

А. Н. УГАРОВ,кафедра агрохимии и физиологии
растений.**ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛЫХ ДОЗ АЗОТНЫХ
И ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯРОВУЮ
ПШЕНИЦУ ПРИ ВНЕСЕНИИ ИХ В РЯДКИ
ВМЕСТЕ С СЕМЕНАМИ**

В Восточной Сибири с ее холодной и продолжительной весной интенсивные биологические процессы в корнеобитаемом слое почвы начинаются очень поздно, примерно с середины июля, когда температура в нем достигает 13—15° и становится более или менее постоянной. По этой причине на всех почвенных разностях яровая пшеница и другие зерновые хлеба в ранний период своей жизни часто испытывают недостаток в азотной пище и особенно в тех случаях, когда их посевы размещаются по непаровым предшественникам. Низкие температуры и недостаток в азотной пище сильно замедляют темп роста и развитие растений в первой половине их вегетации. В дальнейшем по мере повышения температуры почвы и улучшения условий азотного питания темп роста растений ускоряется, но первоначальное азотное голодание и воздействие низких температур на корневую систему не проходит для них бесследно и сказывается на величине урожая.

Аналогичная картина в отношении медленного развития растений весной и в первую половину лета наблюдается во многих районах страны с низкими температурами почвы в начале вегетации. П. И. Колосков (7) по этому поводу пишет: «Ход развития хлебов в Амурской области имеет одну,

бросающуюся всем в глаза, специфическую особенность: насколько слабо развивается растительность в начале вегетации, насколько она имеет унетенный вид в то время, когда почва еще не нагрелась, — настолько же буйно она начинает расти, когда почва станет достаточно теплой» (стр. 120).

Подобного рода высказывания имеются и у других авторов. Е. И. Цыпленкин (15) указывает на медленное протекание почвенно-биологических процессов и почти полное отсутствие усвояемых форм элементов пищи в первый месяц вегетации, что, по его мнению, является основной причиной задержки в росте растений в начале лета.

В более конкретной форме вопрос о влиянии температуры почвы на питание растений освещен в работах В. В. Буткевича (2), Г. К. Самохвалова (12), А. И. Полярного (10), Т. Т. Демиденко и Р. А. Бариновой (5).

В. В. Буткевич из своих опытов по влиянию температуры почвы и удобрений на урожай и качество пшеницы делает вывод об очередной связи между температурой почвы и эффективностью удобрений.

Г. К. Самохвалов, изучая поглощение воды и P_2O_5 при различной температуре раствора, подтвердил независимость поступления воды и солей и установил незначительное влияние температуры на использование корнями фосфорной кислоты.

А. И. Полярный отметил ухудшение использования азота и усиление поглощения фосфора в вариантах с охлаждением корней до температуры $11,7^\circ$.

Т. Т. Демиденко и Р. А. Баринова указывают, что при недостатке азота в почве, но повышенной температуре пшеница дает урожай выше, чем соответствующие растения при пониженной температуре или при недостатке фосфорной кислоты в почве.

Несколько позднее В. П. Дадыкин (3), изучая влияние температуры почвы и удобрений (по пятерной схеме О, NPK, NP, NK, PK) на урожай и биохимические процессы в растениях ячменя, установил, что низкая температура в зоне корней не столько препятствует поступлению азота в растения, сколько нарушает процессы синтеза азотистых веществ. Происходит своеобразное «затоваривание» растительного организма поглощенными, но не усвоенными азотистыми веществами. В растениях, выросших на холоду, наблюдалось повышенное содержание небелкового азота по сравнению с растениями, выросшими на теплой почве. Особенно много небелкового азота было обнаружено в варианте НК.

Во всех вариантах контрольной серии содержание белкового азота по отношению к общему азоту выше, чем в растениях серии с охлаждением. Наиболее низкий процент белкового азота по отношению к общему был отмечен в том же варианте НК, что, очевидно, связано с исключением фосфора, играющего важную роль в синтетических процессах, в частности, в образовании производных нуклеиновой кислоты (11).

Содержание фосфорной кислоты в растениях «теплой» серии всех вариантов оказалось практически неизменно и выше, чем в растениях «холодной» серии. В последней содержании P_2O_5 в вариантах О, НРК и НК невелико и одинаково. Варианты НР и РК обнаружили более высокое и приближающееся к «теплым» вариантам количество фосфора. Во всех вариантах, в которых обнаружено меньшее содержание фосфорной кислоты, отмечается также и меньшее содержание белкового азота (в процентах от всего азота). В этом отношении особенно выделяется вариант НК, вследствие чего можно предположить, что фосфор способствует синтезу белковых веществ.

В отношении действия различных удобрений на урожай в этом опыте выявилась следующая картина: на всех удобренных вариантах «холодной» серии, за исключением НК, урожай ячменя получился значительно выше, чем без удобрения. Но если сравнивать урожай по вариантам контрольной серии сосудов с урожаем соответствующих вариантов серии с охлаждением сосудов, то нужно отметить не только значительно меньшие абсолютные величины урожая, но и относительно меньшие прибавки урожая на холодной почве. Так, прибавка урожая при внесении НРК в контрольной серии составила 465% (по сухому веществу), в серии же с охлаждением — только 227%, то есть эффективность внесенных удобрений оказалась сниженной более чем вдвое.

В другой серии его опытов, где изучалась отзывчивость растений на возрастающую концентрацию питательных растворов (смесь Кнопа) при различной температуре, выявилось положительное влияние высоких концентраций питательных веществ на урожай растений на охлажденном фоне.

Обнаружилось диаметрально противоположное действие возрастающей концентрации питательных веществ в зависимости от температуры раствора. В то время как возрастание концентрации питательных веществ при обычной температуре (в контроле) неизменно влечет за собой уменьшение урожая, на охлажденном фоне наблюдается увеличение веса растений.

На основании своих исследований и анализа литературных материалов В. П. Дадыкина (3) делает следующие выводы:

«1. Температура почвы является существенным фактором, определяющим эффективность действия удобрений.

2. Растения неодинаково используют отдельные виды питательных веществ при низкой температуре в зоне корней.

3. В наибольшей степени низкая температура в зоне корней сказывается на использовании растениями азота. Затруднения в использовании азота являются основной причиной плохого роста растений, корневая система которых находится в зоне низких температур.

4. Затруднения в использовании азота из холодной почвы, по-видимому, в первую очередь связаны с нарушением синтетической деятельности корней» (стр. 233). И далее:

«6. Установлена возможность воздействовать на рост растений на холодных почвах посредством повышения концентрации питательных веществ, а также путем изменения соотношения отдельных компонентов минеральных удобрений» (там же, стр. 234).

Выводы В. П. Дадыкина относительно особенностей питания растений на холодных почвах до некоторой степени можно распространить и на Иркутскую область, так как здесь устойчивое повышение температуры почвы до 10° на глубине 20 см, где размещается основная часть корней, происходит в начале июня, а массовые всходы яровой пшеницы появляются 20—25 мая. Следовательно, в начале вегетации корневой системе растений приходится развиваться при температуре ниже 10° .

Наши многолетние исследования динамики режима отдельных форм азота в почве свидетельствуют о том, что между содержанием в почве перед посевом растений легко доступных форм азота (нитратного и аммиачного) и конечным урожаем существует прямая зависимость. Чем больше в корнеобитаемом слое почвы усвояемых форм азотной пищи, тем выше урожай.

В многочисленных опытах по выявлению значения отдельных удобрений для формирования урожая в Иркутской области выясняется необходимость внесения в почву в первую очередь азота (14). Самые высокие прибавки урожая от азотных удобрений получались на бедных усвояемым азотом фонах. Однако следует отметить, что здесь эффективность азотных удобрений сильно проявляется и на фоне чистого пара, когда в почве содержится значительное количе-

ство нитратных и аммиачных форм азота. Прибавки урожая яровой пшеницы от умеренных доз азота (45—60 кг/га действующего вещества) на фоне пара, как правило, колеблются от 5 до 8 ц с гектара.

Аналогичная картина в отношении высокой эффективности удобрений на богатом питательными веществами фоне выявлена В. П. Дадыкиным (4) в опытах, проведенных им на окультуренных почвах Кольского полуострова. По поводу этих опытов он (3) пишет «...Для обеспечения высокой урожайности, сохранения и повышения плодородия окультуренные почвы нуждаются в дальнейшем систематическом внесении как органических, так и минеральных удобрений почти в столь же высоких дозах (80—100—120 т/га органических и 60—90 кг/га действующего вещества каждого вида минеральных удобрений—А. У.). Агрохимические анализы этих почв обнаруживают содержание в них подвижных (или легко доступных) форм нитратного и аммиачного азота, фосфорной кислоты и калия в таких количествах, которые, согласно существующим представлениям, позволяют отнести эти почвы к ненуждающимся во внесении этих удобрений. Между тем исключение хотя бы только минеральных удобрений, даже на участках с 8—9-летним окультуриванием, влечет за собой снижение урожая более чем в 3 раза» (стр. 207—208).

Очевидно, в основе высокой эффективности азотных удобрений на богатом питательными веществами фоне и замедленного роста растений в первую половину вегетации в районах севера и Восточной Сибири лежат одни и те же причины — плохое использование азота корнями растений при пониженной температуре почвы.

Учитывая огромную роль азотных удобрений в повышении урожая яровой пшеницы в Иркутской области и невозможность их широкого применения из-за недостатка минеральных туков, мы провели испытание рядкового способа внесения азотных удобрений как наиболее экономного. При этом вместе с азотом в рядки вносился суперфосфат с таким расчетом, чтобы предупредить возможное отрицательное влияние азота на первоначальное развитие корневой системы растений (8). Физиологическое обоснование положительного действия на рост пшеницы фосфорных удобрений, внесенных в рядки вместе с семенами, освещено во многих работах. Рядковый же способ внесения азотных удобрений пока еще только начинает применяться, и вопрос о его влиянии на урожай различных культур освещен в литературе очень слабо (1,9).

Внесенные удобрения в рядки при посеве зерновых культур рассчитано на питание растений в начальный период их жизни, когда у них происходит закладывание генеративных органов. При этом молодые растения получают находящиеся в непосредственной близости питательные вещества в усвояемой форме в то время, когда они сами обладают еще слабой способностью извлекать пищу из почвы. В результате локального размещения удобрения значительно меньше поглощаются почвой и полнее используются растениями. Кроме того при локальном размещении удобрения, соприкасаясь с небольшим объемом почвы и создавая в местах их внесения (в рядках) повышенную концентрацию питательного раствора, очевидно будут в условиях Иркутской области улучшать использование азота в ранний период жизни и тем самым ускорять их рост и развитие и повышать урожай.

Для изучения вопроса о влиянии малых доз азотных и фосфорных удобрений на урожай яровой пшеницы мы провели в 1957 и 1958 годах в учебном хозяйстве института опыты на серой лесной почве. Почва, на которой проводились опыты в 1957 году, характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 1,95%, общего азота 0,200%, гидролизуемого азота (по Тюрину) 12,6 мг на 100 г почвы, подвижной P_2O_5 (по Кирсанову) 22,5 мг на 100 г почвы, обменная кислотность 0,046 мэкв на 100 г почвы, гидролитическая кислотность 2,8 мэкв на 100 г почвы, сумма поглощенных оснований 26 мэкв на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 90,3%, содержание нитратов в пахотном слое достигло 53,7 мг/кг, а аммиака — 23,4 мг/кг почвы.

В 1958 году опыты проводились на смежном поле с аналогичными агрохимическими показателями почвы: содержание гумуса 2,85%, общего азота 0,232%, гидролизуемого азота 12,18 мг на 100 г почвы, подвижной P_2O_5 19,18 мг на 100 г почвы, рН солевой вытяжки 4,8, рН водной вытяжки 6,8, обменная кислотность 0,055 мэкв на 100 г почвы, гидролитическая кислотность 3,98 мэкв на 100 г почвы, сумма поглощенных оснований 29,5 мэкв на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 88,1%. Количество нитратов в пахотном слое составляло 43,1 мг/кг, а аммиака 76,7 мг/кг почвы. При сравнительно низком содержании гумуса и общего азота почвы обоих участков хорошо обеспечены подвижными формами азота и фосфорной кислоты. Если исходить из существующих представлений в отношении подвижных азота и P_2O_5 (6,13), то эти почвы следует отнести к не нуждающимся во внесении азотных и фосфорных удобрений.

В 1957 году пшеница размещалась по кукурузе, под которую вносилось по 2 ц суперфосфата и по 3 ц аммиачной селитры на гектар. 25 августа 1956 года после уборки кукурузы участок был вспахан на глубину 20—22 см в агрегате с бороной. Весной 1957 года проведена тщательная предпосевная обработка почвы. Посев проводили 13 мая комбинированной тракторной сеялкой с одновременным внесением удобрений в рядки и с последующим прикатыванием водоналивным катком. Площадь опытной делянки равнялась 210 кв. м при двукратной повторности.

Высевался сорт пшеницы Скала. Всхожесть семян 97%, вес 1000 зерен 32,5 г., норма высева 2,1 ц на гектар.

В 1958 году опыт проводился на фоне чистого пара. Повторность опыта двукратная, размер опытной делянки 240 кв. м. Высевался сорт Скала с нормой высева 2 ц на гектар. Всхожесть семян 96%, вес 1000 зерен 35,3 г. Сев произведен 10 мая комбинированной сеялкой с одновременным внесением удобрений в рядки и последующим прикатыванием. Удобрения внесены в виде гранулированного суперфосфата и аммиачной селитры. Результаты опытов приводятся в табл. 1.

Таблица 1.

Влияние рядкового удобрения на урожай яровой пшеницы

Схема опыта	1957 г.			1958 г.		
	урожай, ц/га	прибавка		урожай, ц/га	прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%
Без удобрения	20,9	—	—	19,9	—	—
P ₃	21,7	0,8	3,8	19,2	-0,7	-3,5
P ₅	22,1	1,2	5,7	20,7	0,8	4,0
P _{7,5}	23,0	2,1	10,0	21,9	2,0	10,0
P ₁₀	23,6	2,7	12,9	22,8	2,9	14,6
P _{12,5}	24,6	3,7	17,7	23,4	3,5	17,6
P ₁₅	24,9	4,0	19,1	24,2	4,3	21,6
P _{7,5} N ₃	23,6	2,7	12,9	22,7	2,8	14,1
P _{7,5} N ₅	24,1	3,2	15,3	23,2	3,3	16,6
P _{7,5} N _{7,5}	25,5	4,6	22,0	24,0	4,0	20,6
P _{7,5} N ₁₀	26,9	6,0	28,7	25,2	5,3	26,6
P _{7,5} N _{12,5}	26,7	5,8	27,7	26,1	6,2	31,1
P _{7,5} N ₁₅	27,2	6,3	30,1	26,7	6,8	34,7

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что внесение в рядки малых доз фосфорных и азотных удобрений способствовало значительному росту урожайности. Прибавка урожая пшеницы от внесения в рядки малых доз фосфора колебалась по вариантам в 1957 году от 0,8 до 4,0, а в 1958 году—от 0,7 до 4,3 ц/га. Следует отметить, что наиболее устойчивые прибавки урожая были получены на вариантах с дозами 7,5; 10,0; 12,5 и 15 кг/га P_2O_5 . При этих дозах каждый килограмм P_2O_5 повысил урожай пшеницы на 26—28 кг. Между тем, как при разбросном внесении суперфосфата под глубокую вспашку (в дозе 60 кг/га P_2O_5) на 1 кг внесенной фосфатной кислоты урожай пшеницы на смежном участке повысился только на 8 кг. Таким образом, фосфорная кислота суперфосфата, внесенного в рядки, использовалась растениями в три с половиной раза эффективнее, чем при разбросном его внесении под глубокую вспашку.

Применение в рядки азотных удобрений на фоне фосфорных оказалось также весьма эффективным. Прибавка урожая пшеницы от дополнительного внесения азотных удобрений в рядки изменялась по вариантам в пределах: в 1957 году от 0,6 до 4,2, а в 1958 году — от 0,8 до 4,8 ц/га. Здесь, как и в вариантах с одним фосфором, самые большие абсолютные прибавки урожая получены от повышенных доз азота (от 7,5 до 15 кг азота на 1 га). При этом прибавка на 1 кг азота в 1957 году составила 28—39 кг., а в 1958 году—28—34 кг зерна. Это очень высокая прибавка, так как при внесении аммиачной селитры вразброс прибавка на 1 кг азота в наших опытах ни разу не превышала 20 кг. а в 1957 и 1958 годах она соответственно равнялась 11,3 и 14,7 кг. зерна.

Следовательно, при рядковом удобрении азот аммиачной селитры использовался растениями в несколько раз (в 2,5—3 раза) эффективнее, чем при внесении ее вразброс.

Наряду с учетом урожая нами определялась его структура. Результаты этого определения приводятся в табл. 2.

Таблица 2.

Влияние рядкового способа внесения удобрений
на структуру урожая

Схема опыта	Количество колосковых стеблей на 1 кв. м	Длина стеблей в см	Длина колоска в см	Количество колосков в колосе	Количество зерен в колосе
Опыт 1957 года					
Без удобрений	437	77,0	4,4	8,4	19,9
P ₃	441	74,2	4,6	9,3	20,1
P ₅	438	78,4	5,3	9,4	21,3
P _{7,5}	439	79,8	5,0	9,4	20,1
P ₁₀	454	81,0	5,4	10,1	21,0
P _{12,5}	446	78,6	5,0	9,7	22,1
P ₁₅	467	80,0	5,2	9,9	21,5
P _{7,5} N ₃	440	80,8	5,1	9,9	21,5
P _{7,5} N ₅	452	80,4	5,1	9,5	22,2
P _{7,5} N _{7,5}	492	80,0	5,1	9,5	22,2
P _{7,5} N ₁₀	485	81,0	5,0	9,8	22,3
P _{7,5} N _{12,5}	527	80,9	5,0	9,4	22,0
P _{7,5} N ₁₅	496	85,7	5,1	9,7	22,3
Опыт 1958 года					
Без удобрения	348	77,6	4,4	9,8	18,7
P ₃	391	76,2	4,4	9,5	19,5
P ₅	401	78,1	5,0	11,1	27,6
P _{7,5}	383	78,7	5,0	10,6	24,3
P ₁₀	390	78,9	5,8	11,8	29,1
P _{12,5}	411	75,6	5,5	11,5	23,8
P ₁₅	421	78,2	5,5	11,5	25,5
P _{7,5} N ₃	446	77,6	5,5	11,5	25,9
P _{7,5} N ₅	441	76,3	5,5	11,5	24,5
P _{7,5} N _{7,5}	493	79,0	5,9	12,7	26,4
P _{7,5} N ₁₀	469	79,0	5,5	11,5	24,4
P _{7,5} N _{12,5}	487	79,0	5,9	12,7	30,1
P _{7,5} N ₁₅	497	81,2	5,8	12,7	27,1

Из таблицы 2 видно, что изменение условий питания при локальном размещении удобрений сопровождалось более интенсивным ростом и развитием растений, что способствовало им лучше использовать питательные вещества и влагу из почвы.

Очень заметно проявилось влияние рядкового удобрения и на образование регенеративных органов, которые у зерновых культур закладываются в период кушения, то есть во время наибольшего действия этого удобрения.

Под действием рядкового удобрения у яровой пшеницы увеличилось количество колосков в колосе, количество зерен в колоске и колосе.

Применение фосфорно-азотных удобрений в рядки оказало также положительное влияние на абсолютный вес 1000 зерен, содержание в зерне сырого протеина и сухой клейковины (таблица 3).

Таблица 3.

Влияние рядкового способа внесения удобрений на качество урожая

Схема опыта	1957 год			1958 г		
	абсолютный вес 1000 зерен в г	% сырого протеина в зерне	% сухой клейковины в зерне	абсолютный вес 1000 зерен в г	% сыр. протеина в зерне	% сухой клейковины в зерне
Без удобрения	34,9	11,9	11,5	34,8	13,9	12,9
P ₃	36,1	12,0	11,2	35,8	13,7	12,7
P ₅	36,3	12,2	11,9	35,1	14,0	14,8
P _{7,5}	36,7	12,4	12,8	36,8	14,2	14,6
P ₁₀	37,1	12,4	13,1	36,2	14,3	15,5
P _{12,5}	37,3	12,5	13,7	36,7	14,4	16,2
P ₁₅	37,2	12,7	14,6	37,2	14,8	16,4
P _{7,5} N ₃	36,8	12,8	13,1	35,1	14,2	15,2
P _{7,5} N ₅	37,0	13,2	13,7	35,7	14,4	15,7
P _{7,5} N _{7,5}	37,6	13,8	13,9	35,4	14,3	16,4
P _{7,5} N ₁₀	37,9	14,5	14,4	36,3	14,8	16,2
P _{7,5} N _{12,5}	37,3	14,1	14,2	36,4	14,8	17,1
P _{7,5} N ₁₅	37,8	14,3	14,8	36,7	14,9	18,3

Под действием фосфорных удобрений и сочетания фосфорных удобрений с азотными произошло повышение на 1—3 г. абсолютного веса 1000 зерен, увеличилось содержание в зерне сырого протеина и клейковины. При этом надо подчеркнуть, что наиболее высокое содержание сырого протеина и сухой клейковины наблюдается в зерне с тех вариантов, где были внесены повышенные дозы как одного фосфора, так и при сочетании его с азотом. В 1957 году содер-

жание сырого протеина в зерне с этих вариантов повысилось по сравнению с контрольными на 0,5--2,6, а в 1958 году — на 0,4—1,0%. Количество сухой клейковины в зерне увеличилось соответственно на 1,6—3,3 и на 2,6—5,4%.

Что касается повышенного содержания сырого протеина и клейковины в зерне из урожая 1958 года, то оно, очевидно, вызвано тем, что в 1958 году процесс созревания зерна протекал в условиях засухи, а в 1957 году — при избыточной влажности почвы и воздуха, так как август 1957 года был самым дождливым месяцем (рис. 1).

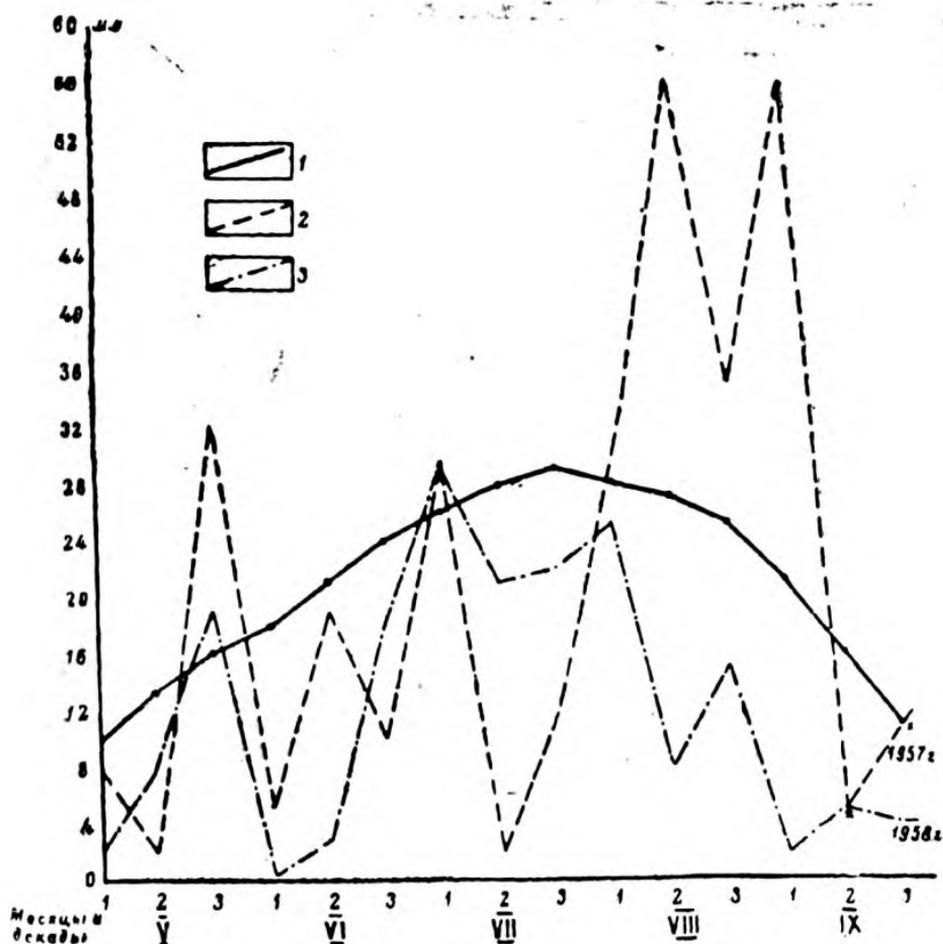


Рис. 1. Среднее декадное количество осадков в мм (1881 — 1935 гг.) за 55 лет в теплое время года.

ВЫВОДЫ:

1. Рядковый способ применения малых доз фосфорных и азотных удобрений является весьма эффективным приемом повышения урожая яровой пшеницы в условиях Иркутской области. При этом способе внесения фосфорные и азотные удобрения используются растениями яровой пшеницы в два—три раза эффективнее по сравнению с разбросным способом их внесения.

2. Локальное применение фосфорных и азотных удобрений наряду с повышением урожая значительно улучшает качество зерна, увеличивая в нем содержание сырого протеина и сухой клейковины. При этом очень важно, что содержание протеина и клейковины в зерне увеличивается и под влиянием одних фосфорных удобрений.

3. Азотные удобрения (аммиачная селитра), внесенные в рядки вместе с фосфорными, на почвах, насыщенных основаниями, оказывают благоприятное действие на рост и развитие растений на протяжении всего периода вегетации.

4. Учитывая тот факт, что рядковое удобрение рассчитано на питание растений в первый период их жизни и может оказывать существенное влияние на свойства почвы, дозы фосфорной кислоты при раздельном внесении суперфосфата в рядки не должны превышать 10—15 кг, а дозы азота на фоне фосфора — 7,5—13 кг/га. Повышение доз азота при рядковом внесении аммиачной селитры за пределы 13—15 кг/га может вызвать снижение урожая.

5. При отсутствии в хозяйствах комбинированных сеялок гранулированный суперфосфат и аммиачную селитру можно вносить в рядки вместе с семенами при помощи обычных сеялок. В этом случае сухой суперфосфат и аммиачную селитру перед самым посевом тщательно смешивают с семенами пшеницы и высевают перекрестным способом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонин Н. С. и Жукова Л. М. О составе рядкового удобрения «Удобрение и урожай», 1959, № 9.
2. Буткевич В. В. Температура почвы и влияние удобрений на урожай и качество яровой пшеницы. ДАН СССР, 1937, т. XVII, № 1—2.
3. Дадькин В. П. Особенности поведения растений на холодных почвах. Москва, 1952 г.

4. **Далыкин В. П.** Действие минеральных удобрений на урожай картофеля на окультуренных почвах Кольского полуострова. Докл. ВАСХНИЛ, 1947, № 2.

5. **Демиденко Т. Т. и Борисова Р. А.** Влияние температуры почвы на поступление питательных элементов в яровую пшеницу. ДАН СССР, 1940 г., т. XXVI, вып. 4.

6. **Кирсанов А. Т.** Методы определения потребности почв в фосфорных удобрениях. Труды почв. инст. им. В. В. Докучаева т. XII, МН СССР, 1935 г.

7. **Колосков П. И.** Климатические основы сельского хозяйства Амурской области, Благовещенск, 1925.

8. **Мосолов И. В. и Александровская В. А.** К физиологическому обоснованию состава рядкового удобрения. «Земледелие», 1954, № 1.

9. **Надеждин А. М.** Повышение эффективности минеральных удобрений «Земледелие», 1960, № 11.

10. **Полярный А. И.** Влияние температуры почвы на действие удобрений. Тр. ТСХА, т. XVI, 1935.

11. **Сабинин Д. А.** Минеральное питание растений. Издательство АН СССР, 1940.

12. **Самохвалов Г. К.** Влияние температуры внешнего раствора на поглощение фосфора корнями растений. «Изв. АН СССР», сер. биол., 1938, № 5—6.

13. **Тюрин И. В. и Коновалова М. М.** О методах определения потребности почв в азоте. Труды почв. инст. им. В. В. Докучаева. т. XII, АН СССР, 1935.

14. **Угаров А. Н.** К вопросу об эффективности минеральных удобрений под яровую пшеницу в условиях Иркутской области. Известия Иркутского СХИ, сер. агрон., 1950, вып. 7.

15. **Цыпленкин Е. И.** Почвенно-агрономические исследования на крайнем Севере. Тр. ВИУАА, вып. 19, 1937.