

diploid maize forms *in vitro* // Maize Genet. Coop News. Lett., 2001, 75: 56.

6. Ao G.M., Zhao S.X., Li G.H. Induction of haploid plantlets from unpollinated maize ovaries in ovaries *in vitro* // Acta Genetica Sinica, 1982, Vol. 9, No. 4, P. 281–283.

7. Dore C. Obtention de plantes haploïdes de chou cabus (*Brassica oleracea* L. ssp. *capitata*) apres culture *in vitro* d'ovules pollinisés par du pollen irradié // C.R. Acad. Sci. Paris, Ser 3, 1989, Vol. 309, No. 19, P. 729–734.

8. Gibson M.S. Dihaploid plant production from ovules cultures of sugar beet // Proc. N. D. Acad. Sci., 1987, P. 41–44.

9. He C.P., Yang H.Y. Picloram as an exogenous hormone promotes embryoid differentiation in rice ovary culture // Acta Biol Exp Sin., 1987, Vol. 20, No. 3, P. 283–291.

10. Huang G., Gu M., He S. Observation of induced maize (*Zea mays*) parthenocarpy by culture of ears *in vitro* // Apomixis Newsletter, 1991, No. 30, P. 9.

11. Hosemans D., Bossoutrot D. Induction of Haploid Plants from *in vitro* Culture of Unpollinated Beet Ovules (*Beta vulgaris* L.) // Z. Pflanzenzucht, 1983, 91, No. 1, S. 74–77.

12. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco cultures // Physiol. Plant., 1962, 15 (3): 473–497.

13. Raquin C. Induction of haploid plants by *in vitro* culture of Petunia ovaries pollinated with irradiated pollen // Z. Pflanzenzucht. 1985, Vol. 94, No. 2, P. 166–169.

14. Sauton A. Doubled haploid production in melon (*Cucumis melo* L.) // Cucurbitaceae'88: proc. EUCARPIA Meet. Cucurbit Genet. and Breed., Avignon-Montfavet, May 31 – June 1–2. Paris, 1988, P. 119–128.

15. Tang F., Tao Y., Zhao T. Y., Wang G. *In vitro* production of haploid and doubled haploid plants from pollinated ovaries of maize (*Zea mays*) // Plant Cell. Tissue and Organ Culture, 2006, Vol. 84, Issue 2, P. 233–237.

16. Truong-Andre I., Demarly Y. Obtaining plants by *in vitro* culture of unfertilized maize ovaries (*Zea mays* L.) and preliminary studies on the progeny of a gynogenetic plant // Z. Pflanzenzucht, 1984, 92, P. 309–320.

17. Truong-Andre I. *In vitro* haploid plants derived from pollination by irradiated pollen on cucumber // Cucurbitaceae'88: proc. EUCARPIA Meet. Cucurbit Genet. and Breed., Avignon-Montfavet, May 31 – June 1–2. Paris, 1988, P. 143–144.

18. Uchimiya H., Kameya T., Takanashi N. *In vitro* culture of unfertilized ovules in *Solanum melongena* and *Zea mays* // Jpn. J. Breeding, 1971, Vol. 21, P. 247–250.

19. Zhang S., Zhang Z., Liu Z., Shen Y., Si Z. Индукция гаплоидов из неопыленных семязпочек мужскостерильной линии пшеницы. Yichuan = Hereditas (China), 1993, Vol. 15, No. 1, P. 20–21.

20. Zhu Z.C., Wu H.S. *In vitro* production of haploid plantlets from the unpollinated ovaries of *Triticum aestivum* and *Nicotiana tabacum* // Acta Genet. Sin., 1979, Vol. 6, No. 2, P. 181–183.

Алатортцева Татьяна Алексеевна, канд. биол. наук, доцент кафедры генетики, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского. Россия. 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83.

Тел.: (8452) 52-27-03; e-mail: alatortsevata@mail.ru.

Ключевые слова: гаплоиды; кукуруза; неопыленные завязи; *in vitro*; сахароза; эмбриониды.

THE EFFECT OF A SUCROSE CONCENTRATION DECLINE ON THE EMBRYOIDOGENESIS IN MAIZE UNPOLLINATED OVARY CULTURE

Alatortseva Tatyana Alekseevna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the chair "Genetics", Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky. Russia.

Keywords: haploids; maize; unpollinated ovaries; *in vitro*; sucrose; embryoids.

The effect of sucrose concentration decline in the nutrient medium was investigated for optimizing of the maize haploid production in a culture of unpollinated ovaries. The explants donors were one apomictic and six amphimictic lines. Ovaries were transferred from the initial medium (9.0% sucrose) to a new medium (2.0%

sucrose) at 7, 14, 21, 28, 35, 45, 55 days after inoculation. The ovaries of amphimictic lines were degenerated in all variants. The new regenerated structures were not detected. The explants of apomictic lines were died only when they were cultivated on the initial nutrient medium for 7 days. In other cases, the ovaries produced a new regenerated structures with a frequency of 2,3 to 6,5%. The correlation between the frequency of morphogenesis and the duration of primary cultivation was not detected. The obtained results make it possible to recommend the medium complemented cultivation with 9,0 % sucrose for the direct cultivation of unpollinated ovaries for apomictic maize line AT-1.

УДК 631.445.51:631.82:633:171

КОМПЛЕКСНАЯ ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПРОСА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА СВЕТЛО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

БЕЛОГОЛОВЦЕВ Владимир Петрович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ПОПОВ Геннадий Николаевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ДАНИЛОВ Александр Никифорович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЛЕТУЧИЙ Александр Владимирович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

В трехлетнем полевом опыте на светло-каштановой почве выявлены закономерности и тесные зависимости между содержанием доступных растениям форм питательных веществ в почве, содержанием общего азота и фосфора в растениях и урожайностью проса Саратовское 10. Установлены уровни оптимального содержания нитратного азота и подвижного фосфора в диагностируемом слое почвы и нормативы затрат действующего вещества удобрений для их достижения. Также определены уровни содержания общего азота и фосфора в растениях в основные фазы роста и развития и нормативы затрат действующего вещества удобрений для их достижения. Это дает возможность разработать оптимальные системы азотно-фосфорного удобрения для достижения планируемой урожайности.

В условиях Саратовского Заволжья просо является одной из распространенных культур, от урожайности которой зависит стабильность про-

изводства зерна. Установлено, что просо отличается высокой отзывчивостью на улучшение минерального питания [1, 3, 5]. Повышение урожайности проса и по-

12
2017





лучение необходимого качества продукции в условиях снижающегося плодородия почв возможно только на основе научного применения удобрений и совершенствования основ комплексной диагностики минерального питания растений. В связи с этим особую актуальность приобретает определение нормативных параметров почвенной и растительной диагностики для оптимизации минерального питания проса применительно к светло-каштановой почве Саратовского Левобережья: затрат действующего вещества удобрений на увеличение содержания в почве нитратного азота и подвижного фосфора на 1 мг в 1 кг почвы в диагностируемом слое; оптимального содержания нитратного азота и подвижного фосфора, обеспечивающих планируемый уровень урожайности; затрат удобрения на изменение содержания общего азота и общего фосфора в растениях.

Вопросам разработки оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур на основе почвенно-растительной диагностики посвящено много работ [2, 4, 5, 7, 9, 10–12]. Однако вопросы комплексной почвенно-растительной диагностики минерального питания проса на светло-каштановых почвах до настоящего времени не изучались.

Цель данной работы – установление зональных показателей оптимального содержания в растениях проса общего азота и фосфора по фазам роста и развития, доступных форм питательных веществ в почве, обеспечивающих получение планируемых урожаев зерна хорошего качества, а также методов корректировки системы удобрения на основе комплексной почвенно-растительной диагностики минерального питания.

Методика исследований. Для решения поставленных задач был проведен полевой опыт в условиях крестьянско-фермерского хозяйства «Седов» Озинского района юго-восточной зоны Саратовского Левобережья.

Объекты исследований: просо Саратовское 10 селекции НИИСХ Юго-Востока; почва светло-каштановая с содержанием гумуса в пахотном слое 2,34–2,38 %, нитратного азота к посеву – 10,3–11,6 мг/кг, подвижного фосфора – 13,3–14,3 мг/кг, обменного калия – 355–368 мг/кг, pH – 7,3–7,5. Опыт включал в себя 15 вариантов и выполнялся в трехкратной повторности. Размещение повторений – сплошное, делянок – систематическое. Площадь каждой делянки – 120 м², учетной – 100 м².

Схема опыта: 1 – контроль; 2 – N30; 3 – N60; 4 – P30; 5 – P60; 6 – N30P30; 7 – N30P60; 8 – N60P30; 9 – N60P60; 10 – N90P60; 11 – N60P60K30; 12 – расчетный на урожайность 2,5 т/га; 13 – P10 в рядок при посеве; 14 – P20 в рядок при посеве; 15 – P30 в рядок при посеве. Дозы удобрений в расчетном варианте: 2011 г. – N57P46, 2012 г. – N53P52, 2013 г. – N55P43. При проведении опытов использовали аммиачную селитру (34,5 % д.в.), суперфосфат гранулированный (26 % д.в.), хлористый калий (60 % д.в.), аммофос (10:42).

Согласно схеме опыта внесение удобрений проводили под основную отвальную обработку – ручную и в рядки при посеве сеялкой СЗП-3,6. Агротехника возделывания общепринятая для Саратовского Левобережья.

В ходе полевого опыта проводили фенологические наблюдения в фазы всходов, кущения, трубкования, выметывания метелки, цветения, полной спелости. Наблюдения за ростом и развитием растений

осуществляли в двух несмежных повторениях методом глазомерной оценки.

Для определения содержания доступных форм питательных элементов в почве отбирали образцы в двух несмежных повторностях в десяти точках в слое 0–0,3 м. Содержание нитратного азота устанавливали по Грандваль – Ляжу колориметрическим методом с дисульфифеноловой кислотой, подвижные соединения фосфора и калия – по методу Мачигина, согласно ГОСТ 26205–9.

Для анализа химического состава растений использовали пробы, взятые при определении сухого вещества. Анализировали в двух параллельных навесках. Сжигание производили по методу Гинзбург в модификации Щегловой. После озоления в образцах определяли общий азот (с отгонкой по Кьельдалю), общий фосфор – по Труогу – Мейеру и валовой калий – на пламенном фотометре (Минеев, 2001).

Учет урожая – сплошной поделночный с приведением к 14%-й влажности и 100%-й чистоте.

Результаты исследований. Почвенная диагностика. Только на основе совокупности объективных знаний возможна разработка оптимальных систем применения удобрений, обеспечивающих максимальную эффективность почвы, сохранение ее плодородия и предотвращение загрязнения окружающей среды. Нами установлено, что под влиянием внесенных удобрений изменялось эффективное плодородие почвы. Так, в ходе наблюдений за динамикой нитратного азота в почве было установлено, что внесенные минеральные удобрения оказывали непосредственное влияние на улучшение ее азотного режима. Содержания нитратного азота увеличилось на 28–32 % по сравнению с контролем. Выявлено, что содержание нитратного азота в почве увеличивалось пропорционально внесенным дозам азотных удобрений. Между данными показателями установлена тесная корреляционная зависимость, которая описывается уравнением регрессии:

$$Y = 10,72 + 0,095N \text{ при } R^2 = 0,989,$$

где Y – количество нитратного азота в почве, мг/кг; N – доза азота удобрений, кг/га действующего вещества; R² – коэффициент детерминации.

В среднем за годы исследований концентрация N-NO₃ в слое 0–0,3 м повышалась на 1 мг/кг почвы от внесения 5,8–8,7 кг действующего вещества азотных удобрений на фоне возрастающих доз фосфорных, при внесении одного азотного удобрения норматив составлял 10,3–10,5 кг/мг. Между урожайностью зерна проса и содержанием нитратного азота в почве перед посевом имеется тесная положительная взаимосвязь, которая описывается уравнением регрессии второго порядка:

$$Y = 0,424 + 0,151N - 0,003N^2 \text{ при } R = 0,936 \pm 0,097, \\ t = 9,613^*,$$

где Y – урожайность, т/га; N – содержание нитратного азота в слое 0–0,3 м почвы, мг/кг. В последующие фазы также отмечена тесная положительная взаимосвязь.

На основании теоретических кривых графиков зависимости урожайности проса от содержания в почве нитратного азота в разные фазы роста и развития растений определены оптимальные уровни его содержания для достижения запланированного урожая зерна (табл. 1).

При содержании нитратного азота ниже требуемого уровня, соответствующего планируемой урожайности, расчет доз азотных удобрений следует проводить по методу доведения до оптимума (МДОП). Для этого используется формула ВИУА (Всероссийского НИИ удобрений и агропочвоведения):

$$D = (N_{\text{опт}} - N_{\text{исх}}) H,$$

где D – расчетная доза азота удобрений, кг/га действующего вещества; $N_{\text{исх}}$ – исходное содержание $N-NO_3$ в слое 0–0,3 м, мг/кг; $N_{\text{опт}}$ – содержание нитратного азота в слое 0–0,3 м, обеспечивающее получение запланированного урожая, мг/кг почвы; H – норматив затрат действующего вещества удобрения на увеличение содержания нитратного азота на 1 мг в 1 кг почвы.

В опыте установлено, что при совместном внесении азотных и фосфорных удобрений этот норматив составил в зависимости от доз и соотношений азота и фосфора в среднем по годам исследований 5,8–8,7 кг/мг, при внесении только одного азотного удобрения – 10,3–10,5 кг/мг.

Установлена пропорциональная взаимосвязь между дозами фосфорных удобрений и содержанием подвижного фосфора в почве, которая в период посева описывается уравнением регрессии:

$$Y = 13,86 + 0,026P \text{ при } R^2 = 0,979,$$

где Y – содержание доступного фосфора, мг/кг почвы; P – доза фосфора удобрения, кг/га д.в.; R^2 – коэффициент детерминации.

Отдельное внесение фосфорного удобрения в дозе 30 кг/га действующего вещества способствовало увеличению содержания подвижного фосфора в почве перед посевом на 3,2 мг/кг. Расчет показал, что для повышения содержания доступного фосфора на 1 мг/кг светло-каштановой почвы в слое 0–0,3 м требуется внести 9,4–9,8 кг/га д.в. удобрения. При совместном внесении фосфорных и азотных удобрений норматив затрат фосфора на увеличение содержания подвижного фосфора снижается и составляет в зависимости от доз азота и фосфора 6,5–8,9 кг/мг.

Установлена тесная положительная зависимость между содержанием подвижного фосфора в почве во все сроки определения и урожайностью проса. Это

позволило определить оптимальные уровни содержания подвижного фосфора в почве для обеспечения планируемой урожайности (табл. 2). Чтобы получить запланированный урожай в случае содержания фосфора ниже оптимального уровня, необходимо довести его до такого внесения удобрений. Для этого следует иметь норматив затрат удобрения для повышения содержания подвижного фосфора на 1 мг/кг почвы в расчетном слое.

Выявленные закономерности и взаимосвязи между содержанием доступных растениям форм питательных веществ в почве и урожайностью проса, а также установленные уровни оптимального содержания нитратного азота и подвижного фосфора в диагностируемом слое почвы и нормативы затрат удобрений для их достижения дают возможность прогнозировать и, внося удобрения, получать запланированные урожаи.

Растительная диагностика. Результаты исследований показали, что применение различных доз и соотношений азотно-фосфорных удобрений, в значительной степени изменяя эффективное плодородие почвы, положительно влияло на вариабельность содержания азота и фосфора в растениях проса.

При анализе динамики азота в биомассе проса в течение вегетации было установлено максимальное его содержание в начальные фазы со снижением к уборке. Удобрения способствовали повышению концентрации общего азота в биомассе проса уже с начальных фаз роста и развития. Преимущественное влияние на эту картину оказывали азотные удобрения, повышая содержание азота в фазу кущения на 0,13–0,22 абс.% от применения $N_{30}-N_{60}$. Фосфорные удобрения также изменяли этот показатель, но в меньшей степени, повышая на 0,05–0,10 абс.% от применения $P_{30}-P_{60}$.

Результаты регрессионного анализа показали, что между концентрацией общего азота в растениях проса и содержанием нитратного азота в почве существует тесная корреляционная зависимость, описываемая уравнением:

в фазу кущения от содержания $N-NO_3$ перед посевом

$$Y = 2,586 + 0,039N \text{ при } R^2 = 0,944,$$

Таблица 1

Оптимальные уровни содержания нитратного азота, мг/кг, обеспечивающие достижение планируемой урожайности, в слое 0–0,3 м (среднее за 2011–2013 гг.)

Планируемая урожайность, т/га	Срок отбора почвы и фаза развития проса		
	перед посевом	всходы	кущение
1,0	5,8	7,1	6,2
1,5	9,2	11,5	10,0
2,0	14,5	18,3	16,2
2,5	22,5	29,5	26,3

Таблица 2

Оптимальные уровни содержания подвижного фосфора, мг/кг, обеспечивающие достижение планируемой урожайности, в слое 0–0,3 м (среднее за 2011–2013 гг.)

Планируемая урожайность, т/га	Срок отбора почвы и фаза развития проса		
	перед посевом	всходы	кущение
1,0	6,9	7,4	7,2
1,5	10,9	11,8	11,5
2,0	17,0	18,6	17,2
2,5	26,0	29,0	27,6





где Y – содержание общего азота в растении, %; N – содержание нитратного азота в почве, мг/кг почвы; R^2 – коэффициент детерминации. В другие фазы теснота зависимости также достаточно высокая, что позволяет прогнозировать содержание азота в продукции задолго до уборки и при необходимости корректировать азотное питание растений некорневой подкормкой.

Установлена также тесная математическая взаимосвязь урожайности зерна проса от содержания общего азота в растениях по фазам роста и развития, что выражается уравнениями:

в фазу кущения – $Y = 5,457 - 2,331N + 0,912 N^2$; $R^2 = 0,886$,

в фазу трубкования – $Y = 5,341 - 2,882N + 0,811N^2$; $R^2 = 0,647$,

где Y – урожайность, т/га; N – содержание общего азота, %; R^2 – коэффициент детерминации.

Построенные на основе этих уравнений графики позволили установить оптимальные уровни содержания общего азота в растениях, обеспечивающие получение запланированной урожайности (табл. 3).

Для доведения содержания общего азота до количества, требуемого для определенного уровня урожайности, необходимо внести азотное удобрение с учетом норматива затрат его на изменение содержания на 0,1 %. В наших опытах установлен следующий норматив: для внесения в фазу кущения – 23–27 кг/га, в фазу трубкования – 30–40 кг/га действующего вещества. Из приведенных данных затрат видно, что наиболее экономно использовать удобрения в начальные фазы роста и развития растений. Анализ динамики общего фосфора в биомассе проса по основным фазам роста и развития позволил установить максимальное его содержание в начальные фазы со снижением к уборке.

Внесенные удобрения способствовали повышению концентрации общего фосфора в биомассе проса уже с начальных фаз роста и развития. Преимущественное влияние на этот показатель оказывали фосфорные удобрения – повышение содержания фосфора от дозы Р60 в фазу кущения составило 0,27 абс.%. Азотные удобрения в дозе N60 также изменяли этот показатель, но в значительно меньшей степени – повышение на 0,08 %.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа показали, что между концентрацией общего фосфора в растениях проса и содержанием подвижного фосфора в почве существует тесная корреляционная зависимость, описываемая уравнением регрессии:

в фазу кущения от содержания подвижного фосфора перед посевом

$$Y = 0,415 + 0,036P \text{ при } R^2 = 0,873,$$

где Y – содержание общего фосфора в растении, %; P – содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы. В другие фазы теснота связи также достаточно высокая.

Определена также тесная математическая зависимость величины урожайности зерна проса от содержания общего фосфора в растениях по фазам роста и развития, что выражается уравнениями второго порядка:

в фазу кущения – $Y = 4,917 - 7,462P + 4,446P^2$; $R = 0,825 \pm 0,157$,

в фазу трубкования – $Y = 4,263 - 9,238P + 7,663 P^2$; $R = 0,824 \pm 0,157$,

где Y – урожайность, т/га; P – содержание общего фосфора, % на сухое вещество.

Построенные на основе этих уравнений графики позволили установить оптимальные уровни содержания общего фосфора в растениях, обеспечивающие получение запланированных величин урожайности (табл. 4).

Для доведения содержания общего фосфора до количества, требуемого для определенного уровня урожайности, необходимо внести фосфорное удобрение с учетом норматива затрат его на изменение содержания на 0,01 %. В наших опытах этот норматив: для внесения в фазу кущения – 20–22 кг/га, в фазу трубкования – 27–30 кг/га д.в.

Выводы. Установлены нормативы затрат азота удобрений на увеличение содержания $N-NO_3$ в почве на 1 мг/кг перед посевом проса – 10,3–10,5 кг/га при внесении одного азотного удобрения. Совместное применение азотных и фосфорных удобрений способствует снижению норматива затрат азота удобрений на увеличение содержания $N-NO_3$ в почве до 5,8–8,7 кг д.в. на 1 га.

Определены оптимальные уровни содержания нитратного азота и подвижного фосфора в почве по основным фазам роста и развития культуры. Установлены тесные корреляционные зависимости между урожайностью проса и концентрацией общего азота и общего фосфора в растениях по фазам роста и развития, что позволяет прогнозировать ее величину и качество зерна и управлять режимом минерального питания с целью достижения планируемого результата.

Нормативы затрат действующего вещества азотных и фосфорных удобрений для повышения концентрации общего азота на 0,1% составляют при внесении одного азотного удобрения в фазу кущения 23–27 кг/га, при совместном внесении азота и фосфора – 12–20 кг/га. Для увеличения концентрации общего фосфора на 0,01 % норматив составляет в фазу кущения при внесении одного фосфорного удобрения в среднем 20–22 кг/га, в фазу трубкования – 27–30 кг/га,

Таблица 3

Оптимальное содержание общего азота в растениях, обеспечивающее получение запланированной урожайности зерна (среднее за 2011–2013 гг.)

Планируемая урожайность, т/га	Содержание азота, % на абс. сухое вещество	
	кущение	трубкование
1,0	2,82	2,02
1,2	2,83	2,03
1,6	2,97	2,11
1,8	3,08	2,15
2,0	3,12	2,22
2,5	3,45	2,38

Оптимальное содержание общего фосфора в растениях, обеспечивающее получение запланированной урожайности зерна (среднее за 2011–2013 гг.)

Планируемая урожайность, т/га	Содержание фосфора, % на абс. сухое вещество	
	кущение	трубкование
1,0	0,56	0,42
1,2	0,61	0,44
1,6	0,76	0,56
1,8	0,85	0,62
2,0	1,03	0,75
2,5	1,36	1,02

при совместном внесении фосфора и азота – 11,5–20, 15,8–27 кг/га соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов Е.В., Клыко В.В. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под просо на черноземе южном // Зерновое хозяйство России. – 2013. – № 4. – С. 53–55.
2. Белоголовцев В.П. Комплексная диагностика параметров взаимосвязей минерального питания и формирования продуктивности орошаемых культур каштановой зоны Поволжья: автореф. ... дис. д-ра с.-х. наук. – Саратов, 2002. – 48 с.
3. Белоголовцев В.П., Имашев И.Г. Влияние минеральных удобрений на химический состав урожая проса при выращивании на светло-каштановой почве Саратовского Заволжья // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 2. – С. 3–6.
4. Болдырев Н.К., Азовцева Т.В., Казарницкая В.А. Диагностика питания орошаемых зерновых культур в зоне светло-каштановых почв Волгоградской области // Бюл. ВИА. – 1990. – № 98. – С. 76–79.
5. Влияние различных систем удобрений на продуктивность зернопарового севооборота в условиях степной зоны Поволжья / М.П. Чуб [и др.] // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 5. – С. 47–49.
6. Журбицкий З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 211–228.
7. Магницкий К.П. Диагностика потребности растений в удобрениях. – М.: Моск. рабочий, 1972. – 271 с.
8. Никитищев В.И. Агрохимические основы эффективности применения удобрений в интенсивном земледелии. – М.: Наука, 1984. – 214 с.
9. Рыжов Н.А., Белоголовцев В.П. Совершенствование системы удобрения сорго на основе почвенной диагностики

минерального питания // Вавиловские чтения – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 126-летию Н.И. Вавилова и 100-летию Саратовского ГАУ. – Саратов, 2013. – Т. 1. – С. 220–225.

10. Церлинг В.В. Агрохимические основы диагностики минерального питания сельскохозяйственных культур. – М.: Наука, 1978. – С. 103–195.

11. Bray R.H. Correlation of soil tests crop response to added fertilizer and with fertilizer requirements Diagnostic techniques for soils, and crops. 58-86. American Potash Institute, Washington. D.C. 1948.

12. Lundegardh H. Leaf analysis. (English translations by Mitchell). Published by Hilger and Watts Limited. London, 1951.

Белоголовцев Владимир Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Попов Геннадий Николаевич, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Данилов Александр Никифорович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Легучий Александр Владимирович, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 26-00-15.

Ключевые слова: просо; минеральные удобрения; диагностика; нитратный азот; подвижный фосфор; общий азот; общий фосфор.

INTEGRATED DIAGNOSTICS OF MILLET MINERAL NUTRITION WHEN GROWING ON THE LIGHT-CHESTNUT SOIL OF THE SARATOV TRANS-VOLGA REGION

Belogolovtsev Vladimir Petrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Popov Gennadiy Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Danilov Aleksander Nikiforovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Letuchiy Aleksander Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: millet; mineral fertilizers; diagnostics; nitrate nitrogen; labile phosphorus; total nitrogen; total phosphorus.

In a three-year field experiment on light chestnut soil, regularities and close relationships between the content of nutrient forms available to plants in the soil, the content of total nitrogen and phosphorus in plants, and the yield of millet Saratovskoe 10 have been revealed. The levels of the optimum content of nitrate nitrogen and labile phosphorus in the diagnosed soil layer and the norms of the costs of the active substance of fertilizers for their achievement are established. The levels of total nitrogen and phosphorus in plants in the main phases of growth and development and the norms of the costs of the active substance of fertilizers have also been determined. It ensures development of optimal systems of nitrogen-phosphorus fertilizer to get the planned yield.

