

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Динамика продукции биомассы растений и гумуса почв / С. Гордиенко [и др.] – М.: Наука, 1992. – 168 с.
2. Новак, Ю.В. Ефективність застосування різних видів органічних добрив під цукрові буряки на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ...канд. с.-г. наук / Ю.В. Новак. – Умань, 2002. – 20 с.
3. Карманов, И.И. Опыт разработки методики расчета индексов ценности земель сельскохозяйственного назначения на почвенно-экологической основе. Роль почв в биосфере / И.И. Карманов, Д.С. Булгаков // Сб. науч. тр. / Ин-т почвоведения, МГУ, РАН. – 2003. – Вып. 3: Оценка и учет почвенных ресурсов. – С. 62–96.

ASSESSMENT THE EFFECT OF FERTILIZERS AND PROCESSING WAYS OF BLACK SOIL TYPICAL ON HUMUS UNDER CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

N.R. Pastukh, T.I. Grigora

Summary

The article encloses the field research and study about the influence of fertilizing system and tillage on humus regime data in the typical chernozem. More stable tendencies on general humus increase in a root layer were achieved in no till system. The increase of mineral fertilizers dose caused increase of mobile humus in soil.

Поступила 30.10.13

УДК 631.81.095.337:633

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ДОБАВКАМИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Г.В. Пироговская

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Дальнейшее развитие сельскохозяйственного производства предусматривает системное обобщение накопленных знаний и опыта с целью повышения эффективности минеральных удобрений и получения сельскохозяйственной продукции, обеспечивающей укрепление здоровья и увеличение продолжительности

жизни человека. Требуется новые научные подходы к современным техническим решениям, направленным на создание экологически безопасных продуктов, которые могли бы обеспечить внутренние потребности государства и выход на международный рынок, что позволит снизить затраты на импортозамещение и в целом повысит рентабельность возделывания сельскохозяйственных культур и улучшит качество продукции. В 90-х гг. прошлого столетия большое внимание при производстве минеральных удобрений уделялось повышению содержания в них элементов питания, улучшению физических свойств и увеличению производства удобрений, содержащих в своем составе 2–3 элемента и более, так называемых комплексных. Возрастали объемы производства комплексных удобрений, а использование односторонних и низкопроцентных их форм снижалось. Производство комплексных удобрений в основном осуществлялось в Европе (ФРГ и Франция – 60% общего производства). Выпускались как хлорсодержащие, так и бесхлорные удобрения. В качестве модифицирующих добавок использовались преимущественно сера, магний, кальций, бор. Соотношение элементов питания в комплексных удобрениях было различным и зависело от рекомендуемой сельскохозяйственной культуры [1–2].

В последние годы во многих странах получен широкий спектр новых форм твердых и жидких комплексных удобрений, в состав которых введены различные модифицирующие добавки, в том числе микроэлементы (в сульфатной и хелатной форме), а также регуляторы роста растений, пестициды и т.д. [3–6].

Основные преимущества применения комплексных удобрений по сравнению со стандартными туками заключаются в обеспечении сбалансированного соотношения элементов питания под культуры. Экономическая эффективность их основана на сокращении времени и материальных затрат на внесение, при этом обеспечивается более равномерное распределение их по полю, что способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур и улучшению качества продукции.

В настоящее время производство комплексных, или сложно-смешанных удобрений, осуществляется различными фирмами – Kemira-Агро, Arvi, Буйский химический завод, Великий Новгород, Фергюсон Индастриаз, Укртехнофос, Мозаик, Росапатитинвес, Украгроком, Сумыхимпром, Агрон и др.

В мире представлены широким спектром жидкие комплексные удобрения, содержащие макро- и микроэлементы или одни микроэлементы в хелатной форме (хелатирование проводят ЕДТА или ДТРА, или другими органическими добавками), применяемые в качестве некорневых подкормок по вегетирующим растениям. Например, Интермаг-ЗЕРНОВЫЕ, Интермаг-Картофель, Интермаг-Пастбища, удобрения итальянской фирмы Валагро – Плантафол, Мастер, Брексил Са, Мегафон, Вива, Д–Fe–11, удобрения Басфолиар, производимые компанией АДОБ по лицензии фирмы БАСФ (Басфолиар 34, Басфолиар 36 Экстра, АДОБ Си и АДОБ Мп) и др. Микроэлементы в этих удобрениях хелатизированы ИДХА, что способствует хорошему усвоению их растениями [7, 8].

К настоящему времени в мировой практике при возделывании сельскохозяйственных культур широко применяются биологически активные соединения и регуляторы роста растений (природного, химического, растительного и микробного происхождения), изучено в той или иной степени их влияние на рост и развитие растений, продуктивность сельскохозяйственных культур.

2. Плодородие почв и применение удобрений

В Республике Беларусь учеными Института почвоведения и агрохимии (лабораторией новых форм удобрений и мелиорантов) совместно с другими научными учреждениями разработана целая серия новых форм минеральных удобрений для почв различного уровня плодородия, содержащих биологически активные соединения и микроэлементы, для ряда сельскохозяйственных культур (лен-долгунец и лен масличный, сахарная свекла, озимые и яровые зерновые культуры, озимый рапс, гречиха, картофель, кукуруза, бобовые и зернобобовые, овощные культуры, многолетние злаковые и бобово-злаковые травы). Удобрения предназначены как для основного внесения в почву, так и для некорневых подкормок по вегетирующим растениям. В их состав введены микроэлементы в форме сульфатов или хелатов, регуляторы или стимуляторы роста растений, полученные из торфа, бурого угля, торфа и вермикомпоста, из вторичных ресурсов (отходов крахмальных, бродильных и растительных производств), и регуляторы роста растений, полученные химическим путем (брасиностероиды), связывающие [9]. Эффективность вышеуказанных агрохимических приемов изучена на многих сельскохозяйственных культурах, имеется большой объем экспериментальных данных, свидетельствующих о положительном их влиянии на рост и развитие растений, повышение урожайности и улучшение пищевой ценности и качества продукции.

Цель и задачи исследований – изучить влияние минеральных удобрений с добавками микроэлементов и регуляторов роста растений на урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследований (2005–2010 гг.): новые формы комплексных удобрений (НПК) с модифицирующими добавками для озимых и яровых зерновых культур, картофеля и овощных культур (морковь, столовая свекла, капуста), а также комплексные удобрения без добавок и смеси стандартных туков (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий или сульфат калия), используемые в качестве базовых объектов.

Для основного внесения в почву применяли твердые комплексные удобрения с различным соотношением элементов питания с добавками микроэлементов или микроэлементов и биологически активных веществ, необходимых для каждой конкретной культуры.

В качестве регуляторов роста растений в составе удобрений использовали следующие препараты: Гидрогумат (регулятор роста растений на основе торфа), Феномелан (регулятор роста растений на основе растительного сырья, получен из отходов шелухи гречихи), Эпин (эпибрасинолид).

Исследования по изучению эффективности новых форм комплексных удобрений проводились в полевых опытах в Центральной части Республики Беларусь:

– на дерново-подзолистых легкосуглинистых, развивающихся на мощных лессовидных суглинках почвах (СПК «Щемяслица» Минского района Минской области (зерновые культуры) и экспериментальная база РУП «Институт овощеводства», п. Самохваловичи Минского района Минской области (овощные культуры);

– на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных, подстилаемых с глубины 0,35 м рыхлым песком почвах (КСПУП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области) (картофель).

Площадь делянок в полевых опытах составляла 18–32 м², учетная – 10–24 м², повторность – 4-кратная.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя (0–25 см) дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в опытах с озимыми и яровыми зерновыми культурами (СПК «Щемяслица») была следующая: рН – 5,48–5,60; P₂O₅ – 309–325 мг/кг почвы; K₂O – 150–205; Ca – 1017–1200; Mg – 128–136 мг/кг почвы; содержание гумуса – 2,19–2,21%; с овощными культурами – рН = 5,31–6,19, содержание подвижных форм P₂O₅ – 206–214 и K₂O – 348–455 мг/кг почвы, Ca – 1043–1050, Mg – 142–160 мг/кг почвы, гумуса – 2,30–2,35%; в опытах с картофелем на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве (КСПУП «Экспериментальная база им. Суворова» – рН = 5,39–5,41, содержание подвижных форм P₂O₅ – 280–293 и K₂O – 295–316 мг/кг почвы, Ca – 760–801, Mg – 120–155, содержание гумуса – 2,69–2,71%.

Индекс агрохимической окультуренности почв от 0,76 до 0,97.

Методы исследований: лабораторный, полевой, аналитический.

Закладку и проведение полевых опытов осуществляли в соответствии с методическими указаниями по закладке полевых опытов [10].

Статистическая обработка результатов исследований проводилась с использованием программ дисперсионного анализа на ЭВМ.

Почвенные образцы анализировались по следующим методикам: рН в КCl суспензии – ЦИНАО ГОСТ 26483–85; подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову в модификации ЦИНАО ГОСТ 26207–91; обменные катионы (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺) – ЦИНАО ГОСТ 26487–85; содержание гумуса – ЦИНАО ГОСТ 26213–91 (без отбора корешков).

В растительных образцах (основной и побочной продукции) проводили определение показателей согласно нормативным документам: отбор проб – ГОСТ 18691–83; общий азот, фосфор, калий, кальций, магний – из одной навески после мокрого озоления (смесью серной кислоты и перекиси водорода); азот – ГОСТ 13496.4–93 п. 2 – фотоколориметрическим методом с использованием реакции индофенильной зелени, фосфор – спектрофотометрическим методом, калий – на пламенном фотометре, кальций (ГОСТ 26570–95) и магний (ГОСТ 30502–97) – на атомно-абсорбционном спектрофотометре; сухое вещество – весовым методом; крахмал (в клубнях картофеля) – весовым методом (метод Парова (весы ВП–5) – по удельному весу клубней); нитраты (в клубнях картофеля) – ГОСТ 13496.19–86.

Определение содержания незаменимых аминокислот проводилось на жидкостном хроматографе Agilent 1100 после предварительной подготовки проб методом гидролиза (6 М соляная кислота, 108 °С, 24 часа). Сумма критических аминокислот рассчитывалась по треонину, метионину и лизину.

Содержание и качество клейковины определяли на ИДК–1 в соответствии с требованиями ГОСТ 13586.1–68 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины».

Температура воздуха и осадки в Республике Беларусь по годам исследований показаны в Центральной части республики (по данным, полученным на

2. Плодородие почв и применение удобрений

лизиметрической станции РУП «Институт почвоведения и агрохимии», а также Гидрометцентра (г. Минск). Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по Г.Т. Селянинову.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Метеорологические условия в годы исследований по месяцам и за вегетационный период значительно отличались от среднееголетних, а засушливые или влажные периоды отрицательно сказывались на росте и развитии отдельных сельскохозяйственных культур.

На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при возделывания сельскохозяйственных культур осадки, температура воздуха и гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетационный период (апрель-сентябрь) существенно различались как по месяцам, так и по годам. В 2006 г. выпало осадков 484,7 мм, 2007 г. – 285,7, 2008 г. – 700,4, 2009 г. – 449,6, 2010 г. – 421,2 мм, 2011 г. – 346,5, 2012 г. – 370,7 мм при среднееголетнем – 422,0 мм. ГТК в 2006, 2009, 2010 и 2012 гг. характеризовался как близкий к оптимальному (ГТК = 1,81, 1,67, 1,42 и 1,33), в 2007, 2011 гг. – как слабозасушливый (ГТК = 1,04, 1,20), в 2008 г. – как влажный (ГТК = 2,64) при среднееголетнем ГТК = 1,74.

Гидротермический коэффициент в КСПУП «Экспериментальная база им. Суворова» при возделывании сельскохозяйственных культур (апрель-сентябрь) на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве был следующим: в 2006 г. – влажный (ГТК = 1,81); 2007 и 2010 гг. – слабозасушливый (ГТК = 1,06 и 1,27); 2008, 2011 и 2012 гг. – близкий к оптимальному (ГТК = 1,46, 1,38 и 1,50); 2009 г. – влажный (ГТК = 2,03) при среднееголетнем – 1,75.

В годы исследований сумма температур воздуха за апрель-сентябрь на объектах исследований составляла от 2563,0 до 2971,1 °С и превышала среднееголетнее значение (2428,3 °С).

Эффективность комплексных удобрений с добавками микроэлементов и регуляторов роста растений изучалась при возделывании озимой и яровой пшеницы, картофеля и овощных культур.

Применение комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений с добавками микроэлементов и регулятора роста растений (2008–2010 гг.) на озимой пшенице Саната способствовало получению урожайности зерна в среднем за три года (2008–2010 гг.) на уровне 70,1–72,0 ц/га, при урожайности с внесением комплексных удобрений без добавок – 67,7 и стандартных туков (мочевина, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий) – 66,0 ц/га. Прибавки зерна пшеницы от применения комплексных удобрений с модифицирующими добавками (Cu, Mn) и регулятором роста растений Гидрогумат по сравнению с аналогичным комплексным удобрением без добавок были в пределах: в 2008 г. – от 2,4 до 7,3 ц/га, 2009 г. – 4,1–6,6 и 2010 г. – 2,9–6,8, а в среднем за три года – 3,9–5,8 ц/га. При этом следует отметить, что максимальная прибавка зерна получена при внесении комплексных удобрений, включающих как микроэлементы, так и регулятор роста растений (табл. 1).

Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы по годам исследований было близким и в среднем за 2009–2010 гг., в зависимости от вариантов опыта, составляло от 27,4 до 32,3% и увеличивалось на 1,9–4,9% по сравнению с контрольным вариантом.

Применение комплексных удобрений с модифицирующими добавками повышало содержание клейковины на 1,5–3,0% по сравнению со смесью стандартных туков и на 0,5–2,0% по сравнению с комплексным удобрением без добавок (табл. 2).

Таблица 1

Влияние комплексных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ на урожайность озимой пшеницы Саната на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Урожайность, ц/га							
	2008 г.	+/-, к вар. 3	2009 г.	+/-, к вар. 3	2010 г.	+/-, к вар. 3	среднее	+/-, к вар. 3
1. Контроль без удобрений	47,2	–	39,7	–	36,9	–	41,3	–
2. $N_{25}P_{50}K_{110}^*$ (стандартные) + N_{110}^{**}	85,1	–	67,1	–	45,8	–	66,0	–
3. $N_{25}P_{50}K_{110}$ комплексное без микроэлементов + N_{110}^{**}	85,1	–	66,9	–	46,5	–	67,7	–
4. $N_{25}P_{50}K_{110}$ комплексное с Cu + N_{110}^{**}	91,4	6,3	71,8	4,9	50,0	3,5	71,1	4,9
5. $N_{25}P_{50}K_{110}$ комплексное с Mn + N_{110}^{**}	87,5	2,4	73,5	6,6	49,4	2,9	70,1	3,9
6. $N_{25}P_{50}K_{110}$ комплексное с Cu и Mn + N_{110}^{**}	90,1	5,0	71,0	4,1	53,3	6,8	71,5	5,3
7. $N_{25}P_{50}K_{110}$ комплексное с Cu + Mn и Гидрогумат + N_{110}^{**}	92,4	7,3	71,4	4,5	52,3	5,8	72,0	5,8
НСР ₀₅	5,41	–	4,04	–	3,47	–	2,77	–

Примечание:

1. Основное внесение с осени.
2. ($N_{70M} + N_{20} + N_{20}$) – подкормки азотом.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Таблица 2

Влияние комплексных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ на содержание клейковины в зерне озимой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Содержание клейковины, %			
	2009 г.	2010 г.	сред- нее	± к вар. 1
1. Контроль без удобрений	28,0	26,8	27,4	–
2. $N_{25}P_{50}K_{110}^*$ (стандартные) + N_{110}^{**}	27,9	30,6	29,3	1,9
3. $N_{25}P_{50}K_{110}$ комплексное без микроэлементов + N_{110}^{**}	28,5	32,1	30,3	2,9
4. $N_{25}P_{50}K_{110}$ комплексное с Cu + N_{110}^{**}	30,0	31,5	30,8	3,4
5. $N_{25}P_{50}K_{110}$ комплексное с Mn + N_{110}^{**}	31,3	31,5	31,4	4,0
6. $N_{25}P_{50}K_{110}$ комплексное с Cu и Mn + N_{110}^{**}	32,0	32,5	32,3	4,9
7. $N_{25}P_{50}K_{110}$ комплексное с Cu + Mn и Гидрогумат + N_{110}^{**}	31,6	30,1	30,9	3,5
НСР ₀₅	2,43	2,58	–	–

Примечание:

1. Основное внесение с осени.
2. ($N_{70m} + N_{20} + N_{20}$) – подкормки азотом.

Сумма определяемых незаменимых аминокислот в зерне озимой пшеницы на контрольном варианте составила 30,17 г/кг зерна, в вариантах с удобрениями – 29,94–33,40, соответственно критических – 7,26 и 6,7–8,12 г/кг зерна. Содержание аминокислот изменялось в пределах: треонина от 2,45 до 3,31 г/кг зерна; валина – 5,23–5,75; метионина – 1,92–2,16; фенилаланина – 5,28–5,95; изолейцина – 4,20–4,73; лейцина – 7,59–8,41; лизина – 2,14–3,21 г/кг зерна. Наибольшее содержание незаменимых аминокислот (32,07–33,40 г/кг зерна) и критических (7,78–8,12 г/кг зерна) было в зерне в вариантах при внесении комплексного удобрения с медью и марганцем или комплексного с медью, марганцем и регулятором роста растений при содержании этих кислот в варианте с внесением стандартных туков – 29,94 (незаменимых) и 7,46 (критических) г/кг зерна.

Урожайность зерна яровой пшеницы Рассвет на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве изменялась также по годам и вариантам опыта и составила: в 2006 г. – 44,1–63,8 ц/га; 2007 г. – 41,8–75,7; 2010 г. – 36,3–52,1 ц/га (табл. 3).

Соответственно, прибавки зерна от применения новых форм комплексных удобрений по сравнению с комплексным удобрением без добавок изменялись в пределах: в 2006 г. – 2,1–3,0, 2007 г. – 5,0–7,6 и 2010 г. – 2,4–4,9 ц/га, со стандартными туками: в 2006 г. – от 4,9 до 7,9 ц/га; 2007 г. – 5,7–8,3 и 2010 г. – 3,6–6,1 ц/га, а в среднем за три года – от 3,5 до 4,6 ц/га.

Влияние комплексных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ на урожайность зерна яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Вариант	Урожайность, ц/га							
	2006 г.	±, к вар. 3	2007 г.	±, к вар. 3	2010 г.	±, к вар. 3	сред- нее	±, к вар. 3
1. Контроль без удобрений	44,1	–	41,8	–	36,3	–	40,7	–
2. N ₉₀ P ₅₅ K ₁₂₀ (смесь стандартных удобрений)	55,9	–	67,4	–	46,0	–	56,4	–
3. N ₉₀ P ₅₅ K ₁₂₀ комплексное без микроэлементов	60,8	–	68,1	–	47,2	–	58,7	–
4. N ₉₀ P ₅₅ K ₁₂₀ комплексное с Cu	63,8	3,0	73,1	5,0	49,6	2,4	62,2	3,5
5. N ₉₀ P ₅₅ K ₁₂₀ комплексное с Cu и регулятором роста растений Гидрогумат	62,9	2,1	73,7	5,6	52,1	4,9	62,2	4,2
6. N ₉₀ P ₅₅ K ₁₂₀ комплексное с Cu и Mn	62,9	2,1	75,7	7,6	51,4	4,2	63,3	4,6
NCP ₀₅	5,7	–	5,5	–	3,7	–	2,9	–

Содержание аминокислот в зерне яровой пшеницы Рассвет зависело в большей степени от года исследований, чем от форм применяемых удобрений (табл. 4).

Содержание незаменимых аминокислот в зерне яровой пшеницы распределялось следующим образом: треонина – от 2,59 до 3,78 г/кг; валина – 5,19–6,52; метионина – 1,23–2,03; фенилаланина – 4,84–6,21; изолейцина – 4,34–5,64; лейцина – 7,64–9,72 и лизина – 3,40–4,69 г/кг зерна. Сумма незаменимых аминокислот находилась в пределах от 29,23 до 38,40 г/кг, критических – 7,22–10,47 г/кг зерна в зависимости от вариантов опыта. Наибольшее содержание суммы незаменимых (38,40 г/кг) и критических (10,47 г/кг) аминокислот в зерне было при внесении комплексного удобрения NPK с Cu и Mn в дозе N₉₀P₅₅K₁₂₀. Комплексные удобрения с модифицирующими добавками способствовали увеличению содержания незаменимых аминокислот на 4,39–5,31 и критических – на 0,74–1,67 г/кг зерна по сравнению со смесью стандартных туков и на 0,23–1,15 и

2. Плодородие почв и применение удобрений

0,06–0,99 г/кг зерна по сравнению с комплексным удобрением без добавок, что обеспечивало улучшение качества зерна (табл. 4).

Аналогичные закономерности отмечались и при использовании комплексных удобрений с микроэлементами и регуляторами роста растений при возделывании других яровых культур: наблюдалось увеличение урожайности зерна ячменя на 1,7–4,3 ц/га, овса – на 1,8–4,2, ярового тритикале – на 2,8–3,7 ц/га при одновременном улучшении качества зерна за счет повышения содержания белка в зерне на 0,2–0,7%, незаменимых аминокислот – на 1,4–3,3 г/кг зерна, критических – на 0,21–0,62 г/кг зерна.

Применение комплексных удобрений с модифицирующими добавками (NPK с B, S и Cu; NPK с B, Cu, Mn и NPK с B, S, Cu и регулятором роста растений Феномелан, полученного из шелухи гречихи) при возделывании картофеля Криница и Бриз в дозе $N_{90}P_{55}K_{118}$ обеспечило на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве увеличение урожайности клубней картофеля в среднем на 26–48 ц/га, при окупаемости 1 кг д.в. NPK – на 9,9–18,2 кг клубней, или на 3,0–5,5 к.ед. выше по сравнению с базовым вариантом (внесением стандартных туков с дополнительными некорневыми подкормками микроэлементами (борной кислотой, сульфатом меди и сульфатом марганца) по вегетирующим растениям картофеля). Отмечена тенденция увеличения крахмала (на 0,1–0,2%), товарности клубней (на 0,9–1,9%), снижения содержания нитратов (на 16,8–20,0%). Содержание нитратов было более низким в варианте с NPK с B, S и регулятором роста растений Феномелан (табл. 5).

При возделывании овощных культур (морковь, столовая свекла, капуста) в условиях 2005–2007 г. на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах высокого уровня плодородия наиболее высокие показатели урожайности с хорошим качеством продукции получены при применении комплексных удобрений с добавками микроэлементов и регулятора роста растений (табл. 6).

Применение под морковь Лявоніха комплексных азотно-фосфорно-калийных хлорсодержащих удобрений (NPK с S; B, Cu) обеспечило урожайность в среднем за три года на уровне 456–500 ц/га, бесхлорных NPK с Mg, S; B, Cu и NPK с Mg, S; B, Cu и регулятором роста растений Эпин – 474–502 ц/га (в зависимости от доз и форм удобрений) при урожайности на смеси стандартных туков – 443 и 468 ц/га. Оптимальная доза комплексных хлорсодержащих удобрений под морковь была $N_{70}P_{61}K_{97}$ и бесхлорных – $N_{70}P_{38}K_{81}$ кг/га д.в., обеспечившая повышение урожайности корнеплодов моркови на 57 и 21–34 ц/га, сухого вещества – на 4,5–6,5 и 5,1–6,9 ц/га по сравнению со смесью односторонних удобрений, с выходом стандартной продукции 81,5–84,5%.

При применении под столовую свеклу Прыгажуна комплексных азотно-фосфорно-калийных хлорсодержащих удобрений (NPK с B, Na_2O , Mn, S) урожайность была на уровне 443–490 ц/га, бесхлорных (NPK с Mg, S, B, Mn, Fe и NPK с Mg, S, B, Mn, Fe, регулятор роста растений Эпин) – 434–501 ц/га, смеси стандартных удобрений – 438 и 433 ц/га. Под столовую свеклу оптимальной дозой в среднем за три года оказалась $N_{90}P_{78}K_{125}$ (NPK хлорсодержащее) и $N_{90}P_{49}K_{113}$ (NPK бесхлорное), обеспечившая повышение урожайности корнеплодов на 52 и 57–68 ц/га, сухого вещества – на 4,1–7,2 ц/га по сравнению со смесью односторонних удобрений, с выходом стандартной продукции 75,4–81,6%.

Таблица 4

Влияние комплексных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ на аминокислотный состав зерна яровой пшеницы Рассвет на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, г/кг зерна

Вариант	Треонин	Валин	Метионин	Фенилаланин	Изолейцин	Лейцин	Лизин	Сумма аминокислот	
								незаменимых	критических
1. Контроль без удобрений	2,59	5,19	1,23	4,84	4,34	7,64	3,40	29,23	7,22
2. N ₉₀ ^F K ₁₂₀ (смесь стандартных удобрений)	3,19	5,69	1,79	5,38	4,87	8,35	3,82	33,09	8,80
3. N ₉₀ ^F K ₁₂₀ комплексное без микроэлементов	3,50	6,46	2,00	6,19	5,60	9,52	3,98	37,25	9,48
4. N ₉₀ ^F K ₁₂₀ комплексное с Cu	3,67	6,52	2,03	6,20	5,64	9,58	3,84	37,48	9,54
5. N ₉₀ ^F K ₁₂₀ комплексное с Cu и регуляторам роста растений Гидрогумат	3,73	6,46	2,01	6,18	5,61	9,65	4,20	37,84	9,94
6. N ₉₀ ^F K ₁₂₀ комплексное с Cu и Mn	3,78	6,40	2,00	6,21	5,60	9,72	4,69	38,40	10,47
НСР ₀₅	0,224	0,390	0,131	0,432	0,373	0,688	0,287	—	—

2. Плодородие почв и применение удобрений

Таблица 5

Влияние комплексных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ на урожайность картофеля Бриз на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве

Вариант	Урожайность, ц/га						
	2008 г.	2009 г.	среднее	+, к вар. 2	Показатели (среднее за два года)		
					крахмал, %	нитраты, мг/кг сырого вещества	товарные клубни, %
1. Контроль (60 т/га органических удобрений) – фон	289	345	317	–	13,8	95	75,7
2. Фон + N ₉₀ P ₅₅ K ₁₁₈ смесь стандартных удобрений* + некорневая подкормка в фазу бутонизации (В, Cu, Mn)** – базовый вариант	388	420	404	–	14,1	155	83,6
3. Фон + N ₉₀ P ₅₅ K ₁₁₈ комплексное с В, S и Cu	416	444	430	26	14,2	129	85,5
4. Фон + N ₉₀ P ₅₅ K ₁₁₈ комплексное с В, Cu, Mn	422	471	447	43	14,2	127	84,9
5. Фон + N ₉₀ P ₅₅ K ₁₁₈ комплексное с В, S, Cu и регулятором роста растений Феномелан	427	476	452	48	14,3	124	84,5
НСР ₀₅	10,7	21,3	16,8	–	0,29	21,6	2,79

Примечание:

1. Смесь стандартных удобрений (сульфат аммония, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий).

2. Микроэлементы вносились в некорневую подкормку перед смыканием ботвы картофеля по 50 г/га д.в. каждого микроэлемента.

Таблица 6
Эффективность новых форм и доз комплексных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ при возделывании овощных культур, 2005–2007 гг.

Вариант	Урожайность, ц/га											
	морковь			столовая свекла			капуста			сред- нее		
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	сред- нее	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2005 г.	2006 г.		2007 г.	
Общая												
1. Контроль без удобрений	256	440	374	357	235	387	302	308	686	684	648	673
2. N ₇₀ P ₆₁ K ₉₇ (смесь удобрений – карбамид, аммонийзирванный суперфосфат, хлористый калий) – базовый вариант	452	453	425	443	473	491	350	438	827	851	719	799
Комплексное азотно-фосфорно-калийное хлорсодержащее с микроэлементами												
3. N ₄₀ P ₃₅ K ₅₅ комплексное с S; B; Cu	450	489	465	468	404	541	383	443	861	909	788	853
4. N ₇₀ P ₆₁ K ₉₇ комплексное с S; B; Cu	512	521	467	500	429	589	430	483	845	986	866	899
5. N ₉₀ P ₇₈ K ₁₂₅ комплексное с S; B; Cu	487	452	428	456	484	533	453	490	835	868	810	838
Комплексное азотно-фосфорно-калийное (бесхлорное) с микроэлементами												
6. N ₇₀ P ₃₈ K ₆₁ (смесь удобрений – карбамид, аммонизированный суперфосфат, сульфат калия) – базовый вариант	–	487	449	468*	–	461	406	433*	–	853	731	792*

Окончание табл. 6

Вариант	Урожайность, ц/га											
	морковь				столовая свекла				капуста			
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	сред- нее	2005 г.	2006 г.	2007 г.	сред- нее	2005 г.	2006 г.	2007 г.	сред- нее
7. N ₄₀ P ₂₂ K ₄₆ комплексное с Mg, S; B, Cu	–	495	468	481*	–	475	393	434*	–	886	699	792*
8. N ₇₀ P ₃₈ K ₈₁ комплексное с Mg, S; B, Cu	476	493	497	489	483	557	431	490	810	985	786	860
9. N ₉₀ P ₄₈ K ₁₀₄ комплексное с Mg, S; B, Cu	449	490	483	474	450	580	415	482	802	852	853	835
10. N ₇₀ P ₃₈ K ₈₁ комплексное с Mg, S; B, Cu и регулятором роста растений Эпин	496	489	522	502	537	541	426	501	822	920	791	844
НСР ₀₅	64,6	46,5	29,0	46,7								–

Примечание: В таблице приведены средние дозы удобрений за три года под морковь; под столовую свеклу – дозы хлорсодержащих удобрений – N₆₀ P₇₈ K₂₅, N₁₂₀ P₁₀₃ K₁₆₇, N₉₀ P₇₈ K₁₂₅, N₁₂₀ P₁₀₃ K₁₆₇, N₉₀ P₇₈ K₁₂₅, N₁₂₀ P₁₀₃ K₁₆₇, N₉₀ P₇₈ K₁₂₅, N₁₂₀ P₁₀₃ K₁₆₇; под капусту – хлорсодержащих – N₇₀ P₅₉ K₉₆, N₁₀₀ P₈₅ K₁₃₇, N₁₃₀ P₁₁₁ K₁₇₉, N₉₀ P₇₈ K₁₂₅, N₁₂₀ P₁₀₃ K₁₆₇, N₉₀ P₇₈ K₁₂₅, N₁₂₀ P₁₀₃ K₁₆₇; * – среднее за два года.

Применение под капусту Мара комплексных азотно-фосфорно-калийных хлорсодержащих удобрений NPK с S, B, Zn, Mo, Fe обеспечило урожайность на уровне 838–899 ц/га, бесхлорных NPK с Mg, S, B, Zn, Mo, Co, Fe – 792–860 ц/га, смеси стандартных удобрений – 799 и 792 ц/га. Лучшей дозой комплексных хлорсодержащих удобрений под капусту была $N_{100}P_{85}K_{137}$ и бесхлорных – $N_{100}P_{54}K_{125}$, при их внесении урожайность кочанов увеличивалась на 100 и 52–68 ц/га, сухого вещества – на 6,3–18,1 ц/га по сравнению со смесью односторонних туков, с выходом стандартной продукции – 81,7–87,2%.

Включение регулятора роста растений Эпин в состав комплексных бесхлорных удобрений с добавками микроэлементов способствовало увеличению урожайности корнеплодов моркови на 13 ц/га и столовой свеклы – на 11 ц/га при снижении нитратов в продукции исследуемых культур на 11–20%.

ВЫВОДЫ

1. Применение комплексных удобрений с модифицирующими добавками (микроэлементами и регуляторами роста растений) в технологии возделывания озимых и яровых зерновых, картофеля и овощных культур обеспечивает по сравнению с аналогичными комплексными удобрениями без добавок, а также стандартными туками увеличение их продуктивности и улучшение качества продукции.

2. При применении *под озимую пшеницу* комплексных удобрений с добавками (Cu и Mn; Cu, Mn и регулятор роста растений Гидрогумат) наблюдалось повышение урожайности зерна в среднем на 3,9–5,8 ц/га, улучшение показателей его качества за счет увеличения содержания клейковины на 0,6–3,3%, суммы незаменимых аминокислот – на 2,13–3,46, критических – на 0,32–0,66 г/кг зерна.

3. Внесение комплексных удобрений с добавками (Cu и Mn; Cu, Mn и регулятор роста растений Гидрогумат) *под яровые зерновые культуры* обеспечило увеличение урожайности зерна яровой пшеницы на 3,5–4,6 ц/га, ячменя – на 1,7–4,3, ярового тритикале – на 2,8–3,7, овса – на 1,8–4,2 ц/га при повышении содержания белка в зерне на 0,2–0,7%, суммы критических аминокислот – на 0,06–1,67, незаменимых – на 1,40–5,31 г/кг зерна.

4. При внесении *под картофель* комплексных удобрений с добавками (B, S и Cu; B, Cu, Mn и B, S, Cu и регулятор роста растений Феномелан) урожайность клубней картофеля увеличивалась на 26–48 ц/га при одновременном улучшении качества клубней за счет повышения крахмала (на 0,1–0,2%), товарности клубней (на 0,9–1,9%) и снижения содержания нитратов – на 24–31 мг/кг клубней, или на 16,8–20,0%.

5. Применение комплексных удобрений с добавками микроэлементов или микроэлементов и регулятора роста растений Эпин в эквивалентных дозах со стандартными туками *под овощные культуры* обеспечило: от комплексных хлорсодержащих удобрений – увеличение урожайности корнеплодов моркови на 57 ц/га, столовой свеклы – на 45, капусты – на 100 ц/га; от комплексных бесхлорных удобрений – корнеплодов моркови – на 21–34 ц/га, столовой свеклы – на 57–68 ц/га, капусты – на 52–68 ц/га при снижении уровня накопления нитратов в продукции на 11–20%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калиниченко, В.Г. Эффективность комплексных удобрений на землях Черноземья / В.Г. Калиниченко. – Ленинград: Колос. Ленингр. отдел., 1984. – 88 с.
2. Комплексные удобрения: справочное пособие / В.Г. Минеев [и др.]; под общ. ред. В.Г. Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 252 с.
3. Katalogas KEMIRA UAB KEMIRA AGRO VILNIUS, 98. – pavasaris 99. – 113 с.
4. Hidnett, T.P. Liquid fertilizer technology and economics in the USA / T.P. Hidnett // Phosph. Agric. – 1968. – Vol. 22, № 51.
5. Янишевский, Ф.В. Агрохимия жидких комплексных удобрений / Ф.В. Янишевский. – М.: Наука, 1978. – 208 с.
6. Информационный меморандум ЗАО «УКАГРО НПК» // ЗАО «УКАГРО НПК» [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.intermag.com.ua/pages/98>. – Дата доступа: 10.09.2010.
7. Новая технология. Новые удобрения. Новое качество: каталог ARVI. – 2001.
8. Жидкие удобрения для внекорневой подкормки сельскохозяйственных культур: рекл. проспект. – 2004 г.
9. Пироговская, Г.В. Медленнодействующие удобрения / Г.В. Пироговская; НИИ почвоведения и агрохимии. – Минск, 2000. – 287 с.
10. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS WITH ADDITIVES OF MICROELEMENTS AND PLANT GROWTH REGULATORS ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF AGRICULTURAL CROPS PRODUCTION

H.V. Pirahouskaya

Summary

There was studied the application of new forms of complex fertilizers (NPK) with modifying additives, and also complex fertilizers without additives or mixtures of standard mineral fertilizers (carbamide, ammoniated superphosphate, potassium chloride) for winter and summer cereal crops, potato and vegetable crops (carrots, table beet, cabbage). The research was realized on sod-podzolic light loamy and sod-podzolic loose sandy loam soils. Research results proved that the analyzed complex fertilizers with additives of microelements provided crop yield increase, improvement of grain quality, increase of protein and crude protein content, improvement of tuber quality, increase dry matter yield, and reducing of nitrate accumulation.

Поступила 05.11.13