

Таким образом, внескорпневые подкормки, увеличивая общее содержание белка, положительно влияют на содержание незаменимых аминокислот в зерне. Аналогичные данные для пещерноземной полосы получены и другими авторами (1).

### Литература

1. Ф о ф а н о в В. Н. Влияние свойств почв и удобрений на качество зерна яровой пшеницы. Автореферат. канд. дисс. М., 1971.
2. П а в л о в А. Н. Накопление белка в зерне пшеницы и кукурузы. М., 1967.
3. К н я г и н и ч е в М. И. Биохимия пшеницы. М.-Л., 1951.

## ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ АГРОХИМИИ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ.

А. Н. Угаров

Несмотря на суровые климатические условия, земледелие Иркутской области характеризуется устойчивыми и сравнительно высокими урожаями зерновых культур, на долю которых приходится около 60% посевных площадей. За десятилетие 1962 — 1972 гг. средние урожаи зерновых составляли 12—14,5 ц/га, а урожаи ведущей культуры — яровой пшеницы — были еще выше и не опускались ниже 13 ц/га.

При устойчивости урожаев зерновых культур в Иркутской области наблюдается высокая эффективность удобрений. В многочисленных опытах по выявлению роли удобрений в формировании урожая обнаружилось первостепенное значение азотных туков, одних и в сочетании с фосфорно-калийными удобрениями.

В таблице 1 приведены сводные данные по эффективности удобрений под яровую пшеницу по разным предшественникам.

Установив первостепенное значение азотных удобрений в повышении урожаев зерновых культур в Иркутской области, мы в течение длительного времени изучали динамику режима форм азота в почвах. Нами было установлено, что биологические процессы в корнеобитаемом слое почвы начинаются только в мае и вначале протекают весьма медленно, вследствие чего в ранний период вегетации растений на всех почвенных

разнообразия образуется очень мало усвояемых растениями азотистых веществ. И если они не были накоплены в почве с осени, то яровая пшеница и другие яровые злаки ранних сроков сева испытывают в начальный период роста резкий недостаток в азоте.

Таблица 1

Влияние минеральных удобрений на урожай яровой пшеницы по разным предшественникам на серой лесной почве (среднее за 4 года)

Предшественник	Урожай, ц/га		Прибавка, ц/га	
	контроль	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>	NPK	N
Чистый пар	21,8	31,1	9,3	4,4
Пласт многолетн. трав	15,6	25,6	9,7	6,5
Кукуруза	20,0	31,3	11,3	6,0
Пшеница	13,4	22,0	8,6	7,9

Примечание. Вспашка была произведена в сентябре.

Несмотря на медленное протекание биологических процессов в почве весной, закономерности образования нитратного азота в летний период в почвах Иркутской области и других климатических зон Советского Союза однотипны. Различия наблюдаются только в отношении количества накопленных нитратов.

В пахотном горизонте почв паровых полей к осени накапливается до 60 кг азота на гектар.

Ранняя зябь по накоплению нитратов уступает чистому пару, а зябь после удобренной кукурузы даже превосходит его.

В Восточной Сибири, в отличие от районов с умеренным климатом, количество нитратного азота, накопленного в почвах паровых полей и на ранней зяби, осенью и зимой заметно не уменьшается. К моменту посева яровой пшеницы в пахотном горизонте почвы паровых полей и ранней зяби его количество достигало значительных размеров и в отдельные годы колебалось от 22 до 44 кг на гектар пашни.

После появления всходов и по мере развития растений количество нитратов в почвах парового поля и ранней зяби уменьшается, а с наступлением летних дождей (конец июня—начало июля), когда растения вступают в период интенсивной вегетации, нитраты совсем исчезают из почвы или обнаруживаются в виде следов.

Еще хуже складывается нитратный режим для пшеницы, высеваемой по поздней зяби или по весновспашке: в этом случае нитраты в почве в небольшом количестве обычно обнаруживаются лишь в начале вегетации растений, а затем они быстро исчезают.

Изучение динамики нитратного азота под посевами яровой пшеницы показало, что в Иркутской области, где преобладают серые лесные и близкие к ним по свойствам почвы, нитратный азот, накапливаемый в паровых полях и на ранней зяби, является ненадежным источником азотной пищи для яровой пшеницы. Он обнаруживается под посевами пшеницы в более или менее достаточных количествах только в ранние периоды вегетации растений, примерно до момента их колошения, в то время как поступление азота из почвы в растения пшеницы продолжается до фазы молочной спелости зерна.

Несмотря на быстрое исчезновение нитратного азота из почвы полей, занятых сплошной растительностью, его содержание в почве в ранний период вегетации растений оказывает решающее влияние на высоту урожая. Чем больше нитратов в почве перед посевом и в период кущения растений, тем выше, при прочих равных условиях, урожай. Отсутствие или малое содержание в это время в почве нитратного азота при сравнительно большом количестве в ней поглощенного аммония вызывает азотное голодание растений в ранний период их роста и резко снижает урожай яровой пшеницы.

Можно считать установленным, что в Восточной Сибири в ранний период вегетации растений, когда корневая система у них еще слабо развита, нитратный азот является основным источником азотной пищи растений. В дальнейшем, по мере развития корневой системы, значение нитратного азота как источника азотной пищи растений уменьшается и главную роль в этом смысле начинает играть аммиачный азот поглощающего комплекса.

Исследование динамики аммиака в серых лесных почвах полей, занятых сплошной растительностью, позволяет признать

ого громадную роль в азотном питании растений в завершающий период их вегетации в условиях Восточной Сибири.

В противоположность нитратам, аммиачный азот обнаруживается под растениями во все периоды их вегетации, начиная с момента всходов и кончая уборкой урожая. Наибольшее его количество накапливается в почве в теплое время после дождей, когда растения вступают в период интенсивной вегетации. Очевидно поэтому растения в этот период при совершенно недостаточном количестве нитратов в почве не испытывают азотного голодания.

На основании проведенных нами исследований и анализа литературных материалов можно сделать заключение, что в Иркутской области, как и в других районах Севера, у зерновых злаков в ранний период вегетации, вследствие низких температур в зоне корней, понижается способность усваивать азот из почвы.

Позднее возобновление биологических процессов в корнеобитаемом слое почвы и медленное их протекание весной, а также пониженная способность корней растений усваивать азот из холодной почвы являются основными причинами того, что азотные удобрения резко повышают урожай яровой пшеницы на всех почвах Иркутской области и даже в тех случаях, когда ее высевают по чистым парам, в почве которых перед высевом пшеницы содержится значительное количество азотной пищи.

В связи с сокращением парового клина роль азотных удобрений как важнейшего средства повышения урожая яровой пшеницы в Иркутской области значительно возрастает. При решении вопроса о том, в каком поле севооборота следует в первую очередь вносить азотные удобрения, наиболее объективным критерием должно быть содержание нитратного азота в почве весной перед посевом.

При выборе формы удобрений для весеннего внесения под культуры ранних сроков посева следует отдавать предпочтение аммиачной селитре.

Нами было установлено, что наиболее устойчивые прибавки урожая яровой пшеницы получаются от внесения умеренных доз азота (30—60 кг/га) и при ранних сроках ее сева. В этом случае прибавки урожая колебались в зависимости от предшественников от 2,5 до 8 ц/га.

Фосфорные и калийные удобрения дают устойчивые прибавки урожая только на фоне азотных и только в тех случаях, когда яровая пшеница высевается по чистому пару или рано вспаханному пласту многолетних бобовых трав.

От совместного внесения удобрений в дозах 30—60 кг азота и фосфора и 30—40 кг калия на гектар прибавки урожая довольно устойчивы и держатся на уровне 7—12 ц/га.

Необходимо также отметить, что эффективность минеральных удобрений является устойчивой во всех зонах Иркутской области. Это объясняется благоприятным распределением осадков по временам года при сравнительно небольшом годовом их количестве: основная масса осадков — до 70% — выпадает в теплое время года, когда растения испытывают наибольшую потребность в воде.

Сравнительно высокая относительная влажность воздуха и слабое испарение влаги из почвы в значительной мере смягчают губительное действие весенне-летних засух на урожай. Кроме того, засухи в Иркутской области не достигают той степени интенсивности, какая присуща засухам Поволжья, крайнего юго-востока европейской части СССР, Западной Сибири и Алтая как в отношении дефицита влаги воздуха, так и иссушения почвы. Падение относительной влажности воздуха до 5%, отмечаемое в засушливых районах западной части СССР, в Иркутской области не наблюдается. По многолетним данным (за 45 лет), среднемесячная величина относительной влажности воздуха в Иркутской области в мае не падала ниже 54, в июне — 61%. В отличие от засушливых районов западной части СССР, в Иркутской области совершенно отсутствуют суховеи. Здесь в самые засушливые месяцы весны и даже лета имеет место сильное почное испарение, которое, значительно понижая температуру воздуха в приземном слое, увеличивает его относительную влажность.

Подобное понижение температуры почвы вызывает при большом абсолютном влагосодержании воздуха конденсацию водяных паров и образование обильной росы. Это явление, безусловно, оказывает благоприятное влияние на растения, предохраняя их от губительного действия засухи.

В Иркутской области не наблюдается глубокого иссушения почв. Это связано с тем, что весной и в начале лета водяные пары в нижних, более холодных слоях почвы, имея пониженную упругость по сравнению с водяными парами верхних го-

ризонтов, слабо подвижны. В Восточной Сибири благодаря повышенной упругости водяных паров в верхних слоях почвы часто создаются благоприятные условия для передвижения паробразной влаги из верхних горизонтов в нижние. Передвижение влаги из нижних слоев почвы по капиллярным промежуткам в верхние также не бывает слишком интенсивным, так как в засушливые периоды года поверхностные горизонты оказываются обычно разрыхленными, а температуры воздуха — высокими.

В настоящее время при переходе к интенсивной системе земледелия, когда чистые пары доведены до минимальных размеров, а удельный вес зерновых в посевах нередко превышает 60%, резкое повышение урожаев зерновых и других культур в условиях области зависит в основном от умелого применения удобрений, преимущественно азотных.

Мобилизация питательных веществ за счет естественного плодородия почв в Восточной Сибири по сравнению с западными районами СССР без чистых паров ничтожно мала, так как уборку урожая всех культур и вспашку зяби у нас производят в основном в сентябре и в первой половине октября, когда биологические процессы в почве приостанавливаются.

Пропашные культуры занимают в области 12 — 15% посевных площадей. Около 60% посевов яровой пшеницы размещается по зерновым предшественникам.

К настоящему времени в области проведено большое количество опытов с удобрениями и выявлено действие удобрений на урожай и качество возделываемых культур. Нами детально изучены дозы и соотношения питательных веществ в удобрении под яровую пшеницу, высеваемую по разным предшественникам на серых лесных почвах и выщелоченном черноземе.

В опытах по чистому пару на серой лесной почве самая высокая прибавка урожая от удобрений (в годы с типичной для области погодой в теплое время) получена при дозах азота — 60, фосфора — 90, калия — 30 кг/га, а на выщелоченном черноземе — соответственно 30, 90 и 30 кг/га. При таких дозах удобрений средние прибавки урожая колебались от 12 до 14 ц/га.

В годы с ливневыми и затяжными дождями в июле доза азота 60 кг оказывается высокой и вызывает полегание растений. В опытах по пласту многолетних трав фосфорные и ка-

лийные удобрения вносили с осени под вспашку, а аммиачную селитру — весной под дисковый лущильник.

В этих опытах действие удобрений изучали при разных сроках подъема пласта из-под люцерны двух- и трехлетнего пользования.

При сентябрьских сроках подъема пласта наиболее высокие прибавки урожая были получены на вариантах с повышенными дозами азота.

Самая высокая средняя (по двум годам) прибавка в абсолютных величинах была получена при внесении 90 кг азота, 60 кг фосфора и 30 кг калия.

Причем в годы с засушливым летом наиболее эффективной оказывалась доза азота 60 кг/га.

Фосфорные и калийные удобрения в этих опытах не играли такой роли, как в опытах по чистому пару. Самая низкая эффективность была получена при внесении одних фосфорно-калийных удобрений.

При августовских сроках вспашки пласта картина в отношении доз и соотношений питательных веществ в удобрении совершенно иная.

Самая высокая средняя (по данным многих лет) прибавка урожая была получена при внесении 30 кг азота, 90 кг фосфора и 30 кг калия на гектар.

На фоне августовской вспашки, как и по чистому пару, обнаружена высокая эффективность одних фосфорно-калийных удобрений. Прибавка урожая на фоне этих предшественников от внесения  $P_{60}K_{30}$  колебалась по годам в зависимости от погодных условий от 3,5 до 11 ц/га и мало отличалась от прибавки, полученной от полного удобрения.

Яровая пшеница по пропашному предшественнику (кукуруза) и по гороху также хорошо реагирует на внесение умеренных доз азотных и фосфорно-калийных удобрений.

В опытах по однолетнему бобовому предшественнику (гороху) прибавка урожая от внесения  $N_{60}P_{40}K_{40}$  составила 4,2, а по пропашному — 10,4 ц/га. Результаты этих опытов показали, что под яровую пшеницу, высеваемую по чистым парам и пласту из-под многолетних бобовых трав августовских сроков вспашки, нет смысла вносить высокие дозы азота.

На серых лесных почвах можно ограничиться дозами 30 кг при основном внесении или 10—12 кг д. в. при внесении в

рядки при посеве зернотуковой сеялкой. На почвах черноземного типа, более богатых органическим веществом, достаточно внести фосфорно-калийные удобрения в дозе  $P_{60}K_{40}$ , так как на черноземных почвах посевы яровой пшеницы по чистым парам и пласту равных сроков вспашки в достаточной мере обеспечиваются азотной пищей за счет нитратов почвы. От внесения даже малых доз азота растения часто полегают и дают зерно низкого качества.

Иначе складывается азотный режим под посевами пшеницы, размещенными по пласту сентябрьских сроков вспашки. В этом случае растения пшеницы испытывают недостаток в азоте и очень резко реагируют на внесение азотных удобрений; сравнительно слабо отзываются они на внесение фосфорных и калийных удобрений. Поэтому дозы азота под посевы яровой пшеницы, размещаемые по пласту поздних сроков вспашки, в зависимости от типа почвы надо доводить до 45—60 кг и выше, а дозы фосфора и калия должны быть более умеренными — не выше  $P_{45}K_{30}$  на гектар.

В течение нескольких лет мы изучали дозы и соотношения питательных веществ в основном удобрении под яровую пшеницу, размещаемую по зерновым предшественникам (по пшенице) второй культурой после чистого пара, пласта из-под люцерны и кукурузы. Фосфорные и калийные удобрения вносили во время зяблевой вспашки (в середине сентября), а аммиачную селитру — под предпосевную обработку почвы. Посев проводили в начале второй декады мая (11.V — 14.V). Как и в опыте по пласту, наиболее эффективными оказались повышенные дозы азота (60 и 90 кг/га).

Прибавки урожая от повышенных доз азота получились близкими к прибавкам в опытах с травяным пластом при поздних сроках вспашки. Этот факт свидетельствует о том, что путем регулирования доз азотных удобрений и умелого сочетания их с другими туками можно получать высокие урожаи яровой пшеницы по любым предшественникам.

Изучение сроков внесения минеральных удобрений под яровую пшеницу показало, что осеннее внесение суперфосфата под глубокую вспашку значительно эффективнее весеннего внесения под культиватор. Прибавка урожая при осеннем внесении удобрения под плуг в 1,5 раза выше по сравнению с весенним внесением под культиватор.

Осеннее внесение азотных удобрений — аммиачной селитры, сульфата аммония и аммиачной воды — также оказалось более эффективным.

При изучении способов внесения минеральных удобрений наиболее эффективными оказались рядковое и сочетание основного удобрения с рядковым. В этом случае основное удобрение вносили осенью под плуг, а рядковое — при посеве комбинированной сеялкой. На фоне азотно-калийного удобрения прибавка урожая пшеницы от рядкового внесения 20 кг фосфора на гектар в форме гранулированного суперфосфата была высокой и колебалась в зависимости от предшественников от 2,1 до 3,6 ц/га.

Высокие прибавки урожая получены были также от совместного внесения азотных и фосфорных удобрений в рядки. Наиболее эффективными оказались дозы  $N_{10-15}, P_8$ .

При этом средняя прибавка урожая (по двум годам) составила 5,5 ц/га, а в пересчете на килограмм азота — 32 кг зерна. Это очень высокая прибавка, так как при внесении аммиачной селитры вразброс прибавка на килограмм азота в наших опытах не превышала 20 кг и в среднем составляла 11—15 кг.

Очень эффективно внесение минеральных удобрений под пропашные культуры. Прибавки урожая зеленой массы кукурузы от умеренных доз удобрений (по 60 кг азота, фосфора и калия на гектар) в разные годы составляли от 100 до 175 ц, а клубней картофеля — от 85 до 125 ц/га.

Кукуруза и картофель очень хорошо отзываются также на внесение навоза и совместное применение его с минеральными удобрениями.

В наших опытах от внесения 40 т навоза урожай зеленой массы кукурузы увеличился на 242 ц/га при урожае на варианте без удобрений 187 ц, а урожай картофеля в среднем за три года — на 150 ц при урожае без удобрений 170 ц/га.

От совместного внесения 20 т навоза с минеральными удобрениями в дозах  $N_{70}P_{10}K_{60}$  прибавка урожая зеленой массы кукурузы составила 208 ц/га.

Особенно наглядно действие удобрений на урожай зерновых культур, зеленой массы кукурузы и картофеля проявилось в последние годы в учебном хозяйстве Иркутского сельхозинститута «Оёкское». До массового применения минеральных удобрений урожай зерновых в учхозе находился на уровне 10—12 ц/га и никогда не поднимался выше 13 ц/га.

В 1969 г. с площади 6,5 тыс. га зерновых было получено 17,8 ц, а пшеницы с площади 4,5 тыс. га — по 20 ц/га. В 1970 г. урожай зерновых составил 19,9 ц, яровой пшеницы — 22,5 ц/га. Еще более высокий урожай был получен в 1973 г. — соответственно 21,0 и 22,8 ц/га.

Наши исследования свидетельствуют о том, что дозы основного удобрения под яровую пшеницу и другие культуры, возделываемые в нашей области, а также в других регионах, не могут быть постоянными и должны изменяться в зависимости не только от предшественников, но и от принятой системы обработки пласта и зяби, главным образом от времени их вспашки, типа почв и других факторов, оказывающих влияние на эффективное плодородие почвы.

В тех случаях, когда яровая пшеница размещается по полям, на которых с осени накапливаются значительные запасы питательных веществ (чистый пар, рано вспаханный пласт из-под многолетних бобовых трав, тщательно обрабатываемые и удобренные поля пропашных), дозы азотных удобрений должны быть умеренными — от 30 до 40 кг на гектар; дозы фосфора — более высокими — от 40 до 60 кг, а иногда и выше (90 кг).

На почвах черноземного типа, богатых перегноем, азотные удобрения под пшеницу по указанным предшественникам могут оказаться ненужными. При размещении пшеницы по пласту и зяби поздних сроков вспашки дозы азота следует повышать до 60, а иногда и до 90 кг/га. Дозы фосфора, наоборот, должны быть невысокими — 30—40 кг/га.

Внесение азотных удобрений в дозах выше 90 кг/га при возделываемых в настоящее время в области сортах не обеспечивает роста урожайности. Во влажные годы повышенные дозы азота приводят к полеганию растений, а в засушливые оказываются избыточными.

При сравнительно высоком и стабильном содержании в почвах Иркутской области подвижных фосфатов дозы фосфорных удобрений под яровую пшеницу в основном должны определяться содержанием в почве перед посевом нитратного азота и дозами азотных удобрений. При хорошем обеспечении растений азотом дозы фосфорных удобрений должны быть повышенными.

Дозы калийных удобрений под пшеницу при богатстве почв области этим элементом могут оставаться более или менее постоянными и не превышать 40 кг д. в. на гектар; более вы-

сокие дозы калийных удобрений не влияют на повышение урожая яровой пшеницы.

Таким образом, фосфорные и калийные удобрения дают высокие прибавки только на фоне азотных удобрений и на полях с высоким содержанием нитратного азота перед посевом пшеницы (чистые пары, пласт из-под многолетних бобовых трав раннего срока вспашки, хорошо обрабатываемые и удобренные поля из-под пропашных).

При правильной агротехнике отдельных культур указанные дозы минеральных удобрений могут обеспечить в хозяйствах подтаежной и лесостепной (центральной) зоны урожай зерновых культур 25—27 ц, силосных — 200 — 250, картофеля — 170 — 200 ц/га, а в хозяйствах сухой лесостепи — соответственно 22—25, 150—200 и 120—150 ц/га.

С каждым годом количество применяемых в колхозах и совхозах удобрений будет возрастать. В связи с этим приобретают колоссальное значение научно обоснованные рекомендации по эффективному применению удобрений.

Применение удобрений в хозяйствах области пока еще не получило определенной системы. Удобрения применяются в основном только под отдельные, наиболее ценные культуры.

Система удобрения растений в существующих и вводимых севооборотах должна быть обязательным элементом плана агротехнических мероприятий, разрабатываемых каждым хозяйством. Она должна строиться с учетом конкретных условий хозяйства, почвенных разностей и особенностей климата.

В целях районирования сортов сельскохозяйственных культур территория области разделена на три почвенно-климатические зоны: тайги, гор и предгорий; подтайги и предгорий; лесостепи.

В каждой зоне области необходимо заложить многолетние опыты по изучению систем удобрения сельскохозяйственных культур в различных севооборотах: полевых, прифермских, луго-пастбищных.

Недостаточно изученными в южной части Восточной Сибири являются и такие вопросы, как действие удобрений на качество урожая различных культур, содержание в почвах микроэлементов и эффективность микроудобрений под различные культуры.