

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ НИТРАТА КАЛИЯ И БЕЛВИТО НА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ ОТКРЫТОГО ГРУНТА**

**С.А. Тарасенко, В.Г. Смольский, В.С. Тарасенко**

*Гродненский государственный аграрный университет, г. Гродно, Беларусь*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Рациональное применение удобрений в сельском хозяйстве является одним из основных факторов увеличения урожайности культурных растений и воспроизводства плодородия почвы. Научно-обоснованное применение удобрений позволяет также управлять качеством растениеводческой продукции при соответствии экологическим нормативам охраны окружающей среды [1,2,3].

При расчете потребностей растений в элементах питания, как правило, ориентируются только на азотные, фосфорные и калийные удобрения без учета микроэлементов. Такой подход к обеспечению питания растений приводит к нарушению оптимального соотношения между макро- и микроэлементами, ограничивает возможности высокопродуктивных сортов и гибридов овощных культур. Эффективность высоких доз азотных, фосфорных и калийных удобрений при недостатке микроэлементов снижается на 10-12% [4].

По мнению специалистов, основные требования, предъявляемые к минеральным удобрениям (повышение концентрации питательных веществ в единице объема, внесение всех необходимых макро- и микроэлементов за один прием и совместное применение их со средствами защиты растений, регуляторами роста, ингибиторами нитрификации и т.д.), удовлетворяются при использовании их жидких форм.

Совершенствование ассортимента жидких минеральных удобрений является одним из элементов энергоресурсосбережения, ибо позволяет сократить средства на получение единицы действующего вещества за счет исключения целого ряда статей затрат при производстве, хранении и использовании этих видов удобрений по сравнению с традиционными [5].

Дополнение жидких удобрений микроэлементами позволяет более полно сбалансировать минеральное питание растений и увеличить за счет этого урожайность сельскохозяйственных культур на 10-15%. Использование таких смесей должно значительно повысить эффективность применяемых средств химизации, существенно снизить затраты на применение удобрений [6, 7].

Еще одним достаточно перспективным направлением повышения урожайности овощных культур является применение регуляторов роста, которые можно определить как природные соединения или синтетические химические вещества, используемые для обработки растений, чтобы изменить процессы их жизнедеятельности с целью улучшения качества и увеличения урожайности. Регуляция роста растений производится фитогормонами стимулирующего и ингибирующего действия [8, 9].

Присутствие в ЖКУ физиологически активных веществ и стимуляторов роста растений позволяет изменить направленность обмена веществ в сторону более эффективного поглощения питательных элементов почвы и удобрений, увеличить коэффициент использования последних, а также, повысить устойчивость сельскохозяйственных культур к болезням и вредителям. Всё это должно привести к росту урожайности на 15-20% при одновременном снижении затрат на удобрения и средства защиты растений на 10-15%.

В связи с этим целью данной работы являлась разработка рецептуры новых видов жидких комплексных удобрений, включающих в себя макро- и микроэлементы и физиологически активные вещества, предназначенные для применения в овощеводстве открытого грунта. Важно отметить еще и то, что аналогов данных удобрений не зарегистрировано ни в Республике Беларусь, ни в близлежащих зарубежных странах.

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследования по изучению влияния новых видов жидких комплексных удобрений (ЖКУ) на урожайность и качество овощных культур открытого грунта (капусту, морковь, столовую свеклу и лук) проводились в 2005-2007 гг. на полях РУАП «Гродненская овощная фабрика».

Состав ЖКУ определяли индивидуально для каждой овощной культуры с учетом биологических особенностей растений, их потребности в питательных элементах по отдельным этапам роста и

развития, уровня планируемой урожайности. В качестве базового удобрения при создании ЖКУ для моркови, столовой свеклы и лука был использован нитрат калия (жидкая калиевая селитра, производимая ОАО «Гродно-Азот»), с дополнением его борной кислотой, сернокислым цинком, сернокислой медью и стимулятором роста Экосил. Для капусты белокочанной – жидкое удобрение Белвито, борная кислота, сернокислая медь, сернокислый цинк, сернокислый магний и стимулятор роста Экосил (табл. 1).

Таблица 1

**Состав новых видов жидких комплексных удобрений для овощных культур**

Культура	Базовое удобрение, л	Необходимые добавки, г
Морковь	Нитрат калия, 10,0	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> – 104,0 ZnSO <sub>4</sub> – 8,7 CuSO <sub>4</sub> – 7,7 Экосил – 34,0
Столовая свекла	Нитрат калия, 10,0	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> – 104,0 ZnSO <sub>4</sub> – 8,7 CuSO <sub>4</sub> – 4,6 Экосил – 34,0
Лук	Нитрат калия, 10,0	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> – 104,0 ZnSO <sub>4</sub> – 8,7 Экосил – 34,0
Капуста белокочанная	Белвито, 10,0	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> – 42,0 ZnSO <sub>4</sub> – 10,5 CuSO <sub>4</sub> – 4,6 MgSO <sub>4</sub> – 26,0 Экосил – 34,0

Почва опытных участков – дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на песчанистой связной супеси, подстилаемой с глубины 50 см моренным суглинком. Агрохимические характеристики пахотных горизонтов опытных участков по годам исследований отличались незначительно и находились в следующих пределах: pH в KCl – 6,3-6,5; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 250-271 мг/кг почвы; K<sub>2</sub>O – 172-186 мг/кг почвы; MgO – 109-124 мг/кг почвы. По содержанию подвижных форм меди (1,2-1,6) мг/кг почвы и цинка (2,0-2,5) мг/кг почвы относятся к низкой группе обеспеченности микроэлементами.

Полевые опыты были заложены в соответствии с общепринятой методикой. Повторность опыта 4-х кратная. Варианты размещены методом организованных повторений, повторения – сплошным способом в 2 яруса. Общая площадь делянки составила 84 м<sup>2</sup>, учетная – 44,8 м<sup>2</sup>.

В качестве контрольного варианта использовалась существующая в хозяйстве система применения удобрений, а именно – почвенное допосевное внесение NPK. Изучаемые жидкие удобрения вносились в некорневую подкормку на посевах моркови, лука и столовой свеклы 2 раза за вегетацию (первая подкормка – через 20-25 дней после появления всходов, вторая – через четыре недели после первой), капусты – 3 раза (первая – через 10-15 дней после высадки рассады, вторая и третья – с интервалом в три недели). Разовая доза внесения, как базовых удобрений, так и новых видов ЖКУ составляла 30 л/га. Сорта изучаемых культур: капуста Колобок, морковь Шантенэ 2461, столовая свёкла Бордо 237, лук Нерато. Уборка овощных культур проводилась в октябре, вручную, поделаячно с одновременным отбором растительных проб для определения качества продукции и её химического состава.

В растительных пробах с использованием соответствующих методик определяли следующие показатели: сухое вещество – высушиванием в сушильном шкафу; азот общий – после мокрого озоления на фотоэлектроколориметре; фосфор – на фотоэлектроколориметре; калий – на пламенном фотометре; кальций, магний, цинк и медь – на атомно-абсорбционном спектрофотометре; сырая клетчатка – по Кюршнеру и Ганеку; крахмал – поляриметрически; сахара – по методу Бертрана; содержание нитратов – ионометрически; содержание органических кислот – методом титрования; содержание аскорбиновой кислоты – по И. Мурри.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Результаты трехлетних полевых исследований с различными видами жидких комплексных удобрений показали их высокую эффективность на посевах и посадках овощных культур. Причем действие ЖКУ было эффективным в каждый год проведения исследований, независимо от складывающихся метеорологических условий, что говорит о высокой эффективности данных видов минеральных удобрений (табл. 2).

Преимущество ЖКУ перед базовыми минеральными удобрениями проявилось на всех культурах. Так, в среднем за три года внесение жидких комплексных удобрений обеспечивало прибавку урожайности белокочанной капусты, по сравнению с применением удобрения Белвито 68 ц/га, или 21%. Прибавка корнеплодов моркови от ЖКУ, по сравнению с базовым удобрением (нитрат калия), составила 67 ц/га, или 11%. Прибавка корнеплодов столовой свеклы – 24 ц/га, или 10%, а лука – 45 ц/г, или 29%.

Следует отметить, что полученные прибавки урожая являются существенными, так как они превышают пределы наименьшей существенной разности.

Высокая эффективность жидких комплексных удобрений обуславливается наличием в их составе микроэлементов, которые являются кофакторами ферментативных систем растений, обеспечивающих высокий уровень обмена веществ. Действие ферментов приводит к активизации продукционного процесса растений и росту урожайности овощных культур.

Таблица 2

**Влияние удобрений на урожайность овощных культур, 2005-2007 гг.**

Вариант опыта	Урожайность, ц/га			средняя	Прибавка	
	2005 г.	2006 г.	2007 г.		ц/га	%
капуста белокочанная						
Контроль	315	327	305	316	-	-
Белвито (базовый)	367	392	415	391	75	24
ЖКУ	446	460	470	459	143	45
НСП <sub>0,5</sub>	14	17	18			
морковь						
Контроль	530	524	537	531	-	-
Нитрат калия (базовый)	630	647	661	646	115	22
ЖКУ	690	715	734	713	182	34
НСП <sub>0,5</sub>	21	24	22			
столовая свекла						
Контроль	231	228	235	232	-	-
Нитрат калия (базовый)	300	337	380	339	107	46
ЖКУ	330	364	395	363	131	56
НСП <sub>0,5</sub>	11	13	15			
лук						
Контроль	-	150	162	156	-	-
Нитрат калия (базовый)	-	221	239	230	74	47
ЖКУ	-	267	282	275	119	76
НСП <sub>0,5</sub>	-	23	26			

Немаловажным в действии ЖКУ является тот факт, что их положительное влияние получено на достаточно высоком уровне урожайности овощных культур на контрольных вариантах: 316 ц/га капусты, 531 ц/га моркови, 232 ц/га свеклы и 156 ц/га лука. Это еще раз подчеркивает эффективность созданных новых видов жидких комплексных удобрений, которые проявляют свое действие даже в условиях относительно высокой степени обеспеченности растений питательными элементами.

Химический состав растений определяется их биологическими особенностями и факторами внешней среды, важнейшим из которых является уровень минерального питания. Количество и соотношение элементов минерального питания в растительном организме, в целом, отображает химический состав почвы, на которой он произрастает и определяется наследственной информацией, заложенной в геноме организма. Однако процессы поступления питательных элементов в растения могут быть активизированы путём изменения внешних условий, в частности количеством вносимых питательных элементов. Учитывая, что элементы минерального питания входят в состав конституционных, запасных и транспортных веществ, являются активаторами многих ферментативных систем и определяют качество продукции, то накопление их в растительном организме можно расценивать как положительное явление. В то же время необходимо иметь ввиду, что в некоторых случаях сверхвысокое содержание элементов минерального питания следует рассматривать с отрицательной стороны, как приводящее к загрязнению растениеводческой продукции остатками агрохимикатов.

В ткани всех растительных организмов входят вода и сухое вещество, включающее органические и минеральные соединения. В большинстве вегетативных органов сельскохозяйственных культур содержится 5-20% сухого вещества и 80-95% воды. В составе сухого вещества растений 90-95% приходится на органические соединения и 5-10% на минеральные соли.

Содержание основных элементов питания в основной и побочной продукции является важным показателем оценки сельскохозяйственных культур и эффективности системы удобрения при их возделывании. При этом содержание и сбалансированность элементов питания непосредственно влияет на качественные показатели овощеводческой продукции.

В связи с этим одной из основных задач исследований являлось изучение влияния новых видов удобрений на химический состав продуктивных частей овощных культур (табл. 3).

Удобрения оказали влияние на изменение химического состава капусты, моркови, столовой свеклы и лука. Применение базовых удобрений и ЖКУ повышало по сравнению с контролем содержание азота в капусте на 62-71, в моркови на 24-26, в столовой свекле на 49-58, в луке на 28-41 мг/100 г сырого вещества. Прибавка фосфора соответственно составила: 6-8, 8-16, 9-14, 4-7, а калия 7-9, 30-35, 16-19, 38-40 мг/100 г сырого вещества.

Таблица 3

**Химический состав продукции при применении удобрений, 2005-2007 гг.,  
среднее, мг/100 г сырого вещества**

Вариант опыта	Влажность продукции, %	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Zn	Cu
капуста								
Контроль	90,5	255	26	228	69	15	3	2
Белвито	90,1	317	32	237	72	15	3	2
ЖКУ	89,3	326	34	235	72	16	7	3
НСП <sub>0,5</sub>		15	4	9	3	2	2	2
ПДК							10	10
морковь								
Контроль	87,6	142	50	218	57	36	4	3
Нитрат калия	86,5	166	62	246	56	38	3	3
ЖКУ	85,7	168	66	253	55	37	6	5
НСП <sub>0,5</sub>		11	5	11	3	3	2	2
ПДК							10	10
столовая свекла								
Контроль	85,8	277	54	350	39	42	5	3
Нитрат калия	84,5	326	63	366	37	40	6	2
ЖКУ	83,3	335	68	369	40	42	8	6
НСП <sub>0,5</sub>		20	6	4	3	4	2	4
ПДК							10	10
лук								
Контроль	87,1	95	50	130	21	7	0,7	-
Нитрат калия	85,7	123	54	168	24	9	0,8	-
ЖКУ	82,5	136	57	170	24	10	0,9	-
НСП <sub>0,5</sub>		15	4	3	4	4	0,3	-
ПДК							10	-

В тоже время необходимо отметить, что влияние ЖКУ на изменение химического состава овощей не превышало действие базовых удобрений, так как различие в содержании азота, фосфора и калия было математически недоказуемо. Изменения химического состава находилось в пределах НСП<sub>0,5</sub>.

Что касается других макроэлементов – кальция и магния, то их содержание не менялось под действием удобрений и находилось на уровне контрольного варианта. Принимая во внимание, что в составе ЖКУ находятся микроэлементы цинк и медь, их внесение увеличило содержание этих элементов в капусте на 4 и 1, в моркови на 2 и 2 в столовой свекле на 3 и 3 мг на 100 г сырого вещества. Однако ни по одному варианту содержание цинка и меди не превышало предельно-допустимых количеств [10].

Овощи, как продукты питания, занимают особое место в рационе человека. Они содержат большую группу полезных веществ, способствующих эффективному пищеварению, улучшающих самочувствие человека и повышающих его работоспособность.

В исследованиях установлено, что применяемые удобрения оказывают влияние на содержание полезных веществ (табл. 4).

Применение удобрений в целом улучшает качество возделываемых овощей: повышается содержание сухого вещества в капусте на 4-13%, в моркови на 9-15, в столовой свекле на 9-18, в луке на 11-36%. Увеличивается количество аскорбиновой кислоты соответственно на 58-102%, 60-140, 60-

100, 18-30%, повышается содержание клетчатки на 21-23, 14-17, 16-22, 8-15%, увеличивается количество сахаров на 55-71%, 26-42, 27-42, 23-41%. Вносимые удобрения повышали крахмалистость капусты, моркови и лука и не влияли на содержание органических кислот.

Оценивая действие ЖКУ необходимо отметить, что они имели преимущество перед базовыми удобрениями в отношении улучшения качества овощной продукции, обеспечивая практически по всем параметрам максимальные показатели.

Внесение жидких комплексных удобрений позволило значительно снизить содержание нитратов в овощах: в капусте на 13, в моркови на 17, в столовой свекле и луке на 21 мг на кг сырой массы, по сравнению с базовыми минеральными удобрениями.

В результате проведенных исследований установлено, что применение как базовых, так и новых видов жидких комплексных удобрений при возделывании овощей имеет высокую экономическую эффективность. В среднем за 3 года получена прибавка овощей 74-182 ц/га, чистый доход 1847-4662 тыс. руб./га, а уровень рентабельности 63-111 % (табл. 5).

Таблица 4

**Влияние удобрений на качество овощеводческой продукции, 2005-2007 гг., среднее**

Вариант опыта	Сухое вещество, %	Нитраты, мг/кг	Органические кислоты	Аскорбиновая кислота, % на сырое вещество	Клетчатка	Крахмал	Сахара
капуста							
Контроль	9,5	87	0,22	0,041	0,61	0,40	3,1
Белвито	9,9	133	0,20	0,065	0,75	0,47	4,8
ЖКУ	10,7	120	0,24	0,083	0,74	0,45	5,3
НСП <sub>0,5</sub>	0,2	14	0,06	0,009	0,04	0,07	0,3
морковь							
Контроль	12,4	237	0,04	0,005	1,01	0,15	5,7
Нитрат калия	13,5	315	0,04	0,008	1,18	0,24	7,2
ЖКУ	14,3	301	0,03	0,012	1,15	0,22	8,1
НСП <sub>0,5</sub>	0,4	20	0,03	0,002	0,03	0,04	0,4
столовая свекла							
Контроль	14,2	455	0,04	0,020	0,67	-	5,2
Нитрат калия	15,5	868	0,03	0,032	0,78	-	6,6
ЖКУ	16,7	847	0,06	0,040	0,82	-	7,4
НСП <sub>0,5</sub>	0,4	32	0,05	0,006	0,07	-	0,4
лук							
Контроль	12,9	30	0,17	0,071	0,71	0,08	8,2
Нитрат калия	14,3	52	0,19	0,084	0,77	0,11	10,1
ЖКУ	17,5	41	0,20	0,092	0,82	0,12	11,6
НСП <sub>0,5</sub>	0,5	15	0,04	0,008	0,07	0,03	0,4

Несмотря на то, что применение ЖКУ приводит к дополнительным расходам, связанным со стоимостью микроэлементов и уборкой дополнительно полученной продукции, они являются намного экономически эффективнее, чем базовые удобрения. Стоимость прибавки от ЖКУ увеличилась в 1,9 раза при возделывании капусты, в 1,6 раза – моркови и лука, в 1,2 раза – столовой свеклы по сравнению с использованием базовых удобрений.

Таблица 5

**Экономическая эффективность применения новых видов ЖКУ на овощных культурах, 2005-2007 гг., среднее**

Культура	Вариант опыта	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, тыс. руб./га	Дополнительные затраты, тыс.руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Капуста	Белвито	75	4875	1650	2121	77
	ЖКУ	143	9295	1720	4662	101
Морковь	Нитрат калия	115	4600	1570	1778	63
	ЖКУ	182	7280	1720	3364	86

Столовая я свекла	Нитрат калия	107	5350	1570	1296	2866	2486	87
	ЖКУ	131	6550	1720	1382	3102	3448	111
Лук	Нитрат калия	74	4440	1520	1073	2593	1847	71
	ЖКУ	119	7140	1670	1726	3396	3744	110

Основным показателям, позволяющим оценить экономическую эффективность сельскохозяйственного производства, является чистый доход.

В исследованиях применение жидких комплексных удобрений, по сравнению с базовыми, обеспечивает получение прироста чистого дохода при возделывании капусты, моркови, столовой свеклы и лука соответственно 2541, 1586, 962 и 1897 тыс. руб./га, а увеличение уровня рентабельности составило от 23 до 39 процентов.

## ВЫВОДЫ

1. Применение новых видов жидких комплексных удобрений позволяет повысить урожайность белокочанной капусты на 68 ц/га, столовой моркови на 67 ц/га, столовой свеклы на 24 ц/га, лука на 45 ц/га по сравнению с использованием базовых (нитрат калия и Белвито) минеральных удобрений.

2. ЖКУ по сравнению с базовыми удобрениями увеличивают содержание в овощах элементов минерального питания – азота на 9-13, фосфора на 2-5, калия на 2-7 мг на 100 г сырого вещества. Содержание кальция и магния в овощах под действием ЖКУ не изменяется. Количество цинка и меди не превышает предельно-допустимых количеств.

3. Жидкие комплексные удобрения обеспечивают высокое качество овощеводческой продукции: повышается содержание сухого вещества на 13-36%, аскорбиновой кислоты на 30-140%, клетчатки на 15-23%, сахаров на 41-71%. Базовые удобрения обладают значительно меньшим воздействием на показатели качества по сравнению с ними.

4. Новые виды удобрений снижают по сравнению с базовыми удобрениями содержание нитратов в капусте на 13, в моркови на 17, в столовой свекле и луке на 21 мг на кг сырой массы.

5. Применение жидких комплексных удобрений на овощных культурах имеет высокую экономическую эффективность, обеспечивая прирост чистого дохода по сравнению с базовыми удобрениями на 962-2541 тыс. руб./га, и увеличение рентабельности на 23-39%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, И.А. Оптимизация минерального питания культур на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах и сохранение их плодородия / И.А. Иванов, А.И. Иванов // Бюллетень ВИУА. – 2001. – № 114. – С. 95.

2. Лапа, В.В. Вопросы рационального использования удобрений в земледелии Беларуси / В.В. Лапа // Почва, удобрение, плодородие. – Мн., 2000. – С. 47-56.

3. Лапа, В.В. Основные направления повышения эффективности использования удобрений в сельскохозяйственном производстве Беларуси / В.В. Лапа // Международный аграрный журнал. – 1999. – № 2. – С. 15-17.

4. Ягодин, Б.А. Микроэлементы в сбалансированном питании растений, животных и человека / Б.А. Ягодин, А.А. Ермолаев // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 2-3. – С. 24-26.

5. Кукреш, С.П. Эффективность жидких комплексных и азотных удобрений в севообороте при разных способах их внесения / С.П. Кукреш // Эффективность удобрений и плодородие почвы. – Горки: БГСХА, 1997. – С. 33-40.

6. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Мн., 2002. – 184 с.

7. Микроэлементы в сельском хозяйстве / Под ред. А.И. Фатеева, С.Ю. Булыгина. – Харьков, 2001. – 115 с.

8. Деева, В.П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В.П. Деева. – Мн.: Белорусская наука, 2008. – 133 с.

9. Чекуров, В.М. Новые регуляторы роста растений / В.М. Чекуров [и др.]. // Земляробства і ахова раслін. – 2003. – №5. – С. 20-21.

10. Агрохимия: учебник / И.В. Вильдфлуш [и др.]. – Мн.: Ураджай, 2001. – 488 с.

**EFFICIENCY OF LIQUID COMPLEX FERTILIZERS ON THE BASIS  
KNO<sub>3</sub> AND BELVITA ON VEGETABLE CROPS AN OPEN GROUND**

**S.A. Tarasenko, V.G. Smolskij, V.S. Tarasenko**

**Summary**

Results of researches with new kinds of liquid complex fertilizers on cabbage white, carrots, a table beet and an onions are resulted. It is shown that using of the given fertilizers promotes increasing of productivity of vegetable cultures, improvement of quality of received production, and also increase profitability at 23-39 %.

*Поступила 16 марта 2009 г.*