

О. Й. Качмар, О. В. Вавринович, О. Л. Дубицкий, М. М. Щерба

Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины, с. Оброшино, Пустомытовский район, Львовская область, Украина
E-mail: oksanaostrowska@ukr.net

ВЫРАЩИВАНИЕ КАРТОФЕЛЯ В КОРОТКОРОТАЦИОННЫХ СЕВООБОРОТАХ ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

РЕЗЮМЕ

В короткоротационных четырехпольных севооборотах Западной Лесостепи Украины изучены условия выращивания картофеля при разных системах удобрения. Установлено влияние органоминеральных комплексов на формирование водно-физических свойств почвы, обеспеченность растений основными элементами питания и урожай картофеля.

Ключевые слова: картофель, урожай, севооборот, системы удобрения, плодородие почвы.

ВВЕДЕНИЕ

Важным агротехническим фактором получения высоких и устойчивых урожаев картофеля является выращивание его в научно обоснованных севооборотах при рациональном применении органоминеральных комплексов. На современном этапе ведения земледелия большое внимание уделяется короткоротационным севооборотам, в которых наиболее полно учитываются биологические особенности и потребности каждой культуры. Кроме того, севооборот положительно влияет на регулирование водно-воздушного, питательного режимов почвы, предотвращает явления почвоутомления, способствует регулированию фитосанитарного состояния посевов [3, 10, 12]. Научно доказано, что лишь на основе правильного севооборота можно успешно, с высокой отдачей и наименьшими затратами внедрять все другие элементы современных технологий: обработки почвы, удобрения, защиты растений от вредных организмов [1, 4, 8].

Наиболее эффективными удобрениями для картофеля являются органоминеральные, где главной составляющей выступает подстилочный полуперепревший навоз крупного рогатого скота, который включает все необходимые для роста и развития растений макро- и микроэлементы. Однако в современных условиях ведения сельского хозяйства объемы производства навоза не обеспечивают потребностей эффективного ведения земледелия. Поэтому возникает необходимость поиска альтернативных форм насыщения почвы органической массой, в частности использование сидеральных культур, а также послеуборочных остатков зерновых и технических культур, которые будут способствовать повышению ее плодородия и обеспечивать повышение урожайности картофеля [2, 5–7, 11].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в условиях двухфакторного стационарного опыта, внесенного в Реестр длительных стационарных опытов Украины (номер аттестата – 053). Опыт заложен в 2001 г. на серой лесной поверхностно оглеенной легкосуглинистой

почве. Реконструкция проведена в 2011 г. Исследуемые факторы: участки первого порядка – короткоротационные специализированные севообороты и второго – системы удобрения.

Изучалось девять полевых разноротационных севооборотов (3-4-5-польные) с насыщением зерновыми культурами от 50 до 100 %. Картофель выращивали в двух четырехпольных севооборотах: клевер луговой – озимая пшеница – картофель – ячмень с подсевом клевера лугового (плодосменный) и гречиха – озимая пшеница – картофель – ячмень (зернопропашной). Исследовались две органоминеральные системы удобрения: традиционная с внесением непосредственно под картофель 40 т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90}$ и альтернативная, в которой на фоне половинной дозы минеральных удобрений ($N_{45}P_{45}K_{45}$) заделывали в почву побочную продукцию предшественника – солому озимой пшеницы и высевали пожнивную редьку масличную как сидеральную культуру, в дальнейшем нормировали минеральную составляющую до уровня $N_{90}P_{90}K_{90}$ добавлением $N_{45}P_{45}K_{45}$.

Общая площадь участка исследований по севооборотному фактору составляет 972 м² (72×13,5), по удобрению – 96 м² (12×8), учетная – 60 м² (10×6). Вхождение культур в севооборот осуществлялось одновременно всеми полями. Повторность вариантов трехкратная. Почва перед закладкой опыта характеризовалась следующими агрохимическими свойствами: содержание гумуса – 1,67–1,71 %, щелочногидролизующего азота – 9,2–9,9, подвижного фосфора и обменного калия – соответственно 10,8–11,13 и 9,3–9,5 мг/100 г почвы. Реакция почвенного раствора рН_{KCl} – 4,70–4,84, гидролитическая кислотность – 2,26, сумма поглощенных оснований – 4,4–5,0 мг-экв/100 г почвы.

Под зяблевую обработку почвы вносили навоз и фосфорно-калийные удобрения, азотные – под предпосевную культивацию.

На полях опыта в севооборотах выращивали картофель сорта Оксамит (учреждение-оригинатор – Институт сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины).

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений проводили согласно методике Госкомиссии по сортоиспытанию. Учет урожая осуществляли по вариантам. В пахотном (0–20 см) и подпахотном (20–40 см) слоях почвы по основным фазам вегетации в отобранных образцах определяли содержание щелочногидролизующего азота по Корнфилду, подвижного фосфора и обменного калия – по методу Кирсанова в 0,2 н. HCl.

Плотность строения почвы изучали методом Качинского в 0–10 см, 10–20 и 20–30 см слоях. Полевую влажность исследовали термостатно-весовым методом при температуре 105 °С, запасы продуктивной влаги – расчетным методом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В рамках стационарного опыта изучали условия эффективного биопродуцирования картофеля в севооборотах и возможность его регулирования с помощью систем удобрения. Исследовали ряд параметров, которые являются определяющими в формировании урожая культуры. Это, в частности, такие, как влажность почвы, ее плотность, запасы продуктивной влаги, содержание основных элементов питания в процессе вегетации растений, особенно во время критических периодов их роста и развития.

Влажность почвы имеет чрезвычайно важное значение при выращивании картофеля. Вода в почве обеспечивает практически все физические и химические процессы, является мощной транспортной геохимической системой, которая способствует перемещению веществ. Недостаток влаги достаточно часто нивелирует положительное

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРЕРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

влияние удобрений, обработки почвы и других средств агротехники. Формирование влагозапасов является динамичным показателем, который зависит от общего количества атмосферных осадков и их распределения в течение вегетации растений, температурного режима, предшественника, фазы развития картофеля, уровня минерального питания [9].

Формирование режима увлажнения почвы под картофелем происходит в несколько ином порядке, чем под культурами сплошного посева. Это связано с тем, что грунтовая поверхность длительное время находится незащищенной растениями. В результате происходят непроизводительные потери влаги, особенно с верхних горизонтов.

Результаты полученных нами данных указывают, что в пахотном слое почвы (0–20 см) в фазу всходов картофеля содержание полевой и запасы продуктивной влаги как в плодосменном, так и в зернопропашном севооборотах были достаточными для роста и развития растений (табл. 1). По севооборотам они составляли: 17,6–18,7 % и 31,7–32,1 мм в плодосменном и 17,0–18,1 % и 30,8–31,2 мм в зернопропашном; в подпахотном (20–40 см) соответственно: 19,2–20,5 % и 37,3–38,4 мм и 19,0–20,0 % и 36,8–37,5 мм. В целом увлажненность почвы была выше в плодосменном севообороте по всем вариантам опыта.

В период прорастания и появления всходов картофеля, когда молодые растения используют влагу из материнского клубня, ее нужно меньше, но с ростом потребность повышается, особенно в период бутонизации – конца цветения – фазы максимального водопотребления.

В наших исследованиях в этот период запасы продуктивной влаги в почве уменьшались по сравнению со всходами как из-за интенсивного потребления, так и вследствие погодных условий, из-за недобора осадков по сравнению с многолетними. Поэтому в фазе бутонизации культуры значения влагозапасов были низкими. В частности, в пахотном горизонте в среднем по севооборотам они составляли 11,9–15,8 мм, в подпахотном – 22,0–24,7 мм. Высокий температурный режим в июле и августе (соответственно 18,5 и 20,2 °С при средних многолетних 17,5 и 16,9 °С), низкое количество осадков (57,2 и 36,4 мм

Таблица 1 – Содержание полевой (%) и запасы продуктивной влаги (мм) в почве в течение вегетации картофеля

№ сево- оборота	Севооборот, вариант удобрения	Слой почвы, см	Период определения					
			Всходы		Бутониза- ция		Перед уборкой	
			%	мм	%	мм	%	мм
Плодосменный, предшественник – пшеница озимая								
4	Контроль (без удобрений)	0–20	17,6	31,7	9,4	12,4	18,7	39,8
		20–40	19,2	37,3	13,1	22,2	20,1	44,0
	Навоз, 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–20	18,7	32,1	10,6	15,8	19,5	42,9
		20–40	20,5	38,4	13,8	24,7	21,1	47,4
	Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + побоч- ная продукция + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0–20	18,1	31,8	10,1	14,7	19,1	41,2
		20–40	19,6	37,7	13,5	23,5	20,6	45,7
Зернопропашной, предшественник – пшеница озимая								
5	Контроль (без удобрений)	0–20	17,0	30,8	9,0	11,9	18,3	38,7
		20–40	19,0	36,8	12,8	22,0	19,8	43,1
	Навоз, 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0–20	18,1	31,2	9,9	14,1	19,1	41,8
		20–40	20,0	37,5	13,5	23,9	20,7	46,3
	Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + побоч- ная продукция + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0–20	17,7	30,9	9,6	12,8	18,8	40,4
		20–40	19,3	37,0	13,2	22,4	20,3	44,8

против 102 и 82 мм) создали неблагоприятные условия для дальнейшего роста клубней картофеля и вызвали снижение урожая культуры с большей долей нетоварной и посадочной фракций.

Следует также отметить, что на формирование водного режима почвы значительное влияние оказала система удобрения. В течение вегетации культуры во все фазы развития картофеля высокие влагозапасы были на вариантах с внесением навоза (40 т/га) и минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{90}$). Альтернативная система удобрения также обеспечивала значительную влагоемкость почвы. Самые низкие показатели водного режима были на контрольных вариантах без внесения удобрений.

Перед сбором культуры, вследствие выпадения кратковременных дождей, влагозапасы почвы несколько увеличились и составили по севооборотам в пахотном слое 38,7–42,9 мм, в подпахотном соответственно 43,1–47,4 мм.

Важным показателем физического состояния почвы является ее плотность. Для большинства сельскохозяйственных культур ее оптимальные значения находятся в пределах 1,0–1,3 г/см³.

Особые требования к этому показателю имеет картофель. Лучшие условия для его развития и биопродуцирования создаются при плотности 1,0–1,2 г/см³. В наших исследованиях в среднем по севооборотам низкая плотность была во время всходов и составляла в верхних слоях (0–10 и 10–20 см) соответственно 1,18–1,12 и 1,22–1,16 г/см³. В пласте почвы 20–30 см этот показатель был в пределах 1,25–1,19 г/см³ (рис.).

В фазе бутонизации и цветения культуры плотность почвы возрастала вследствие ее самоуплотнения. В верхнем слое (0–10 см) она составляла 1,28–1,18 г/см³, в слоях 10–20 и 20–30 см – соответственно 1,26–1,22 и 1,34–1,31 г/см³.

Высокие значения плотности наблюдались в период перед сбором урожая и составляли по исследуемым горизонтам соответственно 1,29–1,36 г/см³, 1,37–1,41 и 1,40–1,44 г/см³. Все применяемые в наших исследованиях системы удобрения (интенсивная, альтернативная) положительно влияли на формирование оптимальных значений объемной массы. Севооборотное влияние было незначительным и в математическом выражении недостоверным.

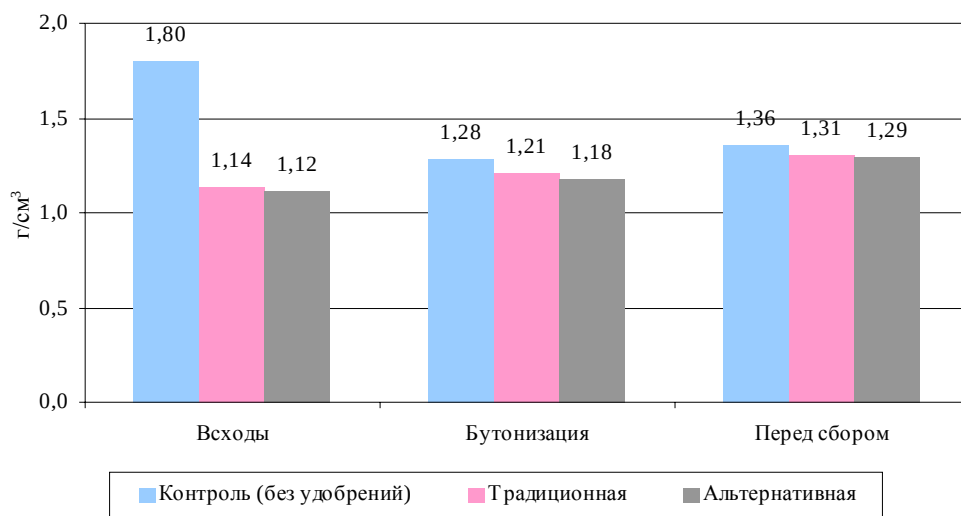


Рисунок – Влияние систем удобрения на плотность почвы в посевах картофеля (слой почвы 0–10 см)

Для хорошего роста и развития сельскохозяйственных культур необходимо достаточное обеспечение растений элементами питания.

Анализ питательного режима почвы под картофелем показал, что лучший уровень обеспеченности элементами питания формировался при органоминеральных системах удобрения (табл. 2).

Так, при внесении непосредственно под картофель в обоих севооборотах $N_{90}P_{90}K_{90}$ минеральных удобрений и 40 т/га навоза на время всходов культуры в пахотном слое наблюдается наиболее интенсивное накопление щелочногидролизующего азота – 12,52–12,64 мг/100 г почвы, подвижного фосфора – 13,47–13,58, обменного калия – 11,69–11,85 мг/100 г почвы, в подпахотном соответственно по элементам питания 11,36–11,48 мг/100 г, 12,21–12,37, 10,28–10,36 мг/100 г почвы.

Совместное применение побочной продукции (соломы пшеницы озимой), сидерата (редьки масличной) на фоне минеральных удобрений формировало питательный режим почвы по элементам питания на уровне: 12,05–12,18 мг/100 г, 13,28–13,39, 11,32–11,41 мг/100 г почвы в пахотном и 11,16–11,27 мг/100 г, 11,98–12,11, 9,98–10,12 мг/100 г почвы в подпахотном слоях.

Без наложения систем удобрения содержание основных элементов питания было ниже как в пахотном, так и подпахотном горизонтах. Щелочногидролизующего азота в верхнем слое было меньше на 21,9–22,6 % по сравнению с традиционной и на 19,8–19,6 % с альтернативной системами удобрения. Такая же закономерность наблюдалась в отношении подвижных форм фосфора и калия. Разница составляла соответственно 20,8–21,0 % при традиционной и 19,7–19,9 % при альтернативной системе удобрения по фосфору; по калию 14,9–15,8 % при традиционной и 11,3–13,1 % при альтернативной системе.

По мере роста и развития растений картофеля наблюдали уменьшение содержания щелочногидролизующего азота, подвижного фосфора и обменного калия во всех вариантах опыта в результате интенсивного потребления их растениями (см. табл. 2). Во время цветения картофеля питательный режим в пахотном слое почвы был на уровне 11,53–11,71 мг/100 г щелочногидролизующего азота, 11,56–11,77 и 10,63–10,78 мг/100 г почвы подвижных форм фосфора и калия при традиционной и соответственно по элементам питания: 10,86–11,07 мг/100 г, 11,17–11,44, 10,27–10,45 мг/100 г почвы при альтернативной системах удобрения. Такое перераспределение в питательном режиме было и в нижних пластах почвы.

Перед уборкой картофеля по всем вариантам опыта содержание подвижных форм основных элементов питания растений было самым низким и составляло в пахотном слое на неудобренных (контрольных) вариантах 8,74–8,86 мг/100 г щелочногидролизующего азота, 9,57–9,62 и 8,56–8,62 мг/100 г почвы подвижных форм фосфора и калия. Органоминеральные системы (как традиционная, так и альтернативная) удерживали питательный режим почвы по севооборотам по этим показателям на уровне 9,22–9,93 мг/100 г, 10,27–10,58, 9,13–9,77 мг/100 г почвы.

Влияние севооборотов на питательный режим почвы был слабее, но математически достоверным. Вышие значения основных элементов питания отмечены в плодосменном севообороте.

Исследованиями установлено, что картофель положительно реагировал на внесенные удобрения (табл. 3).

Анализ экспериментальных данных показал, что на неудобренных вариантах урожай культуры в обоих севооборотах был достаточно низким, математически недостоверным и по севооборотам составлял 9,12–9,24 т/га. Применение органоминеральных

Таблица 2 – Динамика питательного режима почвы под картофелем по фазам вегетации, мг/100 г почвы

Севооборот, вариант удобрения картофеля	Слой почвы, см	Время отбора образцов почвы								
		Всходы		Цветение			Перед сбором			
		N _{целочного гидролизумей}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{целочного гидролизумей}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{целочного гидролизумей}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зернопропашной, предшественник – пшеница озимая										
Контроль (без удобрений)	0–20	9,69	10,64	9,84	9,32	10,14	9,28	8,74	9,57	8,56
	20–40	8,58	9,76	8,94	8,31	8,21	8,53	7,46	8,00	7,31
	0–20	12,52	13,47	11,69	11,53	11,56	10,63	9,42	10,49	9,67
	20–40	11,36	12,21	10,28	10,47	9,72	9,71	8,31	9,53	8,78
Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + побочная продукция + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0–20	12,05	13,28	11,32	10,86	11,17	10,27	9,22	10,27	9,13
	20–40	11,16	11,98	9,98	10,25	9,16	9,54	8,17	8,94	8,37
Плодосменный, предшественник – пшеница озимая										
Контроль (без удобрений)	0–20	9,87	10,75	10,12	9,48	10,23	9,46	8,86	9,62	8,62
	20–40	8,77	9,86	9,08	8,45	8,47	8,64	7,54	8,20	7,38
	0–20	12,64	13,58	11,85	11,71	11,77	10,78	9,93	10,58	9,77
	20–40	11,48	12,37	10,36	10,58	10,80	9,86	8,63	9,74	8,69
Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + побочная продукция + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0–20	12,18	13,39	11,41	11,07	11,44	10,45	9,33	10,31	9,27
	20–40	11,27	12,11	10,12	10,33	10,30	9,66	8,35	9,47	8,58

Таблица 3 – Урожайность клубней картофеля

№ севооборота	Севооборот, вариант удобрения	Урожайность, т/га
	<i>Плодосменный, предшественник – пшеница озимая</i>	
4	Контроль	9,24
	Навоз3, 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	20,97
	Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + побочная продукция + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	17,78
	<i>Зернопропашной, предшественник – пшеница озимая</i>	
5	Контроль	9,12
	Навоз3, 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	19,23
	Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + побочная продукция + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	16,11
НСР _{0,5} , т/га	Предшественники	0,9
	Удобрения	1,2
	Взаимодействие: предшественники + удобрения	1,5

систем удобрений вместе с улучшением водно-физических свойств почвы, повышением содержания основных элементов питания растений способствовало росту урожайности. Так, самая высокая биопродуктивность картофеля (19,23–20,97 т/га) как в плодосменном, так и зернопропашном севооборотах при одинаковом предшественнике (пшеница озимая) была получена при использовании непосредственно под культуру 40 т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90}$. Совместное запахивание сидерата и побочной продукции предшественника на фоне внесения минеральных удобрений ($N_{45}P_{45}K_{45}$) обеспечивало уровень урожайности в пределах 16,11–17,78 т/га. Прибавка урожая от традиционной системы удобрения по сравнению с контролем составила 52,6–55,9 %, от альтернативной – 43,4–51,9 %. Высокая производительность картофеля была в плодосменном севообороте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение органоминеральных систем удобрения как с использованием традиционной органической составляющей – навоза крупного рогатого скота, так и альтернативной – соломы зернового предшественника и послеуборочной сидеральной культуры – редьки масличной на фоне умеренных доз минеральных удобрений обеспечивает улучшение водно-физических свойств серой лесной поверхностно оглеенной почвы, ее питательного режима и способствует получению 19–20 т/га картофеля в четырехпольных зернопропашных и плодосменных севооборотах Западной Лесостепи Украины.

Список литературы

1. Бойко, П. І. Екологічно збалансовані сівозміни – основа біологічного землеробства / П. І. Бойко, В. О. Бородаць, Н. П. Коваленко // Вісн. аграр. наук. – 2005. – № 2. – С. 9–13.
2. Вплив добрив у сівозміні на родючість ґрунту і продуктивність культур / С. Е. Дегадюк [та ін.] // Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2010. – Вип. 4. – С. 3–10.
3. Вплив попередників та місця розміщення головних культур сівозміни на їх урожайність, продуктивність сівозмін та родючість ґрунту / П. І. Бойко [та ін.] // Землеробство. – 1980. – № 51. – С. 55–60.
4. Єрмолаєв, М. М. Урожайність зернових культур залежно від попередників у Лівобережному Лісостепу / М. М. Єрмолаєв, М. П. Товстенко // Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2008. – Вип. 1. – С. 40–43.
5. Єщенко, В. О. Роль сівозмін у сучасному землеробстві / В. О. Єщенко // Землеробство: міжвід. тем. наук. зб. – К.: ВП «Едельвейс». – 2015. – Вип. 1. – С. 77–81.
6. Качмар, О. Й. Альтернативные системы удобрения картофеля в севооборотах / О. Й. Качмар, Ю. Н. Олифир, О. В. Вавринович // Картофелеводство: сб. науч. тр.: в 2 ч. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». – Минск, 2013. – Т. 21, ч. 2. – С. 50–57.
7. Качмар, О. Й. Вплив систем удобрення на продуктивність короткоротаційних сівозмін в умовах Західного регіону України / О. Й. Качмар, О. В. Вавринович, М. М. Щерба // Землеробство: міжвід. тем. наук. зб. – К.: ЕКМО, 2015. – Вип. 1. – С. 38–46.
8. Лебідь, Є. М. Сівозміни з урахуванням агробіологічної доцільності розміщення сільськогосподарських культур / Є. М. Лебідь, Л. М. Десятник // Зб. наук. праць Інституту землеробства. – Київ, 2004. – С. 19–22.
9. Сайдак, Р. В. Сівозмінний фактор як засіб оптимізації воднопоживного режиму дерново-підзолистого ґрунту / Р. В. Сайдак // Вісн. аграр. науки. – 2013. – № 2. – С. 10–13.

10. Сівозмінний фактор у боротьбі з бур'янами / П. І. Бойко [та ін.] // Проблеми бур'янів і шляхи зниження забур'яненості орних земель: матеріали 4-ї наук.-теорет. конф. гербологів. – К.: Колообіг, 2004. – С. 78–83.

11. Цвей, Я. П. Формування родючості ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Лісостепу / Я. П. Цвей // Землеробство: міжвід. тем. наук. зб. – К.: ВП «Едельвейс». – 2015. – Вип. 1. – С. 56–59.

12. Якість зерна озимої пшениці на півдні України та шляхи її підвищення / А. В. Черенков [та ін.] // Бюл. Інституту зернового господарства. – 2009. – № 37. – С. 25–30.

Поступила в редакцію 04.09.2018 г.

O. Y. KACHMAR, O. V. VAVRINOVICH, O. L. DUBITSKIY,
M. M. SCHERBA

GROWING POTATOES IN THE SHORT-ROUTE CROPS OF WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

SUMMARY

In the short-rotation four-field crop rotations of the Western Forest-Steppe of Ukraine conditions of potatoes cultivation under different fertilizer systems were studied. The influence of organo-mineral complexes on the formation of water-physical properties of soil, plants supply with basic elements of nutrition, and potatoes yield are established.

Key words: potatoes, yield, crop rotation, fertilizer systems, soil fertility.