

А-22479.

В. А. ЧЕРНОКЛИНОВА

**ВЛИЯНИЕ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ  
НА УГЛЕВОДНО-БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН  
ОЗИМОЙ РЖИ И ЯЧМЕНЯ**

*(101 — физиология растений)*

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук**

Ротсв - Удобрение.  
Ямень - Удобрение

24.5.832-

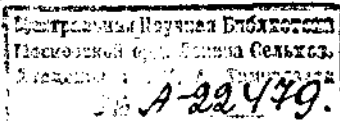
УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ имени ПАТРИСА ЛУМУЗЕМ

В.А.Черноклинова

ВЛИЯНИЕ МАТРИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ НА  
УГЛЕВОДНО-БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН ОЗЫМОЙ РЕПИ И ЯЧМЕНЯ

(ГОТ - физиология растений)

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук



Москва - 1969

Исследования проводились в 1966-1968 гг. на Либерецком опытном поле (Московская область) института НИИМР имени Я.В.Семойлова и на кафедре агрохимии Университета дружбы народов имени Патриса Лумумби.

Диссертационная работа содержит 158 страниц машинописного текста, 39 таблиц и 15 рисунков. Список использованной литературы имеет 149 наименований, в том числе 63 иностранных.

Научные руководители - доктор сельскохозяйственных наук К.П.Магницкий, доцент, кандидат химических наук А.Г.Трещов.

Официальные оппоненты:

1. Доктор сельскохозяйственных наук Л.И.Кораблева.
2. Кандидат биологических наук Х.П.Пекенью.

Ведущее научно-исследовательское учреждение - Московский Государственный университет имени М.В.Ломоносова, кафедра агрохимии.

Автореферат направлен "10" Ноябрь 1969 г.

Защита диссертации состоится "12" декабрь 1969 г. на заседании Ученого Совета сельскохозяйственного факультета УДН, Москва М-26, ул.Павловская, дом 8-а, корп.5, ауд. № 340.

Отзывы и замечания посылать по адресу: Москва В-302, ул.Орджоникидзе, 8. Ученому секретарю Ученого Совета сельскохозяйственного факультета УДН.

## ВВЕДЕНИЕ

Минеральные удобрения — одно из наиболее важных средств повышения урожайности сельскохозяйственных культур. С каждым годом расширяется их применение и растет роль в народном хозяйстве. Поставка минеральных удобрений сельскому хозяйству в 1968 г. составляла более 40 млн. тонн, а в 1970 г. намечено поставить 55 млн. тонн в пересчете на стандартные туки.

Этот огромный размах производства и применения минеральных удобрений должен дать резкое увеличение сельскохозяйственной продукции. По ориентировочным подсчетам, произведенным акад. С.И. Вольфовичем для нашего сельского хозяйства, за счет применения минеральных удобрений можно дополнительно получить более 28 млн. т. зерна, около 16 млн. т. картофеля, 13 млн. т. овощей, 730 тыс. т. хлопкового волокна.

Результаты научных исследований и практика передовых хозяйств показали, что высокие урожаи сельскохозяйственных культур можно получить с помощью удобрений только при условии правильного их применения, т.е. с учетом потребности растений в отдельных элементах питания и наличия их в почве.

Систематическое применение физиологически кислых удобрений на песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах часто приводит к образованию "мертвых пятен", на которых не прорастают ни культурные растения, ни сорняки. Внесение магниевых удобрений не только ликвидирует "мертвые пятна", но и обеспечивает высокие урожаи. В настоящее время магниевые удобрения начали применяться в различных почвенно-климатических зонах: на песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах и на красноземях.

Для получения наибольшего эффекта от внесения магниевых удобрений в сочетании с другими минеральными удобрениями необходимо разработать систему их рационального применения. Разработка такой системы требует всестороннего изучения влияния магния на рост и развитие и направленность биохимических и физиологических процессов в растениях. Если действие магниевых удобрений на повышение урожая зерновых и других культур за последние годы хорошо изучено, то влияние магния на ход биохимических процессов, в частности на накопление крахмала и синтез белка в зерне исследовано недостаточно, особенно в полевых условиях.

Цель настоящей диссертации — изучить влияние магниевых удобрений, внесенных на различных по кислотности фонах и в сочетании с различными азотными удобрениями, — на содержание магния и кальция в листьях, на углеводный и белковый обмен овсяной ржи и ячменя и накопление в зернах крахмала и белка.

#### УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

Изучение эффективности различных форм магниевых удобрений при их длительном применении в сочетании с формами азотных удобрений проводилось в 1966-1969 гг. на Люберецком опытном поле НИУИИ (Московская область) в многолетнем опыте, который был введен в 1948 г. В результате длительного применения различных форм азотных удобрений и известкования были созданы 4 различных по кислотности фона, для изучения эффективности магниевых удобрений.

##### С х е м а о п ы т а

###### Фон I (кислый)

1. NPK (P — суперфосфат, K — хлористый калий, N — сульфат аммония)

2. NPK +  $MgSO_4$

###### Фон II (слабокислый)

3. NPK или (N или — сульфат аммония, нейтрализованная известь)

4.  $\text{PKN}_{\text{анд}} \text{O}_{\text{анд}}$  (сульфат аммония, нейтрализованный доломитом)
5.  $\text{PKN}_{\text{ани}} + \text{MgSO}_4$
6.  $\text{PKN}_{\text{ани}} + \text{дунит}$
- Фон III (нейтральный)
7.  $\text{IKPN}_{\text{ани}}$  (И - известь, внесенная по гидролитической кислотности)
8.  $\text{IKPN}_{\text{ани}} + \text{MgSO}_4$
- Фон IV (слабокислый с нитратным азотом)
9.  $\text{PKN}'_{\text{с}}$  ( $\text{N}'_{\text{с}}$  - натриевая селитра)
10.  $\text{PKN}'_{\text{с}} + \text{MgSO}_4$

На первом фоне сульфат аммония вносился без нейтрализации и он вызвал подкисление почвы до pH 3,9. На втором фоне вносился сульфат аммония, нейтрализованный известью, благодаря чему реакция почвы была менее кислой pH 4,6-4,9. На третьем фоне вносили также нейтрализованный сульфат аммония и кроме того почва перед закладкой опыта была произвесткована по гидролитической кислотности (pH 6,5). На четвертом фоне в качестве азотного удобрения использовали натриевую селитру. Кроме сульфата магния, который испытывался на всех четырех фонах, по второму фону изучалось действие доломита, который использовался для нейтрализации сульфата аммония вместо извести, а также дунит в двойной дозе по магнию.

Почва опытного участка перед закладкой опыта характеризовалась следующими показателями pH (созевова вышка) 4,9; обменная кислотность в пересчете на  $\text{CaCO}_3$  - 10 ц/га, гидролитическая - 51 ц/га, степень насыщенности основаниями 31% и содержание подвижного магния, извлекаемого 1 л раствором  $\text{KCl}$ , составляло 6 мг в 1 кг почвы.

Таким образом, на всех 4 фонах изучалось действие серно-кислого магния, а на слабокислом фоне кроме  $\text{MgSO}_4$  испытывались другие формы магниесодержащих удобрений: доломит и дунит.

Азотные, фосфорные и калийные удобрения вносились под озимую рожь и ячмень на все делшки опыта на расчете: N - 60, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 60, K<sub>2</sub>O - 90 кг на га и по схеме опыта M<sub>9</sub> 0-30 кг/га. Азот и магний вносились весной перед предпосевной обработкой, а фосфор и калий - с осени под явблеву вспашку. Схема опыта включает 10 вариантов, повторность четырехкратная, площадь учетной делшки 36 м<sup>2</sup> (6 x 6).

В качестве объекта исследований брали озимую рожь сорта "Нсвоинбавская - 4 и ячмень сорта "Винер". Норма высева ржи 180 кг/га, ячменя - 250 кг/га. Посев проводили дисковой сеялкой. Ячмень высевали в первой декаде мая, а озимую рожь - в третьей декаде августа. Обработка почвы, посев и уход за растениями проводились в соответствии с агротехническими правилами, рекомендуемыми для данной почвенно-климатической зоны. Полевые опыты проводились ст. научным сотрудником П.А.Лариным.

Метеорологические условия в годы проведения опытов были неблагоприятны для получения высоких урожаев и действие магниевых удобрений на повышение сбора зерна было слабым. С каждой делшки на пахотного горизонта отбирался смешанный образец почвы. В почве определялись: рН солевой вытяжки по Алмозскому, гидролитическая кислотность по Каппену и подвижный алюминий по Соколову. Определение подвижного магния и кальция проводилось в вытяжке 1 н раствора хлористого калия трилонометрическим методом.

Растительный материал отбирался с трех повторностей с каждой делшки в отдельности. Отбор листьев ячменя проводился в фазы кущения, трубкования, колосения, а озимой ржи и в более поздние сроки вегетации: цветения, молочной и полной спелости. Для анализа отбирались одновоорстние, физиологически активные листья, из нижнего, а в более поздние сроки из среднего яруса растений.

Кроме листьев со второй половины вегетации отбирались 40 колосьев с каждой делшки в фазы налива зерна, молочной, восковой и полной спелости. После взятия проб растительный материал фиксировался в термостате при 105°C, а затем высушивался в нем до воздушно сухого состояния при 60°C.



В растительных образцах содержание магния и кальция определялось объемным методом с помощью трилона Б. Для определения углеводов в фиксированном материале был применен микрометод Ястрембовича и Калкина (1962 г.). Результаты анализов обрабатывались методом дисперсионного анализа.

### результаты исследований

#### Влияние длительного применения удобрений на агрохимические свойства почвы.

Длительное использование минеральных удобрений и известки существенно изменило агрохимические свойства почв опытных вариантов. Сульфат аммония, как физиологически кислое минеральное удобрение, при ежегодном внесении без применения известки сильно подкислил почву (варианты 1 и 2) и увеличил содержание подвижного алюминия.

Высокая кислотность и низкое содержание магния в почве 1 варианта резко ослабляло поглощение магния растениями и вызывало появление у них признаков голодания в ранние фазы развития. Внесение сернокислого магния на этом фоне практически мало изменило агрохимические свойства почвы, однако, в результате повышения содержания подвижного магния в почве на этом варианте растения ржи, которые мало чувствительны к кислой среде, развивались лучше и признаков магниевого голодания у них почти не наблюдалось.

Нейтрализация сульфата аммония, известкование почвы, внесение натриевой селитры в сочетании с теми же минеральными удобрениями (варианты 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10) резко сказались на величине всех видов почвенной кислотности. Так, при известковании почвы по гидролитической кислотности (вариант 7 и 8), обменная и гидролитическая кислотность снижались до 0,11 и 2,62 мг-экв на 100 г почвы соответственно. Кроме того известка способствовала накоплению легкорастворимого магния в почве. Как известно, его поступление в растение в значительной степени зависит от реакции почвенного раствора. Установлено, что из почвы с повышенной кислотностью магний поступает в растение значительно труднее, чем из почв менее кислых (Магшицкий, 1967). Известка предохра-

ет магний от вымывания его за пределы пахатного горизонта почвы. Однако, без применения магниевых удобрений, невозможно добиться обогащения почвы этим элементом питания.

На почвах фоновых делянок (варианты 3, 7 и 9), где магниевые удобрения не вносились, содержание магния было низким 4 - 6 мг в 1 кг почвы. Применение магниевых удобрений - сернокислого магния, доломита и дунита, с нейтрализованным сульфатом аммония в почве увеличивало содержание магния до 18-23 мг на 1 кг почвы, а это оказывало влияние на рост и развитие озимой ржи и ячменя.

### ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА МАГНИЕВОЕ ПИТАНИЕ РАСЦЕНИЙ И УРОЖАЙ

Недостаточное содержание магния в почве вариантов с низким значением pH почвенного раствора (варианты 1 и 2) приводило к угнетению растений уже на ранних стадиях развития. Прежде всего растения ржи при недостатке магния плохо переносили переувлажнение. Весной на делянках первого варианта растения были изрежены и находились в угнетенном состоянии. У ячменя и озимой ржи признаки магниевое голодания проявлялись в самые ранние фазы развития - до кущения и сохранялись до уборки. На слабокислой почве признаки магниевое голодания появились у ржи и ячменя на контрольных делянках в фазу кущения, а позднее они были мало заметны. На известкованной почве (вариант 7) при *дур* внесении нитратного азота (вариант 9) признаки магниевое голодания были слабо выражены у однолетних растений.

Показателем обеспеченности растений магниевым питанием служит содержание магния в листьях и в зерне. Результаты трехлетних исследований показали, что применение магниевых удобрений увеличивало содержание магния в листьях ячменя во все фазы развития, по сравнению с содержанием его в листьях контрольных вариантов (табл.1). Содержание магния в листьях контрольных вариантов было самым высоким в фазу кущения и с каждой последующей фазой оно уменьшалось, а при внесении магниевых удобрений оно увеличивалось до фазы трубкования и резко падало во время колосения. Снижение содер-

жания магния в фазу колошения было обусловлено оттоком его из листьев р. верна.

Применение магниевых удобрений на кислой и слабокислой почве увеличило содержание магния в листьях овимой ржи, а на известкованном и нитратном фонах действие их проявилось слабо.

Отношение содержания магния к кальцию в листьях рожко изменялось во время вегетации - во время кущения оно было 1,5 - 2,0, а в фазу полной спелости зерна уменьшалось до 0,4 - 0,5. Это было обусловлено оттоком магния из листьев в зерна.

Магниевые удобрения повышали также содержание магния в зернах ржи и увеличивали количественные отношения содержания магния к кальцию.

Т а б л и ц а 1

Влияние магниевых удобрений на содержание магния в листьях и зерне ячменя и ржи (в % на воздушно-сухое вещество), 1967 г.

| Варианты опыта | Ячмень |  |       |  | Озимая рожь |  |       |  |
|----------------|--------|--|-------|--|-------------|--|-------|--|
|                | MgO    |  | MgO   |  | MgO         |  | MgO   |  |
|                | CaO    |  | CaO   |  | CaO         |  | CaO   |  |
|                | (3)    |  | (2)   |  | (5)         |  | (4)   |  |
|                | листья |  | зерно |  | листья      |  | зерно |  |

К и с л о т н ы й ф о н

|                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. K <sub>1</sub> | 0,55 | 0,88 | 0,16 | 1,33 | 0,19 | 0,59 | 0,09 | 1,28 |
| 2.                | 0,71 | 0,77 | 0,20 | 1,34 | 0,30 | 0,73 | 0,20 | 1,59 |

С л а б о к и с л о т н ы й ф о н

|                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 3. K <sub>2</sub> | 0,60 | 0,37 | 0,22 | 1,00 | 0,28 | 0,51 | 0,17 | 1,32 |
| 4.                | 0,95 | 0,62 | 0,40 | 1,28 | 0,44 | 0,77 | 0,22 | 1,66 |
| 5.                | 0,91 | 0,51 | 0,30 | 1,50 | 0,46 | 0,70 | 0,23 | 1,72 |
| 6.                | 0,86 | 0,54 | 0,32 | 1,28 | 0,47 | 0,68 | 0,23 | 1,52 |

И з в е с т к о в а н н ы й ф о н

|                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 7. K <sub>3</sub> | 0,56 | 0,32 | 0,25 | 1,39 | 0,10 | 0,52 | 0,18 | 1,23 |
| 8.                | 0,98 | 0,80 | 0,37 | 1,28 | 0,47 | 0,70 | 0,24 | 1,36 |

Н и т р а т н ы й ф о н

|                   |   |   |   |   |      |      |      |      |
|-------------------|---|---|---|---|------|------|------|------|
| 9. K <sub>4</sub> | - | - | - | - | 0,44 | 0,66 | 0,21 | 1,90 |
| 10.               | - | - | - | - | 0,42 | 0,70 | 0,24 | 1,86 |

В скобках указано количество сроков отбора проб. Содержание магния в листьях среднее за эти сроки. К - контрольные варианты без магния на различных фонах.

### ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МАГНИЕВОГО ПИТАНИЯ НА УГЛЕВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ

Результаты наших исследований показали большое влияние магния на углеводный обмен в течение всего вегетационного периода развития ячменя и ржи.

В фазу кущения содержание моносахаридов и суммы сахаров в листьях ячменя, удобренных магниевыми удобрениями по второму и четвертому фонам на слабокислой почве было выше, чем в листьях контрольных вариантов. Такая же закономерность проявилась на всех четырех фонах и в фазу выхода в трубку. Это указывает, что магний в начальных стадиях развития ячменя усиливает синтез сахаров в листьях. Особенно ярко регулирующая роль магния в углеводном обмене проявилась у ячменя в период от выхода в трубку до колошения. При этом на вариантах опыта без магниевых удобрений, в листьях ячменя наблюдается увеличение содержания суммы сахаров (полученных после инверсии 2% HCl) до 3%, при одновременном снижении моносахаридов (табл. 2). На всех вариантах опыта с магниевыми удобрениями в содержании редуцирующих сахаров в листьях наблюдается обратная зависимость. Так, содержание редуцирующих сахаров в конце колошения достигает наименьшей величины - 1,5%.

Эта закономерность четко проявляется на всех вариантах опыта и она позволяет сделать заключение: о положительном влиянии магния на синтез и отток подвижных углеводов из вегетативных органов растений ячменя в репродуктивное.

Т а б л и ц а 2  
Содержание углеводных фракций в листьях  
ячменя по фазам развития (в % на воздушно-сухое  
вещество), 1967 г.

| вари-<br>анти<br>опыта              | Кушение           |                         |               | Выход в трубку    |                         |               | Колошение         |                         |               |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------|-------------------|-------------------------|---------------|-------------------|-------------------------|---------------|
|                                     | Моно-<br>сахариды | Сумма<br>сахара-<br>ров | Фрук-<br>тоза | Моно-<br>сахариды | Сумма<br>сахара-<br>ров | Фрук-<br>тоза | Моно-<br>сахариды | Сумма<br>сахара-<br>ров | Фрук-<br>тоза |
| К и с л о т н ы й   ф о н           |                   |                         |               |                   |                         |               |                   |                         |               |
| 1. К <sub>1</sub>                   | -                 | -                       | -             | 1,11              | 2,28                    | 0,09          | 1,07              | 2,68                    | 0,19          |
| 2.                                  | 2,13              | 2,95                    | 0,03          | 1,91              | 3,78                    | 0,13          | 0,77              | 2,86                    | 0,07          |
| С л а б о к и с л о т н ы й   ф о н |                   |                         |               |                   |                         |               |                   |                         |               |
| 3. К <sub>2</sub>                   | 2,19              | 3,87                    | 0,14          | 0,17              | 2,69                    | 0,03          | 0,87              | 2,90                    | 0,09          |
| 4.                                  | 3,64              | 4,75                    | 0,14          | 1,55              | 3,08                    | 0,09          | 0,81              | 2,19                    | 0,09          |
| 5.                                  | 3,48              | 4,14                    | 0,13          | 1,52              | 2,61                    | 0,10          | 0,73              | 2,51                    | 0,03          |
| 6.                                  | 2,50              | 4,30                    | 0,12          | 1,12              | 3,18                    | 0,18          | 0,65              | 2,30                    | 0,12          |
| И з в е с т к о в а н н ы й   ф о н |                   |                         |               |                   |                         |               |                   |                         |               |
| 7. К <sub>3</sub>                   | 3,51              | 5,01                    | 0,14          | 2,02              | 2,68                    | 0,13          | 1,11              | 2,93                    | 0,13          |
| 8.                                  | 3,24              | 4,94                    | 0,15          | 1,19              | 3,87                    | 0,19          | 0,97              | 2,92                    | 0,18          |

П р и м е ч а н и е: К - контрольные варианты без магния.

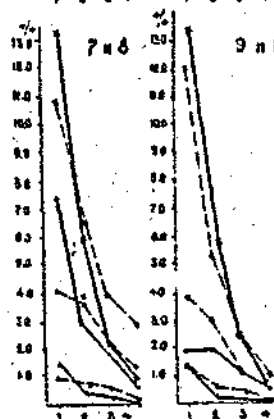
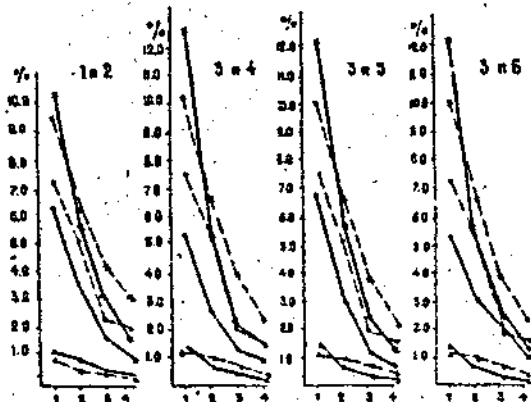
Анализ углеводных фракций в листьях овсяной ржи проводился по большему числу фаз развития, что позволило более подробно охарактеризовать состояние углеводного обмена у ржи.

Содержание углеводов определяли в фазу кушения, выхода в трубку, колошения, цветения, неполной и полной спелости.

Данные анализов показывают, что с самой ранней фазы развития овсяной ржи и до конца вегетации наблюдалось то резкое, то постепенное снижение всех углеводных фракций (суммы сахаров, моносахаридов, фруктозы).

Из всех фракций углеводов самой динамичной оказалась, как и у ячменя, сумма сахаров, полученная после инверсии 2% HCl. В фазе кушения, после переваривки в листьях овсяной ржи обнаружилось самое высокое по сравнению с последующими стадиями вегетации, содержание суммы сахаров (табл.3). Их коли-

СОДЕРЖАНИЕ РАСТВОРИМЫХ УГЛЕВОДОВ В  
ЗЕРНЕ ОЗНОЙ РЖИ В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ  
СРЕЛОСТИ (1967г.)



ЗНАЧЕНИЯ

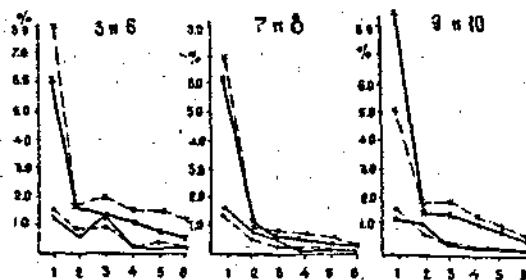
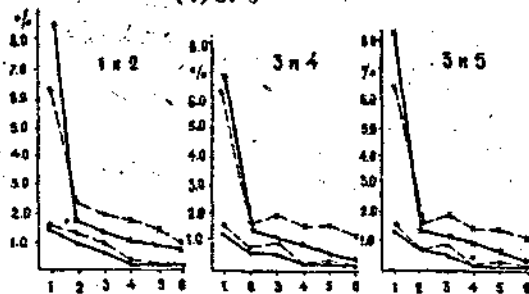
Приведены данные за различ-  
ных лет сбора, а средние  
по внесению минеральных удобрений

- X - сумма сахаров,  
O - микросахариды  
A - фруктоза

ФАЗЫ СРЕЛОСТИ

- 1 - начало зерна  
2 - молочная спелость  
3 - восковая  
4 - полная

СОДЕРЖАНИЕ РАСТВОРИМЫХ УГЛЕВОДОВ В  
ЛЮСЬЯХ ОЗНОЙ РЖИ ПО ФАЗАМ РАЗВИТИЯ  
(1967г.)



- 1 - кущение,  
2 - выход в трубку,  
3 - колосение,  
4 - цветение  
5 - полная спелость  
6 - восковая спелость

чество на отдельных вариантах опыта достигало более 8,0%, а в 1966 и 1967 гг. превосходило 8,0% от сухого вещества листьев. Причем, по данным анализов 1967 и 1968 гг. в листьях всех магниевых вариантов, кроме известкованного, накопление сумм сахаров было выше, чем в листьях контрольных. Так, на кислом фоне в 1967 г. сумма сахаров в листьях была выше на 2,5% на слабо кислом с внесением доломита - на 0,54%, при внесении сернокислого магния - на 2,11% и доломита - на 1,78%, чем в контрольных вариантах. Самое значительное изменение наблюдалось на нитратном фоне, где сумма сахаров была на 3,39% выше, по сравнению с фоном.

Во время трубкования и особенно в последующие фазы развития ржи наблюдалась обратная картина - содержание сумм сахаров в листьях контрольных вариантов было выше, чем в листьях растений удобренных магниевыми удобрениями. Это указывает, что магний способствовал оттоку сахаров в репродуктивные органы (табл.4).

Наибольшее уменьшение сумм сахаров в листьях наблюдалось на кислом фоне, наименьшее - на нитратном и практически не отмечалось - на известкованном.

Увеличение концентрации моносахаридов в этот период свидетельствует, что накопление сумм сахаров в листьях происходит не за счет полимеризации моносахаридов, а за счет слабого оттока растворимых углеводов в развивающиеся репродуктивные органы. У растений, обеспеченных магнием, снижение растворимых форм углеводов в листьях, особенно, сумм сахаров, происходит значительно интенсивнее, чем в листьях растений контрольных вариантов.

Т а б л и ц а 3

Содержание углеводов фракций в листьях  
озимой ржи по фазам развития (в %) 1967г.

| Варианты                            | Кущение       |               |          | Колошение     |               |          | Восковая спелость |               |          |
|-------------------------------------|---------------|---------------|----------|---------------|---------------|----------|-------------------|---------------|----------|
|                                     | Моно-сахарида | Сумма сахаров | Фруктоза | Моно-сахарида | Сумма сахаров | Фруктоза | Моно-сахарида     | Сумма сахаров | Фруктоза |
| К и с л о т н ы й   ф о н           |               |               |          |               |               |          |                   |               |          |
| 1.К <sub>1</sub>                    | 1,40          | 6,23          | 0,18     | 0,90          | 1,96          | 0,08     | 0,08              | 0,90          | -        |
| 2.                                  | 1,37          | 8,74          | 0,17     | 0,60          | 1,35          | 0,01     | 0,02              | 0,88          | -        |
| С л а б о к и с л о т н ы й   ф о н |               |               |          |               |               |          |                   |               |          |
| 3.К <sub>2</sub>                    | 1,50          | 6,27          | 0,14     | 0,94          | 1,91          | 0,10     | 0,06              | 1,29          | -        |
| 4.                                  | 1,38          | 6,88          | 0,12     | 0,53          | 1,03          | 0,01     | 0,05              | 0,31          | -        |
| 5.                                  | 1,44          | 8,40          | 0,09     | 0,51          | 1,08          | 0,01     | 0,04              | 0,24          | -        |
| 6.                                  | 1,31          | 8,07          | 0,11     | 0,45          | 1,48          | 0,01     | 0,06              | 0,47          | -        |
| И з в е с т к о в а н н ы й   ф о н |               |               |          |               |               |          |                   |               |          |
| 7.К <sub>3</sub>                    | 1,41          | 7,42          | 0,18     | 0,34          | 0,74          | 0,02     | 0,03              | 0,86          | -        |
| 8.                                  | 1,65          | 6,12          | 0,09     | 0,44          | 0,79          | 0,02     | 0,05              | 0,32          | -        |
| Н и т р а т н ы й   ф о н           |               |               |          |               |               |          |                   |               |          |
| 9.К <sub>4</sub>                    | 1,64          | 5,11          | 0,17     | 0,21          | 1,92          | 0,02     | 0,03              | 0,55          | -        |
| 10.                                 | 1,31          | 6,50          | 0,47     | 0,28          | 1,31          | 0,02     | 0,06              | 0,46          | -        |

Т а б л и ц а 4

Влияние форм магниевых удобрений на содержание суммы сахаров в листьях озимой ржи в фазу колошения в зависимости от фона (в % на воздушно-сухое вещество)

| Ф о н          | Форма магниевых удобрений | Уменьшение содержания суммы сахаров по сравнению с контролем |        |        |
|----------------|---------------------------|--|--------|--------|
|                |                           | 1966г.   | 1967г. | 1968г. |
| Кислотный      | Сернокислый магний ....   |  | 0,61   | 2,3    |
| Слабокислотный | Доломит .....             | 1,16   | 0,88   | 1,00   |
| "              | Сернокислый магний ....   | 1,21   | 0,85   | 1,29   |
| "              | Дунит .....               | 1,37   | 0,43   | 0,63   |
| Известковый    | Сернокислый магний ....   | 0,15   | -      | 0,01   |
| Нитратный      | Сернокислый магний ....   | 0,45   | 0,61   | 0,55   |



В более поздние сроки вегетации (цветение, молочная и восковая спелости) в листьях овсяной ржи закономерности в передвижении углеводов остаются такими же как и в фазу колошения. С этой фазы до конца вегетации содержание сумми сахаров в листьях овсяной ржи, кроме известкованного фона, намного ниже, чем на контрольных вариантах кислого, слабокислого и нитратного фонов, что еще раз подтверждает установленные закономерности в опытах с ячменем.

Следовательно, обеспеченность растений магнием усиливает в периоды формирования зерна отток углеводов из листьев в репродуктивные органы.

При недостатке магния в вариантах 1, 8, 7 и 9 имело место большее накопление растворимых углеводов в листьях и их слабый отток, что вызвало снижение содержания крахмала в зерне исследуемых культур. Углеводы, которые должны были поступить в колос и использоваться в нем для синтеза крахмала в зерне остались в листьях.

Зерна растений, удобренных магниевыми удобрениями, были более обеспечены растворимыми углеводами в фазу налива (табл.5) в результате усиленного оттока из листьев и, как следствие этого, отмечена более высокая крахмалистость зерна у обеих культур в конце вегетации.

Т а б л и ц а 5  
Накопление сумми сахара в зерне в фазу налива зерна под влиянием магниевых удобрений (в % на сухое вещество)

| Ф о н         | Форма магниевого удобрения | Равность в содержании сумми сахаров удобренных магнием и контрольных вариантов |        |        |
|---------------|----------------------------|--|--------|--------|
|               |                            | 1956г.   | 1957г. | 1958г. |
| Кислый        | Сернокислый магний ....    | 0,25   | 0,65   | 1,23   |
| Слабокислый   | Доломит .....              | 1,84   | 2,57   | 0,41   |
| "             | Сернокислый магний ....    | 2,35   | 2,15   | 0,46   |
| "             | Дунит .....                | 2,03   | 2,50   | 0,67   |
| Ивесткованный | Сернокислый магний ....    | 0,46   | 2,30   | -      |
| Нитратный     | Сернокислый магний ...     | 0,31   | 1,86   | 0,28   |

Значительный приток сахара на ранних фазах формирования зерна более полное их использование под влиянием магния способствовало накоплению крахмала. Как известно, выход крахмала в спелом зерне во многом зависит от концентрации углеводов, из которых он синтезируется. Результаты анализов подтвердили это положение - более высокое содержание суммы сахаров в зерне в стадии налива способствовало более интенсивному синтезу крахмала и спелое зерно отличалось большой крахмалистостью.

Изучение влияния магниевых удобрений на углеводный обмен зерновых показало тесную зависимость между углеводным метаболизмом и обеспеченностью растений магнием. Магний способствовал усилению синтеза сахаров и оттоку их в репродуктивные органы.

Роль магния в азотном обмене зерновых культур мало изучена. Для решения этого вопроса на тех же вариантах опыта, в те же сроки вегетации, в которые изучался углеводный обмен, нами проведено определение содержания общего, белкового и небелкового азота в листьях и зерне ячменя и овсяной ржи.

Наши исследования показали, что под воздействием повышенного магниевых питания увеличивается не только крахмалистость, но и белковость зерна. Увеличение белка в спелом зерне ячменя и овсяной ржи связано с особенностями биохимических процессов, происходящих в ассимиляционном аппарате зерновых культур в отдельные фазы развития растений.

Изучение содержания отдельных фракций азота в листьях и зерне ячменя и ржи показало, что магний оказывает сильное воздействие на азотный обмен (табл. 6).

Магний увеличивал содержание общего азота в листьях за счет лучшего поглощения его из почвы и усиления синтеза белков. Во время роста репродуктивных органов магний способствовал гидролизу белка в листьях и передвижению азотных соединений в семена и образованию в них белка. В результате этих процессов применение магниевых удобрений обеспечило увеличение содержания белков в зерне ячменя и овсяной ржи (табл. 6, 7).

Таблица 6

Влияние магневых удобрений на содержание различных форм азота в листьях и зерне пш (в % на воздушно-сухом веществе), 1967 г.

| Вариан-<br>ты<br>опыта | В листьях |        |        |                   |        |        | В зерне         |          |            |       |
|------------------------|-----------|--------|--------|-------------------|--------|--------|-----------------|----------|------------|-------|
|                        | взросшие  |        |        | Неполная спелость |        |        | полная спелость |          |            |       |
|                        | азот      |        |        | азот              |        |        | азот            |          |            |       |
|                        | общий     | белко- | небел- | общий             | белко- | небел- | общий           | белковый | небелковый | белок |
|                        | вый       | ковый  | вый    | ковый             | ковый  |        |                 |          |            |       |
| Кислый фон             |           |        |        |                   |        |        |                 |          |            |       |
| 1. K <sub>1</sub>      | 2,88      | 0,85   | 2,03   | 0,66              | 0,21   | 0,45   | 1,49            | 1,12     | 0,37       | 6,40  |
| 2.                     | 3,84      | 0,45   | 2,85   | 0,76              | 0,56   | 0,20   | 2,59            | 2,46     | 0,12       | 14,04 |
| Слабокислый фон        |           |        |        |                   |        |        |                 |          |            |       |
| 3. K <sub>2</sub>      | 3,31      | 1,22   | 2,09   | 0,77              | 0,35   | 0,42   | 2,59            | 2,40     | 0,18       | 13,72 |
| 4.                     | 4,62      | 3,71   | 0,91   | 1,09              | 0,93   | 0,16   | 2,72            | 2,60     | 0,12       | 14,82 |
| 5.                     | 4,34      | 3,44   | 0,90   | 1,16              | 0,98   | 0,23   | 2,80            | 2,67     | 0,13       | 15,22 |
| 6.                     | 3,92      | 2,53   | 1,39   | 0,95              | 0,76   | 0,19   | 0,71            | 2,59     | 0,12       | 14,76 |
| Известкованный фон     |           |        |        |                   |        |        |                 |          |            |       |
| 7. K <sub>3</sub>      | 3,83      | 2,03   | 1,85   | 1,21              | 0,89   | 0,32   | 2,67            | 2,48     | 0,25       | 13,81 |
| 8.                     | 4,67      | 3,83   | 0,84   | 1,06              | 0,90   | 0,16   | 2,79            | 2,69     | 0,10       | 15,38 |
| Нитратный фон          |           |        |        |                   |        |        |                 |          |            |       |
| 9. K <sub>4</sub>      | 3,06      | 1,83   | 1,23   | 1,18              | 0,74   | 0,44   | 2,88            | 2,47     | 0,11       | 15,51 |
| 10.                    | 3,52      | 2,30   | 1,23   | 1,27              | 1,01   | 0,26   | 2,90            | 3,31     | 0,09       | 15,88 |

Получено в Институте Биологии  
и Почвоведения Фрунженского  
университета им. А. Даванова  
№ 1-22/198

## ВЛИЯНИЕ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ ЗЕРНА

Применение магниевых удобрений оказало положительное действие на урожай зерновых культур. Самая низкая урожайность овсяной ржи и ячменя оказалась на 1 варианте. Наибольшая прибавка урожая от внесения магния наблюдалась на кислом фоне. Так, в 1966 г. для овсяной ржи она составляла 15,7 ц/га, в 1967 г. - 16,5 и в 1968 - 9,8 ц/га.

Снижение почвенной кислотности на втором фоне повысило урожайность изучаемых культур в 4-5 раз и эффективность магниевых удобрений уменьшалась. Действие магния на фоне известки и натриевой селитры проявилось слабо. Слабая отзывчивость ячменя и ржи на этих факторах во многом объясняется недостатком влаги в отдельные периоды развития указанных культур. В условиях засухи, которая наблюдалась в конце вегетации, в период формирования зерна эффективность магниевых удобрений резко снижалась. Однако, при благоприятных погодных условиях магниевые удобрения обеспечивают значительную прибавку урожая зерновых культур. Доказательством сказанному могут служить многочисленные результаты полевых опытов, полученные на том же опытном поле за 16 лет.

## ВЛИЯНИЕ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО УРОЖАЯ

Результаты изучения углеводного и азотного обмена в растениях ячменя и ржи подтвердили большое влияние магния на крахмалистость и белковость семян (табл.7). Магниевые удобрения достоверно увеличивали крахмалистость зерна ячменя по 2 и 4 фону и белковость по всем фонам. Только дунит снижал белковость зерна ячменя.

Действие магниевых удобрений на качество зерна ржи проявилось значительно сильнее, чем на ячмене. Магниевые удобрения достоверно увеличивали содержание крахмала и белка в зерне растений ржи, выращенных на кислой и слабнокислой почве, а на известкованной почве и при внесении натриевой селитры увеличение было непостоянным. Увеличение крахмалистости было значительным и в среднем за 2 года оно состави-

ло: на кислой почве - 21,0, на слабокислой почве - 11,0 - 23,1 (в зависимости от формы магниевых удобрений), на известкованной - 5,7 и на нитратном фоне - 1,6%. Повышение содержания белка в среднем за 2 года колебалось от 0,4 - 7,4% в зависимости от фона и формы магниевых удобрений. Между содержанием магния в листьях ржи с одной стороны и содержанием крахмала и белка в зерне установлена положительная корреляционная зависимость.

На основании экспериментальных данных нами был рассчитан сбор крахмала и белка по трем повторностям опыта (табл. 10). Магнйевые удобрения оказали большое влияние на продуктивность озимой ржи и ячменя. Так, на кислой почве урожай зерна ржи от магния увеличился в 3,7 раза, а крахмала - в 16 раз. На слабокислой почве урожай зерна ржи от внесения различных форм магниевых удобрений увеличился на 15 - 23%, а сбор крахмала - на 58 - 117%. Сбор крахмала при внесении нейтрализованного набора НРК составил 629 кг/га, а при внесении магниевых удобрений он достиг 991 - 1367 кг, т.е. он был выше в 1,5 - 2 раза, чем без магния.

Влиянию сульфата магния при внесении натриевой селитры на сбор крахмала не наблюдалось.

Действие магния на сбор белка было менее сильным, чем на сбор крахмала. Однако, относительные прибавки сбора белка были также значительно выше, чем прибавки урожая зерна. Магнйевые удобрения увеличили сбор белка - на кислой почве в 9,5 раз, а на слабокислой почве - на 26 - 42%, а сбор зерна - на 15 - 23%. Увеличение сбора белка было в 2 - 3 раза больше прибавок урожая зерна. Таким образом, магний не только увеличивал урожай, но и относительно в большей степени улучшал качество зерна - крахмалистость и белковость.

Интересно отметить различия в действии аммиачного и нитратного азота на крахмалистость и белковость зерна. Самое высокое содержание крахмала в зерне и наибольший его сбор был при использовании аммиачного азота на слабкислой почве, а по белковости зерна и сбору белка лучшее действие оказал нитратный азот.

Таблица 7

Действие магниевых удобрений на содержание крахмала и белка в зерне ячменя, 1966 г.

| Вариант опыта       | Урожай зерна ц/Га | В зерне % |       | Увеличение от магния |                   |                   |
|---------------------|-------------------|-----------|-------|----------------------|-------------------|-------------------|
|                     |                   | крахмала  | белка | зерна: % ц/Га        | крахмала          | % белка           |
| Слабокислый фон     |                   |           |       |                      |                   |                   |
| Э.К <sub>2</sub>    | 7,7               | 64,0      | 14,7  | -                    | -                 | -                 |
| 4.                  | 7,8               | 67,8      | 14,2  | 0,1                  | 3,8 <sup>xx</sup> | 0,5 <sup>x</sup>  |
| 5.                  | 9,0               | 65,7      | 15,9  | 1,3                  | 1,7 <sup>xx</sup> | 0,2 <sup>x</sup>  |
| 6.                  | 8,9               | 62,8      | 18,1  | 1,1                  | 1,2 <sup>x</sup>  | -1,6              |
| Известкованный фон  |                   |           |       |                      |                   |                   |
| 7.К <sub>3</sub>    | 10,6              | 64,8      | 11,1  | -                    | -                 | -                 |
| 8.                  | 9,9               | 65,6      | 10,9  | -0,7                 | 0,7               | -0,2 <sup>x</sup> |
| Нитратный фон       |                   |           |       |                      |                   |                   |
| 9.К <sub>4</sub>    | 8,6               | 56,4      | 13,1  | -                    | -                 | -                 |
| 10.                 | 7,8               | 61,0      | 13,6  | -1,3                 | 4,6 <sup>xx</sup> | 0,5 <sup>x</sup>  |
| НСР <sub>0,95</sub> |                   |           |       |                      | 1,05              | 0,07              |
| НСР <sub>0,99</sub> |                   |           |       |                      | 1,60              | 1,11              |

Примечание: "X" - достоверно прибавки с уровнем значимости 0,95, "xx" с уровнем 0,99. Это относится и к табл. 8, 9

Наши исследования показали более сильное действие магния на качество зерна ячменя, чем на урожай зерна. Таким образом, магний улучшает товарные свойства зерна. Большие запасы крахмала и белка в зернах обеспечивают лучшую жизнеспособность семян и, следовательно, повышают семенную ценность зерна.

Таблица 8

Влияние магниевых удобрений на содержание крахмала  
и белка в зерне ржи (среднее за 1966 и 1967 гг.)

| Вариан-<br>ты<br>опыта | Содержа-<br>ние $MgO$<br>в листьях<br>среднее<br>за 2 г. | Содержание крахма-<br>ла, % |        |         | Увеличение % крах-<br>мала |       |         | Содержание белка<br>% |       |        | Увеличение<br>белка в % |      |        |
|------------------------|--|-----------------------------|--------|---------|----------------------------|-------|---------|-----------------------|-------|--------|-------------------------|------|--------|
|                        |  | 1966г.                      | 1967г. | Среднее | 1966                       | 1967  | Среднее | 1966                  | 1967  | Средн. | 1966                    | 1967 | Средн. |
| Кислый фон             |  |                             |        |         |                            |       |         |                       |       |        |                         |      |        |
| 1. $K_1$               | 0,18   | 13,94                       | 9,39   | 11,66   | -                          | -     | -       | 6,11                  | 6,40  | 6,25   | -                       | -    | -      |
| 2.                     | 0,30   | 32,56                       | 32,83  | 32,69   | 13,62                      | 23,44 | 21,0    | 13,24                 | 14,04 | 13,64  | 7,13                    | 7,64 | 7,39   |
| Слабокислый фон        |  |                             |        |         |                            |       |         |                       |       |        |                         |      |        |
| 3. $K_2$               | 0,29   | 30,98                       | 29,32  | 30,20   | -                          | -     | -       | 12,31                 | 13,72 | 13,01  | -                       | -    | -      |
| 4.                     | 0,42   | 35,44                       | 45,70  | 41,07   | 4,46                       | 17,38 | 10,97   | 13,79                 | 14,82 | 14,31  | 1,48                    | 1,10 | 1,30   |
| 5.                     | 0,44   | 51,44                       | 54,14  | 52,79   | 20,46                      | 24,82 | 22,69   | 15,48                 | 15,22 | 15,35  | 3,17                    | 1,50 | 2,34   |
| 6.                     | 0,42   | 52,79                       | 53,64  | 53,21   | 21,81                      | 24,32 | 23,11   | 13,89                 | 14,76 | 14,35  | 1,58                    | 1,04 | 1,34   |
| Известкованный фон     |  |                             |        |         |                            |       |         |                       |       |        |                         |      |        |
| 7. $K_3$               | 0,38   | 29,69                       | 42,41  | 36,05   | -                          | -     | -       | 13,98                 | 13,81 | 13,89  | -                       | -    | -      |
| 8.                     | 0,41   | 29,90                       | 53,58  | 41,71   | 0,21                       | 11,17 | 5,66    | 14,38                 | 15,38 | 14,85  | 0,40                    | 1,52 | 0,66   |
| Нитратный фон          |  |                             |        |         |                            |       |         |                       |       |        |                         |      |        |
| 9. $K_4$               | 0,37   | 30,24                       | 43,20  | 36,72   | -                          | -     | -       | 15,19                 | 15,83 | 15,51  | -                       | -    | -      |
| 10.                    | 0,38   | 32,19                       | 44,42  | 38,31   | 1,95                       | 1,22  | 1,59    | 15,74                 | 16,02 | 15,88  | 0,55                    | 0,19 | 0,37   |
| НСР <sub>0,95</sub>    | На кислом фоне   |                             |        |         | 2,05                       | 4,56  |         |                       |       |        | 0,94                    | 0,70 |        |
| НСР <sub>0,99</sub>    | На слабокислом   |                             |        |         | 7,15                       | 19,49 |         |                       |       |        | 2,16                    | 0,62 |        |
|                        | На слабокислом фоне                                      |                             |        |         | 10,13                      |       |         |                       |       |        |                         |      |        |

Таблица 9

Влияние магниевых удобрений на урожай зерна, крахмала и белка озимой пшеницы (среднее за 1966 и 1967 гг.)

| Вариант опыта      | Урожай        |                   |                | Прибавка от магния |                   |                  | Прибавка от магния в % |          |       |
|--------------------|---------------|-------------------|----------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------------|----------|-------|
|                    | зерна<br>ц/га | крахмала<br>кг/га | белка<br>кг/га | зерна<br>кг/га     | крахмала<br>кг/га | белка<br>кг/га   | зерна                  | крахмала | белка |
| Кислый фон         |               |                   |                |                    |                   |                  |                        |          |       |
| 1. K <sub>1</sub>  | 4,4           | 40                | 28             | -                  | -                 | -                | -                      | -        | -     |
| 2.                 | 20,9          | 633               | 293            | 16,5 <sup>X</sup>  | 643 <sup>X</sup>  | 265 <sup>X</sup> | 371                    | 1607     | 946   |
| Слабокислый фон    |               |                   |                |                    |                   |                  |                        |          |       |
| 3. K <sub>2</sub>  | 20,9          | 629               | 274            | -                  | -                 | -                | -                      | -        | -     |
| 4.                 | 24,1          | 991               | 346            | 3,13               | 362 <sup>X</sup>  | 72 <sup>X</sup>  | 15                     | 58       | 26    |
| 5.                 | 25,7          | 1367              | 390            | 4,8                | 738 <sup>X</sup>  | 44 <sup>X</sup>  | 23                     | 117      | 42    |
| 6.                 | 24,1          | 1282              | 346            | 3,2                | 653 <sup>X</sup>  | 72 <sup>X</sup>  | 15                     | 104      | 26    |
| Известкованный фон |               |                   |                |                    |                   |                  |                        |          |       |
| 7. K <sub>3</sub>  | 23,1          | 840               | 322            | -                  | -                 | -                | -                      | -        | -     |
| 8.                 | 21,3          | 984               | 340            | -1,8               | 144               | 18               | -9                     | 17       | 5     |
| Нитратный фон      |               |                   |                |                    |                   |                  |                        |          |       |
| 9. K <sub>4</sub>  | 26,0          | 973               | 404            | -                  | -                 | -                | -                      | -        | -     |
| 10.                | 25,3          | 969               | 401            | -0,7               | -4                | -3               | -3                     | -0,4     | -0,7  |

НСР<sub>0,95</sub> На кислом фоне 23  
 На слабокислом 119 90  
 НСР<sub>0,99</sub> На известкованном 86



## В В О Д Н

1. На дерново-подзолистой супесчаной почве магниевые удобрения оказывают положительное действие на урожайность овсяной ржи и ячменя. Наибольшую эффективность они проявили на кислых почвах (прибавка урожая зерна овсяной ржи достигла 16,5 ц/га, 1967 г.), наименьшую - на известкованных почвах.

2. Эффективность магниевых удобрений во много и зависит от погодных условий. Так в условиях засухи, которая наблюдалась в фазу формирования зерна (1966 и 1967 гг.), действие магния снижалось.

3. Поступление магния в листья зависит от фазы развития растений, кислотности почвы, состава почвенного раствора, от формы применяемых магниевых удобрений. Наибольшее повышение содержания магния в листьях наблюдалось на слабокислом фоне, наименьшее - на кислом фоне и при внесении натриевой селитры.

4. Самое низкое содержание кальция наблюдалось в листьях овсяной ржи и ячменя на кислой почве и в растениях, удобренных натриевой селитрой. На кислой и слабокислой почве внесение сульфата магния и дунита приводило к повышению содержания кальция в листьях. Магний оказывал на известкованной почве синергитическое влияние по отношению к кальцию.

5. Все испытываемые магниевые удобрения (сульфат магния, доломит и дунит) оказывали сильное действие на углеводный обмен растений ржи и ячменя. Содержание суммы сахаров в листьях ржи и ячменя в фазу цветения было выше на вариантах опыта с магниевыми удобрениями, чем на контрольных вариантах (без магния). Начиная с фазы колошения наблюдалась обратная зависимость: в растениях вариантов с магнием быстрее происходил отток суммы сахаров из листьев в репродуктивные органы, чем у растений контрольных вариантов.

6. Магниевые удобрения на всех испытываемых фонах увеличивали содержание крахмала в зерне овсяной ржи и ячме-

ня. Самое сильное действие магний оказывал на кислой и слабнокислой почве.

7. Магний оказывает положительное действие на азотный обмен растений. Установлена прямая связь между магниевым питанием растений и содержанием в листьях озимой ржи и ячменя белкового азота. Во время роста репродуктивных органов магний способствовал гидролизу белковых веществ в листьях, передвижению азотистых соединений в зерна и синтезу в них белка.

8. Магниевые удобрения достоверно увеличивали крахмалистость и белковость зерна. Действие магния на качество зерна озимой ржи проявилось значительно сильнее, чем на ячмене. Между содержанием магния в листьях ржи и содержанием крахмала и белка в зерне установлена положительная коррелятивная зависимость.

9. Действие магния на качество зерна было более сильным, чем на повышение его урожая. Увеличение содержания в зерне крахмала и белка под действием магниевых удобрений, повышает товарные свойства зерна и его семенные качества.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Применение магниевых удобрений на кислых дерново-подзолистых почвах легкого механического состава оказало положительное влияние на содержание крахмала и белка в зерне ржи и ячменя, в связи с этим на этих почвах следует шире применять магниевые удобрения при посеве зерновых культур.

**С п и с о к**  
опубликованных работ автора по теме  
диссертации

1. Динамика поступления магния и кальция в растениях ячменя. Труды У научной конференции студентов сельскохозяйственного факультета УДН. М., 1969 г. (в соавторстве с Каденильяд).

2. Влияние магния на углеводный обмен ячменя. Химия в сельском хозяйстве. (в соавторстве с Трещовым А.Г.) в печати.

3. Действие магниевых удобрений на качество зерна ячменя. Химия в сельском хозяйстве (в соавторстве с Жуковым С.Н.) в печати.

4. Влияние магния на азотистый обмен ячменя. Агрохимия. (в соавторстве с Трещовым А.Г.) в печати.

5. Действие магниевых удобрений на качество зерна ржи. Химия в сельском хозяйстве. (в соавторстве с Магницким К.П. и Жуковым С.Н.) в печати.

6. Влияние магниевых удобрений на углеводный обмен озимой ржи. Сборник научных статей УДН (в соавторстве с Трещовым А.Г. и Магницким К.П.), в печати.

7. Поступление магния и кальция по фазам развития ячменя. Сборник научных статей УДН (в соавторстве с Каденильяд), в печати.

По материалам диссертации автором был сделан доклад на научной конференции сельскохозяйственного факультета УДН на тему "Влияние магния на углеводный и белковый обмен ячменя" (29 ноября 1967 г.).

8. Динамика поступления кальция и магния в листья озимой ржи по фазам развития. Сборник научных статей УДН /в соавторстве с Трещовым А.Г./, в печати.

9. Влияние магния на обмен азотистых веществ у ячменя. Сборник научных статей УДН /в соавторстве с Трещовым А.Г./ в печати.

Д-82696 от 29.10.69. Объем 1,75 п.л. Тираж 200 экз. Зак. 1481

Типографил Университета дружби народов  
имени Патриса Лумумби  
Москва, ул.Орджоникидзе, 3