

3436,28 тыс. руб./га, а рентабельность – 52,8–53,0 %, что в 1,70–1,85 раза больше, чем при возделывании этой культуры при применении N_{80+20} без использования микроэлементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вильдфлуш, И.Р. Рациональное применение удобрений / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2002. – 324 с.
2. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей: ТКП 151–2008. – Введ. 17.11.2008. – Минск: Минсельхозпрод, Белорус. машиноиспытательная станция, 2008. – 15 с.
3. Рак, М.В. Влияние некорневых подкормок микроэлементами на урожайность люпина узколистного на дерново-подзолистой почве / М.В. Рак, Т.Г. Николаева // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 2. – С. 105–110.

EFFICIENCY OF NITROGEN FERTILIZER AND MICROELEMENT USE IN SPRING TRITICALE CULTIVATION

T.M. Bulavina

Summary

The research results on the study of the effect of increasing doses of nitrogen and micronutrients Ekolist Mikro Z and Fitovital on grain yield and economic efficiency of spring triticale cultivation are presented in the article. It has been established that Ekolist Mikro Z and Fitovital provide almost the same effect which is very important from the point of view of import substitution.

Поступила 24.11.14

УДК 631. 83'4:631.445:633

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЗОТНЫХ И КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННОЙ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВ

Н.Н. Цыбулько¹, А.А. Зайцев², А.В. Шашко²

¹Департамент по ликвидации последствий катастрофы
на Чернобыльской АЭС, г. Минск, Беларусь

²Брестский филиал РНИУП «Институт радиологии», г. Пинск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

На территории Белорусского Полесья около 700 тыс. га занимают осушенные торфяные почвы. К настоящему времени накоплена обширная научная информация и практический опыт их использования. Наибольшая продолжительность

эксплуатации мелиорированных почв в условиях Беларуси составляет 100 лет, а на 300 тыс. га земледелие ведется уже более 70 лет [1].

Вследствие осушения, длительного и интенсивного сельскохозяйственного использования возникла проблема трансформации агроландшафтов с органо-генными почвами. В структуре почвенного покрова мелиорированных земель появились новые разновидности торфяных почв с уменьшающимся содержанием органического вещества. В результате эти земли стали представлять собой сложные почвенные комбинации, различающиеся водно-воздушным режимом, содержанием органического вещества и другими свойствами [2]. На месте торфяных почв образовались антропогенно-преобразованные почвы, которые согласно классификации отнесены к деградированным почвам разной степени минерализации [3].

В настоящее время площади антропогенно-преобразованных торфяных почв составляют около 200 тыс. га, ежегодно увеличиваются и по прогнозу в перспективе могут достигнуть 350 тыс. га и более [4]. По уровню содержания органического вещества, водно-физическим и агрохимическим свойствам эти почвы значительно отличаются как от торфяных, так и от минеральных почв [5].

За последние годы проведено ряд исследований, в которых изучались режимы минерального питания отдельных сельскохозяйственных культур на антропогенно-преобразованных торфяных почвах [6–8]. Однако складывающаяся тенденция увеличения площадей деградированных торфяных почв требует более углубленного и масштабного исследования их плодородия, изучения способов и приемов применения удобрений на этих почвах для разработки рекомендаций по их эффективному использованию и повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Цель работы – изучить эффективность разных доз и сроков внесения минеральных удобрений при возделывании многолетних бобово-злаковых трав на антропогенно-преобразованной торфяной почве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2012–2014 гг. в условиях стационарного полевого опыта на территории землепользования СПК «Новое Полесье» Лунинецкого района Брестской области. Объектом исследования являлась антропогенно-преобразованная торфяная почва, подстилаемая с глубины 40–45 см песком. Агрохимические показатели почвы (Ап): органическое вещество – 50–55 %; общий азот – 1,1–1,5 %; pH_{KCl} – 5,3–5,7; подвижные формы (0,2 М НСl) P_2O_5 – 700–790 и K_2O – 620–800 мг/кг почвы.

Возделывали бобово-злаковую травосмесь, включающую тимофеевку луговую (6 кг/га), овсяницу луговую (6 кг/га), кострец безостый (6 кг/га) и лядвенец рогатый (5 кг/га). Посев беспокровный. Технология возделывания культуры соответствовала принятому отраслевому регламенту. Схема опыта с применением разных доз минеральных удобрений под бобово-злаковые травы приведена в табл. 1.

Размещение делянок в опыте рендомизированное. Общая площадь делянки – 20 м², учетная площадь – 12 м². Повторность вариантов в опыте – 4-кратная.

Агрохимические показатели почв определяли по следующим методикам: органическое вещество – по Тюрину в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26212–91 [9]; $pH_{(KCl)}$ – потенциометрическим методом по ГОСТ 26483–85 [10]; подвижные формы фосфора и калия – по ГОСТ 26207–91 [11]; общий азот – по ГОСТ 26107–84 [12].

Полученные данные обрабатывали методами дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [13] с использованием стандартного компьютерного программного обеспечения (Excel 7.0, Statistic 7.0).

Таблица 1

Схема применения минеральных удобрений в опыте

Вариант опыта	Дозы удобрений под 1-й укос, кг/га д.в.			Дозы удобрений под 2-й укос, кг/га д.в.		
	N	P	K	N	P	K
1. Контроль (без удобрений)	–	–	–	–	–	–
2. P ₉₀ K ₁₂₀	–	90	120	–	–	–
3. P ₉₀ K ₁₈₀	–	90	120	–	–	60
4. P ₉₀ K ₂₄₀	–	90	180	–	–	60
5. N ₃₀ P ₉₀ K ₁₈₀	30	90	120	–	–	60
6. N ₆₀ P ₉₀ K ₁₈₀	30	90	120	30	–	60
7. N ₉₀ P ₉₀ K ₁₈₀	60	90	120	30	–	60

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За годы исследований метеорологические условия вегетационных периодов различались. По степени увлажнения 2012 и 2014 годы характеризовались хорошим увлажнением с ГТК соответственно 1,46 и 1,43, а 2013 г. отличался избыточной увлажненностью с ГТК = 2,11.

Продуктивность многолетних бобово-злаковых трав и эффективность минеральных удобрений по годам исследований зависела от метеорологических условий вегетационных периодов, укосов и уровней применения удобрений.

В 2012 г. урожайность сена многолетних трав за два укоса составила в контрольном варианте 89,1 ц/га, в том числе первый укос 56,1 ц/га, второй укос – 33,0 ц/га (табл. 2).

Таблица 2

Влияние минеральных удобрений на продуктивность многолетних трав

Вариант опыта	Урожайность сена, ц/га			Прибавка сена, ц/га	
	1-й укос	2-й укос	общая урожайность	к контролю	K P ₉₀ K ₁₈₀
2012 г.					
1. Контроль	56,1	33,0	89,1	–	–
2. P ₉₀ K ₁₂₀	72,9	40,6	113,5	24,4	–
3. P ₉₀ K ₁₈₀	78,1	45,0	123,1	34,0	–
4. P ₉₀ K ₂₄₀	81,0	46,6	127,6	38,5	–
5. N ₃₀ P ₉₀ K ₁₈₀	82,9	56,1	139,0	49,9	15,9
6. N ₆₀ P ₉₀ K ₁₈₀	83,5	60,4	143,9	54,8	20,8
7. N ₉₀ P ₉₀ K ₁₈₀	88,3	62,3	150,6	61,5	27,5
HCP _{0,5}	15,90	11,10	27,00	–	–

Вариант опыта	Урожайность сена, ц/га			Прибавка сена, ц/га	
	1-й укос	2-й укос	общая урожайность	к контролю	К P ₉₀ K ₁₈₀
2013 г.					
1. Контроль	33,0	27,1	60,1	–	–
2. P ₉₀ K ₁₂₀	49,7	32,8	82,5	22,4	–
3. P ₉₀ K ₁₈₀	64,0	44,2	108,2	48,1	–
4. P ₉₀ K ₂₄₀	64,0	45,3	109,3	49,2	–
5. N ₃₀ P ₉₀ K ₁₈₀	78,5	51,5	130,0	69,9	21,8
6. N ₆₀ P ₉₀ K ₁₈₀	92,0	58,6	150,6	90,5	42,4
7. N ₉₀ P ₉₀ K ₁₈₀	88,7	58,8	147,5	87,4	39,3
HCP _{0,5}	13,61	6,52	20,13	–	–
2014 г.					
1. Контроль	39,0	22,4	61,4	–	–
2. P ₉₀ K ₁₂₀	42,1	32,5	74,6	13,2	–
3. P ₉₀ K ₁₈₀	60,5	33,8	94,3	32,9	–
4. P ₉₀ K ₂₄₀	59,9	37,0	96,9	35,5	–
5. N ₃₀ P ₉₀ K ₁₈₀	70,2	45,7	115,9	54,5	21,6
6. N ₆₀ P ₉₀ K ₁₈₀	76,8	51,6	128,4	67,0	34,1
7. N ₉₀ P ₉₀ K ₁₈₀	81,0	57,1	138,1	76,7	43,8
HCP _{0,5}	12,69	6,73	19,42	–	–

Внесение под первый укос P₉₀K₁₂₀ повысило общую продуктивность трав на 24,4 ц/га сена, однако прибавка была незначительной (HCP₀₅ = 27,00). Более высокие дозы калийных удобрений (варианты 3 и 4) обеспечили достоверное увеличение урожайности по отношению к контрольному варианту. Прибавка сена в варианте с P₉₀K₁₈₀ составила 34,0 ц/га, в варианте с P₉₀K₂₄₀ – 38,5 ц/га. Различия между вариантами с разными дозами калия были незначительными.

Азотные подкормки трав в дозах 30–90 кг/га обеспечили по отношению к фоновому варианту (P₉₀K₁₈₀) увеличение урожайности, однако достоверная прибавка сена (27,5 ц/га) получена только в варианте 7 с дробным применением N₉₀ (N₆₀ под первый укос и N₃₀ под второй укос).

В 2013 г., который отличался избыточной увлажненностью вегетационного периода, общая (первый и второй укосы) продуктивность трав на контроле составила 60,1 ц/га, в том числе первый укос – 33,0 ц/га, второй укос – 27,1 ц/га.

Фосфорные и калийные удобрения в дозах P₉₀K₁₂₀ обеспечили существенную прибавку сена – 22,4 ц/га (HCP₀₅ = 20,13). Дополнительная калийная подкормка трав под второй укос дозой 60 кг/га (K₁₂₀ под первый укос и K₆₀ под второй укос) достоверно повысила урожайности по отношению, как контрольному варианту (прибавка 48,1 ц/га), так и к варианту 2 с P₉₀K₁₂₀ (прибавка 25,7 ц/га). Внесение K₂₄₀ (K₁₈₀ под первый укос и K₆₀ под второй укос) не способствовало дальнейшему повышению продуктивности.

Азотные подкормки трав дозами N₃₀ под первый укос (вариант 5) и N₃₀ под первый укос + N₃₀ под второй укос (вариант 6) обеспечили прибавки сена к фоновому варианту (P₉₀K₁₈₀) соответственно 21,8 и 42,4 ц/га. Более высокая доза азотных удобрений (N₆₀ под первый укос и N₃₀ под второй укос) не дала достоверной прибавки урожайности по отношению к варианту с N₆₀P₉₀K₁₈₀.

В 2014 г. действие минеральных удобрений также отличалось своей спецификой. При урожайности сена за два укоса в контрольном варианте 61,4 ц/га, внесение фосфорных и калийных удобрений в дозах $P_{90}K_{120}$ и $P_{90}K_{180}$ обеспечили прибавки соответственно 13,2 и 32,9 ц/га ($НСР_{0,5} = 19,42$), т.е. варианты с разными дозами калия также имели между собой существенные различия.

В то же время применение K_{240} (K_{180} под первый укос + K_{60} под второй укос), как и в предыдущем 2013 г., не способствовало дальнейшему достоверному повышению урожайности трав.

За счет азотных удобрений формировалось дополнительно от 21,6 (вариант 5) до 43,8 (вариант 7) ц/га сена по отношению фосфорно-калийному фону.

В среднем за 3 года исследований продуктивность многолетних трав составила на контрольном варианте 70,2 ц/га сена, или 35,8 ц/га к. ед. В результате применения фосфорных и калийных удобрений продуктивность возросла до 46,0–56,7 ц/га к. ед. При внесении $P_{90}K_{120}$ в среднем за 3 года получена прибавка 10,2 ц/га к. ед., однако она была незначительной ($НСР_{0,5} = 11,31$). При увеличении дозы калия до 180 кг/га (вариант 3) прибавка урожайности возросла до 19,6 ц/га. Повышение дозы удобрения до 240 кг/га (вариант 4) не способствовало дальнейшему достоверному росту урожайности (табл. 3).

Таблица 3

Эффективность минеральных удобрений при возделывании многолетних трав за 3 года исследований (2012–2014 гг.)

Вариант опыта	Средняя урожайность за 3 года, ц/га		Прибавка, ц/га к. ед.		Окупаемость удобрений, к. ед.		
	сена	к. ед.	к контролю	к $P_{90}K_{180}$	PK	N	NPK
1. Контроль	70,2	35,8	–	–	–	–	–
2. $P_{90}K_{120}$	90,2	46,0	10,2	–	4,9	–	–
3. $P_{90}K_{180}$	108,6	55,4	19,6	–	7,3	–	–
4. $P_{90}K_{240}$	111,2	56,7	20,9	–	6,3	–	–
5. $N_{30}P_{90}K_{180}$	128,2	65,4	29,6	10,0	–	33,3	9,9
6. $N_{60}P_{90}K_{180}$	141,0	71,9	36,1	16,5	–	27,5	10,9
7. $N_{90}P_{90}K_{180}$	145,5	74,2	38,4	18,8	–	20,9	10,7
$НСР_{0,5}$	22,18	11,31	–	–	–	–	–

Внесение азотных удобрений в дозе N_{30} на фоне $P_{90}K_{180}$ обеспечило дополнительно 10,0 ц/га кормовых единиц, а при увеличении доз до 60 и 90 кг/га прибавки возросли соответственно до 16,5 и 18,8 ц/га.

В среднем за 3 года исследований наиболее высокая урожайность многолетних трав, составившая 145,5 ц/га сена, или 74,2 ц/га к. ед., сформирована в варианте 7 с применением $N_{90}P_{90}K_{180}$.

Одним из критериев оценки агрохимической эффективности удобрений является показатель окупаемости их прибавками урожая. В наших исследованиях эффективность удобрений зависела от доз их применения. Наиболее высокая окупаемость фосфорных и калийных удобрений получена в варианте с внесением $P_{90}K_{180}$, которая составила 7,3 к. ед. При увеличении дозы калия до 240 кг/га показатель окупаемости снизился до 6,3 к. ед.

Окупаемость азотных удобрений была значительно (в 2,8–4,5 раза) выше по сравнению с фосфорными и калийными удобрениями. Внесение под многолетние травы 30 кг/га действующего вещества азотных удобрений окупалось 33,3 кормовыми единицами. Однако при увеличении доз азотных удобрений до 60 и 90 кг/га окупаемость азота снизилась до 27,5 и 20,9 к. ед. соответственно.

Наиболее высокая окупаемость полного минерального удобрения, которая составила 10,9 к. ед., получена в варианте 6 с дробным применением N_{60} (N_{30} под первый укос + N_{30} под второй укос) на фоне $P_{90}K_{180}$.

Долевое участие почвенного плодородия и удобрений в продукционном процессе многолетних трав изменялось в зависимости от уровней применения минеральных удобрений. В варианте с внесением $P_{90}K_{120}$ за счет почвенного плодородия сформировано 78 % урожая, за счет удобрений – 22 %. С увеличением доз калийных удобрений до 180 и 240 кг/га доля удобрений возросла соответственно до 35 и 37% (рис.).

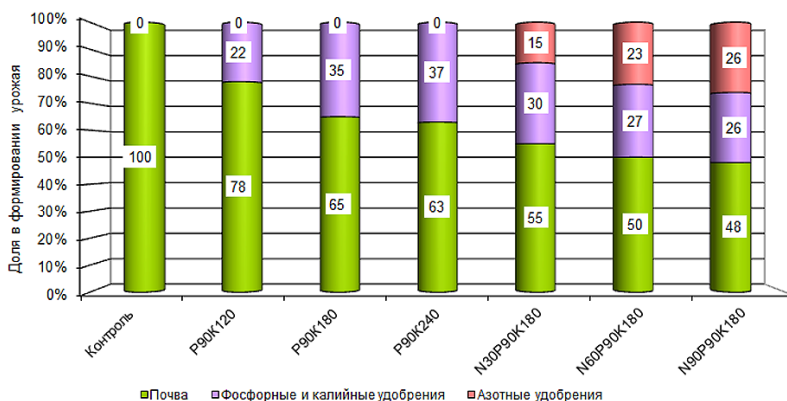


Рис. Доля участия почвенного плодородия и минеральных удобрений в продукционном процессе многолетних трав

При внесении на фоне $P_{90}K_{180}$ азота в дозах 30, 60 и 90 кг/га действующего вещества удельный вес минеральных удобрений в формировании урожая многолетних трав возрос с 45 до 52 %. За счет азотных удобрений формировалось от 15 (при дозе N_{30}) до 26 % (при дозе N_{90}) биомассы трав.

ВЫВОДЫ

1. На антропогенно-преобразованной торфяной почве при содержании в ней подвижных соединений фосфора 700–790 и калия 620–800 мг/кг почвы оптимальными дозами фосфорных и калийных удобрений под многолетние бобово-злаковые травы являются $P_{90}K_{180}$. Увеличение дозы калия до 240 кг/га не существенно увеличивает урожайность, однако приводит к снижению окупаемости удобрений прибавкой урожая.

2. При содержании в почве органического вещества на уровне 50–55 % и минерального азота 145–155 мг/кг почвы наиболее эффективной дозой азотных удобрений является N_{60} , обеспечивая на фоне $P_{90}K_{180}$ урожайность 141,0 ц/га сена, или 71,9 к. ед., окупаемость азота 27,5 и полного (NPK) минерального удобре-

ния 10,9 к. ед. При увеличении дозы азота до 90 кг/га эффективность удобрений снижается.

3. Рекомендуется на антропогенно-преобразованных торфяных почвах под многолетние бобово-злаковые травы следующая система удобрения: дробное применение азота в дозе 60 кг/га (по 30 кг/га под первый и второй укосы) и калия в дозе 180 кг/га (120 кг/га под первый укос и 60 кг/га под второй укос), применение фосфора в дозе 90 кг/га под первый укос.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мееровский, А.С.* Проблемы использования и сохранения торфяных почв / А.С. Мееровский, В.П. Трибис // *Новости науки и технологий.* – 2012. – №4 (23). – С. 3–9.

2. *Мееровский, А.С.* Система земледелия на мелиорированных антропогенно-преобразованных почвах / А.С. Мееровский, Д.Б. Даутина, А.В. Семенченко // *Мелиорация переувлажненных земель.* – 2004. – № 2(52). – С.171–184.

3. Пригодность почв Республики Беларусь для возделывания отдельных сельскохозяйственных культур: рекомендации / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 64 с.

4. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие; под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смяяна. – Минск: Оргстрой, 2001. – 432 с.

5. *Цытрон, Г.С.* Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси / Г.С. Цытрон. – Минск, 2004. – 124 с.

6. Адаптивная система применения минеральных удобрений под яровое тритикале на деградированных торфяных почвах: метод. рекомендации; под ред. Н.Н. Семененко. – Минск, 2006. – 20 с.

7. Продуктивность антропогенно-преобразованных сильноминерализованных торфяных почв и их плодородие / Л.Н. Лученок [и др.] // *Мелиорация.* – 2010. – № 1(63). – С. 147–157.

8. *Семененко, Н.Н.* Экономическая эффективность комплексного применения средств интенсификации возделывания озимого тритикале на антропогенно-преобразованных торфяных почвах / Н.Н. Семененко, И.И. Вага // *Мелиорация.* – 2010. – № 2(64). – С. 123–128.

9. Почвы. Определение органического вещества в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26212–91. Введ. 1993.07.01. – Минск: Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.

10. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение рН по методу ЦИНАО: ГОСТ 26483–85. Введ. 07.01.86. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1987. – 4 с.

11. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26207–91. Введ. 07.01.93. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1992. – 6 с.

12. Почвы. Методы определения общего азота: ГОСТ 26107–84. Введ. 07.01.85. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1985. – 6 с.

13. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

EFFICIENCY OF NITROGEN AND POTASH FERTILIZERS IN ANTHROPOGENICALLY TRANSFORMED PEAT SOILS IN CULTIVATION PERENNIAL LEGUME-CEREAL GRASSES

N.N. Tsybulko, A.A. Zaitsev, A.V. Shashko

Summary

On the anthropogenically transformed peat soil when the content in it moving phosphorus 700–790 and potassium 620–800 mg/kg of soil optimal doses of phosphate and potash fertilizers for perennial legume–cereal grasses are P90K180. Increasing the dose of potassium to 240 kg/ha is not significantly increases productivity, but reduces the return on fertilizer yield increase.

When the content of soil organic matter at the level of 50–55 % and mineral nitrogen 145–155 mg/kg of soil the most effective dose of nitrogen fertilizer is N60, providing on background P90K180 hay yield of 141.0 t/ha or 71.9 feed units, payback nitrogen and 27.5 und total (NPK) mineral fertilizer 10.9 fodder units. With increasing doses of nitrogen to 90 kg/ha of fertilizer efficiency decreases.

Поступила 17.11.14

УДК 631.8.022.3:633.854.78:631.445

ВЛИЯНИЕ СТАНДАРТНЫХ И КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ЗЕЛеной МАССЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ И СВЯЗНОСУПЕСЧАНОЙ ПОЧВАХ

Г.В. Пироговская¹, С.С. Хмелевский¹, Г.М. Сафроновская¹
В.И. Сороко¹, А.И. Исаева¹, Т.В. Гарбузова¹, А.А. Малицкая¹
В.В. Бобовкина², Л.П. Шиманский²

¹*Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь*

²*Полесский институт растениеводства, г. Мозырь, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Подсолнечник требователен к теплу, свету, влаге, плодородию почвы и предшественнику. Для нормального роста и развития культуры требуется определенное количество и соотношение основных элементов питания, которое зависит от уровня планируемой урожайности, содержания элементов питания в почве и предшественника. Около 50 % прироста урожайности сельскохозяйственных культур в условиях Беларуси обеспечивают минеральные удобрения.

Известно, что подсолнечник отзывчив на внесение органических удобрений как в прямом действии, так и в последствии. Относительно использования минеральных удобрений подсолнечником существуют разные мнения. Одни исследователи считают, что наибольшее увеличение урожайности подсолнечника