твердость и прочность зерна, с которой связываются особенности химического состава, физико-химических, структурно-механических и технологических свойств.

Исследование зерна пшеницы с полей Иркутского зерносовхоза на содержание и качество клейковины было проведено нами на образцах урожая 1965 г.

Таблица 5

Содержание сырой клейковины в % в зависимости от почвы, удобрения и сорта

Удобрения	Чернозем выщелоченный		Лугово-чернозем (пыхун)	Серая лесная (Скала)	Серая лесная (Иркутская 49)
	ранняя зябь	поздняя зябь			
Контроль	26,24	24,15	25,00	26,84	28,40
N <sub>45</sub>	28,24	24,32	31,72	28,16	29,24
N <sub>45</sub> P <sub>30</sub>	27,20	23,16	29,91	29,16	26,84
N <sub>45</sub> P <sub>30</sub>	26,00	28,00	30,72	28,20	26,08
N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	28,32	24,60	31,63	28,10	25,24
N <sub>90</sub> P <sub>100</sub>	32,00	24,04	33,16	32,20	29,24

Результаты исследований (табл. 5) позволяют сделать некоторые выводы.

1. Влияния почвенной разности на процент содержания клейковины в зерне пшеницы Скала не сказалось.

2. При сравнении двух сортов (два последние столбца табл. 5) на серой лесной почве без удобрения Иркутская 49 показала явное превосходство в содержании клейковины.

3. На серой лесной почве сорт Скала повышал содержание клейковины при внесении в почву азотного удобрения (N<sub>45</sub>); рельефно сказалось влияние азота совместно с фосфором как при дозе N<sub>45</sub>P<sub>30</sub>, так особенно при дозе N<sub>90</sub>P<sub>100</sub> (на 5%).

4. Сорт Иркутская 49 показал отзывчивость только на азотное удобрение и на высокую дозу азота с фосфором (N<sub>90</sub>P<sub>100</sub>).

5. На лугово-черноземной почве сорт Скала отвечал заметным увеличением клейковины в зерне на внесение азотного и азотно-фосфорного удобрения (на 8—9% против контроля).

6. На черноземной почве также отмечено увеличение клейковины в зерне сорта Скала по азоту и азотно-фосфорному удобрению (от 2 до 6 %).

7. Влияние агротехнического фона хорошо прослеживается при сравнении цифр первого и второго столбцов таблицы 5. При обработке чернозема по типу ранней зяби показатели накопления клейковины по всем вариантам удобрения значительно выше, чем накопление по фону поздней зяби.

8. На хорошем агрофоне при внесении азотно-фосфорного удобрения в повышенной дозе ( $N_{90}P_{100}$ ) черноземная почва обеспечивает, как и лугово-черноземная и серая лесная, зерно с хорошим содержанием клейковины.

Надо заметить, что содержание клейковины в зерне меньше 20% считается неудовлетворительным. Приведенные нами возможности повышения клейковины до 30% и выше в зерне иркутских пшениц необходимо использовать в борьбе за хлеб лучшего качества.

В хлебопекарном производстве расценивают качество клейковины по ее растяжимости и эластичности, которые определяют газообразующую и газодерживающую способность теста.

Крепкая клейковина нормального зерна обладает упругостью, с трудом растягивается, оказывает сопротивление растяжению и разрыву. Слабая клейковина расплывается, чрезмерно растяжима, мало эластична.

Н. Н. Кулешов, Г. А. Корниенко и Е. М. Волкова (1935) показали, что кратковременное воздействие заморозков изменяет качество клейковины, делает ее крошащейся, губчатой; продолжительные заморозки уменьшают выход клейковины (с 25 до 7% в период ранней молочной спелости).

По требованиям ГОСТа сильная пшеница должна содержать не менее 28% клейковины первой группы по качеству.

По анализам М. Н. Попковой (табл. 5), зерно иркутских пшениц имело клейковину высокого качества — светлую по окраске, прочную, упругую, эластичную в тех образцах, где под влиянием удобрений (азот и азотно-фосфорный комплекс), агротехники и типа почвы зерно выделялось высоким

процентным содержанием клейковины (см. табл. 5 и выводы к ней).

Е. М. Азаревич (1953), на основании экспериментальных данных, показал, что задержка с уборкой в условиях севера не только уменьшает содержание клейковины в зерне, но сказывается отрицательно на ее выходе и качестве. Клейковина теряет упругость и приобретает темную окраску.

При определении качества пшеничного зерна часто применяется термин «сильная пшеница». Соответственно требованиям ГОСТа, яровые пшеницы восточных районов СССР отличаются более высоким качеством. Технологическую и товарную ценность пшеницы, ее хлебопекарную способность, определяемую сочетанием белково-протеазного и углеводно-амилазного комплексов, выражает ее сила.

Потребность в сильной пшенице, которую экспортируют из СССР, США, Канады и Аргентины, возрастает в связи с внедрением в технологию хлебопекарного производства автоматизации. Сильная пшеница отличается большим содержанием белка хорошего качества, упругой и растяжимой клейковиной.

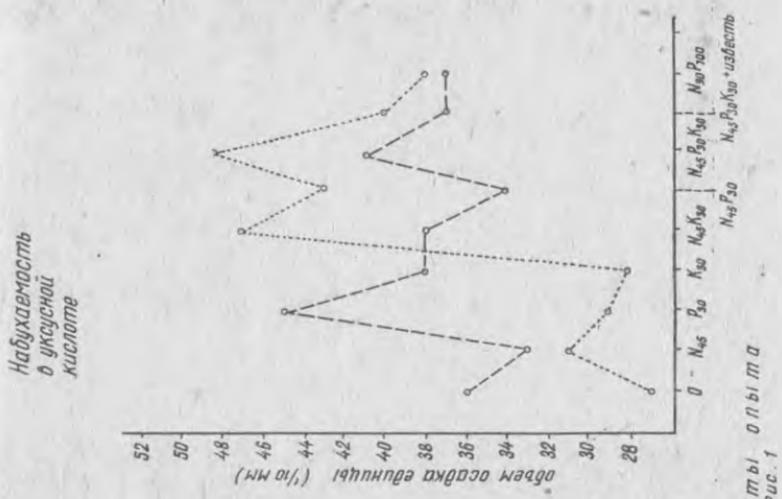
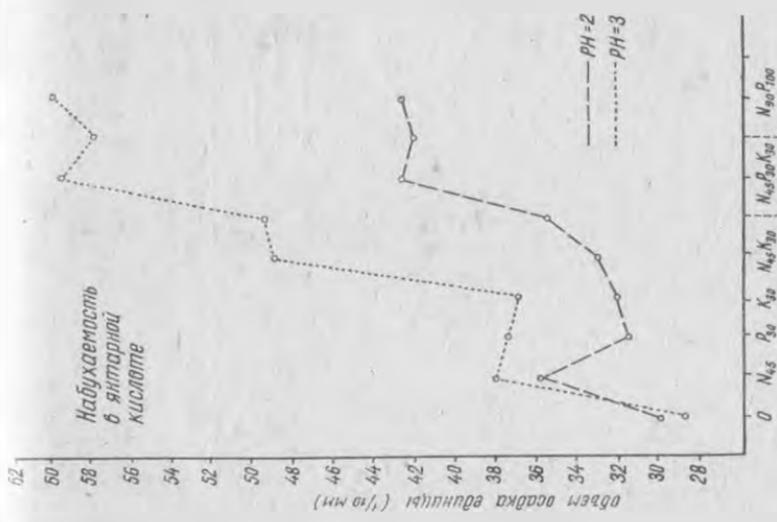
На рисунках 1 и 2 показан объем набухших осадков муки, полученной с различных вариантов опыта и в зависимости от рН раствора янтарной и уксусной кислот.

Из этих рисунков видно, что максимальное набухание муки, как в одноосновной уксусной, так и в двуосновной янтарной кислотах, наблюдается в интервале рН = 2 и рН = 3.

Если посмотреть набухание муки по вариантам опыта, то видно, что как на черноземах выщелоченных, так и на лугово-черноземных и на серых лесных почвах, наибольшее набухание муки (величина осадка от 40 до 60 см) полученной из пшеницы Скала и Иркутская 49, выросших на делянках, где были даны полное удобрение  $N_{45}P_{30}K_{30}$  и повышенные дозы  $N_{90}P_{100}$  кг/га действующего начала.

Наименьшее набухание муки получается из пшениц, выросших на делянках с внесением отдельно  $K_{30}$  и  $P_{30}$  (величина осадка от 19 до 21 см в растворах той же концентрации при рН = 2 и рН = 3).

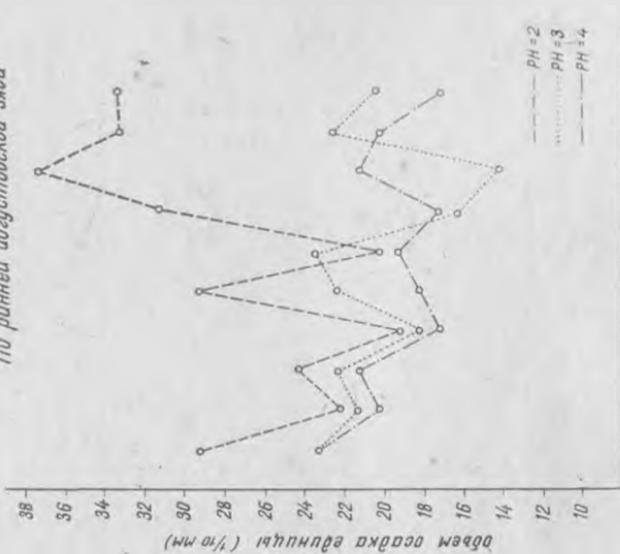
Поскольку известно, что высокое набухание муки характеризует ее высокие хлебопекарные качества, то результаты наших опытов дают основание отнести пшеницы, выросшие на высоком агротехническом фоне, к «сильным» пшеницам.



ВАРИАНТЫ ОПЫТА  
Рис. 1

Возвращаю задачу при набухании муки пшеницы Скали в зависимости от удобрений на лугово-черноземной почве — пылуке

По ранней августовской ябл



По поздней сентябрьской ябл

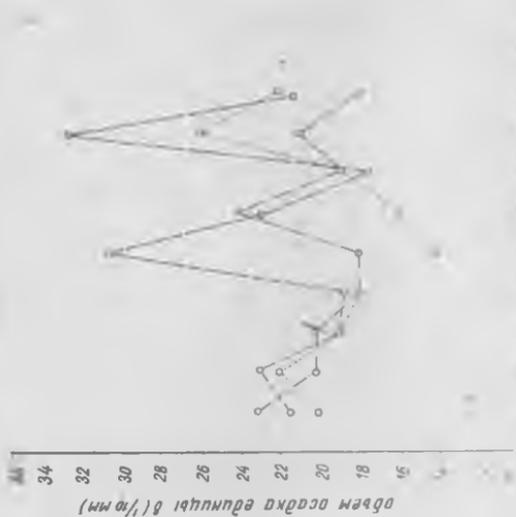


Рис. 2  
 Величина кислоты для навозки м. к. 10 (указанной кислоте) пшеницы  
 была в зависимости от удобрений на уровнем выщелачивания  
 в армянской провинции

«Сильные» мягкие пшеницы должны содержать 15—16% белка и 28—35% клейковины.

Перед земледелием нашей области стоит задача — в текущую пятилетку добиться устойчиво высоких, порядка 18—20 ц/га, урожаев пшеницы, обладающей зерном, удовлетворяющим по своим качественным показателям требованиям ГОСТа и позволяющим отнести иркутские пшеницы к разряду «сильных» пшениц Союза.

## ВЫВОДЫ

Высокая эффективность минеральных удобрений зависит от комплекса условий, определяющих высоту урожая.

Изучение действия азотных, калийных, фосфорных удобрений и их комбинации на почвах Иркутского зерносовхоза позволило установить следующие положения.

1. Все почвы Иркутского зерносовхоза, на которых проводилось изучение отзывчивости на удобрение (черноземы выщелоченные и оподзоленные, лугово-черноземные, пыхуны и серые лесные почвы), реагировали в первую очередь на удобрение азотными туками.

2. Почвы, более богатые гумусом и азотом (черноземы, темно-серые лесные), меньше отвечают на внесение азота, но дают резкое увеличение урожаев при удобрении азотно-фосфорными солями и полным минеральным удобрением (NPK).

3. Из двух испытывавшихся сортов пшеница Скала отвечала на удобрение более высокими прибавками урожая, чем сорт Иркутская 49 (так, на серой лесной почве от внесения  $N_{45}P_{30}$  Скала повысила урожай на 46%, а Иркутская 49 — только на 21%).

На дерново-карбонатной почве учхоза «Оекское» от внесения  $N_{30}$  Скала повысила урожай на 9%, а Иркутская 49 — только на 1%. При полном удобрении Скала увеличила урожай зерна 30%, а Иркутская-49 — на 10%.

4. Все удобрения проявляют более высокое действие на почвах, получивших хорошую и своевременную обработку (ранняя зябь, пар).

5. Роль предшественников очень велика в деле рационального и высокоэффективного использования удобрений.

6. Установлено, что азот, его комбинации с фосфором и полное минеральное удобрение повышают урожай, воздействуя на элементы его структуры: длину колоса, количество зерен в колосе, абсолютный вес зерна (табл. 2).

7. Применяя высокую агротехнику обработки, рациональное сочетание удобрений и предшественников, можно значительно повышать содержание белка и клейковины в зерне пшеницы (табл. 3, 4, 5), доводя качество зерна до норм, предъявляемых ГОСТом к «сильным» пшеницам.

## ЛИТЕРАТУРА

Азаревич Е. М. Свойства зерна в процессе развития в условиях таежной зоны севера. Тр. НИИ Полярного земледелия, т. 1, 1953.

Вакар А. К. (и др.). О физико-химических свойствах клейковины, определяющих ее качество. В сб.: «Биохимия зерна и хлебопечения», вып. 7, М., изд. «Наука», 1964.

Данович К. Н. Структура посева и урожай пшеницы в связи с уровнем минерального питания. Иркутск, 1965.

Княгиничев М. И., Комаров В. И. Влияние концентрации и рН кислот на набухание муки с сильной и слабой клейковиной. В сб.: «Биохимия зерна и хлебопечения», вып. 7, 1964.

Кулешов Н. Н. (и др.) Влияние повреждений зерна яровой пшеницы и ржи заморозками на его посевные качества. Изв. ИСХИ, вып. 1, 1935.

Княгиничев М. И. Биохимия пшеницы. М., 1958.

Козьмина Н. П., Любарский Л. П. Зерно и оценка его качества, М., 1962.

Кузнецова А. И. Накопление питательных веществ яровыми хлебами Восточной Сибири. Изв. ИСХИ, вып. 3, 1938.

Кузнецова А. И., Мальцев В. Т., Шелковников В. А. К вопросу использования вегетационного метода для определения потребности почв в удобрениях. В сб.: «Вопросы научного земледелия Иркутской области», Иркутск, 1965.

Надеждин Б. В. Черноземы Приангарья. Материалы по исследованию почв Иркутской области, Иркутск, 1961.

Проскуряков Н. И., Бранопольская Р. А. Методы оценки качества клейковины. М., 1939.

Пумпянский А. Я. Хлебопекарные качества пшеницы и муки. Стенограмма доклада. Л., 1961.

Рынкс И. Н. Почвы, удобрения и урожай в лесостепи Прибайкалья. Иркутск, 1965.

Якубинер М. М. Мировые растительные ресурсы твердых и сильных пшениц. Сб. 1961.