

ОРОШЕНИЕ В ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ В УСЛОВИЯХ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Линьков, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины»
г. Витебск, Беларусь

Аннотация

При постановке полевого эксперимента агрофакторной оценки капусты были получены данные, дающие основание утверждать о высокой эффективности орошаемого земледелия. Разработана оригинальная матрица основных макрофакторов эффективности прогрессивной агрономии капусты позднеспелой сорта Амагер, позволяющая получать устойчиво высокие и экономически выгодные урожаи данного растения. Суммарный годовой экономический эффект по ЛПХ населения Витебской области только при возделывании капусты белокочанной поздней составляет 451,44 тыс. рублей.

Ключевые слова: орошение, капуста поздняя, низкогидроморфная почва, матрица макрофакторов, прогрессивная агрономия

Abstract

V.V. Linkov

IRRIGATION IN PRIVATE SUBSIDIARY FARMS IN CONDITIONS OF VITEBSK REGION

Field experiment of agricultural characteristics of cabbage proves high efficiency of irrigation. The original matrix of main macro factors of agronomic efficiency is developed on the example of cabbage Amager, this matrix allows us to obtain high and profitable crops. The total annual economic effect of private subsidiary farms in the Vitebsk region of white cabbage the late is 451.44 thousand rubles.

Keywords: irrigation, cabbage the late, low hydromorphic soil, matrix of macro factors, progressive agronomy

Введение

Для повышения эффективности техногенных факторов интенсификации растениеводства необходим переход к активным технологиям, базирующимся, прежде всего, на дифференцированном использовании природных ресурсов, техногенных факторов и адаптивного потенциала культивируемых видов и сортов растений [4, 5, 7, 13–15]. Недостаточно дифференцированное, а следовательно, неправильное использование указанных факторов интенсификации растениеводства невозможно компенсировать всё возрастающими затратами невозможной энергии [5]. Одним из таких факторов интенсификации производства растениеводческой продукции является рациональное использование располагаемых видов ресурсов, в особенности возобновляемых, отличающихся сравнительно лёгкой доступностью, универсальностью, незаменимостью.

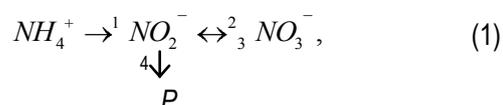
Исследования, проведённые в 2009–2016 гг. в природно-климатических условиях Витебской области, показали, что одним из наиболее эффективных ресурсов является орошаемое земледелие, интегративно вписывающееся в рамки нового подхода современного земледелия – прогрессивной агрономии. Поэтому, представленная тема публикации является актуальной, своевременной и, затрагивающей без

преувеличения интересы сотен тысяч граждан Витебской области, занимающихся овощеводством в рамках личных подсобных хозяйств (ЛПХ).

Обзор источников информации. Низкогидроморфные почвы отличаются уникальностью не только своего происхождения, но и значительной антропогенной продвинутой с точки зрения их сельскохозяйственного использования. Несмотря на свою малочисленность (количество таких почв в Витебской области составляет порядка 3000 га), практически все они являются антропогенно-преобразованными почвами и активно задействованы в производстве растениеводческой продукции [10, 12], особенно ранней овощной, технической, востребованность и уровень рентабельности которой на рынке строго определяются временем производства и реализации [1].

Из множества процессов, протекающих в почве, в качестве примера можно остановиться на нитрификации. Главными составляющими времени, необходимого для нитрификации, являются численность популяции нитрификаторов, pH, её температура, но в особенности аэрация почвы [3], которая присутствует в достаточном количестве в низкогидроморфной почве, её влагообеспеченности [6], что для такой почвы является проблемой. При значениях pH, близких к нейтральному, температуре 25 °C и доста-

точной аэрации, скорость интирфикации аммония может достигать 10–20 кг/га в день. Математическое описание данного процесса может быть представлено формулой, позволяющей наглядно представить процесс:



где цифры при стрелках соответствуют константам скоростей реакции, а P – сумма количеств, образуемых N₂O, NO и N₂ [3].

Такое повышенное внимание к формированию доступных для растений элементов питания в почве также находит своё обоснование при изучении характеристик низкогидроморфных почв, определённю бедных аммонийно-нитратными формами доступного растениям азота [1], что является одним из важных лимитирующих факторов реализации генетического потенциала культивируемых растений на таких почвах.

Изучение показателей климата Витебской области позволяет констатировать следующее. Климат здесь довольно однородный, умеренно континентальный (умеренно тёплый, влажный), в восточных районах континентальность климата возрастает. Количество осадков – 550–750 мм, но выпадают неравномерно в течение года и бывают непродолжительные засухи. Испаряемость – 450–500 мм. По распре-

делению тепла и влаги вегетационного периода (выше + 5 °C) Витебская область относится к Северной агроклиматической зоне. Тип водного режима – промывной (КУ > 1). Почва промачивается полностью весной и осенью [10].

Современные тенденции динамических изменений климата и погоды в условиях Витебской области характеризуются значительно возросшей скоростью повышения среднегодовой температуры воздуха [8], что сопряжено с изменениями и гидрологического режима почв и общей влагообеспеченности возделываемых сельскохозяйственных культур. В таблице 1 представлены данные многолетних наблюдений за среднемесячными температурами в различных районах Витебской области.

Из таблицы 1 видно, что в течение вегетационного периода в условиях Витебской области наблюдаются благоприятные температуры для возделывания большинства сельскохозяйственных культур северной умеренной зоны. Однако в практике изучения значений температуры воздуха необходимо не упускать из вида сочетание различных факторов: характера ландшафта, почвенных разностей и пестроты почвенного плодородия, в условиях даже сравнительно однородных участков фации, характера увлажнений. Особо следует уделить внимание наличию запасов влаги перед наступлением критических температур и суховеев, скорость и направленность воздушных масс, влажность воздуха и другие параметры.

Таблица 1. – Средняя месячная температура воздуха по метеостанциям Витебской области приведена к периоду 1881–1990 гг. [11]

МЕТЕОСТАНЦИЯ	Месяцы года				
	V	VI	VII	VIII	IX
Верхнедвинск	12,1	15,6	17,3	16,0	11,1
Езерище	12,1	15,5	17,3	15,8	10,8
Полоцк	12,3	15,8	17,5	16,1	11,1
Шарковщина	12,3	15,7	17,6	16,2	11,4
Витебск	12,6	16,0	17,8	16,2	11,1
Лынтупы	11,9	15,2	17,0	15,6	11,0
Докшицы	12,1	15,3	17,0	15,6	10,9
Лепель	12,6	16,0	17,7	16,2	11,4
Сенно	12,6	16,0	17,6	16,2	11,4
Березинский заповедник	12,0	15,6	17,2	15,6	10,7
Орша	12,5	16,0	17,7	16,2	11,3
Славное–Толочин	12,4	15,8	17,4	16,0	11,1
В среднем t °C	12,4	15,7	17,4	16,0	11,1

В таблице 2 представлены данные среднемесячных количеств осадков по районам Витебской области. Из таблицы 2 видно, что в целом представленные районы Витебской области отличаются достаточным характером увлажнения и даже некоторым избытком поступающей из атмосферы влаги. Но пульсирующее действие климата и динамика всех происходящих процессов, характеризуют Витебскую область как перспективную в плане использования орошаемого земледелия.

Эффективное использование орошения позволит в значительной степени увеличить устойчивость биосферы и её экосистем, будет способствовать поддержанию функционирования эволюционных процессов в почве, а при увеличении биологического разнообразия предоставит новые возможности в компенсаторно-восстановительных и регулятивных механизмах, гарантирующих в определённом диапазоне гомеостазис системы «биота-планета» [4, 5, 14].

Материал, методика и результаты исследований. Исследования проводились в 2009–2016 гг. на низкогидроморфных старопойменных почвах правобережной части подвinya реки Западная Двина в Витебском районе в условиях ЛПХ населения (полевые участки). Изучение макрофакторов эффективности отдельных элементов прогрессивной агрономии возделывания капусты поздней сорта Амагер проводилось с целью выработки однозначного ответа касательно необходимости и обоснованности использования орошения в условиях Витебской области. Для обработки и интерпретации результатов мел-

коделячных опытов использовались методы анализа, синтеза, дедукции, прикладной математики. При этом, исследованиями не ставилась цель получения рекордных урожаев [13] капусты (150 – 200 т/га). Особое внимание уделялось использованию энергоресурсоэкономным методам прогрессивной агрономии, позволяющим максимально задействовать располагаемые виды ресурсов для экономически эффективной реализации генетического потенциала культивируемых растений; а также опытно-экспериментальным данным, приближенным к условиям современного крупнотоварного хозяйствования передовых производителей растениеводческой продукции.

Особенности низкогидроморфных почв заключаются в высокой степени их гигроскопичности и одновременно слабой способности удерживать влагу. Летом в вегетационный период без постоянного поступления влаги в почву происходит разрыв верхних и нижних капилляров пахотного слоя почвы. Наблюдалось обильное выпадение осадков (свыше 60 мм) за непродолжительный период времени (2–5 часов), после которого уже на следующий день культивируемые растения вновь требовали дополнительного поступления влаги. Однако незначительные осадки (порядка 20–25 мм), выпадающие за короткий период времени (2–5 часов) оказывали аналогичное действие на почву и растения, тем самым показывая, что данные исследования требуют специально-поставленного опыта и дополнительного изучения в отдельных исследованиях.

Таблица 2. – Среднемесячное количество осадков по метеостанциям Витебской области за 110-летний период наблюдений [11]

МЕТЕОСТАНЦИЯ	Месяцы года				
	V	VI	VII	VIII	IX
Верхнедвинск	59	73	82	82	64
Езерище	57	81	85	81	71
Полоцк	48	68	76	77	60
Шарковщина	52	64	78	78	61
Витебск	55	77	91	77	64
Лынтупы	52	74	78	74	65
Докшицы	61	84	89	88	61
Лепель	62	86	90	81	62
Сенно	55	78	93	77	64
Березин. зап.	60	79	88	79	59
Орша	58	78	89	72	61
Славное-Толочин	59	78	90	73	63
В среднем, мм	56,5	76,7	85,8	78,3	62,9

Для проведения опытно-экспериментальной оценки предлагаемых к обсуждению исследований были рассчитаны показатели эвапотранспирации по модифицированной формуле Раптан [7], которая позволила установить большой ресурсный резерв при использовании орошаемого земледелия в производстве любых агрокультур, возделываемых в условиях Витебской области и на низкогидроморфных почвах в особенности. В частности во влагодефицитные периоды вегетации (например в августе 2009 г.) дефицит влаги колебался от 6,4 и 7,2 мм в Верхнедвинском и Шарковщинском районах области соответственно, до 27,7 мм в Витебском и 31,7 мм в Сенненском районах.

Было установлено, что в Беларуси систематически наблюдаются неблагоприятные агрометеорологические явления, связанные с характером увлажнения почвы. Всё это позволяет наметить пути нивелирования данных колебаний климата и сделать более благоприятным режим произрастания возделываемых культурных растений (таблица 3).

Из таблицы видно, что не только Гомельская, но даже Витебская область отличается периодами с засушливым климатом, попадая, в той или иной степени в череду засушливых явлений. В целом вероятность наступления засушливых периодов находится от 0,15 до 0,23, являясь достаточно устойчивым показателем при общей оценке вегетационного периода произрастания растений.

Однако в практической агрономии необходимо учитывать постоянно присутствующий прагматический аспект, заключающийся в динамике доступности влаги растениям, действующей в рамках (иногда вне рамок) генетического потенциала адаптивных реакций растений [5]. Несмотря на то, что в вероятност-

ный период засухи наблюдается дефицит влаги (при расчёте по эвапотранспирации и другим характерным признакам реакции растений), существуют значительные компенсационные и реальные возможности вегетирующих растений в реализации потенциальной продуктивности. Например, при оценке реальной обстановки августа 2009 г. практически по всем районам Витебской области (кроме Оршанского) наблюдался дефицит влаги, который мог бы быть компенсирован влагозарядковыми дождями конца июля и значительными осадками в первых числах сентября. Но на практике этого не произошло, и повсеместно наблюдалось снижение урожайности многих позднелетних и осеннее-созревающих агрокультур. К одной из таких культур относится широко используемая в отечественном сельскохозяйственном производстве капуста белокачанная поздняя.

Многолетнее изучение биологии, агротехнологии возделывания, сортов, ресурсной базы производства капусты поздней в условиях Северо-востока Беларуси позволило рассчитать стандартную матрицу макрофакторов эффективности производства такой капусты при использовании основ прогрессивной агрономии (таблица 4).

Из таблицы 4 видно, что среди средневзвешенных суммарных показателей макрофакторов достоверно положительно выделяются – температурный фактор, влагообеспеченность, агротехнологии, ФАР, что должно быть учтено при формировании научно-обоснованного подхода возделывания данного растения на основе прогрессивной агрономии в заданных природно-климатических и антропогенных условиях. Возьмём в качестве примера макрофактор – температуру. Несмотря на то, что капуста в целом растение холодостойкое, температурный фактор

Таблица 3. – Повторяемость лет с засушливыми явлениями ($ГТК \leq 0,7$) в течение месяца или периода в целом, % (из 100 лет)

ОБЛАСТЬ	Месяц					Вероятность явления
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Витебская	19	17	15	13	11	0,15
Минская	18	12	18	17	19	0,17
Гродненская	17	11	22	18	20	0,18
Могилёвская	24	19	11	20	18	0,18
Брестская	20	13	20	19	32	0,21
Гомельская	22	22	23	25	21	0,23

играет существенную роль в формировании общей продуктивности посадок капусты. Особенно важно соблюдение (формирование) оптимальных температурных режимов для белокочанной капусты в период её начала выращивания (стадия рассады).

В период посадки, приживаемости, активного роста биомассы и ассимилирующего аппарата, а также в период развития корневой системы, формирования и налива кочанов для данного вида важно достаточное количество влаги.

Таблица 4. – Оригинал-матрица* основных макрофакторов эффективности прогрессивной агрономии капусты поздней**

МАКРОФАКТОРЫ	Критические фазы онтогенеза, уборка и реализация агропродукции								Σ
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	
Температура	0,8	0,6	0,8	0,4	0,2	0,2	1,0	0,4	4,4
Влагообеспеч.	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4	0,4	1,0	0,2	5,2
Агроценоз	0,4	0,2	0,8	1,0	0,6	0,0	0,2	0,4	3,6
Сорт	0,2	0,2	0,4	0,8	0,6	0,2	0,4	0,6	3,4
Семена	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8
Удобрения	0,4	0,4	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2	0,4	3,4
Почва	0,6	0,6	0,6	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	3,4
Обработка почвы	0,4	0,6	0,6	0,6	0,2	0,0	0,2	0,2	2,8
Вредители	0,8	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,4	3,6
Болезни	0,4	0,4	0,2	0,4	0,6	0,2	0,6	0,8	3,6
Сорняки	0,4	0,0	0,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	1,4
Антропогенные	0,4	0,2	0,2	0,2	0,8	0,2	0,2	0,4	2,6
Техногенные	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	3,2
Химзащита	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,6	0,6	2,8
Агротехнологии	0,6	0,8	0,8	1,0	0,8	0,6	0,8	0,6	6,0
Биогенные	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,2	2,8
Трудовые ресурсы	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2	0,6	0,4	0,6	3,2
Квалификация кадров	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,4	0,8	0,8	4,2
Финансовые ресурсы	0,4	0,4	0,2	0,2	0,0	0,4	0,4	0,4	2,4
Матер. ресурсы	0,2	0,4	0,4	0,2	0,0	0,6	0,8	0,4	3,0
ФАР	1,0	0,8	1,0	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	4,4
Инфраструктура	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,4	0,4	0,8	2,2
Рыночное регулирование	0,4	0,0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,8	1,0	3,2
Законодательное регулирование	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	1,0
Прочие факторы	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	2,0
χ	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	3,1
НСР ₀₅	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	1,2

Примечание

*- стандартная оригинал-матрица разработана для уровня урожайности 40,0 – 80,0 т/га

**- 0,0 – отсутствие, либо очень незначительное действие фактора; 0,2 – минимальное действие фактора; 0,4 – оцутимое; 0,6 – среднее; 0,8 – сильное; 1,0 – максимальное;

А – качество рассады;

Б – посадка, приживаемость рассады;

В – развитие биомассы (ассимилирующего аппарата и корневой системы);

Г – формирование и налив кочана;

Д – реутилизация;

Е – уборка;

Ж – хранение;

З – реализации на рынке, либо собственное потребление у мелкотоварных ЛПХ.

Инструментарно-технологическая поддержка [9], представленная в виде математического анализа полученных данных исследований, показала, что алгоритм метода цепных подстановок для многофакторной мультипликативной модели выглядит следующим образом:

$$y = a \cdot b \cdot c \cdot d \dots \text{модель}; y = x_1 x_2 x_3 x_4 \dots x_n;$$

1. Рассчитываем плановый показатель

$$Y_0 = a_0 \cdot b_0 \cdot c_0 \cdot d_0;$$

2. Далее рассчитывается система условных показателей:

$$Y_{\text{усл}1} = a_1 \cdot b_0 \cdot c_0 \cdot d_0; Y_{\text{усл}2} = a_1 \cdot b_1 \cdot c_0 \cdot d_0;$$

$$Y_{\text{усл}3} = a_1 \cdot b_1 \cdot c_1 \cdot d_0;$$

3. Рассчитываем фактический показатель:

$$Y_1 = a_1 \cdot b_1 \cdot c_1 \cdot d_1;$$

4. Путём последовательного вычитания полученных показателей находим изменение результирующего показателя за счёт факторов:

$$\Delta Y_a = Y_{\text{усл}1} - Y_0; \Delta Y_b = Y_{\text{усл}2} - Y_{\text{усл}1};$$

$$\Delta Y_c = Y_{\text{усл}3} - Y_{\text{усл}2}; \Delta Y_d = Y_1 - Y_{\text{усл}3};$$

5. Рассчитываем общее отклонение фактического показателя от планового, которое равно сумме факторных отклонений:

$$\Delta Y = Y_1 - Y_0 = \Delta Y_a + \Delta Y_b + \Delta Y_c + \Delta Y_d.$$

При этом дополнительное проведение корреляционного анализа показало, что подавляющее большинство взаимодействий макрофакторов, ото-

бражённых в таблице 4, находятся на низком и среднем уровнях, показывая целостность взаимодействия и общую важность всех факторов без исключения. Поэтому действие и взаимодействие факторов можно представить в виде суммарного действия каждого *i*-того фактора (из 25 макрофакторов) с учётом поправочных коэффициентов, и давящей суммы (\sum_{mic}). \sum_{mic} – сумма микрофакторов с учётом поправочных коэффициентов, которые нельзя представить в виде формализационных оценок. Однако разработку (расчёт) каждый действующий агроном должен производить самостоятельно с учётом полученных знаний, умений и навыков для практической агрономии, используя знания физиологии и биохимии анализируемого растения, научной агрометеорологии, когда можно ориентироваться на влагообеспеченность, температурный фактор, значения и параметры агрохимии – действие и последствие применяемых удобрений, знания экономики и многое другое.

Проведение агрофакторной оценки капусты поздней позволило установить следующие данные, представленные в таблице 5.

Из таблицы видно, что наблюдаются достоверные различия изучаемых вариантов от средневзвешенных показателей. Особенно сильно отличается макрофактор – полив, что в условиях низкогидро-

Таблица 5. – Агрофакторная оценка капусты поздней «Амагер» на низкогидроморфных почвах в условиях ЛПХ полевого типа Витебской области

Годы исследований	Урожайность, т/га				Рентабельность, %			
	Контроль*	Зола	Композиты	Полив	Контроль*	Зола	Композиты	Полив
2009	67,8	54,2	48,8	35,6	192,3	130,1	108,6	84,4
2010	62,4	53,3	46,5	33,3	181,2	130,9	105,2	77,1
2011	65,1	51,6	47,6	39,0	168,3	119,7	104,0	74,0
2012	69,0	55,4	49,1	40,3	177,9	109,6	101,5	78,4
2013	76,8	73,1	62,3	47,5	190,5	140,4	125,6	85,8
2014	72,5	61,5	53,9	45,3	178,3	125,6	107,7	91,2
2015	68,3	49,4	52,0	36,8	152,1	105,3	86,4	75,0
2016	64,3	50,1	44,1	39,2	141,3	100,2	81,2	69,9
\bar{x}	68,3	56,1	50,5	39,6	172,7	120,2	102,5	79,5
НСР₀₅		4,5				6,6		

* – контроль – использовались все возможные (располагаемые) ресурсы для ведения прогрессивной агрономии при возделывании капусты поздней сорта «Амагер»;

– зола – исключение использования традиционной технологии возделывания, включающей среди методов борьбы с вредителями двукратное опыление сухой древесной золой, способствующее одновременно повышению надёжности обеспечения вегетирующих растений капусты важнейшими микроэлементами;

– комп. – композиты, исключалось применение в виде двукратного фергитационного полива органическими питательными смесями в критические фазы роста и развития растений капусты;

– полив – исключалось действие искусственного орошения, полив не применялся.

морфных старопойменных почв Подвинья играет и очень важную роль. На опытах без полива были получены среднее за годы исследований самая низкая урожайность кочанов в (36,9 т/га) и самая низкая рентабельность 79,5 %. Наибольшая урожайность и наибольший уровень рентабельности наблюдались при комплексном сочетании факторов повышения продуктивности и экономической эффективности производства капусты белокочанной поздней сорта Амагер. Показатели в среднем за годы исследований составили 68,3 т/га и 172,7 % соответственно.

Общая суммарная экономическая эффективность ведения орошения при возделывании капусты поздней в условиях ЛПХ населения Витебской области составляет 451440 рублей в год.

Заключение

Результаты исследований свидетельствуют о том, что из всех располагаемых видов ресурсов в овощеводстве личных подсобных хозяйств населения Витебской области на низкогидроморфных почвах орошение занимает первостепенное значение, позволяющее в значительной степени увеличить общую продуктивность культивируемых растений капусты поздней сорта Амагер, а также получить большую экономическую эффективность производства. Суммарный годовой экономический эффект по ЛПХ населения Витебской области только при возделывании капусты белокочанной поздней составляет 451,44 тыс. рублей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агробиомелиорация низкогидроморфных почв при ежегодном использовании сидератов, обслуживающих монокультуру / В. В. Линьков [и др.] // Аграрная наука – сельскому хозяйству : XI Международная науч.-практ. конференция : сборник статей / Алтайский государственный аграрный университет. – Барнаул, 2016. – Кн. 2. – С. 159-160.
2. Аутко, А.А. В мире овощей / А.А. Аутко. – Минск : Технопринт, 2004. – 568 с.
3. Барбер, С.А. Биологическая доступность питательных веществ в почве: механистический подход / С.А. Барбер. – Под ред. Э.Е. Хавкина, перевод с английского Ю.Я. Мазеля. – Москва : Агропромиздат, 1988. – 376 с.
4. Грейг-Смит, П. Количественная экология растений / П. Грейг-Смит. – М. : Мир, 1967. – 360 с.
5. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) теория и практика / А.А. Жученко : Биологизация и экологизация интенсификационных процессов как основа перехода к адаптивному развитию АПК. Основы адаптивного использования природных, биологических и техногенных ресурсов. – Москва : Агрорус, 2009. Т. 2. – 1098 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://padaread.com/?book=190203&pg=4>. – Дата доступа. – 17.03.2016.
6. Кинетика нитрификации аммонийного азота в почве в зависимости от содержания влаги и температуры / С.М. Крамарев [и др.]. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stationline.org.ua/agro/agrohimiya/7/48-kinetika-nitrifikacii-ammonijnogo-azota-v-pochve-v-zavisimosti-ot-soderzhaniya-vlagi-i-temperatury.html>. – Дата доступа. – 20.05.2017.
7. Круг, Г. Овощеводство / Г. Круг. – М. : Колос, 2000. – 574 с.
8. Логинов, В.Ф. Климатические исследования в институте / В.Ф. Логинов. – Природопользование : Вып. 22, 2012. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecology.basnet.by/jornal/priroda22/Loginov.pdf>. – Дата доступа. – 19.05.2017.
9. Минюк, С.А. Математические методы и модели в экономике: Учебное пособие / С.А. Минюк, Е.А. Ровба, К.К. Кузьмич. – Минск : ТетраСистемс, 2002. – 432 с.
10. Мониторинг и использование природных ресурсов: учебное пособие / С.Е. Головатый [и др.]. – Минск : МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. – 149 с.
11. Погода: POGODA.BY / Публикации / А.И. Полищук, 26.05.2010. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://pogoda.by/press-release/index.php?month=05&year=2010>. – Дата доступа. – 05.12.2015.
12. Сельское хозяйство Республики Беларусь 2009 – 2013: Статистический сборник / Председатель редакционной коллегии В.И. Зиновский. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2014. – 370 с.
13. Технология производства белокочанной капусты / И.И. Ирков, Г.А. Костенко, Г.Ф. Монахос. – Картофель и овощи, 2014. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://potatoveg.ru/glavnaya-tema/tehnologiya-proizvodstva-belokochannoj-kapusty.html>. – Дата доступа. – 20.01.2017.
14. Урсул, А.Д. Устойчивое развитие: концептуальная модель / А.Д. Урсул. – Национальные интересы, 2005. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ni-journal.ru/archive/2005/n1_05/5324690e/d93f12df/. – Дата доступа. – 22.04.2017.
15. Water for agriculture / А.М. Juan, 2015. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://epthinktank.eu/2015/05/28/water-for-agriculture/>. – Date of access. – 13.05.2017.

Поступила 2.06.2017