

ПРИМЕНЕНИЕ МЕДЛЕННОДЕЙСТВУЮЩИХ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД САХАРНУЮ СВЕКЛУ

Г.В. ПИРОГОВСКАЯ, канд. сельскохозяйств. наук (НИГПИПА);

Н.Н. ВРУБЛЕВСКАЯ, канд. сельскохозяйств. наук (Белорусская зональная станция по сахарной свекле)

Важным условием получения высокого урожая сахарной свеклы с хорошими технологическими качествами является рациональное применение удобрений, и в первую очередь азотных. Поглощение азота по фазам роста и развития сахарной свеклы существенно различается, в частности, свекла требует умеренного азотного питания в период прорастания и самые ранние фазы роста, высокого уровня поступления азота — в период усиленного формирования листового аппарата и ограниченного азотного питания, а также неограниченного поступления фосфора и калия, в конце вегетации.

Азотные удобрения, выпускаемые туковой промышленностью Республики Беларусь, быстро растворимы в воде и в почве. При внесении под сахарную свеклу в дозах выше 100-120 кг/га действующего вещества создается высокая концентрация почвенного раствора, что негативно влияет на проростки растений и может вызывать аммиач-

ное отравление растений.

Во влажные годы, особенно на почвах легкого гранулометрического состава, при таких дозах внесения азота возможно вымывание минерального азота в виде нитратов в грунтовые воды. Нитрификация и последующая денитрификация аммонийных азотных удобрений приводит к потерям азота и в газообразной форме. Все это снижает эффективность внесенных азотных удобрений.

В настоящее время в Республике Беларусь увеличиваются посевы сахарной свеклы, в связи с

чем актуальным становится изучение использования медленнодействующих удобрений под эту культуру. На Гродненском ПО "Азот" налажен выпуск азотных медленнодействующих удобрений, таких как карбамид с гуматсодержащими добавками (с регулятором роста растений "Гидрогуматом" из торфа), карбамид с отходами бродильных производств (бардой мелассной упаренной послеспиртовой) и сульфат аммония с защитным покрытием с добавками "Гидрогумата".

Исследования с медленнодействующими

1. Агрохимическая характеристика пахотных горизонтов почв в опытах с сахарной свеклой

РН в КС1	Н г., м-экв. 100 г. почвы	P2O5	K2O	Ca	Mg	Содержание гумуса, %	Дозы вносимых удобрений
		мг/кг почвы					
Азотные удобрения							
Почвы: Дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные, подстилаемые моренными суглинками							
К-з «Скидельский», Гродненского р-на 1991, пр.оп. N 2, 27 га.							
7.1	-	540	443	680	50	2.2	N ₁₂₀ +P ₉₀ K ₁₄₀
К-з «Протасовщина», Щучинского р-на 1992, пр.оп. N 6, 18 га.							
6.0	1.6	260	220	-	-	1.8	N ₁₃₀ +K ₁₈₀ P ₈₀
К-з «Дружба», Мостовского р-на 1991, пр.оп. N 6, 14 га.							
6.3	1.4	272	308	470	90	1.9	N ₁₂₀ +P ₉₀ K ₁₄₀
Белорусская зональная опытная станция по сахарной свекле (Несвижский р-н) 1997 - 1998 гг.							
6.1	-	313	360	1095	143	2.6	N ₈₀ +P ₉₆ K ₆₀ +Na ₆₂
Почвы: Дерново-подзолистые глееватые супесчаные, подстилаемые рыхлыми песками							
К-з «Дружба», Мостовского р-на 1991, пр.оп. N 1, 15 га.							
4.9	3.4	252	229	260	30	2.1	N ₁₂₀ +P ₉₂ K ₁₄₀

щими азотными удобрениями проводились в хозяйствах сырьевой зоны Скидельского сахарного комбината, где проблема качества сырья возникла еще в 1989 году. При приемке сахарной свеклы на Скидельском свеклопункте (20 октября 1989 г.) было отобрано по одной пробе корнеплодов с кузовов машин из следующих хозяйств Гродненского района: колхозы "Прогресс", "Озеры", "Заветы Ленина", "Искра", "Красный борец", "Октябрь", совхоз "Белоруссия", учхоз "Принеманский". Исследования технологических качеств корнеплодов показали, что основные их показатели ниже возможных в республике, главным образом, по причине высокого содержания альфа-аминного азота и вследствие этого низких коэффициентов щелочности, чистоты очищенных соков, повышенных потерь сахара в мелассе. В итоге расчетные, а также и фактические, показатели выхода сахара снижались минимально до 10.5 – 11.5 %, против возможных 13 -14 % [1].

Влияние новых форм удобрений на урожай и качество сахарной свеклы изучалось на разных по гранулометрическому составу почвах с различными агрохимическими показателями пахотного горизонта и дозами вносимых удобрений (табл. 1).

Установлено, что сахарная свекла отзывчива на внесение различных новых форм азотных стандартных и медленнодействующих удобрений с добавками биологически активных веществ (табл. 2).

Высокие прибавки (6.9 - 36.8 %) урожая корнеплодов получены на дерново-подзолистых супесчаных почвах, подстилаемых моренными суглинками и на супесях, подстилаемых рыхлыми песками (25.3-29.2 %) при применении карбамида с гуматсодержащими добавками и карбамида с отходами бродильных производств.

На высокоокультуренной дерново-подзолистой суглини-

стой, подстилаемой моренными суглинками почве в условиях 1991 года (период вегетации свеклы сухой и умеренно теплый) в к-зе "Скидельский" Гродненского района урожайность корнеплодов на фоне обычного карбамида составила 414 ц/га, а внесение карбамида с гуматсодержащими добавками и с отходами бродильных производств увеличило продуктивность корнеплодов на 97-88 ц/га, соответственно.

Высокую продуктивность корнеплодов 483-486 ц/га (1991 г.) гарантировало применение новых форм азотных удобрений на такой же почве в к-зе "Дружба" Мостовского р-на. В этом же хозяйстве и на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой с 0.7 м рыхлыми песками, при применении медленнодействующих азотных удобрений получен также высокий урожай (476-491 ц/га). В то же время на фоне стандартного карбамида имело место снижение урожайности на 72 ц/га (380 ц/га при стандартном карбамиде).

В экстремально сухом 1992 году (в июне-августе количество осадков составило 87.4 мм, при среднемноголетнем – 214.6 мм) эффективность медленнодействующих азотных удобрений была также высокой, хотя в целом, в этом году отмечен значительный недобор урожая корнеплодов. В к-зе "Протасовщина" Щучинского р-на на дерново-подзолистой супесчаной, подстилаемой моренными суглинками почве с оптимальными агрохимическими показателями применение стандартного карбамида в дозе N_{130} позволило получить 266 ц/га корнеплодов, а внесение медленнодействующих форм карбамида – 320 и 364 ц/га. Наиболее эффективным в условиях сильной засухи оказался карбамид с отходами бродильных производств.

Все виды новых азотных удобрений на основе карбамида обеспечивали достоверную прибавку сбора сухого вещества. Нитратный азот (вытяжка алюмокали-

евых квасцов) в большей степени расходовался на рост корнеплодов, а не накапливался в запас, как в вариантах со стандартным карбамидом. Содержание нитратов во всех опытах не превышало ПДК (800 мг/кг сырого вещества).

Влияние сульфата аммония с защитным покрытием на урожайность корнеплодов была несколько слабее удобрений, полученных на основе карбамида. В к-зе "Протасовщина" Щучинского р-на на дерново-подзолистой супесчаной, подстилаемой моренными суглинками почве в очень засушливом 1992 году внесение стандартного сульфата аммония обеспечило формирование урожая 281 ц/га корнеплодов. Применение сульфата аммония с отходами бродильных производств позволило получить 300 ц/га, а медленнодействующего с добавками "Гидрогумата"- 309 ц/га. Прибавка урожая корнеплодов составила 19-28 ц/га.

В опыте с внесением медленнодействующего сульфата аммония (Белорусская зональная опытная станция по сахарной свекле) на дерново-подзолистой супесчаной, подстилаемой моренными суглинками почве, высокого уровня плодородия, в условиях достаточного обеспечения влагой (1997 г.) и влажного года (1998 г.) урожай корнеплодов был на уровне стандартного сульфата аммония, а именно - 597 и 591 ц/га и 737 и 714 ц/га.

Действие новых форм удобрений на продуктивность сахарной свеклы оценивали по окупаемости 1 кг азота урожаем корнеплодов. Высокая окупаемость удобрений отмечена на дерново-подзолистых суглинистых почвах, подстилаемых моренными суглинками в к-зе "Скидельский", в частности, на один килограмм азота с биологически активными добавками получено дополнительно 27.7-25.1 кг корнеплодов, а также в к-зе "Дружба" Мостовского р-на на дерново-подзолистой супесчаной, подстилаемой рыхлыми песками

2. Влияние различных форм медленнодействующих азотных удобрений на урожай и качество корнеплодов сахарной свеклы

Урожайность корнеплодов, ц/га				Абсолютно сухое вещество, ц/га			Содержание нитратов, мг/кг сыр. вещества	
Стандартные удобрения	Медленнодействующие	Прибавка		Стандартные	Медленнодействующие	Прибавка, ц/га	Стандартные	Медленнодействующие
		ц/га	%					
Почвы: Дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные, подстилаемые моренными суглинками								
Азотные удобрения на основе карбамида (* - карбамид с гуматсодержащими добавками, ** - карбамид с отходами бродильных производств)								
К-з «Скидельский», Гродненского р-на 1991, пр.оп. N 2, 27 га.								
414	511* 502**	97 88	23.4 21.3	92.3	102.8 124.3	10.5 32.0	444	383 351
НСР 0.05		47.2				8.1		32.8
К-з «Протасовщина», Щучинского р-на 1992, пр.оп. N 6, 18 га.								
266	320* 364**	54 98	20.3 36.8	59.6	71.7 81.5	12.1 21.9	375	321 315
НСР 0.05		22.8				7.2		25.9
К-з «Дружба», Мостовского р-на 1991, пр.оп. N 6, 14 га.								
452	483* 486**	31 34	6.9 7.5	101.4	109.3 110.5	7.9 9.1	725	606 692
НСР 0.05		30				6.8		77.5
Почвы: Дерново-подзолистые глееватые супесчаные, подстилаемые рыхлыми песками								
К-з «Дружба», Мостовского р-на 1991, пр.оп. N 1, 15 га.								
380	476* 491**	96 111	25.3 29.2	72.0	84.6 82.0	12.6 10.0	774	748 594
НСР 0.05		30.3				23.9		40.7
Почвы: Дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые моренными суглинками								
Азотные удобрения на основе сульфата аммония (* сульфат аммония с отходами бродильных производств, ** сульфат аммония медленнодействующий)								
К-з «Протасовщина», Щучинского р-на 1992, пр.оп. N 6, 18 га.								
281	300* 309**	19 28	6.8 10.0	62.9	67.2 69.2	4.3 6.3	365	301 295
НСР 0.05		11.3				3.1		25.9
Белорусская зональная опытная станция по сахарной свекле								
1997 год, полевой опыт								
597	591**	-6	-1	141.5	153.7	12.2	Не опр.	Не опр.
НСР 0.05		20.4				5.2		
1998 год								
737	714**	-23	-3.1	177.6	160.0	-17.6	-	-
НСР 0.05		29.8				18.3		

почве – 27.4-31.7 кг корнеплодов на 1 кг азота. Аналогичная закономерность отмечена на дерново-подзолистых супесчаных, подстилаемых моренными суглинками

почвах (к-з «Дружба», 1991 г. и к-з «Протасовщина», 1992 г.) (табл.3).

Использование в хозяйствах Гродненского района азот-

ных удобрений с добавками биологически активных веществ оказало положительное влияние на накопление сахара в корнеплодах (табл. 3).

Установлено, что азотные удобрения на основе карбамида с добавками гуматов или отходов бродильных производств повышают на 0.1- 1.2 % выход сахара – важнейшего показателя производительности производства сахарной свеклы. Применение новых видов сульфата аммония в производственных посевах оказало менее заметное влияние на сахаристость корнеплодов, содержание сахара в вариантах со стандартным сульфатом аммония составило 14.4 % , в варианте с сульфатом аммония с отходами бродильных производств – 14.8 %, с медленнодействующим – 14.5 % (к-з «Протасовщина»). В условиях полевого опыта влияние медленнодействующего сульфата аммония на накопление сахара в корнеплодах не проявилось.

Сбор сахара с гектара посева определяется сахаристостью и урожайностью корнеплодов [2]. Отмечено, что при использовании новых форм карбамида с гуматсодержащими добавками наблюдается увеличение сбора сахара с одного гектара на 4.9-17.6 ц/га, от карбамида с добавками бродильных производств от 8.9 до 18.7, от медленнодействующего сульфата аммония от 3.9 до 4.3 ц/га. Приведенные данные свидетельствуют в пользу карбамида с добавками отходов бродильных производств, применение которого достоверно повышало сбор сахара на почвах разного гранулометрического состава.

Окупаемость 1 кг медленнодействующего азота на фоне фос-

3. Влияние новых форм азотных удобрений на урожай и сахаристость корнеплодов сахарной свеклы

Варианты	Место проведения опытов / дозы удобрений	Урожай, ц/га	Содержание сахара, %	Увеличение сахара, на %	Сбор сахара		Прирост корнеплодов кг, на 1 кг Нмд на фоне РК
					Ц /га	+, - к стандартным удобрениям	
1	2	3	4	5	6	7	8
Почвы: Дерново-подзолистые суглинистые, подстилаемые моренными суглинками							
Азотные удобрения на основе карбамида							
Карбамид стандартный (Нм ст)	К-з «Скидельский» 1991,	414	16.0	-	66.2	-	-
Нм с гуматсодержащими добавками	пр. оп. N 2, N ₁₂₀ + P ₉₀ K ₁₄₀ (фон)	511	16.4	0.4	83.8	17.6	27.7
Нм с отходами бродильных пр-в		502	16.4	0.4	82.3	16.1	25.1
Нм ст	К-з «Дружба» 1991,	452	14.1	-	63.7	-	-
Нм с гуматсодержащими добавками	пр. оп. N 6, N ₁₂₀ + P ₉₀ K ₁₄₀ (фон)	483	14.2	0.2	68.6	4.9	8.9
Нм с отходами бродильных пр-в		486	15.3	1.2	74.4	10.7	9.7
Нм ст	К-з Протасовщина» 1992,	266	14.1	-	37.5	-	-
Нм с отходами бродильных производств	пр. оп. N 6, N ₁₃₀ + P ₈₀ K ₁₈₀ (фон)	320	14.5	0.4	46.4	8.9	13.8
Нм медленнодействующий с бардой		364	15.1	1.0	55.0	17.5	25.1
Почвы: Дерново-подзолистые глееватые супесчаные, подстилаемые рыхлыми песками							
Нм ст	К-з «Дружба» 1991, оп. N 1, N ₁₂₀ + P ₉₀ K ₁₄₀ (фон)	380	14.2	-	54.0	-	-
Нм с гуматсодержащими добавками		476	14.5	0.3	69.0	15.0	27.4
Нм с отходами бродильных пр-в		491	14.8	0.6	72.7	18.7	31.7
Почвы: Дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые моренными суглинками							
Азотные удобрения на основе сульфата аммония							
Сульфат аммония стандартный	К-з «Протасовщина» 1992,	281	14.4	-	40.5	-	-
Сульфат аммония с отходами бродильных производств	пр. оп. N 6, N ₁₃₀ + P ₈₀ K ₁₈₀ (фон)	300	14.8	0.4	44.4	3.9	4.9
Сульфат аммония медленнодействующий		309	14.5	0.1	44.8	4.3	7.2
Сульфат аммония стандартный	Белорусская зональная опытная станция 1997 г. N ₈₀ + P ₄₂ K ₅₀ + Na ₄₆	597*	19.5	-	116.4	-	-
Сульфат аммония медленнодействующий		591**	19.6	0.1	115.8	-0.6	-

форно-калийных стандартных удобрений на 4.9-31.7 кг выше, чем при использовании стандартных удобрений (табл.3).

Содержание в корнеплодах сахара, калия, натрия и альфа-аминного азота является основополагающим в технологической оценке свеклы как сырья для свеклосахарной промышленности. В 1989 - 1991 гг. исследовались технологические качества корнеплодов с производственных посевов свеклосеющих хозяйств зоны Скидельского сахарного комбината. Так, образцы корнеплодов (1989 г.), отобранные на хозяйских посевах, характеризовались низкой сахаристостью 14.5-15.4 %, высоким содержанием альфа-аминного азота (3.9-5.1 мг-экв./100 г свеклы при норме в этом году 1.9 м-экв.). В 1991 году качество свеклы было также низким: сахаристость корнеплодов колебалась в пределах 15.9-18.0 %, содержание альфа-азота 5.0-7.2 мг-экв./100 г свеклы – выше оптимальных пределов почти в два-три раза, чистота очищенного сока низкая – 85-89 % и, как следствие, низкий расчетный выход сахара 10.7-13.5 % [1]. Резкие колебания содержания сахара и “вредных” несахаров в корнеплодах связаны как с погодными условиями, так и с несоблюдением рекомендованной агротехники для культуры.

Начиная с 1998 года, на Скидельском сахарном заводе качество сырья при приеме начали оценивать по сахаристости корнеплодов, содержанию альфа-азота, калия и натрия – основных мелассообразователей. Наиболее важное значение для качества сырья имеет содержание альфа-азота, т.е. азота свободных аминокислот, не связанных в белок. Эти соединения препятствуют в технологическом процессе выкристаллизации сахара и уменьшают его выход. Высокое содержание альфа-азота в более сильной степени

ухудшает качество продукции по сравнению с остальными меласообразователями.

Технологические качества сахарной свеклы в опыте на БелЗОС по сахарной свекле приведены в табл. 4.

Из приведенных данных видно, что сильное влияние на качество сахарной свеклы оказывают метеорологические условия. В 1987 году сухой август и сентябрь предопределили повышение сахаристости и улучшение технологических качеств по сравнению с влажным 1998 годом. Поэтому и увеличение расчетного и фактического выхода сахара, основного показателя переработки сырья, в первую очередь обусловлено погодными условиями.

Азотные удобрения вызывают наиболее значительные изменения в химическом составе корнеплодов, а также определяют выход сахара. Внесение азота в дозе N_{80} (с учетом запаса доступного азота почвы) на фоне оптимального минерального питания обеспечило формирование корнеплодов высокого качества: содержание в корнеплодах альфа-азота ниже оптимального значения (по данным групповой лаборатории БелЗОС 2.14-2.47 мг/экв/100 г свеклы), низкие потери сахара в мелассе, чистота очищенного сахара хорошая — 92.4-94.0 %.

При применении медленнодействующего сульфата отмечена тенденция снижения на 24.8–25.0 % содержания альфа-азота в корнеплодах, а также увеличения коэффициента щелочности и снижения потерь (на 10.1-2.1 %) сахара в мелассе по сравнению со стандартным сульфатом аммония. Высокое качество сырья с этого варианта обеспечило хорошую очистку сока, чистота очищенного сока равна 93.2-93.7 %.

Новые формы минеральных азотных удобрений с добавками биологически активных веществ

4. Влияние медленнодействующего сульфата аммония на технологические качества сахарной свеклы, 1997–1998 гг.

Варианты	Содержание сухого вещества, %	Содержание мг-экв./100 г. свеклы			Кэф-фици-ент ще-лочнос-ти, %	Поте-ри саха-ра в мелас-се, %	Чистота очи-щенного сока %	Расчет-ный выход сахара, %
		Аль-фа-азот	К	Na				
1997 год								
Контроль, 60 т/га навоза	25.6	0.59	6.64	0.22	11.6	1.51	-	17.7
Фон - $P_{60}K_{60} + Na_{62}$ $B_{0.8}$ + навоз	26.4	0.99	4.91	0.15	5.1	1.50	93.4	17.6
Фон + N_{80} сульфат ам-мония (Naa ст)	23.7	1.61	5.53	0.17	3.5	1.69	92.4	16.9
Фон + N_{80} Naa мд	26.0	1.21	7.78	0.25	6.6	1.52	93.2	17.2
1998 год								
Контроль, 60 т/га навоза	22.2	0.71	4.09	0.20	6.0	1.44	-	15.6
Фон - $P_{60}K_{60} + Na_{62}$ $B_{0.8}$ + навоз	23.9	0.71	4.33	0.32	6.5	1.46	94.6	15.7
Фон + N_{80} Naa ст.	24.1	1.2	3.89	0.26	3.4	1.40	94.0	15.6
Фон + N_{80} Naa мд.	22.4	0.9	3.68	0.24	4.2	1.37	93.7	15.6

обусловили увеличение азота, фосфора и калия в растениях сахарной свеклы по сравнению со стандартными их аналогами на почвах разного гранулометрического состава и степени увлажнения почв, что свидетельствует о стимулировании поглощения питательных веществ растениями из почвы (табл. 5).

На основании приведенных данных установлено, что под воздействием азотных удобрений с добавками биологически активных веществ отмечается наибольшее стимулирование калия, что особенно важно для сахарной свеклы, как растения калиефила, откладывающего в запас углеводы [3].

Расчеты общего выноса свидетельствуют о том, что под влиянием новых форм азотных удобрений суммарный вынос азота, фосфора и калия был большим, чем в вариантах с эквивалентным количеством стандартных удобрений.

Это подтверждается также и расходом растениями сахарной свеклы азота, фосфора и калия на образование 1 ц урожая корнеплодов. При этом продуктивность 1 кг питательных веществ азота, фосфора и калия на 1 кг корнеплодов в вариантах с медленнодействующими азотными удобрениями значительно ниже.

Площадь внедрения новых форм удобрений в хозяйствах Республики Беларусь за годы исследований составила 92 га.

Таким образом, приведенные данные показывают, что применение под сахарную свеклу новых форм азотных медленнодействующих удобрений с добавками биологически активных веществ способствует повышению окупаемости азотных удобрений на почвах разного гранулометрического состава и значительно увеличивает урожай и качество сахарной свеклы.

5. Влияние новых форм минеральных удобрений на содержание, вынос и использование растениями сахарной свеклы главных элементов питания

Показатели	Карбамид					
	Стандартный	С гуматами	С отходами бродильных пр-в	Стандартный	С гуматами	С отходами бродильных пр-в
	Почва: Дерново-подзолистая глееватая супесчаная, подстилаемая рыхлыми песками (к-з «Дружба», 1991, пр. опыт 1)			Почва: Дерново-подзолистая автоморфная суглинистая, подстилаемая моренными суглинками (к-з «Скидельский», 1991, пр.оп. N 2)		
Урожай корнеплодов, ц/га (сухое вещество)	72.0	84.6	82.0	92.3	102.8	124.3
Содержание в корнеплодах на сухое в-во, %, N	1.43	1.66	1.73	0.82	1.00	0.72
P ₂ O ₅	0.22	0.25	0.37	0.41	0.34	0.33
K ₂ O	1.81	2.52	2.52	1.48	1.67	1.35
Ca	0.19	0.15	0.29	0.12	0.14	0.15
Mg	0.22	0.20	0.28	0.16	0.19	0.17
Урожай ботвы, ц/га (сухое вещество)	26.7	31.9	33.9	27.7	33.6	35.7
Содержание в ботве на сухое в-во, %, N	1.70	1.86	1.96	1.79	1.81	1.72
P ₂ O ₅	0.53	0.59	0.51	0.78	0.67	0.61
Mg	0.83	0.64	0.87	0.48	0.46	0.57
K ₂ O	6.6	6.6	6.5	6.0	6.5	6.1
Ca	1.73	1.58	2.35	0.88	0.93	1.02
Общий вынос, кг/га, N	148.3	199.7	208.3	125.2	163.6	150.9
P ₂ O ₅	29.9	39.9	47.6	59.4	57.4	62.8
K ₂ O	306.5	423.7	426.9	302.8	390.1	385.6
Ca	59.9	63.1	103.5	35.5	45.6	55.0
Mg	38.6	37.3	52.5	28.1	34.9	41.4
Расход элементов питания на 1 ц корнеплодов, кг	1.28	1.39	1.39	1.18	1.20	1.19
Продуктивность питательных веществ, кг на 1 кг корнеплодов	78.4	71.8	71.6	84.9	83.6	83.8

ЛИТЕРАТУРА

1. Вострухина Н.П. Сахарная свекла, качество корнеплодов и выход сахара.- Мн.: Ураджай,

1997.- С.

2. Агрохимия / Под ред. Б.А. Ягодина.- М.: Колос, 1982.- С. 178-193. 212-213.

3. Хоменко А.Д. Транспорт питательных веществ и продуктивность растений.- Из-во "Наукова думка" Киев, 1974.- 188 с.