

УРОЖАЙНОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РАЗНЫХ ГИБРИДОВ
ПЕКИНСКОЙ КАПУСТЫ (*BRASSICA PEKINENSIS* SKEELS) ПРИ
РАЗЛИЧНЫХ ДОЗАХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

В.А. ДЕМИН, В.А. РОДИОНОВ

(РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева)

В условиях дерново-подзолистой тяжёлосуглинистой высококультуренной почвы с высоким содержанием легкогидролизуемого азота и очень высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия применение N120 минеральных удобрений под пекинскую капусту гибрида F1 Кудесница позволило получить урожайность кочанов на уровне 17–41 т/га, а у гибрида F1 Ника наибольшая урожайность составила 24–43 т/га при внесении N120P90K120. Был проведён анализ основной продукции по следующим показателям качества: содержание сухого вещества (4,6–5,6 %), аскорбиновой кислоты (8–20 мг%), редуцирующих сахаров (0,6–3,3 %), нитратов (1100–4100 мг/кг сырой массы), азота (3,4–6,9 % на абсолютно сухую массу), фосфора (1,6–2,8 % на абсолютно сухую массу), калия (4,7–8,6 % на абсолютно сухую массу). Побочная продукция содержала: 5,4–9,2 % сухого вещества, 3,3–5,7 % на абсолютно сухую массу азота, 1,5–2,0 % фосфора и 4,1–8,6 % калия. Изучена динамика накопления азота (аммонийной и нитратной форм), фосфора, калия, сухой и сырой массы растением капусты пекинской. Определены: вынос N (1,8–4,2 кг), P2O5 (0,9–1,5 кг), K2O (2,4–5,6 кг) 1 т зелёной массы, коэффициенты использования азота легкогидролизуемого из почвы (22–29 %), подвижных форм фосфора (2–3 %) и калия (12–21 %), коэффициенты использования азота (31–70 %) и калия (до 20 %) из минеральных удобрений.

Ключевые слова: пекинская капуста, удобрения, урожай, нитраты, аскорбиновая кислота, редуцирующие сахара, сухое вещество.

Введение

В последние годы пекинская капуста завоёвывает всё более большую популярность в России и сопредельных странах как среди производителей (овощеводов-любителей, овощеводческих агрофирм и агрохолдингов), так и потребителей – в рационе питания людей. В настоящее время с этой культурой в полевых условиях проведено мало агрохимических исследований и опубликовано недостаточное количество работ [1–6, 8–9].

Целью нашей работы было установление рациональных доз удобрений для различных гибридов пекинской капусты. При этом ставились следующие задачи: установить влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность основной и побочной продукции, продуктивность зелёной массы, выявить основные показатели качества продукции, целесообразность азотной подкормки, вынос основных элементов питания с урожаем и коэффициенты их использования из почвы и минеральных удобрений.

Методика исследования

Опыты проводили в 2007–2008 г.г. в УНЦ Овощная опытная станция им. В.И. Эдельштейна на высококультуренной дерново-подзолистой тяжёло-суглинистой почве. Почва опытных участков характеризовалась следующими агрохимическими показателями: рН солевой вытяжки (иономером И-500) – 6,5–6,8; гидролитической кислотностью (по Каппену) – 1,2–1,7 мг-экв, суммой поглощённых оснований (по Каппену-Гильковицу) – 21,1–27,8 мг-экв, ёмкостью поглощения 22,8–29,0 мг-экв/100 г почвы; степенью насыщенности основаниями – 92–96 %; содержанием органического вещества (по Тюрину) – 5,3–6,5 %, легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) – 123–140 мг, подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) соответственно 540–650 и 340–390 мг/кг почвы.

Исследовали два гибрида пекинской капусты: F_1 Ника и F_1 Кудесница. Площадь опыта составляла 571–576 м². Общий размер делянки был 10,2–10,3 м², а учётной её части – 8,6–8,8 м². Опыт имел 7 вариантов в 4-кратной повторности (табл. 1).

Таблица 1

Схема опыта

| Вариант | Удобрение, кг д. в. на 1 га |
|---------|--|
| 1 | Контроль (без удобрений) |
| 2 | N80 – в основное |
| 3 | N50 – в основное + N30 – в подкормку |
| 4 | N120 – в основное |
| 5 | N60 – в основное + N30 – в подкормку + N30 – в подкормку |
| 6 | N120P90 – в основное |
| 7 | N120P90K120 – в основное |

Посев на рассаду проводили в кассеты с верховым сфагновым торфом (размер ячейки кассеты 5×5×5 см) 19–22 июня, высадку рассады в открытый грунт – 9–10 июля. Растения размещали по схеме 60×40 см. В течение вегетации применяли рекомендованные средства защиты растений. Прополку сорняков, рыхление междурядий и внесение удобрений проводили вручную. В опыте применялась аммонийная селитра, хлористый калий, в 2007 г. двойной гранулированный суперфосфат, в 2008 г. – простой гранулированный суперфосфат. Основное удобрение вносили под перепахку перед посадкой. Подкормку давали в междурядья по бороздам глубиной 10 см с последующей заделкой. Первую азотную подкормку вносили в 3-м и 5-м вариантах 31 июля в 2007 г. и 6 августа в 2008 г. Вторую подкормку вносили в 5-м варианте через 14 дней после первой. Урожай убирали сплошным методом в конце сентября и в начале октября. Во время уборки учитывали отдельно основную (кочаны) и побочную продукцию (листья, прилегающие к кочану и кочерыга). Для биохимического анализа отбирали по 5 растений с делянки. В образцах основной и побочной продукции определяли: содержание сухого вещества, нитратов (иономером И-500), аммонийного азота (по Кьельдалю), фосфора (по Мерфи и Райли), калия (на пламенном фотометре). Содержание витамина С (аскорбиновой кислоты по Мурри) и редуцирующих сахаров (цианидным методом) определяли только в основной продукции. В течение вегетации на примере 2 и 4 вариантов исследовали динамику накопления азота (отдельно: аммонийного, нитратного и общего азота), фосфора, калия, сухой и сырой массы пекинской капусты по 4 фазам развития: 1. в фазу рассады перед высадкой в поле; 2. в 2007 году – через 16 дней (25 июля), в 2008 году – через 22 дня после высадки (1

августа); 3. в фазе начала образования кочана (в 2007 г. – 13 августа, в 2008 г. – 18–19 августа); 4. при уборке. Математическую обработку полученных результатов за два года опытов проводили двухфакторным дисперсионным методом, а по каждому году в отдельности – однофакторным дисперсионным методом.

Результаты и их обсуждение

Масса сухого вещества пекинской капусты наиболее интенсивно накапливалась до начала образования кочана (65–100% от максимального за вегетацию валового накопления), а сырая масса растения накапливалась медленнее (только 54–77% от максимального размера) (табл. 2).

Таблица 2

Динамика накопления сухой, сырой массы пекинской капусты, азота (N) (в т.ч. нитратного (N–NO₃)), фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O), % от максимального (на одно растение)

| Гибрид, вариант | Сырая | Сухая | Масса элемента | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| | масса растения | | N–общий | N–NO ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Рассада | | | | | | |
| Ника 2 вариант | $\frac{0,3}{0,3}$ | $\frac{0,5}{0,4}$ | $\frac{0,1}{0,2}$ | $\frac{0,01}{0,02}$ | $\frac{0,3}{0,5}$ | $\frac{0,2}{0,6}$ |
| Ника 4 вариант | $\frac{0,3}{0,3}$ | $\frac{0,4}{0,5}$ | $\frac{0,1}{0,1}$ | $\frac{0,01}{0,02}$ | $\frac{0,3}{0,5}$ | $\frac{0,2}{0,5}$ |
| Кудесница 2 вариант | $\frac{0,6}{0,3}$ | $\frac{0,7}{0,5}$ | $\frac{0,2}{0,2}$ | $\frac{0,05}{0,02}$ | $\frac{0,4}{0,4}$ | $\frac{0,4}{0,4}$ |
| Кудесница 4 вариант | $\frac{0,5}{0,3}$ | $\frac{0,6}{0,6}$ | $\frac{0,2}{0,2}$ | $\frac{0,05}{0,02}$ | $\frac{0,4}{0,4}$ | $\frac{0,4}{0,4}$ |
| 16 дней после посадки, гибрид «Ника» 22 дня после посадки, гибрид «Кудесница» | | | | | | |
| Ника 2 вариант | $\frac{6}{12}$ | $\frac{6}{27}$ | $\frac{7}{31}$ | $\frac{6}{23}$ | $\frac{4}{20}$ | $\frac{7}{32}$ |
| Ника 4 вариант | $\frac{6}{13}$ | $\frac{6}{28}$ | $\frac{7}{26}$ | $\frac{6}{23}$ | $\frac{4}{22}$ | $\frac{7}{22}$ |
| Кудесница 2 вариант | $\frac{5}{20}$ | $\frac{4}{28}$ | $\frac{6}{31}$ | $\frac{4}{41}$ | $\frac{2}{22}$ | $\frac{4}{27}$ |
| Кудесница 4 вариант | $\frac{3}{22}$ | $\frac{3}{27}$ | $\frac{4}{37}$ | $\frac{3}{41}$ | $\frac{2}{23}$ | $\frac{4}{30}$ |
| начало формирования кочана | | | | | | |
| Ника 2 вариант | $\frac{73}{54}$ | $\frac{93}{77}$ | $\frac{100}{98}$ | $\frac{82}{91}$ | $\frac{78}{74}$ | $\frac{96}{100}$ |
| Ника 4 вариант | $\frac{68}{73}$ | $\frac{94}{100}$ | $\frac{98}{100}$ | $\frac{81}{100}$ | $\frac{74}{92}$ | $\frac{100}{100}$ |
| Кудесница 2 вариант | $\frac{64}{77}$ | $\frac{71}{94}$ | $\frac{76}{92}$ | $\frac{54}{89}$ | $\frac{47}{100}$ | $\frac{67}{100}$ |
| Кудесница 4 вариант | $\frac{57}{74}$ | $\frac{65}{100}$ | $\frac{68}{100}$ | $\frac{58}{62}$ | $\frac{55}{100}$ | $\frac{69}{100}$ |
| уборка | | | | | | |
| Ника 2 вариант | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{92}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{97}$ |
| Ника 4 вариант | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{83}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{77}$ |
| Кудесница 2 вариант | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{93}$ | $\frac{100}{72}$ |
| Кудесница 4 вариант | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{98}$ | $\frac{100}{97}$ | $\frac{100}{100}$ | $\frac{100}{88}$ | $\frac{100}{72}$ |

В рассаде капусты пекинской содержалось сравнительно мало азота в нитратной форме (0,03–0,10% на абсолютно-сухую массу), и много – калия (4,5–6,6% абсолютно-сухой массы). Это происходило потому, что нитраты, потребляемые рассадой из торфяного субстрата, были полностью израсходованы на формирование биомассы молодого растения. В последующие после посадки 16–22 дня наиболее интенсивно накапливался общий азот (с 0,1–0,2% от максимального валового накопления за вегетацию в фазе рассады до 37% через 22 дня после посадки). Особенно быстро повышалась концентрация нитратов (с 0,01–0,05% до 3–41% от максимальной массы) (табл. 2). Фосфор по сравнению с азотом и калием накапливался значительно медленнее.

Наибольшее количество питательных веществ потреблялось капустой через 16 дней после посадки и до начала образования кочана. К началу образования кочана гибрид F_1 Ника накопил 98–100% азота от максимальной массы за вегетацию, 81–100% азота нитратов, 74–92% фосфора и 96–100% калия. У гибрида F_1 Кудесница в 2007 году питательные вещества накапливались медленнее: 68–76% общего азота (в нитратной форме – 54–58%), 47–55% фосфора и 67–69% калия. Таким образом, к началу формирования кочана масса общего азота и калия в растении достигла своего пика, в то время как, масса фосфора и азота в нитратной форме продолжала накапливаться вплоть до уборки. В 2008 г. при благоприятных погодных условиях гибрид F_1 Кудесница накапливал азот и калий с той же скоростью, что и гибрид F_1 Ника в оба года. Накопление фосфора к той же фазе у F_1 Кудесница шло быстрее, достигая максимума (100%). В этом году к началу образования кочана F_1 Ника быстрее накапливал нитратный азот – 91–100% (от максимального содержания), чем F_1 Кудесница – 62–89%. Изменение дозы азота с 80 (вариант 2) до 120 кг действующего вещества на 1 га (вариант 4) практически не сказывалось на динамике накопления элементов питания, сухой и сырой массы.

Дозы минеральных удобрений оказывали положительное действие на урожайность пекинской капусты, однако погодные условия играли не менее существенную роль: урожайность основной продукции (кочанов) в 2007 г. получилась практически в 2 раза меньше, чем в 2008 г. (неблагоприятные погодные условия 2007 года наиболее негативно сказались на гибриде F_1 Кудесница) (табл. 3).

Урожайность кочанов гибрида F_1 Ника в контроле в 2007 году составила 14 т/га, а у гибрида F_1 Кудесница – 9 т/га; в 2008 году урожайность была соответственно в 2 и 3 раза выше – 25 и 29 т/га (табл. 3). Внесение 80 кг азота в варианте 2 увеличило урожайность обоих гибридов в 2007 году примерно на 4 т, а в 2008 году – на 7–10 т/га. Увеличение дозы азота до 120 кг в варианте 4 привело к росту урожайности кочанов, только у гибрида F_1 Кудесница на 4–6 т/га. Дробное внесение N80 в варианте 3 и N120 в варианте 5 не приводило к прибавке урожайности кочанов по сравнению с вариантами 2 и 4 соответственно. Применение 90 кг/га фосфорных удобрений в варианте 6 на азотном фоне, также не приводило к изменению урожайности кочанов. Внесение N120P90K120 в варианте 7 привело к увеличению урожайности кочанов на 14–22 % по сравнению с 4 вариантом, только у гибрида F_1 Ника. Максимальная урожайность кочанов гибрида F_1 Кудесница составила 17–41 т/га при дозе N120, а у гибрида F_1 Ника – 24–43 т/га при дозе N120P90K120.

В среднем за годы исследований урожайность кочанов в контроле составила 19–20 т/га. Внесение N80 в варианте 2 увеличило урожайность на 30–35% по сравнению с вариантом 1. Увеличение дозы азота до 120 кг давало прирост урожайности кочанов на 20% только у гибрида F_1 Кудесница. Дополнение к последней дозе 90 кг фосфора в 6 варианте не меняла урожайность. Добавление K120 к N120P90 в варианте 7 увеличивало урожайность кочанов на 14% по сравнению с предыдущим вариантом.

Таблица 3

Урожайность пекинской капусты, т/га

| Вариант | Продукция, т/га | | | | | | Доля основной продукции в общей, % | | Соотношение П/О* | |
|------------------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|------------------------------------|-----|---------------------|------|
| | основная (О) | | побочная (П) | | общая зелёная масса | | | | | |
| гибрид F_1 Ника | | | | | | | | | | |
| 1 | $\frac{14,2}{25,0}$ | 19,8 | $\frac{15,8}{19,5}$ | 17,7 | $\frac{30,0}{44,5}$ | 37,3 | $\frac{47}{56}$ | 52 | $\frac{1,16}{0,82}$ | 0,99 |
| 2 | $\frac{18,1}{35,4}$ | 26,8 | $\frac{17,8}{22,5}$ | 20,2 | $\frac{36,0}{57,9}$ | 47,0 | $\frac{50}{62}$ | 56 | $\frac{1,03}{0,64}$ | 0,84 |
| 3 | $\frac{17,2}{35,4}$ | 26,3 | $\frac{18,2}{24,5}$ | 21,4 | $\frac{35,3}{59,8}$ | 47,6 | $\frac{49}{59}$ | 54 | $\frac{1,12}{0,70}$ | 0,91 |
| 4 | $\frac{20,3}{35,4}$ | 27,9 | $\frac{19,8}{25,8}$ | 22,8 | $\frac{40,1}{61,2}$ | 50,7 | $\frac{51}{58}$ | 55 | $\frac{1,00}{0,74}$ | 0,87 |
| 5 | $\frac{19,8}{34,1}$ | 27,0 | $\frac{19,3}{26,7}$ | 23,0 | $\frac{39,1}{60,7}$ | 49,9 | $\frac{51}{56}$ | 54 | $\frac{1,00}{0,80}$ | 0,90 |
| 6 | $\frac{20,3}{37,9}$ | 29,1 | $\frac{21,0}{22,8}$ | 21,9 | $\frac{41,3}{60,6}$ | 51,0 | $\frac{49}{62}$ | 56 | $\frac{1,05}{0,63}$ | 0,84 |
| 7 | $\frac{23,5}{43,1}$ | 33,3 | $\frac{20,7}{23,0}$ | 21,9 | $\frac{44,2}{66,1}$ | 55,2 | $\frac{53}{65}$ | 59 | $\frac{0,92}{0,54}$ | 0,73 |
| НСР ₀₅ | $\frac{2,4}{5,3}$ | 1,9 | $\frac{3,2}{4,2}$ | 1,7 | $\frac{3,1}{5,2}$ | 2,6 | $\frac{7}{7}$ | 3 | $\frac{0,29}{0,21}$ | 0,12 |
| Ошибка опыта, % | $\frac{4,3}{5,1}$ | 6,6 | $\frac{5,8}{6,0}$ | 7,5 | $\frac{2,8}{3,0}$ | 4,9 | $\frac{4,4}{3,9}$ | 4,8 | $\frac{9,4}{10,2}$ | 12,4 |
| гибрид F_1 Кудесница | | | | | | | | | | |
| 1 | $\frac{8,6}{28,6}$ | 18,6 | $\frac{18,7}{23,4}$ | 21,1 | $\frac{27,3}{52,0}$ | 39,7 | $\frac{32}{55}$ | 44 | $\frac{2,16}{0,85}$ | 1,51 |
| 2 | $\frac{13,1}{35,1}$ | 24,1 | $\frac{20,2}{28,4}$ | 24,3 | $\frac{33,3}{63,6}$ | 48,5 | $\frac{39}{55}$ | 47 | $\frac{1,54}{0,81}$ | 1,18 |
| 3 | $\frac{15,4}{38,1}$ | 26,8 | $\frac{21,4}{33,6}$ | 27,5 | $\frac{36,8}{71,7}$ | 54,3 | $\frac{42}{53}$ | 48 | $\frac{1,39}{0,89}$ | 1,14 |
| 4 | $\frac{16,9}{40,6}$ | 28,8 | $\frac{24,6}{35,0}$ | 29,8 | $\frac{41,4}{75,6}$ | 58,5 | $\frac{41}{54}$ | 48 | $\frac{1,51}{0,86}$ | 1,19 |
| 5 | $\frac{17,2}{35,5}$ | 26,4 | $\frac{20,8}{30,1}$ | 25,5 | $\frac{38,1}{65,6}$ | 51,9 | $\frac{45}{54}$ | 50 | $\frac{1,21}{0,85}$ | 1,03 |
| 6 | $\frac{18,1}{40,3}$ | 29,2 | $\frac{25,2}{33,1}$ | 29,2 | $\frac{43,3}{73,4}$ | 58,4 | $\frac{42}{55}$ | 49 | $\frac{1,40}{0,82}$ | 1,11 |
| 7 | $\frac{16,7}{40,2}$ | 28,5 | $\frac{23,1}{28,4}$ | 25,8 | $\frac{39,8}{68,7}$ | 54,3 | $\frac{42}{59}$ | 51 | $\frac{1,42}{0,71}$ | 1,07 |
| НСР ₀₅ | $\frac{2,9}{3,7}$ | 1,3 | $\frac{2,9}{4,8}$ | 2,0 | $\frac{4,1}{5,7}$ | 2,7 | $\frac{5}{6}$ | 2 | $\frac{0,30}{0,18}$ | 0,12 |
| Ошибка опыта, % | $\frac{6,4}{3,4}$ | 4,7 | $\frac{4,4}{5,3}$ | 7,2 | $\frac{3,7}{2,8}$ | 4,8 | $\frac{4,5}{3,4}$ | 4,4 | $\frac{6,6}{7,2}$ | 9,3 |

Примечание. Слева в числителе – 2007 г., слева в знаменателе – 2008 г.; справа – в среднем; П/О* – соотношение побочной продукции к основной.

Зелёная масса пекинской капусты включает в себя основную продукцию (кочан) и побочную продукцию (листья несформировавшиеся в кочан и кочерыгу). Продуктивность зелёной массы пекинской капусты на контроле в 2007 году составила 30 т/га у гибрида F_1 Ника и 27 т/га у гибрида F_1 Кудесница; в 2008 году она была в 1,5–2 раза выше – 45 и 52 т/га соответственно (табл. 3). Применение N80 минеральных удобрений во 2 варианте увеличивало продуктивность зелёной массы пекинской капусты на 20–30% по сравнению с контролем. Внесение N120 в 4 варианте увеличило урожай зелёной массы гибрида F_1 Ника примерно на 10%, а гибрида F_1 Кудесница на 19–24% по сравнению с вариантом 2. Выделение из дозы N80 одной подкормки

N30 в варианте 3 и из дозы N120 двух подкормок по N30 в варианте 5 не приводило к достоверному росту продуктивности зелёной массы обоих гибридов по сравнению с одновременным внесением вышеперечисленных доз. Удобрение N120P90 и N120P90K120 в 6 и 7 вариантах на фоне N120 варианта 4 не приводило к достоверному изменению продуктивности. Максимальная продуктивность зелёной массы пекинской капусты, 40–76 т/га, была получена при внесении N120 в 4–7 вариантах.

В среднем за 2 года исследований урожай зелёной массы в контроле составил 37–40 т/га и практически не отличался у обоих гибридов. Применение N80 в варианте 2 увеличило продуктивность в 1,22–1,26 раза. Внесение 120 кг/га азотных удобрений привело к росту продуктивности зелёной массы капусты гибрида F_1 Ника на 8%, а гибрида F_1 Кудесница на 21%. Дробное внесение дозы N80 в 3 варианте давало дополнительно 12% зелёной массы гибрида F_1 Кудесница по сравнению с одноразовым внесением этой дозы во 2 варианте. Дробное внесение N120 в 5 варианте, напротив, снижало продуктивность зелёной массы того же гибрида на 11% по сравнению с разовым применением N120 в 4 варианте. У гибрида F_1 Ника не происходило изменения продуктивности при дробном внесении выше названных доз. Дозы N120P90 в 6 варианте и N120P90K120 в 7 варианте практически не оказывали влияния на продуктивность зелёной массы пекинской капусты.

Доля основной продукции в общей продуктивности в неблагоприятный 2007 год была выше у гибрида F_1 Ника (47–53%), чем у F_1 Кудесницы (32–45%) (табл. 3). В благоприятный 2008 год доля кочанов в зелёной массе обоих гибридов повысилась: у гибрида F_1 Ника – до 56–65%, у гибрида F_1 Кудесница – до 53–59%. В среднем за 2 года исследований внесение азотных удобрений увеличило долю основной продукции в общей зелёной массе в 1,1 раза по сравнению с контролем. Соотношение побочной продукции к основной составляло у F_1 Ника 0,54–1,16, у F_1 Кудесницы – 0,71–2,16 (табл. 3). С увеличением доз минеральных удобрений имелась тенденция к уменьшению этого соотношения.

Неблагоприятные погодные условия 2007 года оказали негативное влияние и на качество основной продукции пекинской капусты. Содержание нитратов в кочанах этого года было выше, чем в 2008 году, в 1,3–1,9 раза, а редуцирующих сахаров – напротив ниже, в 1,3–3,0 раза (табл. 4). Гибрид F_1 Ника накапливал в целом редуцирующих сахаров в 1,4–2,4 раза больше, чем гибрид F_1 Кудесница. В 2007 г. кочаны пекинской капусты гибрида F_1 Ника содержали 1,1–1,3% сырой массы моносахаров, а у гибрида F_1 Кудесница – 0,6–0,9%. В 2008 г. первый гибрид содержал 2,3–3,3% сахаров, а второй – 1,2–1,6%. Минеральные удобрения практически не оказывали влияния на содержание сахаров, только в 2008 году у гибрида F_1 Ника под действием азота содержание редуцирующих сахаров снизилось в 1,2–1,4 раза.

Содержание нитратов на контроле в 2007 году у гибрида F_1 Ника составило 2200 мг/кг сырой массы, что уже было немного выше предельно допустимой концентрации (ПДК) для салатных и зеленных культур открытого грунта (2000 мг/кг) [7], а в 2008 году было в пределах нормы – 1300 мг/кг (табл. 4). Применение N80 во 2 варианте не приводило к достоверному изменению концентрации нитратов в кочанах у этого гибрида. Использование N120 в 4 варианте привело к увеличению концентрации нитратов в 1,4–1,8 раза по сравнению с контролем. На этом варианте у гибрида F_1 Ника содержание нитратов в сырой массе основной продукции достигло максимальных значений: 2900 мг/кг в 2007 году и 2300 мг/кг в 2008 году. Содержание нитратов в контроле у F_1 Кудесница в 2007 году было 2600 мг/кг сырой массы (в 1,3 раза выше ПДК), в 2008 году – 1100 мг/кг. Внесение 80 кг азота удобрений во 2 варианте приводило к росту концентрации нитратов в кочанах этого гибрида в 1,5–1,6 раза. Увеличение дозы азота до 120 кг в 4 варианте у последнего гибрида не приводило к достоверному изме-

Таблица 4

Показатели качества пекинской капусты

| Вариант | Сухое вещество, % | | | | Витамин С, мг% | | Нитраты, мг/кг | | Редуцирующие сахара, % | |
|------------------------|-------------------|-----|-------------------|-----|---------------------|------|---------------------|------|---------------------------|-----|
| | продукция | | | | | | | | | |
| | основная | | побочная | | на сырую массу | | | | | |
| гибрид F_1 Ника | | | | | | | | | | |
| 1 | $\frac{5,6}{4,9}$ | 5,3 | $\frac{7,3}{6,7}$ | 7,0 | $\frac{14}{11}$ | 13 | $\frac{2200}{1300}$ | 1750 | $\frac{1,1}{3,3}$ | 2,2 |
| 2 | $\frac{5,2}{4,8}$ | 5,0 | $\frac{8,3}{5,8}$ | 7,1 | $\frac{17}{10}$ | 14 | $\frac{2700}{1400}$ | 2050 | $\frac{1,2}{2,7}$ | 2,0 |
| 3 | $\frac{5,3}{4,7}$ | 5,0 | $\frac{9,2}{5,5}$ | 7,4 | $\frac{18}{10}$ | 14 | $\frac{2200}{1300}$ | 1750 | $\frac{1,3}{2,8}$ | 2,1 |
| 4 | $\frac{5,4}{4,8}$ | 5,1 | $\frac{7,6}{6,2}$ | 6,9 | $\frac{19}{13}$ | 16 | $\frac{2900}{2300}$ | 2600 | $\frac{1,3}{2,3}$ | 1,8 |
| 5 | $\frac{5,4}{5,0}$ | 5,2 | $\frac{8,3}{6,1}$ | 7,2 | $\frac{19}{13}$ | 16 | $\frac{3200}{2400}$ | 2800 | $\frac{1,3}{2,5}$ | 1,9 |
| 6 | $\frac{5,2}{4,9}$ | 5,1 | $\frac{7,3}{5,7}$ | 6,5 | $\frac{20}{13}$ | 17 | $\frac{3000}{2100}$ | 2550 | $\frac{1,2}{2,7}$ | 2,0 |
| 7 | $\frac{5,8}{4,8}$ | 5,3 | $\frac{8,4}{6,0}$ | 7,2 | $\frac{20}{12}$ | 16 | $\frac{3400}{2300}$ | 2850 | $\frac{1,2}{2,3}$ | 1,8 |
| НСР ₀₅ | $\frac{0,7}{0,7}$ | 0,3 | $\frac{1,1}{1,4}$ | 0,4 | $\frac{6}{5}$ | 3 | $\frac{500}{400}$ | 171 | $\frac{0,3}{0,3}$ | 0,1 |
| Ошибка опыта, % | $\frac{4,4}{5,0}$ | 4,7 | $\frac{4,5}{7,7}$ | 5,8 | $\frac{10,3}{14,2}$ | 16,3 | $\frac{6,0}{7,4}$ | 6,8 | $\frac{7,0}{4,1}$ | 5,1 |
| гибрид F_1 Кудесница | | | | | | | | | | |
| 1 | $\frac{5,9}{4,9}$ | 5,4 | $\frac{8,5}{5,6}$ | 7,1 | $\frac{11}{9}$ | 10 | $\frac{2600}{1100}$ | 1850 | $\frac{0,7}{1,4}$ | 1,1 |
| 2 | $\frac{5,3}{5,1}$ | 5,2 | $\frac{8,5}{6,0}$ | 7,3 | $\frac{14}{9}$ | 12 | $\frac{4000}{1800}$ | 2900 | $\frac{0,6}{1,6}$ | 1,1 |
| 3 | $\frac{5,5}{4,8}$ | 5,2 | $\frac{7,7}{5,8}$ | 6,8 | $\frac{17}{9}$ | 13 | $\frac{3500}{2000}$ | 2750 | $\frac{0,6}{1,5}$ | 1,1 |
| 4 | $\frac{5,3}{4,6}$ | 5,0 | $\frac{8,5}{5,4}$ | 7,0 | $\frac{18}{8}$ | 13 | $\frac{3700}{2000}$ | 2850 | $\frac{0,9}{1,4}$ | 1,2 |
| 5 | $\frac{5,1}{4,7}$ | 4,9 | $\frac{8,0}{5,8}$ | 6,9 | $\frac{19}{8}$ | 14 | $\frac{4100}{2300}$ | 3200 | $\frac{0,9}{1,2}$ | 1,1 |
| 6 | $\frac{5,3}{4,8}$ | 5,1 | $\frac{8,0}{5,8}$ | 6,9 | $\frac{15}{11}$ | 13 | $\frac{3300}{2300}$ | 2800 | $\frac{0,8}{1,5}$ | 1,2 |
| 7 | $\frac{5,2}{4,8}$ | 5,0 | $\frac{7,3}{6,2}$ | 6,8 | $\frac{20}{10}$ | 15 | $\frac{3800}{2300}$ | 3050 | $\frac{0,8}{1,4}$ | 1,1 |
| НСР ₀₅ | $\frac{0,4}{0,5}$ | 0,2 | $\frac{1,5}{1,1}$ | 0,5 | $\frac{7}{2}$ | 2 | $\frac{600}{300}$ | 230 | $\frac{0,2}{0,2}$ | 0,1 |
| Ошибка опыта, % | $\frac{2,6}{3,2}$ | 3,4 | $\frac{6,4}{6,4}$ | 6,3 | $\frac{13,7}{7,6}$ | 15,2 | $\frac{5,9}{4,9}$ | 7,6 | $\frac{10,4}{4,5}$ | 8,1 |

Примечание. Слева в числителе – 2007 г., слева в знаменателе – 2008 г.; справа – в среднем.

нению концентрации нитратов по сравнению с вариантом 2. Содержание нитратов на удобренных вариантах (2–7) у гибрида F_1 Кудесница находилось на уровне 3300–4100 мг/кг в 2007 г., и 1800–2300 мг/кг в 2008 г. В целом гибрид F_1 Кудесница в 2007 г. содержал в 1,1–1,6 раза больше нитратов, чем F_1 Ника. Дробное внесение азота в 3 и 5 вариантах не изменяло концентрацию нитратов обоих гибридов.

Содержание аскорбиновой кислоты и сухого вещества практически не изменялось под действием различных доз удобрений и было примерно одинаковым у обоих гибридов: в основной продукции содержалось 8–20 мг% витамина С и 4,6–5,6% сухого вещества, а в побочной – 5,4–9,2% сухого вещества (табл. 4). В 2007 году витамина С накопилось больше, чем в 2008 году в 1,2–1,4 раза.

Таблица 5

Содержание N, P₂O₅, K₂O в пекинской капусте, % на абсолютно сухую массу

| Вариант | Гибрид | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------------------|------------|-------------------------------|-----|--------------------------|-----|---|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|--|---------------------------|-----|
| | F ₁ Ника | | | | | | | F ₁ Кудесница | | | | | | | | |
| | % на абсолютно сухую массу | | | | | | N-NO ₃ ³ в % от N общ.* | % на абсолютно сухую массу | | | | | | N-NO ₃ ³ в % от N общ. | | |
| | N | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | | | N | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | | | | |
| основная продукция | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | <u>5,2</u> <u>3,4</u> | 4,3 | <u>2,3</u> <u>1,6</u> | 1,9 | <u>7,7</u> <u>4,7</u> | 6,2 | <u>17</u> <u>19</u> | 18 | <u>5,9</u> <u>4,6</u> | 5,2 | <u>2,6</u> <u>2,1</u> | 2,4 | <u>8,6</u> <u>7,0</u> | 7,8 | <u>17</u> <u>12</u> | 15 |
| 2 | <u>5,7</u> <u>3,8</u> | 4,7 | <u>2,2</u> <u>1,8</u> | 2,0 | <u>7,1</u> <u>4,7</u> | 5,9 | <u>21</u> <u>17</u> | 19 | <u>6,5</u> <u>5,0</u> | 5,8 | <u>2,5</u> <u>2,0</u> | 2,2 | <u>8,5</u> <u>6,5</u> | 7,5 | <u>26</u> <u>16</u> | 21 |
| 3 | <u>6,0</u> <u>3,8</u> | 4,9 | <u>2,1</u> <u>1,8</u> | 1,9 | <u>7,7</u> <u>5,0</u> | 6,4 | <u>16</u> <u>17</u> | 17 | <u>6,9</u> <u>5,1</u> | 6,0 | <u>2,8</u> <u>2,1</u> | 2,5 | <u>8,5</u> <u>6,6</u> | 7,6 | <u>21</u> <u>19</u> | 20 |
| 4 | <u>6,2</u> <u>4,3</u> | 5,2 | <u>2,4</u> <u>1,7</u> | 2,0 | <u>7,6</u> <u>5,0</u> | 6,3 | <u>20</u> <u>26</u> | 23 | <u>6,8</u> <u>5,3</u> | 6,0 | <u>2,3</u> <u>2,1</u> | 2,2 | <u>7,5</u> <u>6,8</u> | 7,2 | <u>24</u> <u>19</u> | 22 |
| 5 | <u>5,6</u> <u>4,3</u> | 4,9 | <u>2,4</u> <u>1,7</u> | 2,0 | <u>7,8</u> <u>4,8</u> | 6,3 | <u>25</u> <u>26</u> | 26 | <u>6,9</u> <u>5,5</u> | 6,2 | <u>2,5</u> <u>2,2</u> | 2,4 | <u>7,7</u> <u>7,0</u> | 7,4 | <u>27</u> <u>20</u> | 24 |
| 6 | <u>5,7</u> <u>4,3</u> | 5,0 | <u>2,3</u> <u>1,8</u> | 2,0 | <u>7,1</u> <u>5,1</u> | 6,1 | <u>23</u> <u>23</u> | 23 | <u>6,6</u> <u>5,2</u> | 5,9 | <u>2,4</u> <u>2,0</u> | 2,2 | <u>8,3</u> <u>7,1</u> | 7,7 | <u>23</u> <u>21</u> | 22 |
| 7 | <u>5,6</u> <u>4,3</u> | 4,9 | <u>2,2</u> <u>1,7</u> | 2,0 | <u>7,4</u> <u>5,4</u> | 6,4 | <u>23</u> <u>25</u> | 24 | <u>6,8</u> <u>5,0</u> | 5,9 | <u>2,6</u> <u>2,1</u> | 2,3 | <u>8,2</u> <u>6,6</u> | 7,4 | <u>25</u> <u>22</u> | 24 |
| НСР ₀₅ | <u>0,7</u> <u>0,8</u> | <u>0,3</u> | <u>0,3</u> <u>0,2</u> | 0,1 | <u>0,8</u> <u>0,8</u> | 0,4 | <u>3</u> <u>4</u> | 2 | <u>0,4</u> <u>0,5</u> | 0,2 | <u>0,3</u> <u>0,2</u> | 0,1 | <u>0,5</u> <u>0,6</u> | 0,2 | <u>5</u> <u>3</u> | 2 |
| Ошибка опыта, % | <u>4,0</u> <u>6,7</u> | 4,9 | <u>4,8</u> <u>4,4</u> | 5,6 | <u>3,8</u> <u>5,7</u> | 5,4 | <u>5,3</u> <u>6,3</u> | 6,4 | <u>2,1</u> <u>3,2</u> | 2,6 | <u>3,6</u> <u>2,4</u> | 3,7 | <u>2,2</u> <u>3,0</u> | 2,6 | <u>6,7</u> <u>6,2</u> | 8,4 |
| побочная продукция | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | <u>4,6</u> <u>3,3</u> | 3,9 | <u>1,8</u> <u>1,5</u> | 1,7 | <u>7,9</u> <u>4,5</u> | 6,2 | <u>27</u> <u>19</u> | 23 | <u>4,0</u> <u>3,3</u> | 3,7 | <u>1,7</u> <u>1,9</u> | 1,8 | <u>7,0</u> <u>8,6</u> | 7,8 | <u>18</u> <u>34</u> | 26 |
| 2 | <u>4,6</u> <u>3,5</u> | 4,0 | <u>1,7</u> <u>1,6</u> | 1,7 | <u>7,0</u> <u>4,6</u> | 5,8 | <u>30</u> <u>28</u> | 29 | <u>4,7</u> <u>4,0</u> | 4,4 | <u>1,9</u> <u>1,9</u> | 1,9 | <u>7,4</u> <u>6,5</u> | 6,9 | <u>34</u> <u>19</u> | 27 |
| 3 | <u>4,5</u> <u>3,4</u> | 4,0 | <u>1,6</u> <u>1,7</u> | 1,7 | <u>7,3</u> <u>4,8</u> | 6,1 | <u>28</u> <u>32</u> | 30 | <u>5,7</u> <u>3,7</u> | 4,7 | <u>1,9</u> <u>2,0</u> | 1,9 | <u>7,5</u> <u>6,7</u> | 7,1 | <u>29</u> <u>30</u> | 30 |
| 4 | <u>5,2</u> <u>3,5</u> | 4,3 | <u>1,7</u> <u>1,6</u> | 1,6 | <u>7,6</u> <u>4,1</u> | 5,9 | <u>29</u> <u>28</u> | 29 | <u>5,4</u> <u>4,0</u> | 4,7 | <u>1,9</u> <u>1,9</u> | 1,9 | <u>6,6</u> <u>7,5</u> | 7,1 | <u>24</u> <u>30</u> | 27 |
| 5 | <u>5,3</u> <u>3,4</u> | 4,4 | <u>1,7</u> <u>1,6</u> | 1,7 | <u>7,1</u> <u>4,6</u> | 5,9 | <u>25</u> <u>27</u> | 26 | <u>5,3</u> <u>4,2</u> | 4,7 | <u>1,8</u> <u>2,0</u> | 1,9 | <u>7,0</u> <u>7,2</u> | 7,1 | <u>26</u> <u>33</u> | 30 |
| 6 | <u>5,4</u> <u>4,2</u> | 4,8 | <u>1,8</u> <u>1,6</u> | 1,7 | <u>7,2</u> <u>4,9</u> | 6,0 | <u>30</u> <u>29</u> | 30 | <u>5,2</u> <u>3,8</u> | 4,5 | <u>1,8</u> <u>1,9</u> | 1,8 | <u>7,4</u> <u>7,0</u> | 7,2 | <u>28</u> <u>29</u> | 29 |
| 7 | <u>4,3</u> <u>3,3</u> | 3,8 | <u>1,7</u> <u>1,5</u> | 1,6 | <u>6,1</u> <u>4,9</u> | 5,5 | <u>24</u> <u>30</u> | 27 | <u>5,4</u> <u>3,5</u> | 4,4 | <u>1,8</u> <u>1,7</u> | 1,7 | <u>7,4</u> <u>6,2</u> | 6,8 | <u>24</u> <u>28</u> | 26 |
| НСР05 | <u>0,8</u> <u>0,5</u> | 0,3 | <u>0,3</u> <u>0,3</u> | 0,1 | <u>1,0</u> <u>1,2</u> | 0,5 | <u>10</u> <u>11</u> | 3 | <u>0,9</u> <u>0,8</u> | 0,4 | <u>0,3</u> <u>0,4</u> | 0,1 | <u>1,7</u> <u>1,5</u> | 0,8 | <u>7</u> <u>9</u> | 3 |
| Ошибка опыта, % | <u>5,7</u> <u>5,1</u> | 6,2 | <u>6,6</u> <u>6,1</u> | 6,9 | <u>4,8</u> <u>8,6</u> | 8,3 | <u>9,5</u> <u>12,9</u> | 11,4 | <u>5,6</u> <u>7,3</u> | 8,2 | <u>6,0</u> <u>7,0</u> | 6,5 | <u>7,8</u> <u>7,2</u> | 9,8 | <u>9,2</u> <u>10,5</u> | 9,7 |

Примечание. Слева в числителе – 2007 г., слева в знаменателе – 2008 г.; справа – в среднем; N-NO₃³, в % от N общ.* – содержание нитратного азота, в % от общего содержания азота.

Основная продукция пекинской капусты содержала 3,4–6,9% азота на абсолютно сухую массу, 1,6–2,8% оксида фосфора и 4,7–8,6% оксида калия (табл. 5). В сухом веществе побочной продукции накапливалось 3,3–5,7% на а.с.м. N, 1,5–2,0% P₂O₅ и 4,1–8,6% K₂O. Между гибридами по содержанию азота, фосфора и калия принципиальных различий не было. При внесении под пекинскую капусту азота, его содер-

жание в основной продукции увеличивалось в 1,1–1,3 раза, а в побочной продукции увеличение наблюдалось только у гибрида F_1 Кудесница в 1,2–1,4 раза. У последнего гибрида наблюдалась лишь тенденция к снижению содержания калия с увеличением дозы азота. Доля нитратов в общем содержании азота составляла в основной продукции от 12–19% (без применения удобрений) до 16–26% (на удобренных вариантах); в побочной продукции – 18–34%.

Таблица 6

Вынос N, P₂O₅, K₂O 1 т продукции пекинской капусты, кг

| Вариант | Гибрид | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|-----|-------------------------------|-----|--------------------|------|--------------------|-----|-------------------------------|-----|--------------------|------|
| | F_1 Ника | | | | | | F_1 Кудесница | | | | | |
| | N | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | | N | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | |
| вынос 1 т основной продукции с учётом побочной, кг | | | | | | | | | | | | |
| 1 | $\frac{6,7}{3,4}$ | 5,1 | $\frac{2,8}{1,6}$ | 2,2 | $\frac{10,9}{4,9}$ | 7,9 | $\frac{10,9}{3,8}$ | 7,4 | $\frac{4,7}{2,0}$ | 3,3 | $\frac{17,7}{7,5}$ | 12,6 |
| 2 | $\frac{6,7}{3,1}$ | 4,9 | $\frac{2,6}{1,5}$ | 2,0 | $\frac{9,6}{3,9}$ | 6,8 | $\frac{9,5}{4,5}$ | 7,0 | $\frac{3,7}{1,9}$ | 2,8 | $\frac{14,2}{6,4}$ | 10,3 |
| 3 | $\frac{7,7}{3,1}$ | 5,4 | $\frac{2,8}{1,5}$ | 2,1 | $\frac{11,8}{4,1}$ | 8,0 | $\frac{9,8}{4,3}$ | 7,0 | $\frac{3,5}{2,0}$ | 2,7 | $\frac{12,6}{6,6}$ | 9,6 |
| 4 | $\frac{7,3}{3,7}$ | 5,5 | $\frac{2,6}{1,5}$ | 2,1 | $\frac{10,1}{4,3}$ | 7,2 | $\frac{10,3}{4,3}$ | 7,3 | $\frac{3,6}{1,8}$ | 2,7 | $\frac{12,4}{6,5}$ | 9,4 |
| 5 | $\frac{7,4}{3,8}$ | 5,6 | $\frac{2,7}{1,6}$ | 2,2 | $\frac{10,2}{4,7}$ | 7,4 | $\frac{8,9}{4,6}$ | 6,7 | $\frac{2,9}{2,0}$ | 2,4 | $\frac{11,0}{6,6}$ | 8,8 |
| 6 | $\frac{7,0}{3,6}$ | 5,3 | $\frac{2,5}{1,5}$ | 2,0 | $\frac{9,1}{4,2}$ | 6,7 | $\frac{9,3}{4,3}$ | 6,8 | $\frac{3,2}{1,9}$ | 2,5 | $\frac{12,5}{6,7}$ | 9,6 |
| 7 | $\frac{6,7}{3,1}$ | 4,9 | $\frac{2,6}{1,3}$ | 2,0 | $\frac{9,1}{4,2}$ | 6,6 | $\frac{9,3}{3,9}$ | 6,6 | $\frac{3,2}{1,7}$ | 2,4 | $\frac{12,0}{5,8}$ | 8,9 |
| НСР ₀₅ | $\frac{1,4}{0,7}$ | 0,5 | $\frac{0,6}{0,3}$ | 0,2 | $\frac{2,2}{1,6}$ | 1,0 | $\frac{1,6}{0,7}$ | 0,7 | $\frac{0,5}{0,3}$ | 0,2 | $\frac{2,5}{1,4}$ | 1,1 |
| Ошибка опыта, % | $\frac{6,6}{7,0}$ | 8,4 | $\frac{7,8}{7,4}$ | 9,7 | $\frac{7,3}{12,1}$ | 12,2 | $\frac{5,6}{5,6}$ | 9,7 | $\frac{4,3}{5,9}$ | 5,6 | $\frac{6,4}{7,3}$ | 10,3 |
| вынос 1 т зелёной массы, кг | | | | | | | | | | | | |
| 1 | $\frac{3,1}{1,9}$ | 2,5 | $\frac{1,3}{0,9}$ | 1,1 | $\frac{5,1}{2,7}$ | 3,9 | $\frac{3,5}{2,1}$ | 2,8 | $\frac{1,5}{1,1}$ | 1,3 | $\frac{5,6}{4,0}$ | 4,8 |
| 2 | $\frac{3,3}{1,9}$ | 2,6 | $\frac{1,3}{0,9}$ | 1,1 | $\frac{4,7}{2,4}$ | 3,6 | $\frac{3,7}{2,5}$ | 3,1 | $\frac{1,5}{1,1}$ | 1,3 | $\frac{5,6}{3,5}$ | 4,6 |
| 3 | $\frac{3,7}{1,8}$ | 2,8 | $\frac{1,3}{0,9}$ | 1,1 | $\frac{5,5}{2,4}$ | 4,0 | $\frac{4,1}{2,3}$ | 3,2 | $\frac{1,5}{1,1}$ | 1,3 | $\frac{5,2}{3,5}$ | 4,4 |
| 4 | $\frac{3,7}{2,1}$ | 2,9 | $\frac{1,3}{0,9}$ | 1,1 | $\frac{5,0}{2,5}$ | 3,7 | $\frac{4,2}{2,3}$ | 3,2 | $\frac{1,4}{1,0}$ | 1,2 | $\frac{4,9}{3,5}$ | 4,2 |
| 5 | $\frac{3,7}{2,1}$ | 2,9 | $\frac{1,3}{0,9}$ | 1,1 | $\frac{5,1}{2,6}$ | 3,9 | $\frac{3,9}{2,5}$ | 3,2 | $\frac{1,3}{1,1}$ | 1,2 | $\frac{4,9}{3,6}$ | 4,2 |
| 6 | $\frac{3,4}{2,2}$ | 2,8 | $\frac{1,2}{0,9}$ | 1,1 | $\frac{4,5}{2,6}$ | 3,5 | $\frac{3,9}{2,4}$ | 3,1 | $\frac{1,3}{1,0}$ | 1,2 | $\frac{5,2}{3,7}$ | 4,4 |
| 7 | $\frac{3,4}{2,0}$ | 2,7 | $\frac{1,3}{0,9}$ | 1,1 | $\frac{4,7}{2,7}$ | 3,7 | $\frac{3,8}{2,3}$ | 3,0 | $\frac{1,3}{1,0}$ | 1,2 | $\frac{4,9}{3,4}$ | 4,1 |
| НСР ₀₅ | $\frac{0,5}{0,3}$ | 0,2 | $\frac{0,2}{0,2}$ | 0,1 | $\frac{0,6}{0,7}$ | 0,3 | $\frac{0,5}{0,3}$ | 0,2 | $\frac{0,2}{0,1}$ | 0,1 | $\frac{0,7}{0,6}$ | 0,3 |
| Ошибка опыта, % | $\frac{4,5}{5,2}$ | 5,2 | $\frac{4,4}{6,2}$ | 5,6 | $\frac{4,2}{8,7}$ | 6,7 | $\frac{4,7}{4,3}$ | 5,9 | $\frac{4,0}{4,2}$ | 4,1 | $\frac{4,8}{5,2}$ | 6,3 |

Примечание. Слева в числителе – 2007 г., слева в знаменателе – 2008 г.; справа – в среднем.

Вынос азота 1 т основной продукции с учётом побочной составил у гибрида F_1 Ника – 3,1–7,7 кг, фосфора – 1,3–2,8 кг, калия – 3,9–11,8 кг; у F_1 Кудесница вынос азота – 3,8–10,9 кг, фосфора – 1,7–4,7 кг, калия – 5,8–17,7 кг (табл. 6). Вынос единицей урожая элементов питания при благоприятных погодных условиях, и соответственно, более высоком урожае 2008 года был ниже, чем в неблагоприятный 2007 год с низкой урожайностью. В неблагоприятном году вынос был выше за счёт эффекта концентрирования элементов питания. В связи с тем, что в этот год доля основной продукции была меньше половины от общего количества зелёной массы и сильно варьировала в зависимости от колебаний соотношения побочной продукции к основной (табл. 3), вынос NPK единицей основной продукции с учётом побочной, также очень сильно варьировал. Поэтому целесообразен расчёт выноса не на основную продукцию, а на всю зелёную массу. Вынос N, P_2O_5 и K_2O 1 т зелёной массы составил, соответственно: 1,8–4,2; 0,9–1,5; 2,4–5,6 кг (табл. 6). С увеличением доз вносимого азота до 120 кг, его вынос 1 т зелёной массы увеличивался в 1,2–1,3 раза, а вынос калия, напротив, снижался только у F_1 Кудесница в 1,1–1,2 раза по сравнению с контролем.

Коэффициенты использования пекинской капустой легкогидролизуемого азота из почвы составили 22–29%, подвижных форм фосфора – 2–3%, калия – 12–21% (табл. 7). При этом в благоприятный 2008 год у гибрида F_1 Кудесница все коэффициенты были выше (особенно по азоту и калию), чем у F_1 Ника.

Коэффициенты использования пекинской капустой азота из минеральных удобрений составляли при дозе N80 у гибрида F_1 Ника 31–45%, у F_1 Кудесница – 38–70%, а при дозе N120 у F_1 Ника – 37–48%, а у F_1 Кудесница – 39–65% (табл. 8). Прибавка урожайности в 7 варианте у F_1 Ника позволяет рассчитать коэффициенты использования калия этим гибридом из калийных удобрений, они составили 18–20%. Гибрид F_1 Кудесница не отзывался на калийные удобрения увеличением урожайности, следовательно, для него не представляется возможным рассчитать этот коэффициент.

Таблица 7

Коэффициенты использования из почвы легкогидролизуемого азота, подвижных форм фосфора и калия, %

| Элемент | Гибриды (F_1) | | | | | |
|----------|-------------------|------|---------|-----------|------|---------|
| | Ника | | | Кудесница | | |
| | годы исследований | | | | | |
| | 2007 | 2008 | среднее | 2007 | 2008 | среднее |
| Н.л.г. | 22,3 | 22,8 | 22,6 | 22,4 | 29,2 | 25,8 |
| P_2O_5 | 2,4 | 2,0 | 2,2 | 2,5 | 2,8 | 2,7 |
| K_2O | 13,0 | 11,6 | 12,3 | 13,1 | 20,6 | 16,9 |

Таблица 8

Коэффициенты использования азота из минеральных азотных удобрений, %

| Вариант | Гибриды (F_1) | | | | | |
|---------|-------------------|------|---------|-----------|------|---------|
| | Ника | | | Кудесница | | |
| | годы исследований | | | | | |
| | 2007 | 2008 | среднее | 2007 | 2008 | среднее |
| 2 | 33 | 32 | 32 | 38 | 61 | 49 |
| 3 | 45 | 31 | 38 | 70 | 68 | 69 |
| 4 | 44 | 38 | 41 | 65 | 54 | 60 |
| 5 | 43 | 37 | 40 | 47 | 46 | 46 |
| 6 | 40 | 42 | 41 | 61 | 55 | 58 |
| 7 | 48 | 42 | 45 | 47 | 39 | 43 |

Выводы

1. Сырая масса пекинской капусты в наибольшей степени накапливалась до фазы начала образования кочана, достигая в этой фазе 54–77% от максимальной, а масса сухого вещества накапливалась к этому сроку на 65–100%, азота нитратов – на 54–100%, общего азота – на 68–100%, фосфора на 47–78%, калия – на 67–100%. Изменение дозы азота с 80 (вариант 2) до 120 кг д.в. на 1 га (вариант 4) не сказывалось на динамике накопления элементов питания, сухой и сырой массы.

2. Максимальная урожайность кочанов гибрида F_1 Кудесница составила 17–41 т/га при дозе N120, а у гибрида F_1 Ника – 24–43 т/га при дозе N120P90K120. Максимальная продуктивность зелёной массы пекинской капусты была получена при внесении N120, достигая 40–76 т/га. По продуктивности и урожайности кочанов разные гибриды между собой практически не отличались. Доля основной продукции в общей продуктивности у гибрида F_1 Ника была выше (47–65%), а у F_1 Кудесница – ниже (32–59%).

3. Дробное внесение азота, по сравнению с разовым, не приводило к увеличению урожайности как кочанов, так и всей зелёной массы.

4. В условиях 6 класса (по Кирсанову) содержания подвижных форм фосфора и калия в почве, дополнительное внесение этих элементов совместно с N120 практически не влияло на урожайность кочанов и продуктивность зелёной массы гибрида F_1 Кудесница, а урожайность кочанов гибрида F_1 Ника увеличивалась на 14–22%, зелёной массы – на 8% по сравнению с N120.

5. Минеральные удобрения практически не влияли на содержание в продукции сухого вещества (4,6–9,2%), редуцирующих сахаров (0,6–3,3%) и аскорбиновой кислоты (8–20 мг%). От внесённых азотных удобрений содержание нитратов в кочанах возрастало от 1100–2600 мг/кг (без удобрений) до 2300–4100 мг/кг сырой массы (N120) и сильно зависело от погодных условий.

6. При неблагоприятно сложившемся вегетационном периоде (2007 г.) витамина С накапливалось в 1,2–1,4 раза больше, нитратов – в 1,3–1,9 раза больше, а редуцирующих сахаров, напротив, – в 1,2–3,0 раза меньше, чем в благоприятный (2008) год. В целом F_1 Ника накапливал в 1,4–2,4 раза больше редуцирующих сахаров, а при неблагоприятных погодных условиях в 1,1–1,6 раза меньше содержал нитратов, чем F_1 Кудесница.

7. В основной продукции обоих гибридов пекинской капусты содержалось на абсолютно сухую массу: 3,4–6,9% азота, 1,6–2,8% фосфора и 4,7–8,6% калия, а в побочной: 3,3–5,7; 1,5–2,0; 4,1–8,6% соответственно. Вынос NPK 1 т зелёной массы составлял, в зависимости от удобренности: 1,8–4,2; 0,9–1,5; 2,4–5,6 кг соответственно.

8. Коэффициенты использования пекинской капустой легкогидролизуемого азота из почвы составляли 22–29%, подвижных форм фосфора – 2–3%, калия – 12–21%. Коэффициенты использования азота из минеральных удобрений при дозах N80–120 у гибрида F_1 Ника были в пределах 31–48%, у F_1 Кудесница – 38–70%, а коэффициент использования калия гибридом F_1 Ника при дозе K120 – 18–20%.

Библиографический список

1. Андреев Ю.М., Осипова А.В. Пекинская капуста // Новый садовод и фермер. 2004. №6. С. 18–19.
2. Беляева И.С., Салаяев Р.К., Сабирова Р.Н., Лантева Т.И. Поиск оптимального соотношения основных элементов минерального питания и регуляция накопления нитратов в растениях пекинской капусты // Агрехимия. 2007. №4. С. 10–22.

3. 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.
4. Лубнин В.Ф., Метлякова А.Д. Пекинская капуста в теплицах Иркутской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1993. №2. С. 12–18.
5. Обуховская Л.В. Влияние различных норм азотных удобрений и ингибиторов нитрификации на накопление нитратов в овощных культурах. М., 1981. 18 с.
6. Папонов А.Н., Игнатова А.Н. Влияние уровня минерального питания на продуктивность и накопление нитратов пекинской капустой // Адаптивные технологии в растениеводстве: материалы науч.-практ. конф. Ижевск, 2005. С. 291–293.
7. Черников В.А., Соколов О.А. Экологически безопасная продукция. М., 2009. 438 с.
8. Чинилова В.А. Пекинская капуста в Сибири // Сад и огород. 2008. №4. С. 4–5.
9. Шаповал И.Е., Дёмин В.А., Родионов В.А. Минеральное питание, урожай и качество пекинской капусты // Картофель и овощи. 2012. №1. С. 13–14.

YIELD AND QUALITY INDICATORS OF NAPA CABBAGE
(*BRASSICA PEKINENSIS* SKEELS) AT VARIOUS APPLICATION RATES
OF MINERAL FERTILIZERS

V.A. DEMIN, V.A. RODIONOV

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

In the conditions of sod-podzolic heavy loamy highly-cultivated soil with high content of easily hydrolyzed nitrogen and very high content of mobile forms of phosphorus and potassium, the application of N120 mineral fertilizers for Napa cabbage of the F₁ hybrid Kudesnitsa allowed to receive cabbage yield amounting to 17–41 t/hectare, while the Nika F₁ hybrid has demonstrated the highest yield of 24–43 t/hectare after the introduction of N120P90K120. The authors have analyzed main product types according to the following quality indicators: the content of solid substances (4.6–5.6%), ascorbic acid (8–20 mg of %), reducing sugars (0.6–3.3 %), nitrates (1100–4100 mg/kg of wet weight), nitrogen (3.4–6.9% for absolutely dry weight), phosphorus (1.6–2.8% for absolutely dry weight), and potassium (4.7–8.6% for absolutely dry weight). The output of by-products contained: 5.4–9.2% of solid substances, 3.3–5.7% for absolutely dry nitrogen weight, 1.5–2.0% of phosphorus and 4.1–8.6% of potassium. The dynamics of nitrogen accumulation (ammonium and nitrate forms), phosphorus, potassium, dry and wet weight of Napa cabbage has also been studied to determine: the yield of N (1.8–4.2 kg), P₂O₅ (0.9–1.5 kg), K₂O (2.4–5.6 kg) of 1 t of wet weight, utilization coefficients of easily hydrolyzed nitrogen from soil (22–29 %), mobile forms of phosphorus (2–3 %) and potassium (12–21 %), utilization coefficients of nitrogen (31–70 %) and potassium (to 20 %) from mineral fertilizers.

Key words: *Napa cabbage, fertilizers, yield, nitrates, ascorbic acid, reducing sugar, solid substance.*

References

1. Andreyev Yu.M., Osipova A.V. Pekinskaya kapusta [Napa cabbage] // Novyy sadovod i fermer. 2004. No. 6. P.18–19.

2. *Belyayeva I.S., Salyayev R.K., Sabirova R.N., Lapteva T.I.* Poisk optimal'nogo sootnosheniya osnovnykh elementov mineral'nogo pitaniya i regulyatsiya nakopleniya nitratov v rasteniyakh pekinskoy kapusty [Optimal ratio of major mineral nutrients and the regulation of nitrate accumulation in Napa cabbage plants] // *Agrokhimiya*. 2007. No. 4. P. 10–22.

3. *Domin 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 yield and quality indicators of Napa cabbage (*Brassica pekinensis* Skeels)] // *Izvestiya TSKhA*. 2012. No. 6. P. 110–121.

4. *Lubnin V.F., Metlyakova A.D.* Pekinskaya kapusta v teplitsakh Irkutskoy oblasti [Napa cabbage in greenhouses of the Irkutsk region] // *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 1993. No. 2. P. 12–18.

5. *Obukhovskaya L.V.* Vliyaniye 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 p.

6. *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 productivity and accumulation of nitrates by Napa cabbage // *Adaptivnyye tekhnologii v rasteniyevodstve: materialy nauch.-prakt. konf. Izhevsk*, 2005. P. 291–293.

7. *Chernikov V.A., Sokolov O.A.* Ekologicheski bezopasnaya produktsiya [Ecologically safe production]. M., 2009. 438 p.

8. *Chinilova V.A.* Pekinskaya kapusta v Sibiri [Napa cabbage in Siberia] // *Sad i ogorod*. 2008. No. 4. P. 4–5.

9. *Shapoval I.Ye., Domin V.A., Rodionov V.A.* Mineral'noye pitaniye, urozhay i kachestvo pekinskoy kapusty [Mineral nutrition, yield and quality of Napa cabbage] // *Kartofel' i ovoshchi*. 2012. No. 1. P.13–14.

Демин Вадим Александрович – д. с.-х. н., проф. кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел.: (499) 976-16-60).

Родионов Владимир Александрович – к. с.-х. н., науч. сотр. РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; тел.: (909) 978-88-53; e-mail: vladirod@mail.ru).

Vadim A. Demin – DSc (Ag), Professor of the Department of Agronomic and Biological Chemistry and Radiology, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: +7 (499) 976-16-60).

Vladimir A. Rodionov – PhD (Ag), Research Associate, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; phone: +7 (909) 978-88-53; e-mail: vladirod@mail.ru).