

## ВЫНОС ЯЧМЕНЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ И ИХ БАЛАНС ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ИЗВЕСТКОВЫХ МЕЛИОРАНТОВ НА СРЕДНЕКИСЛОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

*Л. Н. Иовик, кандидат сельскохозяйственных наук*

*М. М. Дашкевич, научный сотрудник*

*Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь*

### Аннотация

Представлены результаты исследований по влиянию известкования дерново-подзолистой супесчаной почвы на накопление питательных веществ в зерне и соломе ярового ячменя. Приведены данные выноса основных макроэлементов с урожаем культуры. Рассчитаны баланс элементов питания и его интенсивность при применении различных доз доломитовой муки, дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести.

**Ключевые слова:** ячмень, общий вынос, удельный вынос, баланс элементов питания, доломитовая мука, дефекат, мелиорант на основе карбидной извести, дерново-подзолистая супесчаная почва.

### Abstract

*L. N. Iovik, M. M. Dashkevich*

#### THE NUTRIENT REMOVING BY BARLEY AND NUTRIENT BALANCE DURING AMELIORANTS APPLICATION ON SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL

The research results about sod-podzolic sandy loam soil liming on nutrient accumulation in the spring barley grain and straw are presented. The data of nutrient removing by the barley yield are showed. It is considered the nutrient balance and its intensity using dolomite flour, defecate and carbide lime ameliorant.

**Keywords:** barley, total removal, specific removal, nutrient balance, dolomite flour, defecate, carbide lime ameliorant, sod-podzolic sandy loam soil.

### Введение

Оптимальными параметрами агрохимических свойств супесчаных почв являются  $pH_{KCl}$  5,5–6,2,  $P_2O_5$  200–250 мг/кг,  $K_2O$  170–250 мг/кг,  $MgO$  120–150 мг/кг, гумус 2,0–3,0 % [1]. В то же время оптимальная реакция почв не строго фиксирована и зависит от видов возделываемых культур и свойств почвы. Установленные диапазоны почвенной реакции сгруппированы по типам севооборотов, гранулометрическому составу почв и используются как ориентиры при известковании [2]. Мелиоративное известкование проводится на почвах I и II групп кислотности и поддерживающее – на почвах III и IV групп. Рекомендованные дозы извести устанавливаются таким образом, чтобы значения  $pH$  средне- и сильнокислых почв можно было нейтрализовать до нижнего уровня оптимального диапазона [3].

Традиционным известковым мелиорантом является доломитовая мука, при применении которой не только снижается почвенная кислотность, но и происходит обогащение почвы кальцием и магнием, что немаловажно для

повышения урожайности сельскохозяйственных культур, потребляющих большое количество данных элементов питания, а также улучшается эффективность минеральных и органических удобрений. В то же время доломитовая мука является довольно дорогостоящим мелиорантом, что значительно увеличивает стоимость комплекса работ по известкованию. В этой связи представляется возможным использование более дешевых кальцийсодержащих материалов, в частности на основе отходов производства: дефеката (отхода сахарного производства) и карбидной извести (отхода ацетиленового производства). Полесским аграрно-экологическим институтом НАН Беларуси разработан мелиорант на основе карбидной извести [4]. Эффективность данного мелиоранта должна быть определена при возделывании сельскохозяйственных культур для установления его оптимальной дозы. Важно оценить не только действие, но и его последствие в ходе полевых опытов.

Один из важных показателей – вынос питательных элементов с урожаем основной и побочной растительной продукции (хозяйственный, или общий вынос), показывающий степень усвоения их из почвы и удобрений и характеризующий хозяйственный баланс элементов питания в системе почва – растение – удобрение. Благодаря расчетным данным ба-

ланса, в свою очередь, можно судить о состоянии почвенных запасов и дефиците элементов питания.

Цель исследований – изучить влияние различных видов и доз известковых мелиорантов на вынос и баланс основных элементов питания при возделывании ячменя.

### Методика и объекты исследований

Многолетний стационарный опыт был заложен в 2016 г. на дерново-подзолистой, временно избыточно увлажненной супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,53 м рыхлым песком (СПК «Чернавчицы», Брестский р-н). Ячмень Скарб посеяли в 2017 г. в звене севооборота: кукуруза – яровой ячмень с подсевом клевера (клевер 1 г. п.) – клевер 2 г. п. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы до закладки опыта имела следующие показатели:  $pH_{KCl}$  4,5–4,9; гумус – 2,0–2,4 %; подвижные формы  $P_2O_5$  – 254–411 мг/кг и  $K_2O$  – 300–399 мг/кг; обменные  $CaO$  – 605–699 мг/кг и  $MgO$  – 307–360 мг/кг. Согласно агрохимическим градациям [1], почва опытного участка по степени кислотности относилась ко II группе и являлась среднекислой, имела низкое содержание кальция и высокое – фосфора, калия и магния.

Схема опыта включала 14 вариантов в четырехкратной повторности и предусматривала контроль (без применения удобрений и мелиорантов) и внесение минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) в качестве фона. Известковые мелиоранты (доломитовая мука, дефекат и мелиорант на основе карбидной извести)

вносили под предшествующую культуру (кукурузу) в дозах 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0, рассчитанных по гидролитической кислотности почвы.

В опыте применялись: доломитовая мука (ОАО «Доломит»), дефекат Жабинковского сахарного завода и мелиорант на основе карбидной извести ИООО «Линде Газ Бел» (Брестский р-н; после 2018 г. – ООО «ДельтаГаз») (табл. 1). Мелиорант на основе карбидной извести представляет собой однородную сыпучую массу в виде муки с легким ацетиловым запахом, белого цвета, влажностью не более 10 % и насыпной плотностью 750 г/л (ТУ ВУ 200035715.002–2017).

Общая площадь делянки составляла 30 м<sup>2</sup>, учетная – 20 м<sup>2</sup>. Учет урожая проводили в фазу полной спелости зерна. Статистическая обработка результатов исследований осуществлялась методами дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [5]. При расчете выноса основных элементов питания урожай зерна приводили к стандартной влажности 14 % и соломы – 16 %. Баланс элементов питания рассчитывали согласно методике расчета элементов питания [6]. В среднем по известкованным вариантам величина pH находилась на уровне 5,27–5,66.

Таблица 1. Химический состав известковых мелиорантов, % при естественной влажности

Показатель	Доломитовая мука	Дефекат	Мелиорант на основе карбидной извести
Влажность	1,0	14,0	8,0
N	следы	0,52	следы
$P_2O_5$	0,03	0,68	следы
$K_2O$	0,13	0,77	0,40
$CaO$	35,00	39,20	60,98
$MgO$	21,00	следы	0,13

### Результаты исследований и их обсуждение

Согласно результатам исследований, при возделывании ячменя на дерново-подзолистой супесчаной почве без применения удобрений и мелиорантов урожайность зерна составила 19,1 ц/га [7]. Внесение минеральных удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$  способствовало дополнительному росту данного показателя на 4 ц/га. Последствие известковых мелиорантов позволило существенно увеличить урожай: до 25,5–29,1 ц/га при использовании доломитовой муки (далее – ДМ), 25,5–28,8 ц/га – дефеката и 25,7–28,8 ц/га – мелиоранта на основе карбидной извести (далее – МКИ).

Данные химического анализа показали, что для формирования урожая зерна и соломы культура в разной степени использовала питательные вещества (табл. 2). Так, в количественном отношении в зерне накапливалось больше азота, а в соломе – калия. В контрольном варианте зерно и солома содержали в сухом веществе 1,88 % азота, 0,67 % фосфора, 0,73 % калия, 0,23 % кальция, 0,19 % магния и соответственно 1,54 % азота, 0,37 % фосфора, 2,19 % калия, 0,50 % кальция, 0,09 % магния. Применение минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$  способствовало увеличению в большей степени уровня азота (на 0,56 %) и калия (на 0,13 %) в зерне, а в соломе – калия (на 0,13 %) и кальция (на 0,07 %).

Установлено, что минимальные дозы известковых мелиорантов (0,5 Нг) не оказывают существенного влияния на накопление элементов питания по сравнению с фоном, за исключением кальция в зерне (содержание увеличивается на 0,04–0,05 % при применении ДМ и МКИ) и магния в соломе (рост составляет 0,02–0,04 % по всем мелиорантам).

В целом по произвесткованным вариантам наиболее высокие значения уровней накопления питательных элементов получены при использовании в опыте полуторной дозы известковых мелиорантов (1,5 Нг), тогда как дальнейшее увеличение дозы (до 2,0 Нг) имеет тенденцию к снижению их концентрации в растительной продукции ячменя. При этом максимальное содержание в зерне в среднем составляет азота 2,74 %, фосфора 0,82, калия 1,05, кальция 0,34, магния 0,22 %; в соломе – азота 1,86 %, фосфора

0,45, калия 2,53, кальция 0,78, магния 0,16 % и мало зависит от вида мелиоранта.

Общий (хозяйственный) вынос элементов питания яровым ячменем определялся их содержанием в зерне и соломе, а также урожайностью основной и побочной продукции (табл. 3). При оценке хозяйственного выноса отмечено, что за свой короткий период вегетации он усваивал в большей мере азот и калий и в сравнительно меньшей – фосфор, кальций и магний.

Из почвенных запасов с урожаем основной и побочной продукции ячменя отчуждалось 48 кг/га азота, 15 кг/га фосфора, 37 кг/га калия, 9 кг/га кальция и 4 кг/га магния. Внесение минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) способствовало увеличению не только продуктивности растений, но и количества выноса ими макроэлементов в 1,3–1,5 раза. Различные виды и дозы известковых мелиорантов дополнительно наращивали отчуждение элементов по сравнению с фоном еще в 1,3–1,6 раза.

Самые низкие значения хозяйственного выноса были установлены для стартовых доз (0,5 Нг) ДМ, дефеката и МКИ. При этом вынос азота в среднем составил 81 кг/га, фосфора – 23 кг/га, калия – 57 кг/га, кальция – 17 кг/га и магния – 6 кг/га. Дальнейшее увеличение дозы приводило к росту выноса элементов питания и достигало своих максимальных значений при применении полуторной дозы мелиорантов и имело практически равнозначную величину для всех их видов. Отмечено, что наибольший уровень отчуждения макроэлементов в среднем составлял 101 кг/га азота, 28 кг/га фосфора, 70 кг/га калия, 22 кг/га кальция и 8 кг/га магния. При использовании двойных доз известковых мелиорантов снижались продуктивность культуры и, соответственно, вынос питательных элементов.

Ввиду того, что показатель хозяйственного выноса является непостоянным и в значительной мере зависит от ряда факторов (погодных условий, доз удобрений и др.), рассчитывался удельный (нормативный) вынос элементов питания с 1 т зерна и соломы. Данный показатель включается в справочные издания и используется в дальнейшем для расчета доз удобрений под планируемую урожайность [1].

Таблица 2. Влияние последействия мелиорантов на содержание основных элементов питания в зерне и соломе ярового ячменя, % в сухом веществе

Вариант опыта	Зерно					Солома				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
1. Контроль	1,88	0,67	0,73	0,23	0,19	1,54	0,37	2,19	0,50	0,09
2. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон	2,44	0,74	0,86	0,27	0,20	1,64	0,40	2,32	0,57	0,11
3. Фон + ДМ 2,3 т/га (0,5 Нг)	2,54	0,78	0,94	0,32	0,21	1,68	0,41	2,41	0,69	0,15
4. Фон + ДМ 4,6 т/га (1,0 Нг)	2,70	0,80	1,00	0,33	0,22	1,78	0,43	2,45	0,74	0,15
5. Фон + ДМ 6,9 т/га (1,5 Нг)	2,76	0,83	1,06	0,35	0,23	1,87	0,44	2,53	0,77	0,17
6. Фон + ДМ 9,2 т/га (2,0 Нг)	2,73	0,81	0,98	0,34	0,23	1,82	0,44	2,47	0,76	0,16
7. Фон + дефекат 2,9 т/га (0,5 Нг)	2,55	0,76	0,93	0,29	0,20	1,66	0,41	2,42	0,64	0,13
8. Фон + дефекат 5,7 т/га (1,0 Нг)	2,71	0,80	0,98	0,31	0,21	1,74	0,42	2,47	0,70	0,13
9. Фон + дефекат 8,6 т/га (1,5 Нг)	2,74	0,82	1,07	0,34	0,22	1,85	0,44	2,52	0,76	0,15
10. Фон + дефекат 11,4 т/га (2,0 Нг)	2,72	0,80	0,98	0,33	0,22	1,81	0,43	2,50	0,73	0,14
11. Фон + МКИ 2,0 т/га (0,5 Нг)	2,57	0,79	0,95	0,31	0,20	1,70	0,41	2,44	0,67	0,13
12. Фон + МКИ 4,0 т/га (1,0 Нг)	2,67	0,80	0,98	0,32	0,20	1,82	0,44	2,47	0,71	0,13
13. Фон + МКИ 6,1 т/га (1,5 Нг)	2,72	0,81	1,02	0,34	0,22	1,86	0,46	2,54	0,80	0,15
14. Фон + МКИ 8,1 т/га (2,0 Нг)	2,70	0,81	1,00	0,34	0,21	1,84	0,45	2,51	0,74	0,15
НСР <sub>05</sub>	0,24	0,06	0,09	0,03	0,01	0,09	0,02	0,22	0,03	0,01

Таблица 3. Влияние последействия мелиорантов на общий и удельный вынос основных элементов питания ячменем

Вариант опыта	Общий вынос, кг/га					Удельный вынос, кг/т				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
1. Контроль	48	15	37	9	4	25,2	7,9	19,1	4,9	2,2
2. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон	71	20	49	13	5	30,6	8,7	21,0	5,7	2,4
3. Фон + ДМ 2,3 т/га (0,5 Нг)	81	23	57	17	7	31,7	9,1	22,2	6,8	2,7
4. Фон + ДМ 4,6 т/га (1,0 Нг)	94	26	64	20	8	33,7	9,4	23,0	7,2	2,8
5. Фон + ДМ 6,9 т/га (1,5 Нг)	103	29	71	22	9	34,7	9,7	24,0	7,5	3,0
6. Фон + ДМ 9,2 т/га (2,0 Нг)	99	28	67	21	8	34,2	9,5	22,9	7,4	2,9
7. Фон + дефекат 2,9 т/га (0,5 Нг)	81	23	57	16	6	31,7	8,9	22,2	6,3	2,5
8. Фон + дефекат 5,7 т/га (1,0 Нг)	95	26	65	19	7	33,5	9,3	22,9	6,8	2,6
9. Фон + дефекат 8,6 т/га (1,5 Нг)	101	28	71	22	8	34,4	9,6	24,0	7,4	2,8
10. Фон + дефекат 11,4 т/га (2,0 Нг)	98	27	67	21	8	34,0	9,4	23,1	7,1	2,7
11. Фон + МКИ 2,0 т/га (0,5 Нг)	82	24	58	17	6	32,1	9,2	22,5	6,6	2,5
12. Фон + МКИ 4,0 т/га (1,0 Нг)	94	27	64	19	7	33,7	9,5	22,9	6,9	2,5
13. Фон + МКИ 6,1 т/га (1,5 Нг)	100	28	69	22	8	34,3	9,7	23,7	7,6	2,8
14. Фон + МКИ 8,1 т/га (2,0 Нг)	98	28	67	21	8	34,0	9,6	23,3	7,3	2,7
Среднее по произвесткованным вариантам	94	26	65	20	8	33,5	9,4	23,1	7,1	2,7

Наиболее высокие значения как удельного выноса, так и общего, были характерны для азота и калия и имели такие же закономерности в величинах по вариантам опыта. При этом полуторная доза ДМ, дефеката и МКИ обеспечивала максимальные величины удельного выноса азота в среднем на уровне 34,5 кг/т,

фосфора – 9,7 кг/га, калия – 23,9 кг/га, кальция – 7,5 кг/га и магния – 2,9 кг/га.

Для оценки влияния известковых мелиорантов на плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы на основании полученных данных рассчитаны хозяйственный баланс основных элементов питания и его интенсивность (табл. 4).

Таблица 4. Баланс элементов питания при известковании дерново-подзолистой супесчаной почвы

Вариант опыта	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		CaO		MgO	
	Б*, ± кг/га	ИБ**, %	Б, ± кг/га	ИБ, %	Б, ± кг/га	ИБ, %	Б, ± кг/га	ИБ, %	Б, ± кг/га	ИБ, %
1. Контроль	-41	40	-13	12	-51	19	-53	32	-14	26
2. N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон	-18	83	42	307	-3	96	-57	31	-15	24
3. Фон + ДМ 2,3 т/га (0,5 Нг)	-28	75	39	269	-8	90	744	962	466	2233
4. Фон + ДМ 4,6 т/га (1,0 Нг)	-42	68	37	241	-12	86	1546	1836	948	4271
5. Фон + ДМ 6,9 т/га (1,5 Нг)	-50	63	35	222	-16	83	2349	2673	1430	6107
6. Фон + ДМ 9,2 т/га (2,0 Нг)	-47	65	37	232	-9	90	3155	3586	1914	8246
7. Фон + дефекат 2,9 т/га (0,5 Нг)	-17	86	59	357	11	114	1077	1368	-16	23
8. Фон + дефекат 5,7 т/га (1,0 Нг)	-20	86	74	382	25	128	2171	2564	-17	22
9. Фон + дефекат 8,6 т/га (1,5 Нг)	-15	90	92	425	41	143	3306	3744	-18	22
10. Фон + дефекат 11,4 т/га (2,0 Нг)	-1	99	112	514	67	172	4405	5021	-18	22
11. Фон + МКИ 2,0 т/га (0,5 Нг)	-30	74	38	261	-4	95	1159	1449	-14	36
12. Фон + МКИ 4,0 т/га (1,0 Нг)	-42	68	35	233	-2	97	2377	2789	-12	46
13. Фон + МКИ 6,1 т/га (1,5 Нг)	-48	65	34	219	1	101	3655	4105	-10	56
14. Фон + МКИ 8,1 т/га (2,0 Нг)	-46	66	34	223	11	112	4876	5522	-7	68

Примечание. \*Б – баланс; \*\*ИБ – интенсивность баланса.

В опыте установлено, что без компенсации затрат на создание урожая ячменя происходило использование почвенных ресурсов. Расход питательных элементов при этом достигал, кг/га: –41 азота, –13 фосфора, –51 калия, –53 кальция и –14 магния. В то же время азот и калий, внесенные с минеральными удобрениями, не компенсировали их вынос с урожаем, однако имели небольшие отрицательные значения (–18 и –3 кг/га соответственно), которые могут быть возмещены за счет корневых и пожнивных остатков. При этом баланс фосфора имел положительное значение (42 кг/га).

Ни в одном из произвесткованных вариантов не достигнут положительный баланс азота, а уровни его интенсивности указывают на создание дефицита элемента (63–99 %). Это связано с тем, что при росте урожайности культуры минеральные удобрения, внесенные в качестве фона, не полностью компенсируют вынос азота.

Все виды и дозы ДМ и МКИ способствовали формированию положительного баланса фосфора на уровне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> (34–39 кг/га) с интенсивностью более 200 %, причем изучаемые дозы дефеката, имеющего в своем составе 0,68 % фосфора, увеличивали значения баланса до 59–112 кг/га и интенсивность возрастала практически в 1,5–2,5 раза.

Несмотря на высокое содержание калия и магния в почве, бездефицитный и положительный баланс калия обеспечивали только дефекат на уровне 11–67 кг/га (с интенсивностью 114–172 %) и МКИ в дозе 1,5 и 2,0 Нг – 1–11 кг/га (101–112 %). Положительные балансовые значения магния (466–1914 кг/га) были получены только при использовании в опыте ДМ. Интенсивность баланса при этом составила 2233–8246 %. Полученные результаты говорят о том, что в данном случае решающую роль сыграло не только высокое содержание калия и магния в почве, но и их количество во вносимых дозах мелиорантов.

Сильное выщелачивание, низкие запасы в почве и отсутствие какой-либо компенсации затрат на создание урожая ячменя приводили к созданию отрицательного баланса кальция при применении минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Интенсивность баланса на уровне 24 % свидетельствовала о его дефиците.

Известкование дерново-подзолистой супесчаной почвы обусловило увеличение выноса кальция растительной продукцией,

### Заключение

Известкование дерново-подзолистой супесчаной почвы оказывало положительное влияние на создание урожая ячменя и увеличивало обеспечение растений элементами питания. Применение доломитовой муки, дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести в половинной, полной, полуторной и двойной дозах способствовало росту накопления основных макроэлементов в зерне и соломе и величины их хозяйственного выноса (в среднем в 1,4 раза). Максимальные значения общего (101 кг/га азота, 28 кг/га фосфора, 70 кг/га калия, 22 кг/га кальция и 8 кг/га магния) и удельного выноса элементов (34,5 кг/т азота, 9,7 кг/га фосфора, 23,9 кг/га калия, 7,5 кг/га кальция и 2,9 кг/га магния) получены в вариантах с внесением полуторных доз мелиорантов.

Баланс основных элементов питания в произвесткованных вариантах опыта в боль-

однако за счет высоких концентраций макроэлемента в ДМ, дефекате и МКИ вынос и его накопление в почве компенсировались. С возрастанием доз мелиорантов росла и величина прихода кальция. При этом положительный баланс элемента составил: 744–3155 кг/га (для ДМ), 1077–4405 кг/га (для дефеката) и 1159–4876 кг/га (для МКИ) с интенсивностью 962–5522 %.

шей мере определялся ресурсами почвы и их концентрациями в изучаемых дозах мелиорантов. Количество вносимого азота было недостаточным для формирования его положительного баланса. Дефицит элемента в среднем составлял 32 кг/га при интенсивности баланса 75 %. Все дозы известковых мелиорантов компенсировали вынос фосфора (особенно дефекат: + 84 кг/га, интенсивность баланса – 420 %). Бездефицитный и положительный баланс калия обеспечивали только полуторная и двойная дозы МКИ, а также все дозы дефеката на уровне 1–67 кг/га с интенсивностью 101–172 %. При известковании почвы дефекатом и МКИ формировался дефицит баланса магния. Исключение составили все дозы ДМ (+ 1190 кг/га магния при 5214%-й интенсивности баланса).

### Библиографический список

1. Справочник агрохимика / Ин-т почвоведения и агрохимии ; под ред. акад. В. В. Лапа. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 260 с.
2. Инструкция о порядке известкования кислых почв сельскохозяйственных земель : утв. М-вом сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь 18.01.19. – Минск : Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2019. – 22 с.
3. Богдевич, И. М. Динамика степени кислотности, обеспеченности кальцием и магнием пахотных и луговых почв Беларуси в результате известкования / И. М. Богдевич, О. Л. Ломонос, О. М. Таврыкина // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1 (52). – С. 159–172.
4. Мелиорант на основе карбидной извести : пат. ВУ 23139 / Л. Н. Иовик, Е. В. Жавнерчик, В. А. Сатишур. – Дата публ. 30.10.2020.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Методика расчета элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2007. – 26 с.
7. Сатишур, В. А. Влияние различных видов известковых мелиорантов на урожайность зерна ячменя ярового на среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почве / В. А. Сатишур, Е. Г. Артемук // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2018. – № 1. – 66–69.