

ДИНАМИКА ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ЛУГОВОЙ ПОЧВЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НОВОГО ГИБРИДА КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ КОНТИНЕНТ F₁

И.Ю. Васючков, к.с.-х.н., В.А. Борисов, д.с.-х.н., А.А. Коломиец, к.с.-х.н., В.Н. Хлусов, к.с.-х.н., О.Н. Успенская, к.б.н., ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО 140153, Московская область, Раменский район, Верея, стр. 500, gatov_igor@mail.ru

На аллювиальной луговой среднесуглинистой почве Нечернозёмной зоны получена урожайность нового гибрида капусты белокочанной *Континент F₁* до 80,5 т/га с прибавкой к контролю от 7 до 52% и агрономической эффективностью от 19 до 62 кг продукции на 1 кг д.в. удобрений. Естественное плодородие почвы (контроль) обеспечило урожай капусты 53 т/га. Основное внесение N₁₈₀P₁₀₀K₂₇₀ дало прибавку урожайности 28%, половинная доза малоэффективна (+7%), применение подкормки N₇₅K₆₂ в фазе листовой розетки (I декада июля) на фоне N₉₀P₅₀K₁₃₅ повысило урожайность на 10-12%, максимальная окупаемость удобрений дополнительным урожаем (62 кг/кг д.в) получена при основном внесении N₂₁₈K₁₃₂ (+41% к контролю). Максимум содержания подвижных питательных веществ в почве зафиксирован в фазе нарастания розетки листьев (20-25 июня). Основное внесение N₉₀ не обеспечило необходимое питание нитратами растений капусты, а применение N₂₉₄ создало повышенный нитратный фон в почве в фазе роста кочана (конец августа – начало сентября), что негативно отразилось на качестве капусты (превышение нитратов). Содержание подвижного фосфора в почве находилось на высоком уровне – более 20 мг/100 г во все сроки наблюдений, в т.ч. в вариантах с отсутствием фосфорных удобрений. К концу вегетации (1-3 октября) только в вариантах N₂₉₄P₄₄K₂₄₇, N₁₈₀P₁₀₀K₂₇₀, N₉₀P₅₀K₁₃₅ + N₇₅K₆₂ содержание подвижного калия осталось на повышенном уровне (8-12 мг/100 г). Определена тесная корреляционная связь урожайности капусты *Континент F₁* со средним за вегетацию содержанием нитратов в почве (r=0,92), подвижного фосфора (r=0,87) и калия (r=0,80). Наиболее тесная связь с нитратами и подвижным фосфором получена при анализе проб почвы, отобранных в фазе листовой розетки (20-25 июня), а с подвижным калием – в фазе формирования кочана (29-30 июля).

Ключевые слова: капуста белокочанная поздняя, *Континент F₁*, урожайность, аллювиальная луговая почва, динамика питательных веществ, нитраты, подвижный фосфор, подвижный калий, корреляция.

Для цитирования: Васючков И.Ю., Борисов В.А., Коломиец А.А., Хлусов В.Н., Успенская О.Н. Динамика питательных веществ в аллювиальной луговой почве при выращивании нового гибрида капусты белокочанной континент F₁. // Плодородие. – 2021. - №2. – С.26-30. DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.07

Уровень продовольственной безопасности по овощным и бахчевым культурам в России должен быть не менее 90 % [1]. По итогам 2018 г. урожай капусты по стране составил 873 тыс. т при средней урожайности 32 т/га. Московская область, являясь лидером по производству овощей, вырастила 100,34 тыс. т капусты при средней урожайности 51 т/га.

В полученном урожае доля фермеров более половины – 445 тыс. т. Нехватка собственного производства капусты возмещена импортом из стран ближнего и дальнего зарубежья – более 113 тыс. т (табл. 1), что по сравнению с предыдущим периодом больше на 22,2 тыс. т [2].

В Нечернозёмной зоне овощные культуры, характеризующиеся высокими требованиями к плодородию почвы, возделывают в основном на окультуренных дерново-подзолистых почвах, пойменных и осушенных торфяниках [3-5].

Исходя из ошутимого дефицита посевных площадей для производства овощей, рост урожайности и производства возможен только за счет применения новых элементов агротехнологий – широкого внедрения системы машин точного земледелия, искусственного регулирования водно-воздушного режима (орошение ка-

пельного типа). Не менее важными составляющими увеличения отдачи пашни являются: комплексное применение минеральных и органических удобрений, регуляторов и стимуляторов роста, использование экологически гибких и устойчивых сортов и гибридов овощных культур.

Цель наших исследований - изучить возможность получения максимальной урожайности новых гибридов капусты белокочанной при применении минеральных удобрений и контроля питательного режима почвы.

Методика. Опыты проводили в 2018-2020 г. в Раменском районе Московской области. Почва участка поймы р. Москвы – аллювиальная луговая среднесуглинистая. Агрохимические показатели – благоприятные для выращивания капусты: рН_{сол.} 6-6,5, содержание гумуса 3,1-3,2%, обеспечение подвижным фосфором 250-270 мг/кг P₂O₅ (по Чирикову), подвижным калием 100-150 мг/кг (по Чирикову). Для выращивания был взят гибрид капусты белокочанной *Континент F₁*, позднего срока созревания, вегетационный период (от высадки рассады в открытый грунт) – до 130 дней, растения устойчивы к фузариозному увяданию. Зрелые кочаны округлой формы, очень плотные, средняя масса 3,5-4 кг, отличной лёжкости при хранении до 6 месяцев. Ре-

комендуется для механизированной технологии выращивания. Рассадку возрастом 30-35 дней высаживали вручную в гребни (h=10 см) по схеме 70×40 см (35-36 тыс. шт/га) в конце мая, уборку проводили в первой декаде октября.

Здесь выборочно представлены варианты: с рекомендованной дозой (N₁₈₀P₁₀₀K₂₇₀), половинной (N₉₀P₅₀K₁₃₅), подкормкой по анализу почвы на фоне половинной дозы (N₉₀P₅₀K₁₃₅ + N₇₅K₆₂) расчётными дозами на получение урожая 80 т/га (N₂₁₈K₁₃₂) и 100 т/га (N₂₉₄P₄₄K₂₄₇). Основное внесение удобрений осуществляли весной под культивацию, подкормки – в фазе розетки листьев (I декада июля) в междурядья. Все исследования, анализы и обработки результатов проведены в соответствии с общепринятыми методиками [6-8].

Температурно-влажностные условия вегетационных периодов в 2018-2019 г. в целом характеризовались как неблагоприятные для возделывания влаголюбивых овощных культур. В течение всего периода роста и развития ощущалась нехватка влаги – с мая по октябрь 2018 г. растения смогли получить с осадками около 56% воды, в 2019 г. – не более 85% от среднегодовой нормы. При этом засушливое время приходилось на наиболее ответственные фазы развития растений – формирование листовой розетки (июнь) и кочана (август). Помимо нехватки влаги, негативно на урожае кочанов гибрида отразилась повышенная температура воздуха. Растения были поражены капустной молью и белянкой. Исходя из погодных и технологических условий, были проведены дополнительные поливы и об-

работки. Полученный урожай кочанов позволил выявить некоторую разницу по вариантам, при этом общий уровень урожайности указывал на потенциально более высокие возможности гибрида Континент F₁.

Результаты и их обсуждение. Результаты повариантного учёта в 2018 и 2019 г. показали практически одинаковое влияние на урожайность погодных факторов и агрохимикатов. Значительных различий показателей по вариантам опыта по годам не обнаружено (рис. 1). В контрольном варианте урожайность кочанов составила 52,2 т/га (2018 г.) и 53,8 т/га (2019 г.). Внесение по фону естественного плодородия почвы половинных доз минеральных удобрений (вариант N₉₀P₅₀K₁₃₅) не привело к ожидаемо ощутимому увеличению урожайности – прибавка составила не более 6-8%. При этом полная рекомендованная доза N₁₈₀P₁₀₀K₂₇₀ была заметно эффективнее и обеспечила увеличение урожайности капусты на 28%.

Для оптимизации питательного режима во время вегетации проводили подкормку по данным почвенной диагностики питания (по анализу почвы) [8]. Подкормка N₇₅K₆₂ на фоне основного внесения N₉₀P₅₀K₁₃₅ положительно повлияла на урожайность капусты (прибавка до 10-12%). Однако в вариантах с полными дозами удобрений в основное внесение урожайность была выше. Очевидно, однократное применение удобрений в подкормку не смогло в достаточной степени обеспечить растения питательными элементами, особенно азотом и калием (рис. 2, 3).

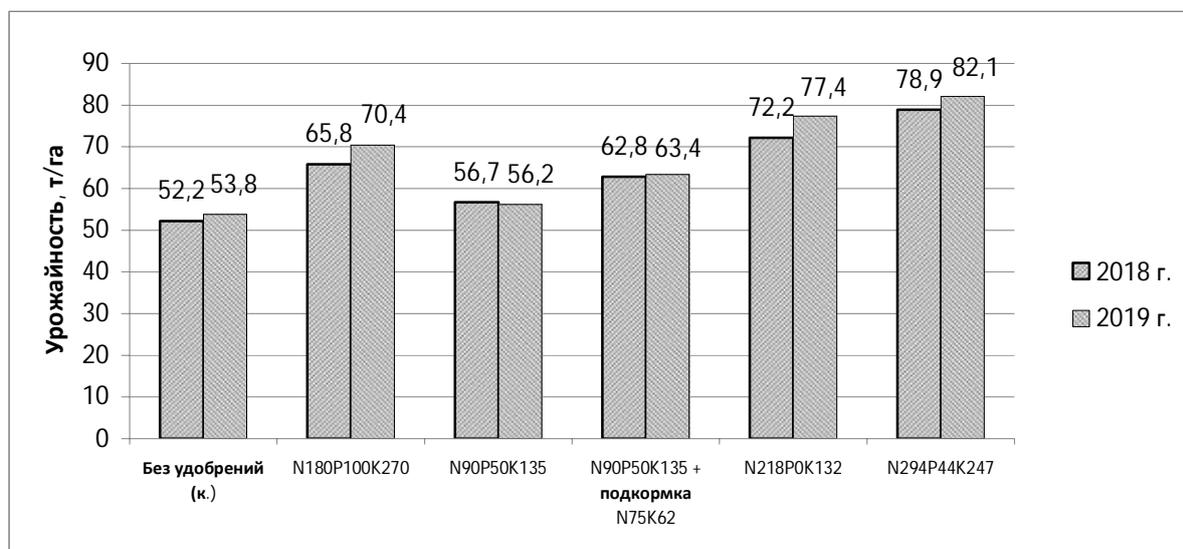


Рис. 1. Урожайность капусты белокочанной поздней Континент F₁ (НСР₀₅ = 3,4-4,0)

Заметно более высокая урожайность капусты оказалась в вариантах с применением расчётных доз удобрений на запланированную урожайность. Высокую урожайность кочанов 80,5 т/га (+52% к контролю) получили в варианте N₂₉₄P₄₄K₂₄₇, однако она оказалась практически на 20% меньше расчётной (100 т/га). Предположительно, сказались погодные условия вегетационного периода. В варианте N₂₁₈K₁₃₂, рассчитанном на получение 80 т/га капусты, было получено, в среднем за два года, 74,8 т/га (+41% к контролю).

Дополнительным оценочным фактором эффективности системы удобрения капусты является агрономическая эффективность, т.е. количество продукции, полученное от применения удобрений (прибавка урожая

культуры в кг/кг д.в. NPK). В нашем опыте, наилучшая агрономическая эффективность отмечена при применении N₂₁₈K₁₃₂ (62 кг/кг д.в. удобрений). В варианте с максимальной урожайностью (80,5 т/га) этот показатель составил 47 кг продукции / кг д.в. удобрений.

Уровень основных элементов питания – азота, фосфора и калия – в почве крайне важен для правильной оценки почвенного плодородия и получения запланированных урожаев овощных культур.

Из почвы растения усваивают минеральные формы азота, главным образом нитраты, содержание которых в почве лабильно, подвержено колебаниям в вегетационный период, в связи с чем их определяют в динамике [8, 9]. Количество нитратов зависит от температуры

почвы, влажности, аэрации, гранулометрического состава, а также от культуры и применения удобрений. В нашем опыте максимальное содержание нитратов отмечалось в фазе розетки листьев капусты (20-25 июня), достигая 33, 37 и 47 мг/100 г в вариантах с дозами азота 180, 218 и 294 кг д.в./га в составе НРК (рис. 2). В дальнейшем наблюдалось снижение их количества вследствие использования растениями капусты при формировании кочана. В варианте с дозой азота 90 кг д.в./га содержание нитратов в почве во все сроки не превышало 10 мг/100 г, что негативно сказалось на урожайности,

которая была немногим выше контрольного варианта (см. рис. 1). Высокое (более 20 мг/100 г) содержание нитратов обнаружено в почве при внесении $N_{294}P_{44}K_{247}$ в фазе роста кочана (конец августа – начало сентября), что привело к превышению нитратов в продукции [10]. К концу вегетации (1-3 октября) уровень нитратов в почве в вариантах с разными дозами азота не превышал 5 мг/100 г почвы, т.е. был близок к начальному (май). Это связано как с ослаблением нитрификационной активности, так и с поглощением их растениями, вымыванием, денитрификацией.

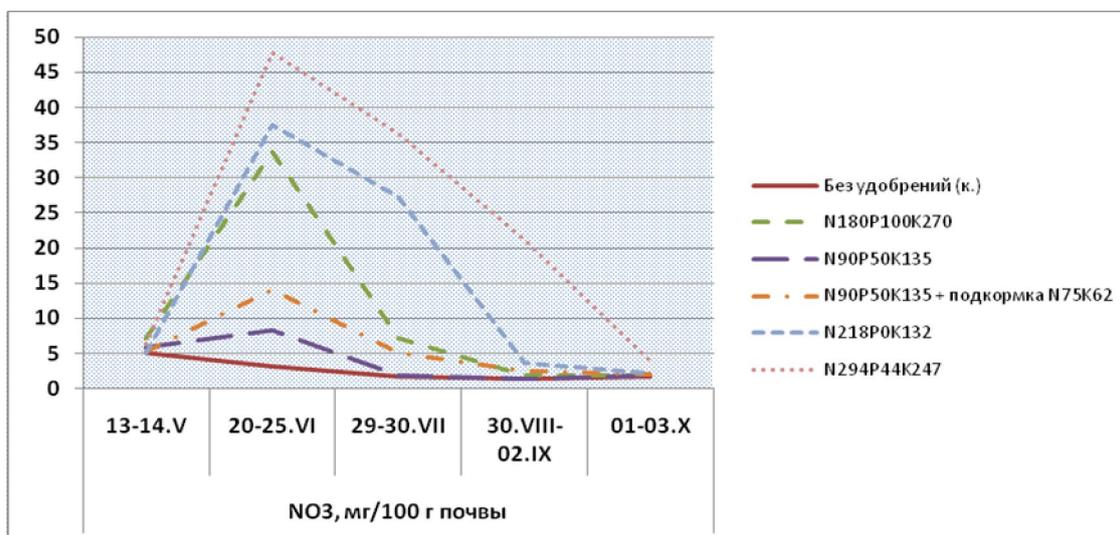
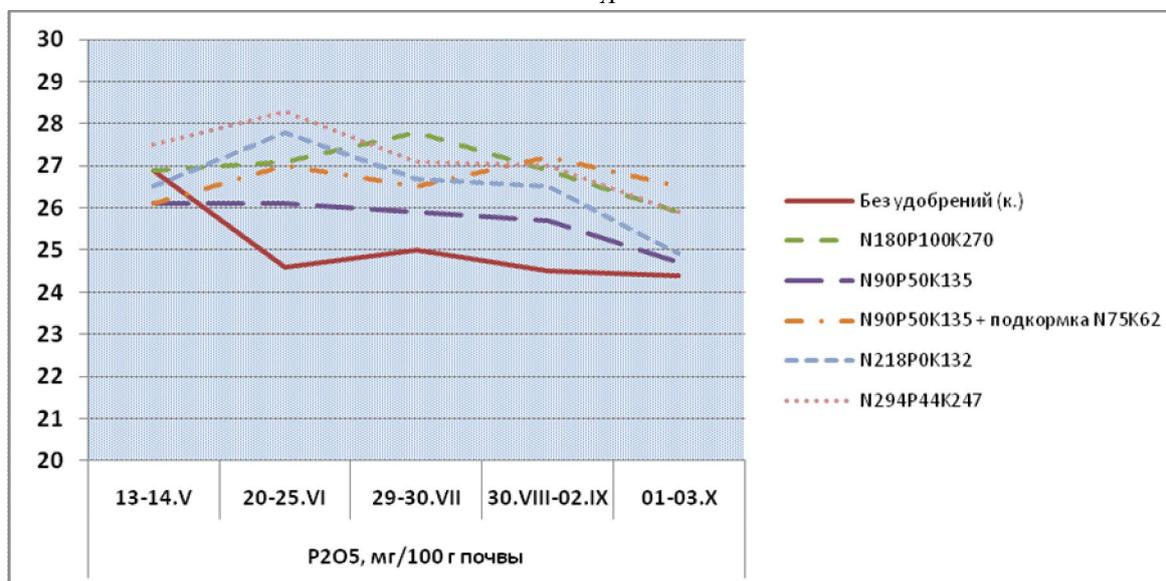


Рис. 2. Динамика нитратов в пахотном слое почвы (2018-19 г.)

Сезонная динамика подвижного фосфора слабо выражена. Содержание подвижного фосфора в почве высокое – более 20 мг/100 г во все сроки наблюдений, даже в вариантах с отсутствием фосфорных удобрений (рис. 3А), что характерно для данного типа почв [11]. В вариантах без удобрений и с $N_{218}K_{132}$ содержание подвижного фосфора уменьшалось к концу вегетации растений капусты на 1,5-2 мг/100 г почвы. При этом отсутствие дополнительного фосфора удобрений в варианте НК не лимитировало урожайность капусты, она была на уровне дозы $N_{180}P_{100}K_{270}$ (см. рис. 1), что подтвер-

ждает данные о комфортном питании капусты при содержании P_2O_5 в течение вегетации 20-25 мг/100 г [12]. В варианте с внесением 100 кг/га P_2O_5 в составе НРК содержание подвижного фосфора в вегетацию находилось в пределах 26-28 мг/100 г почвы, при этом значительного накопления подвижного фосфора в почве не обнаружено, что может быть связано с его равновесным переходом в труднодоступные формы. В качестве общей тенденции можно выделить понижение подвижного фосфора к концу вегетации.

А



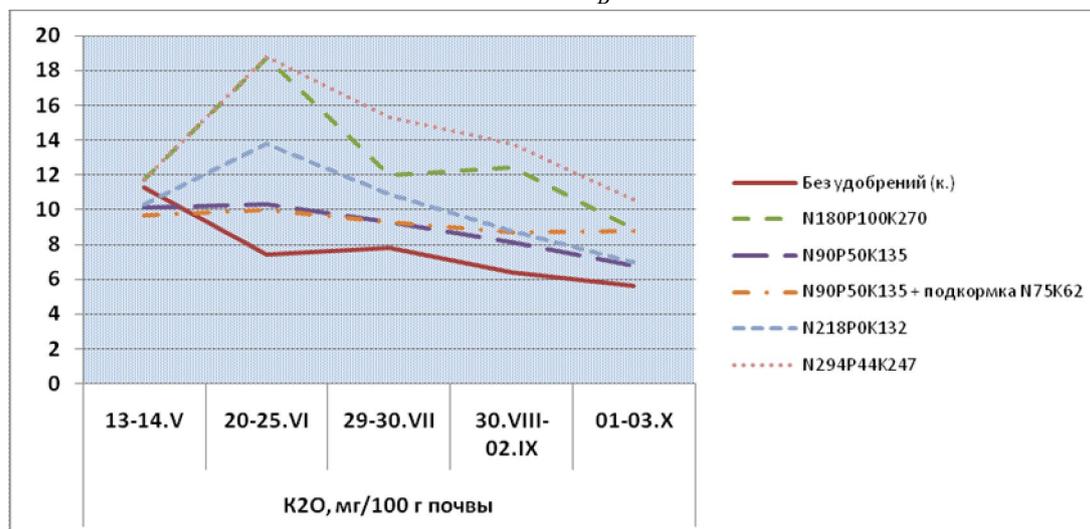


Рис. 3. Динамика подвижных фосфора (А) и калия (Б) в пахотном слое почвы (2018-19 г.)

Ярко выражена динамика подвижного калия в почве (рис. 3Б). Максимум за вегетационный сезон подвижного калия в почве наблюдался в фазу листовой розетки (20-25 июня); на вариантах с внесением K_2O 247 и 270 кг/га в составе NPK оно достигало более 18 мг/100 г почвы. В дальнейшем отчетливо наблюдалось снижение количества до уровня ниже начального содержания (01-03 октября) на всех вариантах опыта. В фазу роста кочана (конец августа – начало сентября) только вышеуказанные дозы калия обеспечивали комфортное питание растений капусты K_2O . Особое снижение наблюдалось на контрольном варианте – с 11,3 до 5,6 мг/100 г почвы, то есть на 5,7 мг – с повышенного уровня на средний. Внесение дозы калия 135 кг/га д.в. в составе NPK сглаживало уменьшение этого элемента в почве (к концу вегетации – на 3,3 мг/100 г), однако эта доза также не может стабилизировать содержание K_2O в почве. К концу вегетации (01-03 октября) только на вариантах с применением $N_{294}P_{44}K_{247}$, $N_{180}P_{100}K_{270}$, $N_{90}P_{50}K_{135}$ + $N_{75}K_{62}$ количество подвижного калия осталось на повышенном уровне (8-12 мг/100 г), что положительно отразилось на урожайности капусты на данных вариантах (см. рис. 1).

1. Коэффициенты корреляции урожайности с содержанием питательных веществ в почве по периодам вегетации, по средним данным ($t_{\text{теор}} = 2,78$; $t_{\text{факт}} \geq 2,78$)

Коэффициенты корреляции, ошибка корреляции, критерий существенности	Срок отбора проб почвы					среднее за вегетацию
	13-14.05	20-25.06	29-30.07	30.08-02.09	01-03.10	
Нитраты NO_3						
r	0,32	0,92	0,87	0,72	0,78	0,92
S_r	0,47	0,20	0,25	0,35	0,31	0,20
$t_{\text{факт}}$	0,68	4,69	3,53	2,08	2,49	4,69
P_2O_5 подвижный						
r	0,35	0,96	0,73	0,83	0,56	0,87
S_r	0,47	0,14	0,34	0,28	0,41	0,25
$t_{\text{факт}}$	0,75	6,86	2,14	2,98	1,35	3,53
K_2O подвижный						
r	0,10	0,77	0,87	0,77	0,79	0,80
S_r	0,50	0,32	0,25	0,32	0,31	0,30
$t_{\text{факт}}$	0,20	2,41	3,53	2,41	2,58	2,67

Рассчитанные коэффициенты корреляции урожайности с содержанием подвижных питательных веществ в почве в разные сроки отбора (табл. 1) показали тесную корреляционную связь с содержанием нитратов в почве ($r=0,92$), подвижного фосфора ($r=0,87$) и калия ($r=0,80$). Наиболее тесная связь с нитратами и подвижным фосфором получена при анализе проб почвы, отобранных в фазу листовой розетки (20-25 июня), а с подвижным калием – в фазу формирования кочана (29-30 июля). Таким образом, содержание этих форм питательных веществ в определенной мере может характеризовать эффективное плодородие аллювиальной луговой почвы при выращивании капусты белокочанной.

Выводы. 1. В результате проведенных в 2018-2019 гг. исследований на аллювиальных луговых среднесуглинистых почвах Московской области капуста белокочанная поздняя Континент F_1 сформировала урожайность по фону без удобрений в среднем за два года – 53 т/га, по удобрённым вариантам – 56,5-80,5 т/га. Рекомендованное количество удобрений ($N_{180}P_{100}K_{270}$) дало прибавку урожайности кочанов в 28%, агрономическая эффективность составила 28 кг/кг д.в. удобрений. Внешенные расчётные дозы (на урожай в 80 и 100 т/га) минеральных удобрений увеличили продуктивность растений на 41 и 52% при агрономической эффективности 62 и 47 кг/кг д.в. удобрений.

2. Максимальное накопление нитратов в почве зафиксировано в фазу розетки листьев капусты (20-25 июня), достигавшее 33-47 мг/100 г при внесении N_{180} , N_{218} , N_{294} в составе NPK. Внесение N_{90} в составе $\frac{1}{2}$ NPK, а также подкормки $N_{75}K_{62}$ не обеспечивало должное питание капусты нитратами в фазы формирования и роста кочана.

3. Высокое (более 20 мг/100 г) содержание подвижного фосфора в почве во все сроки наблюдения на всех вариантах опыта обеспечило комфортное питание растений капусты фосфором на протяжении всех фаз роста и развития. Содержание подвижного фосфора на контроле снижается к концу вегетации на 7% от начального уровня (13-14 мая).

4. Максимальное содержание подвижного калия в почве фиксировали в фазе розетки листьев (20-25 июня). Дозы калия 247 и 270 кг/га д.в. в составе NPK дали высокое (более 18 мг/100 г) содержание K_2O в почве; к концу вегетации (01-03 октября) на вариантах

N₂₉₄P₄₄K₂₄₇, N₁₈₀P₁₀₀K₂₇₀, N₉₀P₅₀K₁₃₅ + N₇₅K₆₂ содержание подвижного калия осталось на повышенном уровне (8-12 мг/100 г). Снижение подвижного калия на контроле достигает 50% от начального содержания (13-14 мая).

5. С урожайностью капусты тесно коррелировало содержание нитратов в почве ($r = 0,92$), подвижного фосфора ($r = 0,87$) и калия ($r = 0,80$). Наиболее тесная связь обнаружена при анализе почвы, отобранной в фазе розетки листьев (20-25 июня) и формирования кочана (29-30 июля).

Литература

1. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации»: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/><https://potatosystem.ru/obzor-rossijskogo-rynka-ovoshchej-2018-2019/>

2. Журбицкий З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. – М.: АН СССР, 1963. – 293 с.

3. Борисов В.А. Удобрение овощных культур. – М.: Колос, 1978. – 207 с.

4. Борисов В.А., Ваняев С.С., Егоров С.С., Ермаков Н.Ф. Пойменное овощеводство. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 223 с.

5. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. – М.: РАСХН, ВНИИО, 2011. – 648 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

7. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

8. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. М.: МГУ, 2001. – 689 с.

9. Васючков И.Ю., Борисов В.А., Костенко Г.А., Успенская О.Н., Коломиец А.А. Эффективность применения удобрений при возделывании капусты белокочанной F₁ Континент. // Картофель и овощи, №1, 2020, с. 15-18.

10. Корablёва Л.И. Плодородие, агрохимические свойства и удобрение пойменных почв Нечернозёмной зоны. – М.: Наука, 1969. – 278 с.

11. Борисов В.А. Система удобрения овощных культур. – М.: ФГБНУ Росинформагротех, 2016. – 392 с.

NUTRIENT DYNAMICS IN ALLUVIAL MEADOW SOIL WHEN GROWING CABBAGE WHITE-FLOWERED LATE CONTINENT F₁

Vasyuchkov I.Y., Borisov V.A., Kolomiets A.A., Hlusov V.N., Uspenskaya O.N.
e-mail gamov_igor@mail.ru

The alluvial meadow medium-subject soil of the Non-Black Sea zone yields a new hybrid of cabbage white-spotted Continent F₁ to 80.5 t/ha with an increase in control from 7 to 52% and agronomic efficiency of 19 to 62 kg of products per 1 kg of fertilizer. The natural fertility of the soil (control) provided 53 tons/ha of cabbage. The main introduction of N₁₈₀P₁₀₀K₂₇₀ yielded a yield increase of 28%; half dose is ineffective (7%); the use of N₇₅K₆₂ fertilization in the sheet socket phase (I decade of July) against the background of N₉₀P₅₀K₁₃₅ increased yield by 10-12%; The maximum return on fertilizers by additional yield (62 kg/kg d.v.) is obtained with the main introduction of N₂₁₈K₁₃₂ (41% to control). The main N₉₀ introduction did not provide the necessary nutrition of the nitrates of cabbage plants, and the use of N₂₉₄ created an elevated nitrate background in the soil into the growth phase of the head. The main introduction of N₉₀ did not provide the necessary nutrition of nitrates of cabbage plants, and the use of N₂₉₄ created an increased nitrate background in the soil in the growth phase of the head (late August - early September), which negatively affected the quality of cabbage (excess nitrates). The content of mobile phosphorus in the soil was at a high level - more than 20 mg/100 g at all observations, including variants with no phosphorous fertilizers. By the end of the growing season (01-03 October) only on variants N₂₉₄P₄₄K₂₄₇, N₁₈₀P₁₀₀K₂₇₀, N₉₀P₅₀K₁₃₅ and N₇₅K₆₂, the movable potassium content remained elevated (8-12 mg/100 g). The closely correlated relationship between the yield of Continent F₁ cabbage with the average nitrate content in the soil ($r=0.92$), movable phosphorus ($r=0.87$) and potassium ($r=0.80$) has been determined. The closest connection with nitrates and mobile phosphorus is obtained in the analysis of soil samples taken in the leaf socket phase (June 20-25), and with movable potassium - in the formation phase of the head (July 29-30).
Keywords. Cabbage white-rolled late, Continent F₁, yield, alluvial meadow soil, nutrient dynamics, nitrates, movable phosphorus, movable potassium, correlation.

УДК 631.452(470.319)

DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.08

ОЦЕНКА УРОВНЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ЗАО «САХАРНЫЙ КОМБИНАТ «ОТРАДИНСКИЙ»»

Л.Е. Тучкова, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»
г. Орел, ул. Комсомольская 95, тел. 89192008004, lutuchka@ya.ru

Т.Л. Иванеха, «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский»
(ФГБУ «Орёл-агрохимрадиология»), Орловский район, пос. Стрелецкий (ЗБК), ул. Молодежная д.7,
тел. 8(4862)403642

И.А. Верховец, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»,
ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»
г. Орел, ул. Красноармейская, 17, тел. 89103007073

Е.С. Чувашева, к.б.н., ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»,
тел. 89536149769

И.М. Тихойкина, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет экономики и
торговли», г. Орел, ул. Октябрьская 12, тел. 89536178575

М.Г. Федоров, ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»,
тел. 89538140546