

КОМПЛЕКСНЫЕ УДОБРЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Г.В. Пироговская, О.И. Исаева, С.С. Хмелевский, В.И. Сороко

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

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур разностороннего использования, в некотором роде универсальная культура. Он является как кормовой культурой, так и сырьем для промышленности, возделывается повсеместно, во всех областях республики. Клубни картофеля в зависимости от сорта содержат 15–35% сухого вещества, 17–29 % крахмала, 1–2 % белка. Ценность картофеля в том, что он содержит все 8 незаменимых для человека и животных аминокислот [1–3].

Посевные площади картофеля в Республике Беларусь в 2011 г. составляли 344,7 тыс. гектар (6 % от всех посевных площадей в стране), 2012 г. – 335,2 (5,8 %), 2013 г. – 308,6 (5,4 %), 2014 г. – 310,4 (5,3 %), 2015 г. – 313,8 (5,3 %), 2016 г. – 294,6 тыс. гектар (5 %). Беларусь входит в восьмерку основных производителей картофеля (валовый сбор 872,1 тыс. т) и постоянно находится в списке лидеров по производству картофеля на душу населения (700–1000 кг) [3].

Картофель дает хорошие урожаи на разных по генезису и гранулометрическому составу почвах (средняя урожайность 203 ц/га), однако он требователен к наличию питательных веществ в доступной форме для растений. Культура отличается высокой продуктивностью и способностью потреблять и накапливать большое количество питательных элементов [4].

Важным фактором повышения урожайности клубней картофеля и улучшения его качественных показателей является применение органических и минеральных удобрений. В последнее время наряду со стандартными минеральными удобрениями в технологии возделывания картофеля применяются комплексные удобрения без добавок и с добавками микроэлементов, а также проводятся некорневые подкормки микроэлементами или удобрениями жидкими комплексными с хелатными формами микроэлементов по вегетирующим растениям.

Внесение комплексных удобрений – новый этап в использовании минеральных удобрений, обеспечивающие при правильной системе их применения более продуктивное усвоение растениями питательных элементов. Ряд ученых проводили исследования по влиянию комплексных удобрений на урожайность и качество сельскохозяйственных культур [5–9].

Цель исследований состояла в изучении влияния новых форм и доз комплексных удобрений с различным сочетанием микроэлементов на урожайность и качество картофеля при возделывании его в лизиметрическом и полевых опытах на дерново-подзолистых легкосуглинистых, связно- и рыхлосупесчаных почвах Республики Беларусь (2013–2014 гг.).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в лизиметрическом опыте (г. Минск, лизиметрическая станция) в 2013 г. на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава (легкосуглинистой, связно- и рыхлосупесчаной). Агрохимические показатели пахотного слоя в начале звена севооборота (люпин узколистный – кукуруза – картофель) в лизиметрическом опыте приведены в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимические показатели пахотного слоя дерново-подзолистых почв (лизиметрический опыт, осень 2010 г.)

Почвы	рН	Гумус, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
			мг/кг			
Дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке	6,0	2,3	459	300	963	228
Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте	6,1	3,0	322	238	949	192
Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на супеси рыхлой, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком	5,9	2,3	348	215	536	164

Исследования в полевых опытах проводили в 2013–2014 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой, развивающейся на легком лессовидном суглинке почве в ОАО «Гастелловское» Минского района и на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,35 м рыхлым песком в ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района Минской области.

Агрохимические характеристики пахотного слоя *дерново-подзолистой легкосуглинистой* почвы (0–25 см) в полевом опыте: $pH_{KCl} - 5,89$, $P_2O_5 - 579$ мг/кг почвы, $K_2O - 373$, $Ca - 1482$, $Mg - 117$, $N-NO_3 - 19,6$ мг/кг почвы, содержание гумуса – 2,46 %; *дерново-подзолистой рыхлосупесчаной* почвы: $pH_{KCl} - 5,39$, $P_2O_5 - 293$ мг/кг почвы, $K_2O - 295$, $Ca - 593$, $Mg - 51$ мг/кг почвы, содержание гумуса – 2,69 % . Данные агрохимических показателей свидетельствуют, что в целом дерново-подзолистые почвы пригодны для возделывания картофеля.

Повторность вариантов в полевых опытах – 4-кратная, в лизиметрическом – 2-кратная, на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве общая площадь делянки составляла 27 м², учетная – 16,8 м², на рыхлосупесчаной – 18 м² и 10,4 м², площадь лизиметра – 3,14 м². Предшественником для картофеля кукуруза, под которую вносили органические удобрения (подстилочный навоз) с осени – фоном в дозе 60 т/га.

Схема лизиметрического опыта включала: контрольный вариант без внесения минеральных и органических удобрений, вариант с применением стандартных удобрений в дозе $N_{90}P_{68}K_{135}$ (базовый вариант), варианты с комплексным удобрением без микроэлементов в дозе $N_{90}P_{68}K_{135}$ (марка 16-12-24), а также варианты с $N_{90}P_{68}K_{135}$ и $N_{120}P_{90}K_{180}$ с S(5,0 %), B(0,05 %), Cu(0,03 %), Mn(0,04 %), (содержание добавок в % от массы удобрения). В базовом варианте вносили минеральные удобрения в виде стандартных – аммонизированный суперфосфат, карбамид, хлористый калий. Органические удобрения вносились фоном под предшествующую культуру – кукурузу (60 т/га подстилочного навоза).

В полевых опытах изучали новые формы комплексных удобрений с различным сочетанием микроэлементов, в том числе: на легкосуглинистой почве – NPK с S(5,0 %); NPK с S(5,0 %) и B(0,15 %); NPK с S(5,0 %), B(0,15 %), Cu(0,15 %); NPK с S(5,0 %), B(0,15 %), Cu(0,15 %) и регулятором роста растений Гидрогумат; NPK с S(5,0 %), B(0,15 %), Cu(0,15 %), Mn(0,10 %); NPK с S(5,0 %), B(0,15 %), Cu(0,15 %), Mn(0,10 %) и регулятором роста растений Гидрогумат и комплексные удобрения без добавок в дозах $N_{90}P_{68}K_{135}$ и $N_{120}P_{90}K_{180}$ на фоне 60 т/га органических удобрений (подстилочный навоз); на рыхлосупесчаной почве – NPK с S(5,0 %), B(0,15 %), Cu(0,15 %) и регулятором роста растений Гидрогумат при минеральной и органо-минеральной (60 т/га, подстилочный навоз) системах удобрения.

Новые формы комплексных удобрений внесены в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» [10]. Схемы полевых опытов представлены в таблицах по тексту.

Объектом исследований являлся картофель Скарб, сорт включен в Государственный реестр с 1997 г., заявитель РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Посадка картофеля в лизиметрическом опыте (25 шт./лиз.) проведена 18 мая 2013 г., в полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в 2013 г. – 21 мая, в 2014 г. – 25 мая, на рыхлосупесчаной почве в 2013 г. – 18 мая, в 2014 г. – 24 апреля.

Анализ почвенных и растительных образцов проводился в соответствии с общепринятыми методиками и ГОСТ.

В почвенных образцах, отобранных перед закладкой опытов определяли следующие показатели: pH_{KCl} – потенциометрическим методом ГОСТ 26483-85; подвижные формы фосфора и калия определяли в 0,2 моль/л вытяжке HCl – по

методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-91) с последующим определением фосфора на фотоэлектроколориметре, калия – на пламенном фотометре; обменные катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} – по К.К. Гедройцу (ГОСТ 26487-85); содержание гумуса – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91).

В растительных образцах определяли азот, фосфор, калий, кальций, магний после мокрого озоления (смесью серной кислоты и перекиси водорода) согласно следующим ГОСТ: азот – ГОСТ 13496.4-93, фосфор – ГОСТ 28902-91, калий – ГОСТ 30504-97, кальций – ГОСТ 26570-95, магний – ГОСТ 30502-97; содержание микроэлементов проводили методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии: Mn (ГОСТ 27995-88, Co, Zn (ГОСТ 27996-88), Cu (ГОСТ 27995-88); определение В осуществлялось согласно ГОСТ 50688-94; сухое вещество – весовым методом (ГОСТ 27548-97); содержание незаменимых аминокислот в гидролизатах белка с использованием ВЭЖХ; содержание нитратов – ионометрический экспресс метод (ГОСТ 13496.19-86) и содержание крахмала – на весах типа ВП-5.

Результаты исследований обрабатывались статистически по Б.А. Доспехову с использованием соответствующих программ дисперсионного анализа на ПЭВМ [11].

Метеорологические показатели в ОАО «Гастелловское» Минского района, ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденского района Минской области в 2013-2014 гг. приведены по данным наблюдений Гидрометцентра и лизиметрической станции г. Минска. Гидротермический коэффициент (ГТК) определялся по формуле Г.Т. Селянинова: $\text{ГТК} = \Sigma X / \Sigma T \cdot 10$, где ΣX – сумма атмосферных осадков за период; ΣT – сумма положительных температур воздуха за тот же период [12].

Известно, что одним из определяющих факторов эффективности минеральных удобрений является метеорологические условия возделывания сельскохозяйственных культур. Установлено, что в засушливые годы эффективность НРК удобрений может снижаться в среднем на 36 %, а во влажные возрасти до 52 % по сравнению с годами с оптимальными метеорологическими условиями [13].

Для оценки условий увлажнения применяется показатель увлажнения – гидротермический коэффициент (ГТК), при расчете которого учитываются количество выпавших атмосферных осадков и сумма положительных температур $>5-10$ °С. Если ГТК больше 1,6, то год считается влажный, от 1,6–1,3 – оптимальный, от 1,3 до 1,0 – слабозасушливый, от 1,0 до 0,7 – засушливый, от 0,7 до 0,4 – очень засушливый, от 0,4 до 0,2 – сухой, от 0,2 и меньше – очень сухой [14].

Метеорологические условия вегетационного периода возделывания картофеля в условиях 2013–2014 гг. приведены в таблице 2. За период проведения исследований количество атмосферных осадков различалось по годам, месяцам, в зависимости от места их выпадения, что сказывалось на урожайности и качестве картофеля.

Метеорологические условия 2013 г. при возделывании картофеля Скарб на лизиметрической станции РУП «Институт почвоведения и агрохимии» и ОАО «Гастелловское» были следующие: атмосферные осадки за апрель–сентябрь составили – 288,4 мм, сумма температур – 2713,7 °С, ГТК = 1,1, соответственно в 2014 г. – 477,5, 2580,1 и 1,9, при среднемноголетнем значении за этот период – 420 мм, сумме температур – 2440,7 °С, ГТК = 1,7. В целом, условия увлажнения в ОАО «Гастелловское» и на лизиметрической станции в 2013 г. характеризо-

вались как слабозасушливые, при этом во время активного нарастания вегетативной массы картофеля в период с апреля по июнь – оптимальные, тогда как формирование клубней проходило в засушливых (июль) и очень засушливых условиях (август). В 2014 г. вегетационный период возделывания картофеля характеризовался как влажный, ГТК составил 1,9 и был близок к среднемуголетнему значению (ГТК = 1,7).

В ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» при возделывании картофеля Скарб в 2013–2014 гг. на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве различались: 2013 г. был оптимальный (ГТК = 1,4), с обильным выпадением атмосферных осадков в мае и июле и незначительным их количеством в августе. 2014 г. был слабозасушливый (ГТК = 1,0): условия увлажнения апреля, июня и июля изменялись от слабозасушливых (ГТК = 0,9–1,0) до очень засушливых (ГТК = 0,4), в то время как май и август были влажные (ГТК ≥ 2).

Таблица 2

**Метеорологические условия вегетационного периода
возделывания картофеля, 2013–2014 гг. (лизиметрическая станция,
г. Минск и ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского»)**

Год	Показатели	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Сумма
<i>Лизиметрическая станция г. Минск, ОАО «Гастелловское» Минский район</i>								
2013 г.	Осадки, мм	16,9	75,3	92,5	42,2	23,7	37,8	288,4
	t °С	6,8	16,8	19,0	18,5	18,3	11,8	15,2
	Сумма t °С > 10	129,4	521,1	569,5	574,2	565,5	354,0	2713,7
	ГТК	2,8	1,5	1,7	1,6	1,6	1,7	1,1
2014 г.	Осадки, мм	13,7	83,4	113,7	74,3	166,8	25,6	477,5
	t °С	8,3	14,3	14,5	20,3	18,5	11,6	14,6
	Сумма t °С > 10	249,0	443,3	435,0	629,3	573,5	250,0	2580,1
	ГТК	0,6	1,9	2,6	1,2	2,9	1,0	1,9
Средне- много- летнее	Осадки, мм	46	61	82	90	81	60	420
	t °С	5,5	12,7	16,0	17,7	16,3	11,6	13,3
	Сумма t °С > 10	165	393,7	480	548,7	505,3	348	2440,7
	ГТК	2,8	1,6	1,7	1,6	1,6	1,7	1,7
<i>ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденский район Минская область</i>								
2013 г.	Осадки, мм	26,5	106,9	52,7	82,8	20,0	53,4	342,3
	t °С	7,4	17,4	18,8	18,0	17,8	11,4	15,1
	Сумма t °С > 10	221,3	540,1	564,1	556,6	550,8	342,0	2433,5
	ГТК	1,2	2,0	0,9	1,5	0,4	1,6	1,4
2014 г.	Осадки, мм	22,7	97,9	44,0	26,7	116,5	7,5	268,0
	t °С	8,3	14,3	14,5	20,3	18,5	13,8	13,8
	Сумма t °С > 10	248,8	442,3	435,5	628,8	573,8	248,5	2577,7
	ГТК	0,9	2,2	1,0	0,4	2,0	0,3	1,0
Средне- много- летнее	Осадки, мм	48,0	61,0	81,0	90,0	83,0	59,0	422,0
	t °С	5,3	12,4	16,1	17,6	16,3	11,7	13,1
	Сумма t °С > 10	159,0	384,4	483,0	545,6	505,3	351,0	2428,3
	ГТК	3,0	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Урожайность клубней картофеля в лизиметрическом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в контрольном варианте составила 249 ц/га, в варианте со стандартными удобрениями – 443, при внесении комплексных удобрений без микроэлементов (марка NPK 16-12-24 в дозе $N_{90}P_{68}K_{135}$ – 468, в варианте с применением комплексных NPK с добавками S, B, Cu, Mn при дозах внесения $N_{90}P_{68}K_{135}$ и $N_{120}P_{90}K_{180}$ – 521 и 642 ц/га, соответственно на связносупесчаной – 276, 501, 490 и 536 ц/га, на рыхлосупесчаной почве – 204, 455, 449, 495 и 529 ц/га. Максимальная урожайность (642 ц/га) клубней картофеля получена на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в варианте с использованием комплексного удобрения с модифицирующими добавками микроэлементов при дозе $N_{120}P_{90}K_{180}$. Прибавка от применения комплексных удобрений с добавками S, B, Cu, Mn в дозе $N_{90}P_{68}K_{135}$ в зависимости от гранулометрического состава дерново-подзолистых почв, находилась в пределах от 46 до 53 ц/га. Продуктивность картофеля Скарб в условиях 2013 г. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве составила: на контрольном варианте – 74,4 ц/га к.ед., в вариантах с применением стандартных и комплексных удобрений без микроэлементов – 132,9–140,4, в вариантах с применением комплексных удобрений модифицированных микроэлементами – 156,3–192,6 ц/га к.ед.; на связносупесчаной почве – 82,3 ц/га к.ед., 147,0–150,3, и 160,8 ц/га к.ед.; на рыхлосупесчаной почве продуктивность клубней картофеля изменялась от 61,2 ц/га к.ед. (контроль) до 158,7 ц/га к.ед. (комплексные удобрения с микроэлементами в дозе $N_{120}P_{90}K_{180}$) (табл. 3).

Таблица 3

Влияние разных форм и доз минеральных удобрений на урожайность и качество картофеля Скарб на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава, (лизиметрический опыт), 2013 г.

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к NPK без добавок	Содержание нитратов, мг/кг сырого вещества клубней	Содержание крахмала, %	Продуктивность, ц/га к.ед.
<i>Дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке почва</i>					
Контроль без удобрений	249	–	29,6	15,6	74,4
$N_{90}P_{68}K_{135}$ (стандартные)	443	–	80,5	14,7	132,9
$N_{90}P_{68}K_{135}$ (комплексное)	468	–	37,7	15,2	140,4
$N_{90}P_{68}K_{135}S_{4,5}B_{0,05}Cu_{0,03}Mn_{0,04}$	521	53	30,4	14,2	156,3
$N_{120}P_{90}K_{180}S_{6,0}B_{0,06}Cu_{0,04}Mn_{0,05}$	642	174	36,4	13,4	192,6
HCP ₀₅	37,5	–	–	1,2	15,3
<i>Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте почва</i>					
Контроль без удобрений	276	–	27,6	14,6	82,3
$N_{90}P_{68}K_{135}$ (стандартные)	501	–	30,6	13,3	150,3
$N_{90}P_{68}K_{135}$ (комплексное)	490	–	43,2	13,9	147,0
$N_{90}P_{68}K_{135}S_{4,5}B_{0,05}Cu_{0,03}Mn_{0,04}$	536	46	34,3	13,8	160,8
HCP ₀₅	35,1	–	–	1,1	14,9

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к НРК без добавок	Содержание нитратов, мг/кг сырого вещества клубней	Содержание крахмала, %	Продуктивность, ц/га к.ед.
<i>Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком почва</i>					
Контроль без удобрений	204	–	29,2	14,7	61,2
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (стандартные)	455	–	35,1	13,6	136,5
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (комплексное)	449	–	40,3	14,0	134,7
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ S _{4,5} B _{0,05} Cu _{0,03} Mn _{0,04}	495	46	36,9	13,5	148,5
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ S _{6,0} B _{0,06} Cu _{0,04} Mn _{0,05}	529	80	36,9	13,5	158,7
НСП ₀₅	34,5	–	3,2	1,1	14,1

Качество клубней картофеля оценивалось по содержанию в них нитратов и крахмала. Содержание нитратов в клубнях изменялось по вариантам опыта от 27,6 до 80,5 мг/кг сырого вещества, все значения не ли предельно допустимую концентрацию (ПДК – 250 мг/кг). Содержание крахмала в клубнях на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава в условиях 2013 г. находилось на уровне от 13,3 до 15,6 %, что соответствует значениям характерным для данного сорта [15, 16].

В клубнях картофеля определялось содержание основных элементов питания и микроэлементов. Установлено, что содержание азота в клубнях изменялось по вариантам опыта в зависимости от форм и доз применяемых минеральных удобрений. При возделывании картофеля на легкосуглинистой почве содержание азота в контрольном варианте составило 1,26 %, в вариантах с применением стандартных удобрений – 1,16 %, с комплексным удобрением без микроэлементов – 1,52 %, с комплексным удобрением с добавками микроэлементов – 1,30–1,40 %. На связносупесчаной почве эти показатели были следующими – 1,05 %, 1,54, 1,36, 1,19 %; на рыхлосупесчаной почве содержание азота находилось в пределах от 1,23 % (контроль) до 1,61 % (вариант с повышенной дозой комплексного удобрения с микроэлементами).

Содержание фосфора в клубнях картофеля было в пределах 0,54–0,59 %, кальция – 0,02–0,03 %, магния – 0,05–0,08 %. Содержание калия в клубнях в контрольных вариантах составляло 2,83–2,96 %, в вариантах с применением стандартных удобрений – 2,97–3,27 %, с внесением комплексных удобрений без добавок – 3,12–3,30 %, с комплексным удобрением модифицированным микроэлементами в дозах N₉₀P₆₈K₁₃₅ и N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ – 3,05–3,49 % (табл. 4).

В литературных источниках имеются сведения по содержанию некоторых микроэлементов в клубнях и ботве картофеля. Например, по данным П.И. Анспок содержание молибдена в клубнях картофеля находится на уровне 0,05–0,22 мг/кг сухого вещества, в ботве 0,12–0,41, меди в клубнях – 4,1–15,4 мг/кг сухого вещества [17]. В.В. Церлинг приводит оптимальные уровни содержания микроэлементов в верхних и нижних листьях растений картофеля, которые изменяются в зависимости от фазы и срока взятия анализируемой пробы: бор – 10–70 мг/кг сухого вещества, марганец – 40–473, цинк – 17–76 мг/кг сухого вещества [18].

Содержание элементов питания в клубнях картофеля Скарб при возделывании на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава, (лизиметрический опыт), 2013 г.

Вариант	Содержание элементов питания в клубнях, % на сухое вещество				
	N общ.	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
<i>Дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке почва</i>					
Контроль без удобрений	1,26	0,56	2,96	0,02	0,05
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (стандартные)	1,16	0,58	2,97	0,02	0,06
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (комплексное)	1,52	0,59	3,24	0,02	0,08
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ S _{4,5} B _{0,05} Cu _{0,03} Mn _{0,04}	1,30	0,57	3,09	0,02	0,06
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ S _{6,0} B _{0,06} Cu _{0,04} Mn _{0,05}	1,40	0,58	3,11	0,02	0,06
<i>Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте почва</i>					
Контроль без удобрений	1,05	0,59	2,83	0,03	0,08
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (стандартные)	1,54	0,58	3,27	0,02	0,07
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (комплексное)	1,36	0,54	3,12	0,02	0,05
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ S _{4,5} B _{0,05} Cu _{0,03} Mn _{0,04}	1,19	0,56	3,05	0,02	0,06
<i>Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком почва</i>					
Контроль без удобрений	1,23	0,57	2,94	0,02	0,07
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (стандартные)	1,32	0,58	3,13	0,02	0,05
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (комплексное)	1,49	0,57	3,30	0,02	0,06
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ S _{4,5} B _{0,05} Cu _{0,03} Mn _{0,04}	1,43	0,55	3,22	0,02	0,06
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ S _{6,0} B _{0,06} Cu _{0,04} Mn _{0,05}	1,61	0,54	3,49	0,02	0,07
HCP ₀₅	0,11	0,04	0,28	0,001	0,005

Экспериментальными лизиметрическими данными установлено, что содержание микроэлементов в клубнях, ботве и корнях картофеля изменялось по вариантам опыта в зависимости от доз и форм применяемых минеральных удобрений (табл. 5).

Содержание меди в клубнях картофеля в контрольных вариантах находилось в пределах от 2,1 до 3,1 мг/кг сухого вещества, при использовании стандартных удобрений – 2,7–3,7, комплексных удобрений без добавок микроэлементов – 2,3–3,1, с внесением новых форм комплексных удобрений с микроэлементами – 2,2–3,9 мг/кг сухого вещества, при допустимом уровне содержания меди в кормах – 50 мг/кг.

Содержание марганца в клубнях на контроле составило 9,9–17,7 мг/кг сухого вещества, в вариантах со стандартными и комплексными без микроэлементов удобрениями – 10,4–16,7, с комплексными удобрениями с микроэлементами – 10,9–15,6 мг/кг сухого вещества.

Содержание цинка и кобальта в клубнях картофеля по вариантам опыта изменялось в пределах от 8,4 до 12,2 и от 0,57 до 0,87 мг/кг сухого вещества соответственно, при допустимом уровне содержания цинка в кормах – 50 мг/кг сухого вещества, кобальта – 1,0 мг/кг.

Таблица 5

Содержание микроэлементов в клубнях, ботве и корнях растений картофеля Скарб, лизиметрический опыт, 2013 г.

Вариант	Содержание микроэлементов, мг/кг сухого вещества											
	клубни				ботва				корни			
	Cu	Mn	Zn	Co	Cu	Mn	Zn	Co	Cu	Mn	Zn	Co
<i>Дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке почвы</i>												
Контроль без удобрений	3,1	17,7	8,9	0,76	6,1	170,5	18,3	3,0	8,5	66,6	80,6	1,3
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (стандартные)	2,7	16,7	8,4	0,87	4,4	179,8	15,3	3,1	4,7	72,7	44,3	1,5
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (комплексное)	2,3	16,1	9,1	0,68	3,4	199,3	16,8	2,8	6,3	66,5	45,8	1,5
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ S _{4,5} V _{0,05} Cu _{0,03} Mn _{0,04}	3,9	15,1	8,9	0,79	5,2	230,4	20,6	2,7	9,5	52,7	57,4	1,6
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ S _{6,0} V _{0,06} Cu _{0,04} Mn _{0,05}	3,7	15,6	10,0	0,75	5,2	342,2	27,4	3,0	6,3	81,6	47,8	2,2
<i>Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на связной супеси, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком с прослойкой песка на контакте почвы</i>												
Контроль без удобрений	2,1	12,0	9,1	0,57	5,6	210,5	32,1	2,5	7,3	57,2	109,5	1,7
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (стандартные)	3,7	12,2	9,2	0,81	5,2	300,4	22,3	2,6	5,0	57,7	67,2	1,4
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (комплексное)	2,6	10,4	9,0	0,66	4,7	239,4	27,2	2,8	3,6	68,2	41,7	1,8
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ S _{4,5} V _{0,05} Cu _{0,03} Mn _{0,04}	2,2	13,6	9,1	0,75	4,4	266,7	25,0	2,6	6,4	75,2	65,0	1,8
<i>Дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком почвы</i>												
Контроль без удобрений	3,1	9,9	12,2	0,79	5,1	202,6	24,1	2,5	7,8	39,1	96,1	1,5
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (стандартные)	3,1	11,9	10,7	0,76	7,5	319,3	34,1	3,1	8,1	74,9	90,7	1,6
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (комплексное)	3,1	12,1	10,6	0,86	4,6	200,3	44,2	3,5	7,7	78,9	59,4	2,3
N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ S _{4,5} V _{0,05} Cu _{0,03} Mn _{0,04}	2,8	10,9	10,6	0,74	5,6	279,4	28,3	3,2	8,6	53,8	72,0	2,0
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ S _{6,0} V _{0,06} Cu _{0,04} Mn _{0,05}	3,7	13,1	10,9	0,78	5,0	354,2	37,5	3,5	7,9	63,8	70,6	2,1
НСР ₀₅	0,22	1,08	0,76	0,05	0,39	18,7	1,89	0,20	0,43	5,13	5,15	0,11

Содержание бора в клубнях картофеля по вариантам лизиметрического опыта было на уровне – 8,7–18,8 мг/кг сухого вещества, в ботве – 22,0–24,9, в корнях растений – 1,8–8,3 мг/кг сухого вещества.

В ботве картофеля содержание микроэлементов было выше, чем в клубнях. Так, содержание меди по вариантам опыта находилось в пределах от 3,4 до 7,5 мг/кг сухого вещества, марганца – 170,5–354,2, цинка – 15,3–44,2, кобальта – 2,5–3,5 мг/кг сухого вещества.

Эти показатели в корнях растений картофеля составили: Cu – 3,6–9,5 мг/кг сухого вещества, Mn – 39,1–81,6, Zn – 41,7–109,5, Co – 1,3–2, мг/кг сухого вещества.

Экспериментальные данные лизиметрического опыта показывают, что наибольшее количество микроэлементов накапливается в ботве и корнях растений картофеля, при этом больше меди и цинка содержится в корнях, а марганца и кобальта – в ботве (табл. 5).

Эффективность применения комплексных удобрений с различным сочетанием микроэлементов при возделывании картофеля Скарб в полевых опытах (2013–2014 гг.) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (ОАО «Гастелловское» Минского района) приведены в таблице 6.

Внесение стандартных и новых форм комплексных удобрений с микроэлементами на легкосуглинистой почве обеспечило в условиях 2013 г. получение урожайности клубней картофеля на уровне 488–566 ц/га, с прибавкой к контрольному варианту в пределах от 190 до 268 ц/га; в 2014 г. – 413–491 ц/га (прибавка 76–154 ц/га), а в среднем за два года от 451 до 515 ц/га, с прибавкой на уровне 133–197 ц/га. При внесении в основную заправку почвы новых форм комплексных удобрений с добавками урожайность клубней картофеля в 2013 г. повышалась на 32–61 ц/га, а комплексных удобрений, модифицированных микроэлементами и регулятором роста растений Гидрогумат – на 32–52 ц/га по отношению к базовому варианту. Наиболее эффективным при возделывании картофеля в 2013 г. оказалось внесение $N_{90}P_{56}K_{118}$ с S и B (прибавка 61 ц/га к базовому варианту) и NPK с S, B, Cu, Mn и регулятором роста растений Гидрогумат (прибавка 52 ц/га).

В условиях влажного вегетационного периода 2014 г. внесение новых форм комплексных удобрений с модифицирующими добавками примерно на уровне использования комплексного удобрения без модифицирующих добавок. Исключение составил вариант с комплексным удобрением NPK с S, B, Cu, Mn в дозе $N_{90}P_{56}K_{118}$, где было отмечено достоверное увеличение урожайности клубней картофеля на 45 ц/га.

В среднем за два года исследований урожайность клубней в вариантах с внесением комплексных удобрений с микроэлементами была в пределах от 479 до 515 ц/га, с прибавкой к базовому варианту в размере 3–39 ц/га. При этом наиболее эффективным было использование комплексного удобрения NPK с S, B, Cu, Mn в дозе $N_{90}P_{56}K_{118}$, обеспечившего увеличение урожайности клубней на 38 ц/га.

Окупаемость 1 килограмма NPK в условиях 2013 г. в зависимости от варианта опыта составила от 71 до 102 кг клубней картофеля, в 2014 г. – 29–58, в среднем за два года исследований – 51–75 кг клубней картофеля (табл. 6). Содержание нитратов в клубнях картофеля (2013 г.) на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве было невысоким и, в зависимости от варианта опыта, находилось в преде-

лах от 47 до 90 мг/кг сырого вещества, при предельно допустимой концентрации (ПДК) – 250 мг/кг клубней. В условиях 2014 г. содержание нитратов в клубнях как на контроле, так и в вариантах с удобрениями было в 1,5–3,0 раза выше (97–147 мг/кг сырого вещества клубней) по сравнению с предыдущим годом, при среднем за два года – 74–111 мг/кг сырого вещества клубней.

Таблица 6

Влияние комплексных удобрений на урожайность клубней картофеля Скарб на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, (2013–2014 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка, ц/га			Окупаемость 1 кг NPK без добавок и с модифицирующими добавками		
	2013 г.	2014 г.	среднее	к контролю	к вар. 2	к базовому	2013 г.	2014 г.	среднее
1. Контроль без удобрений	298	337	318	–	–	–	–	–	–
2. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ (стандартные удобрения)	488	413	451	133	–	–	72	29	51
3. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ – комплексное – базовый вариант	505	446	476	158	25		78	41	60
4. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ S _{4,5}	547	447	497	179	46	21	94	42	68
5. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ S _{4,5} B _{0,14}	566	441	504	186	53	28	102	39	71
6. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ S _{4,5} B _{0,14} Cu _{0,14}	537	420	479	161	28	3	91	31	61
7. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ S _{4,5} B _{0,14} Cu _{0,14} и регулятор роста растений Гидрогумат	554	448	501	183	50	25	97	42	70
8. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ S _{4,5} B _{0,14} Cu _{0,14} Mn _{0,09}	537	491	514	196	63	38	91	58	75
9. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ S _{4,5} B _{0,14} Cu _{0,14} Mn _{0,09} и регулятор роста растений Гидрогумат	550	479	515	197	64	39	95	54	75
10. N ₁₂₀ P ₇₄ K ₁₅₇ S _{6,0} B _{0,18} Cu _{0,18} Mn _{0,12} и регулятор роста растений Гидрогумат	547	449	498	180	47	22	71	32	52
НСР ₀₅	39,3	34,9	37,2	–	–	–	–	–	–

Содержание крахмала в 2013 г. было наибольшим в контрольном варианте (без удобрений) составило 14,7 %. Внесение удобрений снижало крахмалистость клубней до 12,9–13,8 %. В то же время отмечалась тенденция незначительного увеличения содержания крахмала (до 0,8 %) в вариантах с применением комплексных удобрений с модифицирующими добавками по отношению к базовому варианту. В 2014 г. содержание крахмала в удобренных вариантах изменялось в пределах от 12,8 до 13,7 %, на контрольном варианте – 14,3 %. Применение в опыте комплексных удобрений с микроэлементами и комплексного удобрения с микроэлементами и регулятором роста растений Гидрогумат в разных дозах не оказало существенного влияния на содержание крахмала в клубнях относительно базового варианта, только в отдельных вариантах отмечена тенденция его увеличения на 0,6–0,7 % (табл. 7).

Таблица 7

Влияние комплексных удобрений на показатели качества клубней картофеля Скарб на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, (2013–2014 гг.)

Вариант	Крахмал, %						Товарность, %						Содержание нитратов, мг/кг сырого вещества клубней			
	2013 г.		2014 г.		сред- нее	+/-, к базо- вому	2013 г.		2014 г.		сред- нее	+/-, к базо- вому	2013 г.		сред- нее	+/-, конт- ролю
	13,0	12,8	13,0	13,1			13,0	13,2	13,0	13,2			13,0	13,4		
1. Контроль без удобрений	14,7	14,3	14,5	–	70,6	81,1	75,9	–	49	99	74	–	49	99	74	–
2. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ (стандартные удобрения)	12,9	13,4	13,2	–	87,5	81,4	84,5	–	51	145	98	–	51	145	98	24
3. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ – комплексное – базовый вариант	13,0	13,0	13,0	–	74,2	84,7	79,5	–	47	140	94	–	47	140	94	20
4. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ S _{4,5}	13,3	13,0	13,2	0,2	71,4	84,5	78,0	-1,5	55	94	75	–	55	94	75	1
5. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ S _{4,5} В _{0,14}	13,8	12,8	13,3	0,3	80,2	83,8	82,0	2,5	59	134	97	–	59	134	97	23
6. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ S _{4,5} В _{0,14} Сu _{0,14}	13,0	12,8	12,9	0,1	71,9	82,4	77,2	-2,3	70	136	103	–	70	136	103	29
7. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ S _{4,5} В _{0,14} Сu _{0,14} и регулятор роста растений Гидрогумат	13,1	12,9	13,0	–	75,9	81,6	78,8	-0,7	74	141	108	–	74	141	108	34
8. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ S _{4,5} В _{0,14} Сu _{0,14} Mn _{0,09}	13,2	13,0	13,1	0,1	83,8	82,1	83,0	3,5	51	128	90	–	51	128	90	16
9. N ₉₀ P ₅₆ K ₁₁₈ S _{4,5} В _{0,14} Сu _{0,14} Mn _{0,09} и регулятор роста растений Гидрогумат	13,0	13,7	13,4	0,4	74,0	84,7	79,4	-0,1	54	104	79	–	54	104	79	5
10. N ₁₂₀ P ₇₄ K ₁₅₇ S _{6,0} В _{0,18} Сu _{0,18} Mn _{0,12} и регулятор роста растений Гидрогумат	13,6	12,8	13,2	0,2	88,0	87,5	87,8	8,3	90	131	111	–	90	131	111	37
НСР ₀₅	0,9	0,8	0,85	–	5,7	6,0	5,85	–	6,0	5,1	6,7	–	6,0	5,1	6,7	–

Метеорологические условия слабозасушливого вегетационного периода 2013 г. не способствовали получению высокого выхода товарных клубней: на контроле он составил только 70,6 %, в удобренных вариантах этот показатель повышался от 71,4–88,0 %. Наиболее высокое значение получено при внесении $N_{120}P_{74}K_{157}$ с S, B, Cu, Mn и регулятором роста растений Гидрогумат (88,0 %), а также комплексного удобрения с S, B, Cu, Mn в дозе $N_{90}P_{56}K_{118}$ (83,8 %), с прибавками к базовому варианту 13,8 % и 9,6 % соответственно.

В условиях 2014 г. товарность клубней картофеля в целом была несколько выше по сравнению с предыдущим годом. Так, на контроле она составляла 81,1 %, в вариантах с использованием стандартных удобрений – 81,4 %, с применением комплексных удобрений – 81,6–87,5 %. При этом отмечена тенденция увеличения товарности клубней от применяемых комплексных удобрений, а в варианте с использованием NPK с S, B, Cu, Mn и регулятором роста растений Гидрогумат ($N_{120}P_{74}K_{157}$) – достоверное ее увеличение (на 6,4 %) по отношению к контролю (табл. 7).

В полевых опытах на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве (ПРУП «Экспериментальная база им. Котовского» Узденский район Минская область) в 2013–2014 гг. эффективность стандартных и новых форм комплексных (NPK с S, B, Cu и регулятором роста растений Гидрогумат) удобрений при возделывании картофеля изучалась на минеральной и органо-минеральной системах удобрения (органическая система – 60 т/га подстилочного навоза). Урожайность картофеля на этой почве была достаточно высокой: на контроле она составила 184 (2013 г.) и 141 (2014 г.) ц/га, в удобренных вариантах в 2013 г. – 216–385 ц/га, в 2014 г. – 183 ц/га.

При минеральной системе удобрения внесение смеси стандартных удобрений ($N_{90}P_{68}K_{135}$) повысило урожайность клубней в среднем за два года до 300 ц/га с прибавкой в 137 ц/га к контрольному варианту. Эффективно было внесение твердых комплексных удобрений NPK с S, B, Cu и регулятором роста растений Гидрогумат, обеспечивших увеличение урожайности до 320 ц/га, с прибавкой 157 ц/га к контрольному варианту и 20 ц/га по отношению к стандартным удобрениям, с повышением окупаемости 1 кг NPK на 7 кг клубней (табл. 8).

Органическая система удобрения (60 т/га подстилочного навоза) обеспечила получение урожайности клубней картофеля в среднем за 2 года на уровне 254 ц/га.

Органо-минеральная система удобрения способствовала дальнейшему росту урожайности картофеля до 370–385 ц/га (2013 г.) и 289–324 ц/га (2014 г.). При этом несколько снижалась отдача от 1 кг NPK в среднем за два года до 25–34 кг клубней (для сравнения 47–54 кг при минеральной системе удобрения). При увеличении дозы минеральных удобрений с 293 до 390 кг д.в. NPK не отмечено повышение урожайности клубней картофеля, при этом отдача от 1 кг NPK снижалась на 9 кг клубней. При органо-минеральной системе удобрения применение комплексных удобрений с модифицирующими добавками в годы исследований обеспечило повышение урожайности клубней при внесении $N_{90}P_{68}K_{135}$ на 24 ц/га, а окупаемость 1 кг NPK – на 8 кг клубней, при $N_{120}P_{90}K_{180}$ – на 19 ц/га по сравнению со стандартными туками (табл. 8).

Отмечено влияние применяемых систем удобрений на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве на показатели качества клубней картофеля. Содержание

крахмала по вариантам опыта варьировало в 2013 г. в пределах от 11,4 до 13,9 %, при наибольшей крахмалистости клубней в органической системе удобрения. В условиях 2014 г. максимальная крахмалистость отмечена в вариантах без удобрений (14,6 %) и на фоновом варианте – 14,2 %. Внесение минеральных удобрений снижало содержание крахмала на 0,5–1,6 %, органических – на 1,9 %. В вариантах с комплексными удобрениями качество урожая было несколько выше по сравнению с внесением стандартных форм удобрений – за счет тенденции повышения содержания крахмала на 0,2–0,4 % в 2013 г. и 0,1–0,2 % в 2014 г. (табл. 9).

Таблица 8

Влияние системы удобрения на урожайность картофеля Скарб на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве, (2013–2014 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка к контролю, ц/га	Окупаемость 1 кг НРК без добавок и с модифицирующими добавками, кг клубней		
	2013 г.	2014 г.	среднее		2013 г.	2014 г.	среднее
1. Контроль без удобрений	184	141	163	–	–	–	–
<i>Минеральная система удобрения</i>							
2. N ₁₈ P ₆₈ K ₁₃₅ (фон)	241	183	212			19	22
3. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (стандартные)	338	262	300	137	53	41	47
4. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ S _{4,5} B _{0,14} Cu _{0,14} и регулятором роста растений Гидрогумат	356	284	320	157	59	49	54
<i>Органическая система удобрения</i>							
5. Подстилочный навоз (60 т/га)	216	292	254	91	–	–	–
<i>Органо-минеральная система удобрения</i>							
6. ОУ + N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (стандартные)	370	289	330	167	27	25	26
7. ОУ + N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ S _{4,5} B _{0,14} Cu _{0,14} и регулятор роста растений Гидрогумат	385	322	354	191	32	36	34
8. ОУ + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ S _{6,0} B _{0,18} Cu _{0,18} и регулятор роста растений Гидрогумат	373	324	349	186	21	28	24
НСП ₀₅	14,3	13,2	13,8	–	–	–	–

Содержание нитратов в клубнях условиях 2013–2014 гг. было невысоким – в 3,1–6,3 раза ниже ПДК (250 мг/кг сырого вещества) и различалось по вариантам опыта: на контроле – 40–42, в удобренных вариантах – 54–81 мг/кг сырого вещества. В целом удобрения способствовали повышению содержания нитратов в клубнях, однако значимых колебаний по вариантам не было отмечено. Не выявлено существенного влияния комплексных удобрений на содержание нитратов, их применение незначительно (в пределах НСП) снижало или повышало этот показатель.

Товарность клубней картофеля была минимальной на контроле без внесения удобрений и составила в среднем за два года 67,7 %. При минеральной систе-

ме удобрения товарность повышалась до 71,9–78,1 %, органической – 67,7 % органо-минеральной системе – 73,5–78,1 %. Комплексные удобрения с S, B, Cu и регулятором роста растений Гидрогумат положительно влияли на качество картофеля, повышая товарность клубней при минеральной системе на 0,7 % (2013 г.) – 3,3 % (2014 г.), органо-минеральной – на 0,3–6,3 % (2013 г.) и 3,0–4,3 % (2014 г.).

Таблица 9

Влияние системы удобрения на качество клубней картофеля Скарб на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве, (2013–2014 гг.)

Вариант	Крахмал, %			Нитраты, мг/кг сырого вещества клубней			Товарность, %		
	2013 г.	2014 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	среднее
1. Контроль без удобрений	13,3	14,6	14,0	40	42	41	66,9	68,5	67,7
2. N ₁₈ P ₆₈ K ₁₃₅ (фон)	12,0	14,2	13,1	54	64	59	77,1	66,7	71,9
3. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (стандартные)	11,9	13,7	12,8	72	72	72	76,6	75,5	76,1
4. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ S _{4,5} B _{0,14} Cu _{0,14} и регулятором роста растений Гидрогумат	12,3	14,1	13,2	61	61	61	77,3	78,8	78,1
5. Подстилочный навоз (60 т/га)	13,9	12,7	13,3	75	81	78	67,0	68,3	67,7
6. ОУ + N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (стандартные)	11,4	13,6	12,5	64	67	66	75,8	71,1	73,5
7. ОУ + N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ S _{4,5} B _{0,14} Cu _{0,14} и регулятор роста растений Гидрогумат	11,5	13,8	12,7	75	66	71	82,1	74,1	78,1
8. ОУ + N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀ S _{6,0} B _{0,18} Cu _{0,18} и регулятор роста растений Гидрогумат	11,6	13,7	12,7	65	65	65	76,1	75,4	75,8
НСП ₀₅	0,20	0,21	0,21	6,7	5,6	6,2	2,1	2,4	2,3

ВЫВОДЫ

1. При возделывании картофеля Скарб в лизиметрическом опыте в условиях 2013 г. применение комплексного NPK с S, B, Cu, Mn обеспечило получение достоверной прибавки урожая клубней на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве (N₉₀P₆₈K₁₃₅ и N₁₂₀P₉₀K₁₃₅) – 53–174 ц/га, при содержании нитратов на уровне 30,4–36,4 мг/кг сырого вещества (ПДК 250 мг/кг сырого вещества), крахмала – 13,4–14,2 %, соответственно на дерново-подзолистой связносупесчаной (N₉₀P₆₈K₁₃₅) – 46 ц/га, 34,3 мг/кг сырого вещества и 13,8 %, на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной (N₉₀P₆₈K₁₃₅) – 46–80 ц/га, при содержании нитратов – 36,9 мг/кг сырого вещества и 13,5 % крахмала.

2. В полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях 2013–2014 гг. наиболее эффективным было внесение NPK с S, B, Cu, Mn с урожайностью на уровне 514 ц/га и прибавкой к базовому варианту (NPK

без микроэлементов) – 38 ц/га, при содержании нитратов на уровне – 90 мг/кг сырого вещества, крахмала – 13,1 %, товарности – 83,0 %; на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве на минеральной системе удобрения прибавка от внесения NPK с S, B, Cu, Mn и регулятором роста Гидрогумат составила 20 ц/га по сравнению с применением стандартных удобрений, при содержании нитратов 61 мг/кг сырого вещества, крахмала – 13,2 %, товарности – 78,1 % соответственно на органо-минеральной – 19–24 ц/га, сырого вещества – 65–71 мг/кг, товарности – 75,8–78,1 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бульба белорусская: энциклопедия / под общ. ред. И.И. Колядко. – Минск: Беларус. энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2008. – 384 с.
2. Босак, В.Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В.Н. Босак. – Минск, 2003. – 176 с.
3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 17.03.2017.
4. Комплексные удобрения: справочное пособие / В.Г. Минеев [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 252 с.
5. Применение минеральных удобрений, модифицированных мезо- и микроэлементами, под картофель: рекомендации / А.В. Коршунов [и др.]. – М.: Российская академия с/х наук, Всероссийский научно-исслед. ин-т картофельного хоз-ва, 2002. – 42 с.
6. Комплексные удобрения для сельскохозяйственных культур: перспективные разработки / В.В. Лапа [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2009. – № 1(42). – С. 244–248.
7. Хох, Н.А. Влияние различных уровней органоминерального питания и ширины междурядий на продуктивность картофеля / Н.А. Хох, Д.В. Климентьева // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XII междунар. научн.-практ. конференции. – Гродно: ГГАУ, 2009. – С. 251–252.
8. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 293 с.
9. Применение новых форм комплексных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры: рекомендации / Г.В. Пироговская [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 48 с.
10. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Р.А. Новицкий [и др.] ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений. – Минск: Белбланкавыдат, 2014. – 457 с.
11. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2007. – 390 с.

13. *Панников, В.Д.* Почва, климат, удобрения и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 521 с.

14. *Гольберг, М.А.* Опасные явления погоды и урожай / М.А. Гольберг, Г.В. Волобуева, А.А. Фалей. – Минск: Ураджай, 1988. – 20 с.

15. Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» [Электронный ресурс] / РУП «Науч.-практ. центр нац. академии наук Респ. Беларусь. по картофел. и плодоовощ.» – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://www.belbulba.by>. – Дата доступа: 20.03.2017.

16. Государственный реестр сортов / В.А. Бейня [и др.]: М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гос. учрежд. Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск: Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь, 2015. – 275 с.

17. *Анспок, П.И.* Микроудобрения: справочник / П.И. Анспок. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Агропромиздат, 1990. – 272 с.

18. *Церлинг, В.В.* Агрохимические основы диагностики минерального питания сельскохозяйственных культур / В.В. Церлинг. – Минск: Наука, 1978. – 216 с.

COMPLEX FERTILIZERS IN TECHNOLOGY OF POTATO CULTIVATION ON SOD-PODSOLIC SOILS

G.V. Pirogovskaya, O.I. Isaeva, S.S. Khmelevsky, V.I. Soroko

Summary

The data on influence of complex fertilizers with microelements on productivity and quality of potato tubers (nitrates, starch content, the contents of basic elements and microelements) in cultivation on sod-podzolic (light loamy, coherent and loose sandy loam) soils of Belarus.

Поступила 12.04.17