

ОБОСНОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ КАЛИЙНЫХ И АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ГИБРИДЫ ПЕКИНСКОЙ КАПУСТЫ

В. А. ДЁМИН¹, В. А. РОДИОНОВ^{1,2}

(¹ РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева; ² ИФР РАН)

В условиях дерново-подзолистой тяжёлосуглинистой почвы при высоком содержании легкогидролизуемого N и очень высоком содержании подвижных форм P_2O_5 и K_2O внесение N80–120 под пекинскую капусту позволило получить урожай кочанов гибридов F_1 Ника – 22–35 т/га, F_1 Нежность – 28–51 т/га, а продуктивность зелёной массы составила 48–64 и 49–72 т/га соответственно; внесение N120K120–720 давало урожайность кочанов – 26–65 т/га, а продуктивность зелёной массы – 52–102 т/га. Максимальный средний урожай кочанов и продуктивность зелёной массы отмечены при внесении N120K720–49 и 84 т/га, а F_1 Нежность при N120K360–52 и 74 т/га соответственно. Внесение азотных и калийных удобрений лучше сказывалось на продуктивности F_1 Ника, чем на F_1 Нежность. Натриевое удобрение (60 кг/га) не влияло на урожай капусты, а обработка растений F_1 Нежность в фазу формирования кочана 5% раствором аскорбиновой кислоты увеличило урожайность кочанов на 7 т/га. Определены: содержание нитратов в кочанах – 150–2010 мг/кг, сухого вещества в основной и побочной продукции – 3,7–8,9% от сырой массы; азот (1,8–4,3% на абсолютно сухую массу), фосфор (1,3–1,8% на абсолютно сухую массу), калий (4,2–7,7% на абсолютно сухую массу), доля нитратного азота в общем (8–24%); вынос элементов питания при разной продуктивности – 1,4–1,9 кг N, 0,7–1,0 P_2O_5 , 2,6–3,8 кг на 1 т зелёной массы K_2O , коэффициенты использования легкогидролизуемого N (20–30%), подвижных форм P_2O_5 (1–2%) и K_2O (10–15%) из почвы, азота (39–59%) и калия (8–66%) из удобрений. Гибрид F_1 Нежность в 1,3 раза больше накапливал нитратов, чем F_1 Ника. Доза N80 увеличивала содержание нитратов – в 1,3–1,4 раза, а N120 у гибрида F_1 Нежность – ещё в 1,3 раза. Наибольшее их содержание (750–2010 мг/кг) было при дозах N120K120–360. Натрий (60 кг/га) и подкормка 5% аскорбиновой кислотой не оказывали влияния на содержание нитратов в продукции.

Ключевые слова: азот, фосфор, калий, натрий, аскорбиновая кислота, пекинская капуста, нитраты, удобрение, вынос, сухое вещество.

Введение

В нашей стране агрохимических исследований с пекинской капустой проведено пока мало [1–7]. Такие исследования особенно актуальны для новых гибридов, выведенных на Селекционной станции им. Н. Н. Тимофеева в РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, устойчивых к киле и цветущности [8]. В литературе слабо отражен вопрос выноса элементов питания и коэффициенты их использования из почвы и минеральных удобрений [9]. Задачей исследования являлось выявление оптимальных доз совместного применения азотных и особенно калийных удобрений под гибриды пекинской капусты (калиелюбивая культура) в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны на высококультуренной дерново-подзолистой почве. С целью улучшения азотного питания растения и снижения содержания нитратов в продукции в 2015 году были апробированы два новых подхода к улучшению азотного метаболизма в растении и усилению продукционного процесса.

В первом случае вместе с удобрением N80 применялся Na60 в форме хлористого натрия. Можно ожидать, что внесение натрия может способствовать лучшему

использованию растением аммиачного азота, чем нитратного [10]. В последние годы в отечественной литературе начали отмечать положительное действие хлористого натрия как удобрения пойменных трав [11] и зерновых культур [12]. В качестве аргументов о необходимости такого удобрения утверждается, что натрий является обязательным компонентом цитозоля растений, играет важную роль в поддержании кислотно-щелочного равновесия, регулирует осмотическое давление и влияет на содержание воды в тканях. На важен для жизнедеятельности человека и животных. Его недостаток приводит к проблемам с аппетитом, вялости и плохому усвоению пищи [11, 13–15]. Отмечается, что внесение натриевых удобрений на пастбищах повышает поступление магния в растения, нормализует соотношение натрия и калия, улучшает качество травостоя. Несмотря на известное токсическое действие избытка хлора на растения, в малых дозах он способствует их росту и развитию, участвует в энергетическом обмене, активируя окислительное фосфорилирование, и способствует поглощению корнями соединений калия, кальция и магния, необходим для образования кислорода в процессе фотосинтеза [11–17].

Второй подход с опрыскиванием растений 5% раствором аскорбиновой кислоты на фоне 80 кг/га азота через месяц после посадки в фазе формирования кочана. Давно известно, что аскорбиновая кислота в растениях – мощный восстановитель [18], который принимает участие в восстановлении нитратов [19, 20]. Кроме того, она может участвовать в биохимических превращениях, лежащих в основе роста и развития растений [19, 21–24] за счёт роста корней [18, 24–27], стимуляции растяжения и морфогенеза клетки [19, 29]. Поэтому экзогенное её внесение может поспособствовать снижению содержания нитратов в продукции и повышению урожайности. Механизм действия аскорбиновой кислоты на рост может быть весьма многогранным. С одной стороны, она участвует в работе кодирующего механизма клетки [19, 21, 30]. С другой стороны, её действие может быть опосредовано через ауксины. Аскорбиновая кислота может тормозить окисление индолилуксусной кислоты, катализируемой пероксидазой, возможно прямо связываясь с ИУК, выступая конкурентным ингибитором пероксидазы, защищая ИУК от разрушения [19, 31]. Существует версия, что специфическая активность ауксинов сама является результатом их первичного воздействия на ИУК [19, 32]. Кроме этого аскорбиновая кислота играет роль антиоксиданта в адаптации к стрессовым воздействиям окружающей среды или биосинтезе аскорбата [18], оказывает влияние на азотистый обмен в [19, 33]. Аскорбиновая кислота необходима для биосинтеза оксипролинсодержащих белков в растениях [19, 34, 35].

Методика исследований

Исследования проводились в 2012 и 2015 г.г. в полевых опытах учебно-научного центра «Овощная опытная станция имени В.И. Эдельштейна» РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на дерново-подзолистой тяжёлосуглинистой высококультуренной почве. Участки, на которых ставились опыты, ежегодно менялись. Агрохимические характеристики пахотного слоя (0–20 см): содержание органического вещества (по Тюрину) – 6,3–6,5%, рН солевой вытяжки – 6,6–6,8; гидролитическая кислотность (по Каппену) – 1,2–1,3 мг-экв/100 г почвы; сумма поглощённых оснований (по Каппену – Гильковицу) – 26,7–27,8 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 95–96%; содержание легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) – 80–140 мг/кг почвы; подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) соответственно – 710–840 и 340–390 мг/кг почвы. Объектами исследований были гибриды *F₁* пекинской капусты: Ника и Нежность. Ежегодно опыт имел по 7 вариантов в 4-кратной повторности. Общая площадь делянки составляла в 2012 г. – 10,1 м²,

в 2015 г. – 15,0, а учётная – 5,8–9,6 м². Высадка растений в поле проводилась по схеме 60×40 см. Схема опыта: 1. Контроль (без удобрений); 2. N80 – в основное; 3. N120 – в основное; 4А. (только в 2015 г.) – под гибрид *F₁* Ника – N80Na60 – в основное, под гибрид *F₁* Нежность – N80 – в основное + подкормка 5% раствором аскорбиновой кислоты; 4Б. (только в 2012 г.): Контроль 2 (без удобрений); 5. N120K120Mg13 – в основное; 6. N120K360Mg40 – в основное; 7. N120K720Mg80 – в основное. В 2012 году опыт состоял из двух участков: на первом располагались варианты с дозами азота (2, 3), на втором с дозами калия (5, 6, 7) – при фоновой дозе N120. В связи с некоторыми отличиями в плодородии участков возникла необходимость введения для вариантов 5–7 второго контрольного варианта – 4Б (без внесения удобрений). В 2015 году все варианты были на одном участке, а на 4А варианте изучались 2 агроприёма, которые могли бы поспособствовать лучшему восстановлению нитратов в листьях. У гибрида *F₁* Ника изучалось действие хлористого натрия на величину и качество продукции пекинской капусты (N80Na60). А у *F₁* Нежность на фоне внесения N80 изучалось действие обработки листьев в фазу формирования кочана опрыскиванием 5% раствором аскорбиновой кислоты как восстановителя нитратов.

Из азотных минеральных удобрений в опыте применяли аммиачную селитру; из калийных – калимаг, из натриевых – хлористый натрий. Основное удобрение вносилось под фрезерование после вспашки – 18 июля в 2012 году и 10 июля в 2015 году.

В 2012 г. пекинскую капусту на рассаду сеяли 2–3 июля, высаживали в открытый грунт – 23 июля, а в 2015 г. – соответственно 19–22 июня и 13–14 июля. 18, 20, 23 июля 2012 года рассаду подкармливали 0,1% раствором азофоски. В 2012 году перед высадкой рассады на поле её обработали 0,05% раствором Конфидора от поражения сосущими и грызущими вредителями, а в 2015 году опрыскивание проводилось не только перед высадкой в грунт, но и в течение месяца после неё. Проводились рыхление междурядий и прополка сорняков. В 2015 году сразу после посадки поле опрыскивалось 0,4% раствором Бутизана против сорняков. По мере необходимости применялся полив из шланга со следующими разовыми нормами расхода воды: 27.07.2012–4,4 л/м², 29.07.2012–6,7 л/м², 4.08.2012–8,3 л/м². Уборку и учёт урожая проводили сплошным методом. В 2012 г. они были проведены в начале ноября, а в 2015 г. – в конце сентября – начале октября. Для определения показателей качества во время уборки на образцы отбирали по 5 растений с делянки. В сырой массе основной продукции определяли нитраты (иономером И-500) и сухое вещество. Последний показатель был определён и в побочной продукции. В образцах сухого вещества в 2012 г. определялся аммонийный (по Кьельдалю) и нитратный (иономером И-500 с предварительным фильтрованием экстракта [36, 37]) азот, фосфор (по Мерфи–Райли) и калий (на пламенном фотометре). Математическую достоверность полученных результатов рассчитывали методом дисперсионного анализа на IBM PC с помощью программы STRAZ.

Результаты и их обсуждение

В среднем за годы исследований урожайность кочанов на контроле составила 15–25 т/га (табл. 1). Внесение азотных удобрений в дозе 80 кг действующего вещества на 1 га увеличивало урожайность пекинской капусты в 1,4–1,6 раза по сравнению с контролем и позволило получить урожайность кочанов гибрида *F₁* Ника 23 т/га, а гибрида *F₁* Нежность – 33 т/га. Доза азота 120 кг/га в 3 варианте повышала урожайность кочанов по сравнению с 2 вариантом на 9–10 т/га. Добавление K120 к N120 увеличило урожайность кочанов гибрида *F₁* Ника в 1,2 раза, а урожайность *F₁* Нежность при этом не изменилась. Максимальная урожайность кочанов была достигнута

при совместном применении калийных и азотных удобрений: у гибрида F_1 Нежность в 6 варианте – 52 т/га, а у F_1 Ника в 7 варианте – 49 т/га.

Таблица 1

Урожайность кочанов и зелёной массы, т/га

Год	Вариант								НСР ₀₅ общее	Ошиб- ка опыта, %
	1	2	3	4А	4Б	5	6	7		
гибрид F_1 Ника										
2012	$\frac{12,0}{32,6}$	$\frac{21,6}{48,4}$	$\frac{35,4}{64,1}$	-	$\frac{21,2}{46,6}$	$\frac{42,3}{78,2}$	$\frac{42,0}{79,7}$	$\frac{65,1}{101,8}$	$\frac{5,5}{6,0}$	$\frac{5,4}{3,1}$
2015	$\frac{17,4}{36,5}$	$\frac{26,0}{48,3}$	$\frac{29,1}{47,8}$	$\frac{23,5}{46,5}$	-	$\frac{36,6}{63,9}$	$\frac{26,2}{51,7}$	$\frac{33,4}{66,1}$	$\frac{9,1}{15,5}$	$\frac{11,2}{10,1}$
В среднем	$\frac{14,7}{34,6}$	$\frac{23,4}{48,4}$	$\frac{32,3}{56,0}$	-	-	$\frac{39,5}{71,1}$	$\frac{34,1}{65,7}$	$\frac{49,3}{84,0}$	$\frac{7,4}{10,9}$	$\frac{8,4}{6,6}$
НСР ₀₅ по вариантам удобрения						$\frac{2,8}{4,1}$	НСР ₀₅ по году			$\frac{5,2}{7,7}$
гибрид F_1 Нежность										
2012	$\frac{24,2}{42,2}$	$\frac{36,8}{61,5}$	$\frac{51,4}{71,7}$	-	$\frac{25,4}{44,9}$	$\frac{48,5}{71,3}$	$\frac{58,4}{83,5}$	$\frac{54,2}{76,6}$	$\frac{5,4}{6,1}$	$\frac{4,2}{3,2}$
2015	$\frac{21,5}{43,1}$	$\frac{28,4}{48,7}$	$\frac{34,5}{52,1}$	$\frac{34,9}{51,9}$	-	$\frac{35,7}{53,3}$	$\frac{45,2}{64,2}$	$\frac{43,5}{62,3}$	$\frac{3,6}{4,5}$	$\frac{3,5}{2,8}$
В среднем	$\frac{22,9}{42,7}$	$\frac{32,6}{55,1}$	$\frac{43,0}{61,9}$	-	-	$\frac{42,1}{62,3}$	$\frac{51,8}{73,9}$	$\frac{48,9}{69,5}$	$\frac{4,6}{5,2}$	$\frac{4,1}{3,1}$
НСР ₀₅ по вариантам удобрения						$\frac{1,7}{2,0}$	НСР ₀₅ по году			$\frac{3,2}{3,7}$

Примечание. Над чертой – урожайность кочанов (основной продукции), под чертой – урожайность зелёной массы (суммы основной и побочной продукции).

Весьма значительная часть зелёной массы пекинской капусты, которая не сформировалась в кочан образует побочную продукцию. Урожай побочной продукции гибрида F_1 Нежность был на уровне 17–25 т/га, а у гибрида F_1 Ника – 19–29 т/га и практически не изменялся от метеорологических условий года и доз азотных удобрений, однако калийные удобрения давали прибавку урожая только гибрида F_1 Ника в среднем от 8 (120К) до 12 т/га (720К).

Суммарная продуктивность зелёной массы пекинской капусты состояла из урожайности основной (кочаны), и побочной продукции. В среднем на контроле она составила 35–47 т/га (табл. 1). Применение дозы N80 увеличивало урожайность суммы основной и побочной продукции в 1,3–1,4 раза по сравнению с контролем и позволило получить суммарный урожай гибридов F_1 : Ника – 48 т/га, а Нежности – 55 т/га. Увеличение дозы азота до 120 кг/га увеличило продуктивность зелёной массы ещё в среднем в 1,1–1,2 раза. Добавление калия повысило суммарную продуктивность F_1 Ника ещё

на четверть. Максимальная урожайность суммарной продукции у гибрида F_1 Нежность была достигнута в 6 варианте – 74 т/га, а у гибрида F_1 Ника в 7 варианте – 84 т/га.

С повышением доз вносимых азотных удобрений увеличивалась доля кочанов в суммарной продуктивности в среднем с 42 до 58% у гибрида F_1 Ника и с 54 до 72% у F_1 Нежности. Соотношение побочной продукции к основной, напротив, сильно понижалось: с 1,0 до 0,4 у F_1 Нежности и с 1,9 до 0,7 у F_1 Ники.

Применение хлорида натрия в 4А варианте под гибрид F_1 Ника в 2015 году не способствовало увеличению урожайности как кочанов, так и всей зелёной массы. Опрыскивание растений гибрида F_1 Нежность 5% раствором аскорбиновой кислоты увеличивало урожайность кочанов на 7 т/га по сравнению с 2 вариантом. Можно предположить, что аскорбиновая кислота способствовала восстановлению нитратов до аммиака в листьях растений. К сожалению, это данные только одного года. Мы предполагаем это проверить в своих будущих исследованиях.

С возрастанием доз вносимого азота и особенно калия отмечалась тенденция к снижению содержания сухого вещества (табл. 2). В среднем основная продукция гибрида F_1 Ника накапливала 5,4–6,4% сухого вещества, с колебаниями по годам от 5,0 до 6,6%, а побочная продукция содержала от 4,8 до 8,9% (в среднем 5,9–8,3%). Кочаны гибрида F_1 Нежность накапливали в среднем 3,9–4,6% сухого вещества, а побочная продукция – 5,0–6,8%, с колебаниями по годам от 3,7 до 4,9 и от 4,6 до 7,0% сухого вещества соответственно. Таким образом, гибрид F_1 Ника больше накапливал сухого вещества, примерно в 1,3 раза.

Гибрид F_1 Нежность отличался большей нитратонакапливающей способностью, чем F_1 Ника (табл. 2). F_1 Нежность на контроле в среднем содержал 750 мг/кг нитратов, а гибрид F_1 Ника – в 1,3 раза меньше – 580 мг/кг. При внесении N80 содержание нитратов увеличивалось в 1,3–1,4 раза. Повышение дозы азота до 120 кг не сказывалось на содержании нитратов в кочанах F_1 Ника, а у F_1 Нежность – возрастало в 1,3 раза. Подкормка аскорбиновой кислотой гибрида Нежность и внесение под Нику хлорида натрия не повлияло на содержание нитратов. Калийные удобрения также не снижали содержание нитратов, а даже, напротив, увеличивали его в 1,6 раза уже при дозе калия 120 кг/га. На этих вариантах (5, 6) было зафиксировано максимальное их содержание – 750–2010 мг/кг. Содержание нитратов на удобренных вариантах в среднем было на уровне 730–1220 мг/кг сырой массы у F_1 Ника и 950–2000 мг/кг у F_1 Нежности, что в пределах ПДК (2000 мг/кг сырой массы [38]).

Содержание азота, фосфора и калия в 2012 г. в кочанах гибрида F_1 Ника находилось в пределах 2,3–3,1; 1,3–1,7; 4,2–6,4% на абсолютно сухую массу, а в побочной продукции – 1,8–3,0; 1,3–1,5; 5,4–6,8% а.с.м. соответственно (табл. 3). В основной продукции F_1 Нежности содержалось 3,2–4,3 N; 1,6–1,8 P_2O_5 ; 5,0–6,8% а.с.м. K_2O , а в побочной продукции соответственно – 2,8–4,2; 1,4–1,7; 6,0–7,7% а.с.м. С увеличением дозы вносимого азота проявлялась тенденция к повышению содержания азота в сухом веществе. Доля нитратного азота в общем его содержании в основной продукции составляла от 13 до 19% (табл. 3). В побочной продукции доля нитратов была не много больше – 8–24%.

В 2012 г. с увеличением доз азота снижался его вынос единицей основной продукции с учётом побочной у гибрида F_1 Ника с 4,4 до 3,1 кг (табл. 4), фосфора с 2,8 до 1,6 кг, а калия с 11,1 до 5,7 кг. Вынос же этих питательных элементов гибридом F_1 Нежность снижался менее интенсивно: с 2,9 до 2,5 кг N, с 1,5 до 1,1 кг P_2O_5 и с 5,6 до 3,6 кг K_2O . Вынос элементов питания единицей основной продукции с учётом побочной у пекинской капусты имел сильно варьирующие значения, во многом из-за преобладания в суммарной биомассе доли побочной продукции, а также большой variability доли кочанов. Поэтому при расчёте доз минеральных удобрений лучше

использовать величины выноса элементов питания 1 т пекинской капусты в пересчёте на всю зелёную массу. Вынос азота для 1 т зелёной массы составил у гибридов F_1 : Ника – 1,4–1,8 кг, Нежность – 1,6–1,9 кг (табл. 4). Вынос фосфора составил у гибридов F_1 : Ника – 0,8–1,0 кг/т, Нежность – 0,7–0,9 кг/т. Вынос калия, соответственно: 3,1–3,8; 2,6–3,3 кг/т.

Таблица 2

**Содержание нитратов в кочанах и сухого вещества
в основной и побочной продукции**

Вариант	Сухое вещество, %						Нитраты, мг/кг			
	продукция									
	побочная			основная						
	2012	2015	в сред- нем	2012	2015	в сред- нем	2012	2015	в сред- нем	
1	$\frac{7,7}{6,7}$	$\frac{8,9}{6,8}$	$\frac{8,3}{6,8}$	$\frac{6,4}{4,4}$	$\frac{6,4}{4,9}$	$\frac{6,4}{4,6}$	$\frac{1010}{890}$	$\frac{150}{610}$	$\frac{580}{750}$	
2	$\frac{7,4}{6,0}$	$\frac{8,0}{6,9}$	$\frac{7,7}{6,5}$	$\frac{6,1}{4,3}$	$\frac{6,6}{4,3}$	$\frac{6,4}{4,3}$	$\frac{1240}{1080}$	$\frac{420}{830}$	$\frac{830}{950}$	
3	$\frac{7,0}{5,8}$	$\frac{6,4}{5,4}$	$\frac{6,7}{5,6}$	$\frac{5,4}{4,2}$	$\frac{5,9}{4,2}$	$\frac{5,7}{4,2}$	$\frac{1050}{1360}$	$\frac{420}{1130}$	$\frac{730}{1245}$	
4А	-	$\frac{7,1}{6,8}$	-	-	$\frac{5,6}{4,1}$	-	-	$\frac{440}{730}$	-	
4Б	$\frac{7,7}{6,7}$	-	-	$\frac{6,2}{4,8}$	-	-	$\frac{520}{1060}$	-	-	
5	$\frac{6,6}{5,1}$	$\frac{8,8}{7,0}$	$\frac{7,7}{6,1}$	$\frac{5,0}{4,7}$	$\frac{5,7}{4,3}$	$\frac{5,4}{4,5}$	$\frac{1470}{1990}$	$\frac{900}{2010}$	$\frac{1185}{2000}$	
6	$\frac{6,5}{4,9}$	$\frac{8,5}{6,7}$	$\frac{7,5}{5,8}$	$\frac{5,2}{3,8}$	$\frac{6,0}{4,4}$	$\frac{5,6}{4,1}$	$\frac{1690}{1730}$	$\frac{750}{1830}$	$\frac{1220}{1780}$	
7	$\frac{4,8}{4,6}$	$\frac{6,9}{5,3}$	$\frac{5,9}{5,0}$	$\frac{5,5}{3,7}$	$\frac{5,7}{4,1}$	$\frac{5,6}{3,9}$	$\frac{1000}{1920}$	$\frac{700}{1940}$	$\frac{850}{1930}$	
НСР ₀₅ общее	$\frac{0,5}{0,4}$	$\frac{1,6}{2,0}$	$\frac{2,9}{2,7}$	$\frac{0,6}{0,6}$	$\frac{0,9}{0,5}$	$\frac{2,2}{1,5}$	$\frac{380}{440}$	$\frac{100}{190}$	$\frac{410}{530}$	
НСР ₀₅ по вариантам удобрения			$\frac{1,1}{1,0}$				$\frac{0,8}{0,6}$			$\frac{160}{200}$
НСР ₀₅ по году			$\frac{2,1}{1,9}$				$\frac{1,5}{1,1}$			$\frac{290}{370}$
Ошибка опыта, %	$\frac{2,4}{2,5}$	$\frac{7,1}{10,0}$	$\frac{14,1}{15,5}$	$\frac{3,6}{4,9}$	$\frac{4,9}{3,8}$	$\frac{13,0}{12,2}$	$\frac{11,1}{10,3}$	$\frac{6,1}{4,9}$	$\frac{17,0}{13,5}$	

Примечание. Над чертой – гибрид F_1 Ника, под чертой – F_1 Нежность.

**Содержание общего азота,
оксидов фосфора и калия (в % на абсолютно сухую массу)
и доля азота нитратов (в % от общего азота) в основной
и побочной продукции в 2012 году**

Вариант	Гибрид F_1							
	Ника				Нежность			
	элемент							
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃
1	$\frac{2,4}{1,8}$	$\frac{1,4}{1,3}$	$\frac{4,8}{5,4}$	$\frac{15}{8}$	$\frac{3,2}{2,8}$	$\frac{1,7}{1,4}$	$\frac{5,8}{6,0}$	$\frac{15}{13}$
2	$\frac{3,0}{2,5}$	$\frac{1,3}{1,5}$	$\frac{4,2}{5,6}$	$\frac{16}{21}$	$\frac{3,6}{3,1}$	$\frac{1,6}{1,6}$	$\frac{5,0}{6,4}$	$\frac{16}{20}$
3	$\frac{2,7}{2,8}$	$\frac{1,3}{1,7}$	$\frac{4,3}{5,7}$	$\frac{16}{23}$	$\frac{4,1}{3,4}$	$\frac{1,8}{1,6}$	$\frac{5,0}{6,6}$	$\frac{18}{23}$
4Б	$\frac{2,3}{1,8}$	$\frac{1,5}{1,3}$	$\frac{5,5}{5,4}$	$\frac{13}{8}$	$\frac{2,9}{2,8}$	$\frac{1,7}{1,4}$	$\frac{5,6}{6,0}$	$\frac{14}{13}$
5	$\frac{3,0}{2,8}$	$\frac{1,5}{1,7}$	$\frac{5,8}{5,7}$	$\frac{18}{18}$	$\frac{4,3}{3,7}$	$\frac{1,8}{1,7}$	$\frac{6,4}{6,7}$	$\frac{14}{24}$
6	$\frac{3,1}{2,9}$	$\frac{1,7}{1,3}$	$\frac{6,4}{6,8}$	$\frac{18}{21}$	$\frac{3,8}{3,6}$	$\frac{1,8}{1,5}$	$\frac{6,8}{7,7}$	$\frac{17}{22}$
7	$\frac{3,0}{3,0}$	$\frac{1,6}{1,5}$	$\frac{5,8}{6,6}$	$\frac{14}{16}$	$\frac{4,0}{4,2}$	$\frac{1,8}{1,6}$	$\frac{6,8}{6,9}$	$\frac{19}{22}$
НСР ₀₅	$\frac{0,3}{0,4}$	$\frac{0,2}{0,1}$	$\frac{0,3}{0,6}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{0,5}{0,3}$	$\frac{0,2}{0,1}$	$\frac{1,0}{0,7}$	$\frac{4}{3}$
Ошибка опыта, %	$\frac{3,8}{5,5}$	$\frac{4,6}{1,8}$	$\frac{2,2}{3,4}$	$\frac{6,9}{6,5}$	$\frac{4,9}{3,2}$	$\frac{4,0}{1,7}$	$\frac{10,1}{3,4}$	$\frac{8,1}{5,7}$

Примечание. Над чертой – основная продукция; под чертой – побочная.

Из азотных удобрений при дозах N80–120 растения пекинской капусты использовали 39–59% азота. Последний показатель был немного лучшим у гибрида F_1 Ника (48–59%). Коэффициенты использования калия снижались с увеличением дозы калия от 60–66% при K120 до 8–14% при K720 (при K360 27–35%). Коэффициенты использования легкогидролизуемого азота из почвы составили 20–30%, подвижных форм фосфора 1–2% и калия 10–15%.

**Вынос N:P₂O₅:K₂O 1 т основной продукции с учётом побочной
и 1 т зелёной массы в 2012 году, кг**

Вариант	Гибрид			
	<i>F₁</i> Ника	<i>F₁</i> Нежность	<i>F₁</i> Ника	<i>F₁</i> Нежность
	1 т основной продукции с учётом по- бочной		1 т зелёной массы	
1	4,4:2,8:11,1	2,9:1,5:5,6	1,5:1,0:3,8	1,6:0,8:3,2
2	4,4:2,4:8,5	2,8:1,3:4,7	1,8:1,0:3,5	1,7:0,8:2,8
3	3,1:1,6:5,7	2,5:1,1:3,6	1,7:0,9:3,1	1,8:0,8:2,6
4Б	3,1:2,1:8,4	2,9:1,6:5,8	1,4:0,9:3,8	1,6:0,9:3,3
5	3,0:1,7:6,1	2,9:1,2:4,6	1,6:0,9:3,3	1,9:0,8:3,1
6	3,3:1,6:7,3	2,2:1,0:4,2	1,7:0,9:3,8	1,6:0,7:2,9
7	2,5:1,3:4,9	2,3:1,0:3,9	1,6:0,8:3,1	1,6:0,7:2,7
НСР ₀₅	1,0:0,7:2,5	0,5:0,2:0,8	0,2:0,1:0,3	0,2:0,1:0,3
Ошибка опыта, %	10,2:11,6:11,4	5,8:5,4:5,9	3,6:3,3:3,0	4,0:3,9:3,5

Выводы

1. На дерново-подзолистой тяжёлосуглинистой высококультуренной почве (с высоким содержанием легкогидролизуемого азота (80–140 мг/кг) и очень высоким содержанием подвижных форм фосфора (710–840 мг/кг) и калия (340–390 мг/кг)) применение 80 кг/га азота под пекинскую капусту позволило получить в среднем урожайность кочанов гибрида *F₁* Ника 23 т/га, гибрида *F₁* Нежность – 33 т/га. Суммарная продуктивность зелёной массы основной и побочной продукции при той же дозе азота составила 48–55 т/га. Увеличение дозы азота до 120 кг/га приводило к приросту урожая основной продукции в 1,3–1,4 раза, а суммарной зелёной массы – в 1,1–1,2 раза.

2. Добавление К120 к N120 увеличило урожайность кочанов гибрида *F₁* Ника ещё на четверть, до 40 т/га, а продуктивность зелёной массы – до 71 т/га. Наибольший урожай кочанов *F₁* Ника получен при внесении N120K720, что составило 49 т/га, а продуктивность зелёной массы составила 84 т/га; у *F₁* Нежность при внесении N120K360–52 и 74 т/га соответственно.

3. Применение хлорида натрия на фоне N80 не способствовало увеличению урожайности как кочанов, так и всей зелёной массе. Опрыскивание растений 5% раствором аскорбиновой кислоты в фазе образования кочана увеличивало урожайность кочанов на 7 т/га.

4. Доля кочанов в суммарной продуктивности находилась на уровне 36–60% у гибрида *F₁* Ника, и от 50 до 72% у *F₁* Нежности, а соотношение побочной продукции к основной составило 0,4–1,0 у *F₁* Нежность и 0,7–1,9 у *F₁* Ника.

5. Большее содержание сухого вещества в 1,3 раза было в гибриде F_1 Ника (5,0–6,6% в основной продукции и 4,8–8,9% в побочной), чем в F_1 Нежность (в кочанах – 3,7–4,9%, а в побочной продукции – 4,6–7,0%).

6. С увеличением доз азотных и особенно калийных удобрений содержание нитратов в кочанах возрастало с 150–1010 до 1220–2010 мг/кг сырой массы, находясь в пределах ПДК. Гибрид F_1 Нежность накапливал в 1,3 раза больше нитратов, чем F_1 Ника. Наибольшее их содержание было при дозах N120K120–360. Натрий (60 кг/га) и аскорбиновая кислота (в подкормку 5% раствором) не оказывали влияния на содержание нитратов в продукции.

7. В основной продукции пекинской капусты содержалось 2,3–4,3% на абсолютно сухую массу азота, 1,3–1,8% фосфора и 4,2–6,8% калия, а в побочной продукции – 1,8–4,2% а.с.м. N, 1,3–1,7% P_2O_5 и 5,4–7,7% K_2O . Доля нитратного азота в общем его содержании составила от 8 до 24%.

8. Вынос азота 1 т зелёной массы был у разных гибридов примерно одинаковый – 1,4–1,9 кг, как и фосфора – 0,7–1,0 кг, а вынос калия у F_1 Ника был немного выше – 3,1–3,8 кг, чем у F_1 Нежности – 2,6–3,3 кг/т.

9. Коэффициенты использования легкогидролизуемого азота из почвы составили 20–30%, подвижного фосфора 1–2%, а калия – 10–15%. Из удобрений растения при дозах N80–120 использовали 39–59% азота. Последний показатель был лучшим у гибрида F_1 Ника. Коэффициенты использования калия с увеличением его дозы снижались с 66 до 8%.

Библиографический список

1. Дёмин В.А., Родионов В.А. Влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность и показатели качества пекинской капусты (*Brassica pekinensis* Skeels) // Известия ТСХА, 2012. № 6. – с. 110–121.

2. Дёмин В.А., Родионов В.А. Удобрение пекинской капусты // Картофель и овощи, 2016. № 4. – с. 19–20.

3. Папонов А.Н., Игнатова А.Н. Влияние уровня минерального питания на продуктивность и накопление нитратов пекинской капустой // Адаптивные технологии в растениеводстве. Материалы научно-практической конференции. – Ижевск, 2005. – с. 291–293.

4. Андреев Ю.М., Осипова А.В. Пекинская капуста // Новый садовод и фермер, 2004. № 6. – с. 18–19.

5. Жукова Г.Ф., Кудряшова Л.А., Муравин Э.А. Влияние уровня азотного питания на урожайность овощных культур семейства капустные, содержание нитратов и N-нитрозаминов в продукции // Оптимизация питания растений в условиях химизации земледелия. Сборник научных трудов. М., 1987. – с. 36–41.

6. Обуховская Л.В. Влияние различных норм азотных удобрений и ингибиторов нитрификации на накопление нитратов в овощных культурах: Автореф. дис... канд. биол. наук. М.: ТСХА, 1981. 18 с.

7. Шаповал И.Е., Дёмин В.А., Родионов В.А. Минеральное питание, урожай и качество пекинской капусты // Картофель и овощи, 2012. № 1. – с. 13–14.

8. Андреев Ю.М., Константинович А.В., Куликов М.А., Монахов С.Г. Современные гибриды пекинской капусты и особенности их выращивания // Вестник овощевода, 2011. № 1. – с. 4–9.

9. Дёмин В.А., Родионов В.А. Обоснование рационального применения азотных удобрений при выращивании пекинской капусты на высококультуренной дерново-подзолистой почве // Агрехимический вестник, 2016. № 1. – с. 43–45.

10. *Агрохимия / Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В. и др.; Под ред. Б.А. Ягодина.* – 2-е изд. – М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.
11. *Убугунов Л.Л., Андреева И.М., Меркушева М.Г.* Агрохимическая оценка хлорида натрия как удобрения естественных пойменных травостоев западного Забайкалья // *Агрохимия*, 2012. № 3. – с. 32–40.
12. *Головатый С.Е., Ковалевич З.С., Лукашенко Н.К.* Влияние содержания натрия и хлора на урожайность яровых зерновых культур // *Почвоведение и агрохимия*, 2010. № 1 (44). – с. 148–156.
13. *Школьник М.Я.* Микроэлементы в жизни растений. Л.: Наука, 1974. 324 с.
14. *Drownell P.F.* Sodium as an essential micronutrient element for plants and its possible role in metabolism // *Adv. Bot. Res. London E.A.* 1979. V. 7. P. 117–224.
15. *Химическая энциклопедия.* В 5 т. / *Под ред. Кнунянц И.Л.* М.: БРЭ, 1992. Т. 3. 639 с.
16. *Carmen, Lopez-Berenguer.* Are root hydraulic conductivity responses to salinity controlled by aquaporins in broccoli plants? / *Carmen, Lopez-Berenguer, Cristina Garcia-Viguera & Micaela Carvajal* // *Plant and Soil.* – 2006. – P. 279.
17. *Hempler K.* *Spuren- und Sekundärnährstoffe im Pflanzenbau / K. Hempler.* – Frankfurt / M., 2001. – 64 p.
18. *Conklin P.L., Williams E.H., and Last R.L.* Environmental stress sensitivity of an ascorbic acid deficient Arabidopsis mutant // *Plant Biology.* 1996 Vol. 93 P.P. 9970–9974.
19. *Чупахина Г.Н.* Система аскорбиновой кислоты растений: Монография. – Калинингр. Ун-т. – Калининград, 1997. – 120 с.
20. *Bar-Akiva A., Sternbaum J.* // *Physiol. plantarum.* 1966. Vol. 19. N2. P. 422–428.
21. *Chinoy J.J., Singh Y.D.* // *Indian Agr.* 1971. Vol. 15. N 1-2, P. 33–48.
22. *Euler H.* // *Qualitas plant. et mater. veget.* 1958. N3–4. P. 157–160.
23. *Skrabka H.* // *Acta. Soc. bot. Polon.* 1965. T. 34. N4. P. 713–718.
24. *Проценко Д.Ф.* // *Рост и устойчивость растений.* 1967. № 3. с. 215–222.
25. *Чупахина Г.Н., Свеженцева С.В.* // *Тез. докл. XXI науч. конф. Калининградского ун-та.* Калининград, 1989. с. 105.
26. *Dhar A.C., Patel K.R., Shah C.K.* // *Histochemistry.* 1980. Vol. 69. N1. P. 101–109.
27. *Sharma V.K., Singh R.P., Dua K.L.* // *Sci. and Cult.* 1975. Vol. 41. N8. P. 383–385.
28. *Tonzig S., Trezzi F.* // *Atti Accad. naz. Lincei. Rend. Cl. Sci. fis., mat. e natur.* 1954 (1955). T. 17. N6. P. 324–331.
29. *Sandan T.* // *Bot. Mag. Tokyo.* 1958. Vol. 71. N838. P. 159–163.
30. *Shah C.K., Bhatt P.N., Suthar H.K.* // *Biol. Pflanz.* 1974. Vol. 50. N1. P. 121–135.
31. *Palmieri S., Giovinazzi F.* // *Physiol. plant.* 1982. Vol. 56. N1. P. 1–5.
32. *Marre E., Arrigoni O.* // *Atti Accad. naz. Lincei. Rend. Cl. Sci. fis., mat. e natur.* 1955. Vol. 19. N5. P. 320–324.
33. *Srivastava G.C., Sirohi G.S.* // *Indian. J. Exp. Biol.* 1973. Vol. 11. N5. P. 470–471.
34. *Arrigoni O., Arrigoni-Liso R., Calabrese G.* // *FEBS Lett.* 1977. Vol. 82. N1. P. 135–138.
35. *Prabha C., Bharti S.* // *Indian. J. Plant Physiol.* 1980. Vol. 23. N3. P. 317–318.
36. *Дёмин В.А., Родионов В.А.* К методике определения нитратов в пекинской капусте // *Картофель и овощи*, 2011. № 5. – с. 14.
37. *Дёмин В.А., Родионов В.А.* Модификация методики определения нитратов в растениях пекинской капусты (*Brassica pekinensis* Skeels) // *Национальная ассоциация учёных (НАУ). Ежемесячный научный журнал*, 2015. № 6 (11). Часть 4. – с. 25–26.
38. *Черников В.А., Соколов О.А.* Экологически безопасная продукция. – М., 2009. – 438 с.

RATIONALE FOR JOINT APPLICATION OF POTASSIUM AND NITROGEN FERTILIZERS UNDER HYBRIDS OF THE NAPA CABBAGE

V.A. DEMIN¹, V.A. RODIONOV^{1,2}

(¹ Russian Timiryazev State Agrarian University;
² K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology at RAS)

In the conditions of the sod-podzolic heavy loamy soil with a high content of easily hydrolyzed N and a very high content of mobile forms of P_2O_5 and K_2O , the application of N80–120 for the Napa cabbage ensures head yields of hybrids F_1 Nika of 22–35 t/hectare, F_1 Nezhnost` – 28–51 t/hectare, and green mass productivity – 48–64 and 49–72 t/hectare, respectively; the application of N120K120–720 gave the head yields of 26–65 t/hectare, and the yield of green mass of 52–102 t/hectare. The maximum average yields of heads and green mass was recorded when applying N120K720–49 and 84 t/hectare, and F_1 Nezhnost` at N120K360–52 and 74 t/hectare, respectively. The application of nitrogen and potassium fertilizers had a better effect on the yield of F_1 Nika, than F_1 Nezhnost`. Sodium fertilizer (60 kg/hectare) did not affect the cabbage yield; the treatment of plants F_1 Nezhnost` in the heading formation phase with 5% ascorbic acid solution increased the head yield by 7 t/hectare. The authors have determined: the nitrate content in the heads – 150–2010 mg/kg, dry matter in the main product and by-production – 3.7–8.9% of the wet weight; nitrogen (1.8–4.3% for absolutely dry weight), phosphorus (1.3–1.8% for absolutely dry weight), potassium (4.2–7.7% for absolutely dry weight), the content of nitrate nitrogen (8–24%); the removal of minerals at different yield – 1.4–1.9 kg N, 0.7–1.0 P_2O_5 , 2.6–3.8 kg per 1 ton of green mass K_2O , the coefficients of using easily hydrolyzed N (20–30%), mobile forms of P_2O_5 (1–2%) and K_2O (10–15%) from soil, nitrogen (39–59%) and potassium (8–66%) from fertilizers. Hybrid F_1 Nezhnost` accumulated three times as much nitrate as F_1 Nika. The rate of N80 increased the content of nitrates in 1.3–1.4 times, and N120 in the hybrid F_1 Nezhnost` – in 1.3 times. Their greatest content (750–2010 mg/kg) was observed at application rates of N120K120–360. Sodium (60 kg/hectare) and top dressing with 5% ascorbic acid had no effect on the nitrate content of the products.

Key words: nitrogen, phosphorus, potassium, sodium, ascorbic acid, Napa cabbage, nitrates, fertilizer, carrying out, dry matter.

References

1. Demin V.A., Rodionov V.A. Vliyaniye razlichnykh doz mineral'nykh udobreniy na urozhaynost' i pokazateli kachestva pekinskoy kapusty (Brassica pekinensis Skeels) [Influence of various application rates of mineral fertilizers on the yield and quality indicators of the Napa cabbage (Brassica pekinensis Skeels)] // Izvestiya TSKhA. 2012; 6: 110–121. (In Rus.)
2. Demin V.A., Rodionov V.A. Udobreniye pekinskoy kapusty [Napa cabbage fertilizing] // Kartofel' i ovoshchi. 2016; 4: 19–20. (In Rus.)
3. Paponov A.N., Ignatova A.N. Vliyaniye urovnya mineral'nogo pitaniya na produktivnost' i nakopleniye nitratov pekinskoy kapustoy [Influence of a mineral nutrition level on the yield and accumulation of nitrates by Napa cabbage] // Adaptivnye tekhnologii v rasstaniyevodstve: materialy nauch.-prakt. konf. Izhevsk, 2005: 291–293. (In Rus.)
4. Andreyev Yu.M., Osipova A.V. Pekinskaya kapusta [Napa cabbage] // Novyy sadovod i fermer. 2004; 6: 18–19. (In Rus.)
5. Zhukova G.F., Kudryashova L.A., Muravin E.A. Vliyanie urovnya azotnogo pitaniya na urozhaynost' ovoshnykh kul'tur semeystva kapustnye, sodержanie nitratov i N-nitrozaminov v produkcii [Influence of the nitrogen nutrition level on the yield of vegetable crops of the cabbage family, the content of nitrates and N-nitrosamines in products] // Optimizatsiya

- pitaniya rasteniy v usloviyah chimizatsii zemledeliya. Sbornik nauchnykh trudov. M., 1987: 36–41. (In Rus.)
6. *Obukhovskaya L.V.* Vliyanie razlichnykh norm azotnykh udobreniy i ingibitorov nitrifikatsii na nakopleniye nitratov v ovoshchnykh kul'turakh [Influence of various application rates of nitrogen fertilizers and nitrification inhibitors on the accumulation of nitrates in vegetable crops]. M., 1981: 18. (In Rus.)
7. *Shapoval I.E., Demin V.A., Rodionov V.A.* Mineral'noye pitaniye, urozhay i kachestvo pekinskoy kapusty [Mineral nutrition, yield, and quality of the Napa cabbage] // *Kartofel' i ovoshchi.* 2012; 1: 13–14. (In Rus.)
8. *Andreev Yu.M., Konstantinovich A.V., Kulikov M.A., Monakhos S.G.* Sovremennye gibridy pekinskoy kapusty i osobennosti ikh vyrashivaniya [Modern hybrids of the Napa cabbage and specific features of their cultivation] // *Vestnik ovoshchevoda.* 2011; 1: 4–9. (In Rus.)
9. *Demin V.A., Rodionov V.A.* Obosnovanie ratsional'nogo primeneniya azotnykh udobreniy pri vyrashivanii pekinskoy kapusty na vysokookul'turennoi dernovo-podzolistoy pochve [Rationale for the optimal use of nitrogen fertilizers in the cultivation of the Napa cabbage on the highly cultivated sod-podzolic soil] // *Agrochemicheskiy vestnik.* 2016; 1: 43–45. (In Rus.)
10. *Agrokhimiya [Agrochemisrty] / Yagodin B.A., Smirnov P.M., Peterburgskiy A.V. and et al.; ed. by B.A. Yagodin. Agrokhimiya [Agrochemistry]. – 2nd ed. – M.: Agropromizdat, 1989: 639. (In Rus.)*
11. *Ubugunov L.L., Andreeva I.M., Merkusheva M.G.* Agrochimicheskaya ocenka khlorida natriya kak udobreniya estestvennykh travostoev zapadnogo Zabaikal'ya [Agrochemical assessment of sodium chloride as a fertilizer of natural floodplain grass stands of Western Transbaikalia] // *Agrokhimiya.* 2012; 3: 32–40. (In Rus.)
12. *Golovaty S.E., Kovalevich Z.S., Lukashenko N.K.* Vliyanie soderzhaniya natriya i khlorina na urozhnost' yarovykh zernovykh kul'tur [Effect of sodium and chlorine on the yield of spring grain crops] // *Pochvovedenie and agrochemistry,* 2010; 1 (44): 148–156. (In Rus.)
13. *Shkol'nik M.Ya.* Mikroelementy v zhizni rasteniy [Trace elements in plant life]. L.: Nauka, 1974: 324. (In Rus.)
14. *Drownell P.F.* Element for plants and its possible role in metabolism // *Adv. Bot. Res. London E.A.* 1979. V. 7. P. 117–224. (In English)
15. *Chimicheskaya entsiklopediya. V 5 t. [Chemical encyclopedia. In 5 vol.] / Ed. by Knunyants I.L. M.: BRA, 1992; 3: 639. (In Rus.)*
16. *Carmen, Lopez-Berenguer.* Are you trying to control the aquatic environment in broccoli plants? / *Carmen, Lopez-Berenguer, Cristina Garcia-Viguera & Micaela Carvajal* // *Plant and Soil.* 2006: 279. (In English)
17. *Hempler K.* Trace and Secondary Nutrients in Crop Production / *K. Hempler. – Frankfurt / M., 2001: 64. (In English)*
18. *Conklin P.L., Williams E.H., and Last R.L.* Arabidopsis mutant, Environmental stress sensitivity and anesthetic acid deficiencies, *Plant Biology.* 1996; 93: 9970–9974. (In English)
19. *Chupakhina G.N.* Sistema ascorbinovoy kisloty rasteniy: Monografiya [Ascorbic acid system in plants: Monograph]. – Kaliningr. Un-t. – Kaliningrad, 1997: 120. (In Rus.)
20. *Bar-Akiva A., Sternbaum J.* // *Physiol. plantarum.* 1966; 19; 2: 422–428. (In English)
21. *Chinoy J.J., Singh Y.D.* // *Indian Agr.* 1971; 15; 1-2: 33–48. (In English)
22. *Euler H.* // *Qualitas plant. et mater. veget.* 1958; 3–4: 157–160. (In English)
23. *Skrabka H.* // *Acta. Soc. bot. Polon.* 1965; 34; 4: 713–718. (In English)
24. *Protsenko D.F.* // Rost i ustoychivost' rasteniy [Growth and resistance of plants]. 1967; 3: 215–222. (In Rus.)

25. *Chupakhina G.N., Swezhentseva S.V.* // Tez. report XXI scientific conf. Kaliningrad un-that. Kaliningrad, 1989: 105. (In Rus.)
26. *Dhar A.C., Patel K.R., Shah C.K.* // Histochemistry. 1980; 69; 1: 101–109. (In English)
27. *Sharma V.K., Singh R.P., Dua K.L.* // Sci. and Cult. 1975; 41; 8: 383–385. (In English)
28. *Tonzig S., Trezzi F.* // Atti Accad. naz. Lincei. Rend. Cl. Sci. fis., mat. e natur. 1954 (1955); 17; 6: 324–331. (In English)
29. *Sandan T.* // Bot. Mag. Tokyo 1958; 71; 838: 159–163. (In English)
30. *Shah C.K., Bhatt P.N., Suthar H.K.* // Biol. Pflanz. 1974; 50; 1: 121–135. (In English)
31. *Palmieri S., Giovanazzi F.* // Physiol. plant. 1982. Vol. 56. No. 1. P. 1–5. (In English)
32. *Marre E., Arrigoni O.* // Atti Accad. naz. Lincei. Rend. Cl. Sci. fis., mat. e natur. 1955; 19; 5: 320–324. (In English)
33. *Srivastava G.C., Sirohi G.S.* // Indian. J. Exp. Biol. 1973; 11; 5: 470–471. (In English)
34. *Arrigoni O., Arrigoni-Liso R., Calabrese G.* // FEBS Lett. 1977; 82; 1: 135–138. (In English)
35. *Prabha C., Bharti S.* // Indian. J. Plant Physiol. 1980; 23; 3: 317–318. (In English)
36. *Demin V.A., Rodionov V.A.* К методике определения нитратов в пекинской капусте [To the methodology of nitrate detection in the Napa cabbage] // Kartoffel' i ovoshchi. 2011; 5: 14. (In Rus.)
37. *Demin V.A., Rodionov V.A.* Модификация методики определения нитратов в растениях пекинской капусты [Modification of the method for determining nitrates in Napa cabbage plants (*Brassica pekinensis* Skeels)] // Национальная Ассоциация Ученых (NAU). Ежемесячный научный журнал. 2015; 6 (11); 4: 25–26. (In Rus.)
38. *Chernikov V.A., Sokolov O.A.* Экологически безопасная продукция [Environmentally safe production]. М., 2009: 438. (In Rus.)

Дёмин Вадим Александрович – профессор, д.с.-х.н., профессор. Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, РГАУ-МСХА, 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д.49. Телефон: +7-499-976-16-60.

Родионов Владимир Александрович – научный сотрудник, к.с.-х.н. Институт физиологии растений имени К.А. Тимирязева Российской академии наук, ИФР РАН, 127276, Россия, г. Москва, ул. Ботаническая, д. 35; до 2014 года – Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, РГАУ-МСХА, 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49. телефон: +7-909-978-88-53. E-mail: vladirod@mail.ru.

Vadim A. Demin – Professor, DSc (Ag), Professor. Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Russia, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49. Phone: +7-499-976-16-60.

Vladimir A. Rodionov – Research Associate, PhD (Ag), K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology Russian Academy of Science at RAS, 127276, Russia, Moscow, Botanicheskaya Str., 35; prior to 2014 – Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Russia, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49. Phone: +7-909-978-88-53. E-mail: vladirod@mail.ru.