

УДК 631.811

## ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ УРОЖАЕВ

Б. А. ЯГОДИН, П. М. СМИРНОВ, В. А. ДЕМИН  
(Кафедра агрономической и биологической химии)

Решение задачи увеличения валовых сборов сельскохозяйственной продукции возможно на основе дальнейшего повышения урожайности растений и продуктивности каждого гектара земли. Урожайность сельскохозяйственных культур, их рост и развитие определяются, как известно, совокупным действием четырех основных факторов — свет, тепло, влага и пища. Однако в производственных условиях возможность регулирования указанных факторов для улучшения роста растений и повышения урожаев далеко не одинакова.

Условия влажности нередко лимитируют рост растений не только в засушливых, но и в достаточно влажных районах. Можно регулировать влажность, применяя искусственное орошение, что же касается света и тепла, то здесь мы лишь приспосабливаемся к определенному их уровню путем подбора соответствующих культур и сортов, густоты посева, установления направления рядков, оптимальных сроков сева и т. д.

В настоящее время решающая роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур принадлежит удобрениям. Весь опыт мирового земледелия убедительно показывает, что уровень урожайности сельскохозяйственных культур находится в тесной зависимости от количества применяемых удобрений (табл. 1 и 2).

По данным западноевропейских и отечественных специалистов, 50 % прироста урожайности определяется применением удобрений и около 50 % — другими приемами: агротехникой, сортом, мелиорацией и т. п. Рост урожайности сельскохозяйственных культур в США в послевоенные годы был на 41 % обусловлен применением минеральных удобрений, на 15—20 % — обработкой посевов гербицидами и другими химическими средствами защиты растений, 15 % прироста определялось более совершенной агротехникой, 8 % — гибридными семенами и 5 % — ирригацией. Производство и применение минеральных удобрений во всем мире и особенно в нашей стране увеличивались в последние десятилетия исключительно быстрыми темпами. Если объем поставок сельскому хозяйству СССР минеральных удобрений в действующем веществе в 1965 г. составил 6,3 млн. т, в

Таблица 1

Применение минеральных удобрений  
и урожай пшеницы и картофеля  
в разных странах (1977 г.)

Страна	НРК, кг/га	Урожай, ц/га	
		пшени- ца	карто- фель
Нидерланды	758	52	338
Япония	430	62	190
ФРГ	423	45	284
ГДР	353	43	275
Великобритания	274	49	284
Чехословакия	320	43	161
Франция	269	42	275
Италия	105	23	185
США	106	21	292
Испания	82	15	147
СССР	73	15	118
Индия	20	14	115

Применение минеральных удобрений и урожайность основных сельскохозяйственных культур в СССР

Годы	Зерновые	Хлопчат- ник	Лен-дол- гунец	Сахарная свекла	Карто- фель	Овощи и бахчевые
Внесено на 1 га посева питательных веществ, кг						
1966—1970	22	325	138	230	142	113
1971—1975	38	364	172	306	221	189
1976—1980	51	409	201	460	272	269
Урожайность, ц/га						
1966—1970	13,7	24,1	3,4	228	94	105
1971—1975	14,7	27,3	3,7	217	98	120
1976—1980	16,0	29,4	3,4	236	97	136

1970 г. — 10,3, в 1975 г. — 17,1, то в 1980 г. — 18,7, а по плану 1985 г. — 26,7; стандартных туков — соответственно 27,0; 45,4; 73,1; 81,8 и 115,0 млн. т.

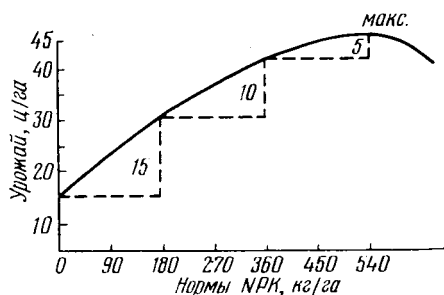
Мировое потребление минеральных удобрений с 1937—1938 по 1979 г. возросло в 12 раз (с 9 до 107 млн. т НРК), а в нашей стране с 1940 по 1980 г. — в 26 раз (с 3,2 до 82 млн. т стандартных туков).

Производство минеральных удобрений требует значительных затрат энергии. Например, в Англии 1/4 всей энергии, потребляемой сельским хозяйством, затрачивается на производство удобрений и 90 % этого количества — на производство только азотных удобрений [5].

На земном шаре работает более 600 синтезирующих  $\text{NH}_3$  установок, для которых каждые сутки требуется энергия, равная энергии 125 млн. л нефти [7]. Следует иметь в виду, что количество технически связываемого азота в мире увеличивается быстрыми темпами и удваивается примерно каждые 6 лет.

Достигнутый в нашей стране масштаб производства удобрений позволяет применять их уже не только под технические, но и под зерновые и кормовые культуры, переходить от удобрения отдельных культур к системе использования их в севообороте. Задача состоит в том, чтобы обеспечить наиболее эффективное использование удобрений и получение максимальной оплаты их прибавками урожая.

Как видно из рисунка, урожайность зерновых культур возрастает в прямой зависимости от норм удобрений лишь до определенного уровня, при котором достигается наибольшая оплата единицы удобрения сельскохозяйственной продукцией. При дальнейшем увеличении норм удобрений урожайность повышается, но ее прибавки, полученные в результате роста норм удобрений, и окупаемость последних постепенно снижаются. По достижении максимальной для данных условий стабильной урожайности дальнейшее увеличение норм удобрений экономически не эффективно, поскольку издержки, связанные с применением



Зависимость урожая зерновых культур от нормы удобрений.

дополнительного количества удобрений, не окупаются стоимостью прибавки урожая. В связи с этим при ограниченных ресурсах удобрений предпочтительнее такие их нормы, которые обеспечивают наивысшую оплату урожаем единицы удобрения. При полном удовлетворении потребности в удобрениях основной задачей является не только получение максимальных урожаев с 1 га,

но и повышение плодородия почвы. Эта задача может быть решена путем применения более высоких, но экономически оправданных норм удобрений.

Нормы удобрений под сельскохозяйственные культуры при программировании урожая определяются расчетными методами или по результатам полевых опытов, а также при комплексном использовании тех и других данных. При этом широко применяют ЭВМ. Среди расчетных методов наиболее распространены метод элементарного баланса, расчет на прибавку урожая и метод нормативного баланса.

Метод элементарного баланса основан на учете выноса питательных веществ на 10 ц основной продукции и соответствующее количество побочной (табл. 3), коэффици-

ентов использования питательных веществ из почвы (табл. 4), удобрений и азота из пожнивно-корневых остатков бобовых культур (табл. 5).

При расчете норм удобрений на планируемую прибавку урожая в отличие от предыдущего метода коэффициенты использования питательных веществ из почвы не учитывают, а вынос питательных веществ рассчитывают на планируемую прибавку. Урожай без удобрений определяется по данным полевых опытов (для производственных условий он занижен на 30—40 %) или расчетным способом по содержанию подвижного фосфора в почве, который, как правило, находится во втором или первом минимуме среди других элементов питания. Полученная в результате расчета норма корректируется в зависимости от содержания питательных веществ в почве (табл. 6).

При использовании метода нормативного баланса учитываются вынос питательных веществ на 10 ц основной продукции (табл. 3), нормативы баланса питательных веществ за ротацию севооборота (табл. 7), коэффициенты распределения питательных веществ удобрений и азота

Таблица 3  
Вынос питательных веществ (кг)  
на 10 ц основной продукции

Культура	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Оз. пшеница	35	12	26
Оз. рожь, овес	30	12	28
Яр. пшеница	38	12	25
Ячмень	27	11	24
Кукуруза:			
на зерно	34	12	37
на зеленую массу	2,5	1,2	4,5
Горох, вика	30*	15	20
Клевер с тимфейевой (сено)	14*	6	20
Лен-долгунец (волокно)	80	40	70
Картофель	6,0	2,0	9,0
Сахарная свекла	5,9	1,8	7,5
Капуста	3,4	1,3	4,4

\* Без учета азотфиксации.

Таблица 4

Коэффициенты использования подвижных N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O сельскохозяйственными культурами, возделываемыми на разных почвах (%)

Почвы	Легкогидролизуемый азот	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1 — дерново-подзолистые	20	3—7	5—20
2 — серые лесные	20	8—10	10—30
3 — черноземы некарбонатные	20—30	10—15	10—30
4 — черноземы карбонатные	20—30		5—20
5 — каштановые	20	15—30	5—15
6 — сероземы	20		5—15

Примечание. 1 и 2 — P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O определяли по Кирсанову; 3 — по Чирикову; 4, 5 и 6 — по Мачигину.

Т а б л и ц а 5

**Коэффициенты использования питательных веществ из удобрений  
и пожнивно-корневых остатков (%)**

Год действия	Органические удобрения			Минеральные удобрения			Пожнивно-корневые остатки бобовых
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1-й	20—25	25—30	50—60	50—60	15—20	50—60	20—25
2-й	20	10—15	10—15	5	10—15	15—20	15—20
3-й	10	5	—	5	5	—	5—10
За ротацию	50—55	40—50	60—75	60—70	30—40	65—80	45—55

Т а б л и ц а 6

**Поправочные коэффициенты к нормам удобрений с учетом содержания  
подвижных P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O в почве**

Класс почвы	Содержание в почве P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (K <sub>2</sub> O)*	Для азотных удобрений		Для фосфорных и калийных удобрений	
		зерновые, травы, лен, пропашные	овощные культуры	зерновые, травы, лен, пропашные	овощные культуры
1	Очень низкое	1,2	—	1,5	—
2	Низкое	1,1	1,2	1,2—1,3	1,5
3	Среднее	1,0	1,1	1,0	1,2—1,3
4	Повышенное	0,9	1,0	0,7—0,8	1,0
5	Высокое	0,8	0,9	0,4—0,6	0,7—0,8
6	Очень высокое	0,7	0,9	0,1—0,3	0,4—0,6

\* K<sub>2</sub>O и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> к поправочным коэффициентам для фосфорных и калийных удобрений.

пожнивно-корневых остатков бобовых культур по годам действия и последствия удобрений (табл. 5).

Каждый из рассматриваемых методов при правильном использовании позволяют получать практически одинаковые нормы удобрений, обеспечивающие планируемые урожан при среднемноголетних погодных условиях. Однако с помощью метода нормативного баланса можно составить более четкое представление о вероятном изменении имеющегося плодородия почвы, что дает возможность целенаправленно влиять на него. Но этот метод требует точной увязки принятого норматива баланса питательных веществ, планируемого урожая и почвенного плодородия, особенно при недостаточной обеспеченности удобрениями.

Т а б л и ц а 7

**Нормативы баланса питательных веществ за севооборот  
в дерново-подзолистой и серой лесной почвах\***

Класс почвы	Содержание в почве P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (K <sub>2</sub> O)	Внесено с удобрениями за севооборот, % выноса с урожаем		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1—2	Очень низкое и низкое	120—130	200—250	130—150
3	Среднее	120—130	170—200	110—130
4	Повышенное	110—120	140—170	80—100
5	Высокое	100—110	100—140	60—80
6	Очень высокое	80—100	70—100	40—60

\* Нормативы для азота устанавливаются в зависимости от типа почв, степени их окультуренности, содержания гумуса и общего азота, а также физико-химических свойств.

Разработка системы применения удобрений в севообороте на ротацию (или ряд лет) имеет преимущества перед ежегодным определением их норм под отдельные культуры. Она позволяет на основании планируемого баланса питательных веществ в почве получать программируемый урожай и одновременно наиболее целенаправленно повышать или сохранять плодородие почвы, выравнивать плодородие полей, эффективнее использовать удобрения и избежать загрязнения окружающей среды. Каким бы методом ни определялись нормы удобрений под культуры в севообороте, всегда правильность системы применения удобрений следует контролировать, составляя баланс питательных веществ за ротацию.

Особого внимания заслуживают вопросы азотного баланса, картина которого существенно уточняется, если тщательнее учитывать приходные и расходные его статьи. Во многих исследованиях количество органического вещества в пожнивно-корневых остатках определяется методом отмывания корней при уборке. Однако так учитывается только часть органического вещества, оставленного растением в почве. Применение радиометрического метода позволило установить, что за счет корневых выделений в течение вегетации и постоянного отмирания части корневой системы в почве остается значительно больше органического вещества после уборки растений, чем при определении этого показателя обычными методами. В баланс органического вещества следует также включать прижизненно отмершие надземные органы растений.

Высшие растения без участия микроорганизмов не фиксируют азот. За последнее время изменились представления о неспособности злаковых культур к участию в фиксации атмосферного азота. Сравнительно недавно появилось сообщение о фиксации азота ризосферой риса, кукурузы, пшеницы, сорго и некоторых видов тропических трав [4]. По сообщению И. С. Родынюк [4], азотфиксирующий симбиоз имеется у некоторых растений семейства злаковых, таких как ежа сборная, пырей ползучий. Азотфиксирующая способность небобовых растений колеблется в пределах 23—87 кг/га в год. В целом известно более 200 видов небобовых растений, которые фиксируют азот атмосферы в симбиозе с микроорганизмами. Наиболее продуктивен симбиоз клубеньковых бактерий (ризобиум) с бобовыми растениями.

При создании условий, обеспечивающих эффективный симбиоз, биологическая фиксация азота достигает 200—300 кг и более на 1 га в год. Точно определить общее количество азота, фиксируемого биологическим путем, весьма трудно из-за разнородности азотфиксирующих организмов, быстро изменяющегося их количества и различий окружающей среды, в которой они функционируют. Однако в результате большинства определений, суммированных Харди [6], установлено, что на поверхности земли  $175 \times 10^6$  т азота фиксируется ежегодно биологическим путем, причем  $90 \times 10^6$  т — в почве сельскохозяйственного использования. Вследствие симбиоза с бобовыми фиксируется  $40 \times 10^6$  т азота ежегодно. Примерно такое же количество азота дает промышленная фиксация азота — около  $50 \times 10^6$  т ежегодно. При биологических процессах таких как молния, сгорание, озонизация, фиксируется соответственно  $10 \times 10^6$ ,  $20 \times 10^6$  и  $15 \times 10^6$  т азота. Теоретическую и практическую значимость азотфиксации трудно переоценить.

Кафедра агрономической и биологической химии Тимирязевской академии при определении норм удобрений под сельскохозяйственные культуры методами элементарного и нормативного баланса получает близкие к планируемому урожай в нормальные по погодным условиям годы. Так, в учхозе «Дружба» Ярославской области в 1977 г. на площади 1500 га, а в 1978 г. — на площади 1262 га урожайность зерновых культур составила соответственно 32,2 и 32,1 ц/га при планируемой

Таблица 8  
Планируемая и фактическая урожайность  
зеленой массы кукурузы (ц/га)

Вариант удобрения	Урожайность	
	планируе- мая	факти- ческая
Контроль	200	222
30N55P50K	300	310
70N110P120K	400	394
130N200P220K	500	490

30—35 ц /га по отдельным культурам, а урожайность сена многолетних трав в целом по учхозу в 1977 и 1978 г. — 40—42 ц/га при плане 40 ц/га.

В учхозе «Дружба» в полевом опыте на серой лесной почве со средним содержанием подвижного фосфора и калия,  $pH_{\text{сол}} 5,8$  в 1979 г. получены урожай кукурузы, близкие к планируемым (табл. 8). Расчет норм удобрений под кукурузу проводился методом элементарного баланса.

В табл. 9 представлены данные о планируемых и фактических урожаях в 4-польном севообороте, полученных в 1976—1979 г. в учхозе ТСХА «Михайловское» на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с повышенным содержанием подвижного фосфора и средним — подвижного калия при значении  $pH$ , близком к нейтральному.

В промышленно-животноводческом комплексе «Вороново» Московской области на нейтральной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с очень высоким содержанием подвижного фосфора (28—32 мг на 100 г) и средним содержанием подвижного калия (10—11 мг на 100 г) в условиях орошения на опытных полях планировалось получить в расчете на 1 га однолетних трав 300 ц зеленой массы, озимой пшеницы — 60, ячменя — 50, зеленой массы кукурузы — 800 и кормовой свеклы — 1200 ц. В 1975—1979 г. фактические урожай составили соответственно 332—463, 30—57, 27—47, 536—1100 и 617—1291 ц/га. В благоприятные по погодным условиям вегетационные периоды при соблюдении всего комплекса агротехнических мероприятий урожай были близки к планируемым.

В практике сельскохозяйственного производства путем применения удобрений мы постоянно пытаемся осуществить более сбалансированное питание растений, устраняя недостаток или избыток тех или иных элементов. Определяющим в эффективности применения удобрений является то, насколько правильно удастся установить соотношение между отдельными элементами питания путем внесения недостающих и перевода в менее подвижные формы или нейтрализации находящихся в избытке токсично действующих элементов.

Таблица 9  
Урожайность культур (ц/га) за ротацию 4-польного севооборота (1976—1979 гг.)

Чередование культур	130N80P145K (14 ц ст. туков)		212N140P222K (23 ц ст. туков)	
	план.	факт.	план.	факт.
1-е поле севооборота				
Вика с овсом (сено)	40	44—69	60	46—68
2-е поле				
Оз. рожь (зеленая масса)	150	76—230	250	93—255
Кукуруза (зеленая масса)	300	256—392	400	277—412
3-е поле				
Картофель (клубни)	200	78—279	300	92—278
4-е поле				
Ячмень (зерно)	35	21—48	50	20—48

Растения нормально растут и развиваются при изменении концентрации питательных веществ в достаточно широком диапазоне за счет наличия у них буферных систем. У растений наблюдается несколько оптимальных уровней концентрации элементов питания, при которых нормально осуществляются процессы жизнедеятельности. Однако соотношение элементов питания имеет большее значение при всех физиологических уровнях концентрации. Минеральные элементы наиболее активно поступают в растения, когда концентрация почвенного раствора умеренно повышена. Характер круговорота элементов определяется не только количеством их доступных форм в почве, но и избирательностью поглощения элементов растениями. Например, рожь по сравнению с пшеницей содержит меньше марганца, меди и молибдена, но больше титана, бора и кобальта. Ячмень, просо, гречиха и бобовые растения содержат почти в 2 раза больше железа, чем рожь, пшеница и кукуруза. Чечевица концентрирует титан, мышьяк, а гречиха — бор, стронций и молибден. Чай концентрирует алюминий, кобальт, медь и фтор; кукуруза — медь, селен и олово; а свекла — цинк, натрий, марганец, фтор, медь и бор.

Накоплен большой фактический материал по действию состава и концентрации элементов минерального питания на их поглощение растениями. Наличие азота, фосфора и калия в питательной среде в значительной степени определяет интенсивность роста растений и поглощение ими других элементов питания. При повышении уровня азотного питания до оптимального увеличивается поступление в растения фосфора, калия, магния, меди, железа, марганца, кальция и цинка. Избыток фосфора приводит к снижению количества меди, железа и марганца в растениях. Поступление в растения аммония вызывает усиленное поступление фосфора. Калий сильно тормозит поглощение кальция и магния.

Эффективность азота, фосфора и калия и их поступление в растения во многом зависят от обеспеченности последних микроэлементами. Как известно, марганец способствует избирательному поглощению ионов из внешней среды; при его исключении повышается содержание ряда макроэлементов. Он оказывает влияние на передвижение фосфора из стареющих листьев к молодым. Кобальт, по-видимому, участвует в изменении проницаемости плазмалеммы, значительно улучшает поступление в растения азота и других элементов. Молибден, участвуя в метаболизме азота, улучшает азотный обмен, в результате усиливается поглощение растениями фосфора. Улучшают поступление азота также медь и бор. Цинк изменяет проницаемость мембран для калия и магния. У цинкдефицитных растений концентрация неорганического фосфора повышена. Этот элемент участвует в регуляции транспорта ионов через клеточные мембраны. Медь влияет на работу Na-K-АТФ-азы, на накопление в растениях органических соединений фосфора. Поступление магния в растения улучшается при достаточной обеспеченности их медью, цинком и бором.

В связи с проведением исследований по оптимизации минерального питания мы надеемся получить новую информацию и на ее основе создать более обоснованную нормативную базу использования удобрений. Применяемые в настоящее время коэффициенты использования удобрений могут быть уточнены на основе новых данных о физиологии питания растений.

Получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур с одновременным и целенаправленным улучшением их качества на фоне высокой агротехники, как мы уже отмечали, невозможно без решения вопроса о сбалансированном питании растений всеми элементами. Для этого важно разработать надежные методы диагностики.

Как известно, диагностика питания растений на основе анализа почвы часто дает неточные представления об обеспеченности растений тем или иным элементом. Более полная картина получается при химическом анализе самого растения. В то же время рекомендации, составленные на основе анализа химического состава, зачастую приводят к внесению наряду с необходимыми и излишних количеств отдельных удобрений, что не позволяет получить запланированную прибавку урожая. В данном вопросе большой вред наносит унификация. Следует в имеющиеся рекомендации вносить существенные поправки с учетом зон и сортов возделываемых растений, а еще лучше — с учетом конкретных растений с конкретного поля.

Вопрос о сбалансированном питании растений, о взаимосвязи между микро- и макроэлементами в питании и обмене веществ растений приобретает особую остроту в условиях интенсивной химизации сельскохозяйственного производства. Требование сбалансированного питания элементами для обеспечения максимальных сборов высококачественной сельскохозяйственной продукции не только не исключает, но, наоборот, резко усиливает необходимость строго дифференцированного подхода к применению удобрений с учетом обеспеченности почв доступными формами элементов, других почвенно-климатических факторов, биологических особенностей и особенностей питания культур.

В условиях постоянно возрастающих норм азотных удобрений следует обратить серьезное внимание на использование микроэлементов, участвующих в редукции нитратов и других процессов усвоения азота растениями, с целью повышения эффективности азота удобрений и снижения опасности накопления нитратов в сельскохозяйственной продукции и загрязнения ими водных, в том числе питьевых ресурсов.

Академик В. М. Ключковский писал [2]: «Химизация — это могучий рычаг технического прогресса в сельском хозяйстве. Но в то же время, как и во всякой другой области технического прогресса, конечно, было бы большим заблуждением надеяться, что химизация может успешно развиваться без одновременного, и не только одновременного, но и опережающего развития своей научной основы. А такой научной основой химизации земледелия мы привыкли считать, и, я полагаю, справедливо считаем, агрохимию».

Советское государство, идя по пути развития химизации сельского хозяйства, вкладывает в нее громадные средства. В настоящее время в нашей стране создано производственно-научное объединение «Союзсельхозхимия». Первейший долг советских агрохимиков — всячески содействовать наиболее эффективному, рациональному, технически совершенному использованию этих вложений.

Академик Д. Н. Прянишников еще в 1946 г. отмечал: «...на агрономов и вообще работников сельского хозяйства ложится огромная ответственность за то, чтобы использование такого мощного средства поднятия урожаев, каким является химизация, было организовано с максимальным народнохозяйственным эффектом, чтобы удобрения применялись бережно, разумно, со знанием дела» [3].

О комплексном использовании всех приемов повышения урожая более 100 лет назад Д. И. Менделеев говорил: «Я восстаю против тех, кто печатно и устно проповедует, что все дело в удобрении, что хорошо удабривая, можно и кой-как пахать» [1].

Любая система удобрения может только тогда дать наибольший эффект, если она осуществляется на фоне высокой агротехники, в комплексе с мелиоративными мероприятиями, применением новых высокопродуктивных, отзывчивых на внесение удобрений сортов.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Агрономическая химия. М.: Сельхозгиз, 1954. — 2. Клечковский В. М. О настоящем и будущем агрохимии. — Агрохимия, 1972, № 9, с. 3. — 3. Прянишников Д. Н. Избр. соч. М.: АН СССР, 1952, т. 3. — 4. Родынюк И. С. Распространение азотфиксирующего симбиоза у небобовых растений в Западной Сибири. — В кн.: Применение стабильного изотопа  $^{15}\text{N}$  в исследованиях по земледелию (IV Всесоюз. координац. научно-метод. совещ.). — Тбилиси, 1979, с. 103. — 5. Gasser J. K. — Agricultural research council Annual report, L., 1977/78, p. 14. — 6. Hardy R. W. F., Havelka U. D. — Sci., 1975, vol. 188, N 4188, p. 633. — 7. Lagacherie B. — Legumineuses et crise de j'energie. La France agricole, 1978.

*Статья поступила 4 января 1982 г.*

## SUMMARY

Data of effects of fertilization on the yield of farm crops in the USSR and other countries is given. Dependence of yield on the rates of fertilization and environment factors is shown. Principal methods of determination of fertilizer rates on programming yields are given. The problems of improving the nutrient balance in agricultural production are considered. Data of application of the yield programming method on some farms are cited. The necessity of creating a more well-founded rate basis for fertilizer usage is shown.