



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A01C 21/00 (2020.02); C05G 3/00 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019143032, 18.12.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.12.2019

Дата регистрации:
28.07.2020

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 18.12.2019

(45) Опубликовано: 28.07.2020 Бюл. № 22

Адрес для переписки:
350012, Краснодарский край, г. Краснодар,
Центральная усадьба КНИИСХ

(72) Автор(ы):

Осипов Юрий Фёдорович (RU),
Каленич Валентина Ивановна (RU),
Кузнецова Тамара Евгеньевна (RU),
Серкин Николай Викторович (RU),
Васюков Павел Петрович (RU),
Новикова Анастасия Алексеевна (RU),
Алиференко Юлия Сергеевна (RU),
Иваницкий Ярослав Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение "Национальный центр
зерна имени П.П. Лукьяненко" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2609909 C2, 07.02.2017. SU
1535410 A1, 15.01.1990. SU 1628897 A1,
23.02.1991. CN 102210213 A, 12.10.2011.

(54) Способ определения оптимальной дозы второй азотной подкормки озимых колосовых культур (озимой пшеницы и озимого ячменя)

(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству. Способ определения оптимальной дозы второй азотной подкормки озимых колосовых культур включает в себя определение содержания азота в биомассе растений с обследуемого поля, при этом дополнительно определяют величину удельной биомассы агрофитоценоза (АФЦ), а также учитывают: количество осадков, выпавших в марте текущего года, величину планируемой урожайности, дозу первой азотной подкормки,

проведенной на обследуемом поле, содержание в почве этого же поля азота обменного аммония ($N-NH_4$ в слое 0-20 см), подвижного фосфора (P_2O_5) и обменного калия (K_2O в слое 20-40 см). Изобретение позволяет повысить точность определения оптимальной дозы второй азотной подкормки озимых колосовых культур с учетом погодных условий, состояния АФЦ, эффективного плодородия почвы и планируемой урожайности. 1 з.п. ф-лы, 3 табл., 2 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
A01C 21/00 (2006.01)
C05G 3/00 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
A01C 21/00 (2020.02); C05G 3/00 (2020.02)

(21)(22) Application: **2019143032, 18.12.2019**

(24) Effective date for property rights:
18.12.2019

Registration date:
28.07.2020

Priority:

(22) Date of filing: **18.12.2019**

(45) Date of publication: **28.07.2020 Bull. № 22**

Mail address:
**350012, Krasnodarskij kraj, g. Krasnodar,
Tsentralnaya usadba KNIISKH**

(72) Inventor(s):

**Osipov Yuriy Fedorovich (RU),
Kalenich Valentina Ivanovna (RU),
Kuznetsova Tamara Evgenevna (RU),
Serkin Nikolaj Viktorovich (RU),
Vasyukov Pavel Petrovich (RU),
Novikova Anastasiya Alekseevna (RU),
Aliferenko Yuliya Sergeevna (RU),
Ivanitskij Yaroslav Viktorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
nauchnoe uchrezhdenie "Natsionalnyj tsentr
zerna imeni P.P. Lukyanenko" (RU)**

(54) METHOD FOR DETERMINING OPTIMUM DOSE OF SECOND NITROGEN TOP DRESSING OF WINTER CEREALS (WINTER WHEAT AND WINTER BARLEY)

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: method for determining an optimum dose of a second nitrogen fertilizer for winter cereal crops includes determining nitrogen content in plant biomass from the surveyed field, wherein the value of specific biomass of agrophytocenosis (APC) is further determined, and also take into account: amount of precipitation, which fell in March of current year, value of planned yield, dose of first nitrogen fertilizer carried out on surveyed field, content in soil of same nitrogen

field of exchange ammonium (N-NH₄ in 0–20 cm layer), movable phosphorus (P₂O₅) and exchange potassium (K₂O in layer of 20–40 cm).

EFFECT: invention makes it possible to increase accuracy of determining the optimal dose of second nitric fertilizing of winter cereals based on weather conditions, APC state, effective soil fertility and planned crop capacity.

1 cl, 3 tbl, 2 ex

**1 C
9
2
7
2
8
2
3
9
R U**

**R U
2
7
2
8
2
3
9
C 1**

Изобретение относится к сельскому хозяйству и является элементом совершенствования интенсивной технологии возделывания озимых колосовых культур (озимой пшеницы и озимого ячменя). Оно может быть использовано для определения оптимальной дозы второй азотной подкормки в период начала стеблевания растений на полях, различающихся по эффективному плодородию почвы, состоянию агрофитоценоза (АФЦ) и планируемой урожайности.

Разработка новых, более точных и эффективных способов определения дифференцированных доз азотных подкормок, является актуальной задачей, так как азотные удобрения занимают значительное место в себестоимости продукции растениеводства, особенно учитывая тенденцию повышения их рыночной стоимости.

Известен способ определения потребности в азоте растений озимых колосовых культур для весенних подкормок с помощью расчета разности между количеством, необходимым для получения планируемой урожайности, и фактическим его запасом в метровом слое почвы. Если определенная доза азота превышает 60 кг/га, то ее следует внести в два приема: в фазу кущения (40%) и в фазу выхода в трубку (60%).

Основной недостаток данного способа определения потребности в азоте растений озимых колосовых культур для весенних подкормок заключается в его очень большой трудоемкости (Агрономическая тетрадь. Возделывание зерновых культур по интенсивным технологиям. - Москва, Россельхозиздат, 1986; с. 97).

Известен способ определения дозы второй азотной подкормки для повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы путем тканевой диагностики. Метод заключается в следующем: на тонкий срез стебля, положенный на предметное стекло, наносят по одной капле 1% раствора дифениламина и накрывают другим стеклом, слегка придавливая, до выделения сока. Полученную окраску от взаимодействия сока с дифениламином сравнивают с эталонной цветной шкалой. В соответствии с градациями цветовой шкалы по средним баллам устанавливают необходимость проведения некорневой подкормки, определяют дозы и сроки внесения удобрений.

Основной недостаток данного способа расчета дозы второй азотной подкормки заключается в том, что учитывается только одна из форм азота в тканях растений - $N-NO_3$, тем более, что его уровень зависит не только от содержания нитратов в почве, но и от активности фермента нитратредуктазы в растениях, кроме того содержание других элементов минерального питания растений не принимается во внимание. К недостаткам этого метода можно отнести также следующее: анализ проводится только в утренние или вечерние часы, а полученные результаты достоверны только при достаточной обеспеченности растений фосфором (Агрономическая тетрадь. Возделывание зерновых культур по интенсивным технологиям. - Москва, Россельхозиздат, 1986; с. 98-99).

Известен также способ определения дозы второй азотной подкормки для повышения урожайности и качества зерна путем модифицированной тканевой диагностики - нитрат-теста (аналог метода Церлинг В.В.). С целью получения необходимой информации для определения доз и сроков азотных подкормок и оценки эффективности применения микроэлементов и азотных удобрений проводили последовательные агробиологические наблюдения: определяли густоту всходов растений, колосоносных стеблей и степень развития растений. В фазу выхода в трубку подсчитывали количество сильных, потенциально продуктивных стеблей.

Данный способ расчета дозы второй азотной подкормки имеет ряд недостатков, которые влекут за собой некорректное определение потребности растений в азоте: он очень трудоемок, оценка необходимой дозы азота удобрений по содержанию $N-NO_3$ в растениях не точна, кроме того, недостаточно сведений о растениях и их потребности

в различных элементах питания (Феофанов С.Н. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Регулирование питания озимой пшеницы при интенсивной технологии ее возделывания, Москва, 1993; с. 1-18).

Известен способ определения дозы второй азотной подкормки для повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы путем использования прибора N-тестер (портативный спектрофотометр) в период стеблевания растений.

Измерения проводятся непосредственно на поле при прохождении по его диагонали в равноудаленных точках в трехкратной повторности (по 30 растений в одной пробе) на каждом участке площадью в 90-100 га. Для определения содержания хлорофилла (в относительных единицах) отбираются полностью развившиеся листья. Измерения проводят на верхних листьях (2-3^й) разных стеблей, отдавая предпочтения главным. Середина листа вкладывается в измерительную головку прибора и проводятся измерения, аппарат на дисплее показывает среднюю величину. Далее полученные показатели интерпретируются по специальной таблице или графику.

Основной недостаток данного способа расчета дозы второй азотной подкормки заключается в том, что показания прибора зависят от многих факторов, в частности, от соотношения форм хлорофилла в листьях конкретного сортотипа, фазы развития растений, уровня обеспеченности растений фосфором, калием, серой, наличием в листьях водного дефицита. (Точное внесение азотных удобрений. Рекомендации. Использование прибора «N-тестер» на посевах зерновых культур. ООО «Гидро Агри Рус». Краснодар, 2003; с. 6-17).

Известен «Способ определения дозы азотной подкормки сельскохозяйственных растений». Он включает в себя определение портативным прибором для листовой диагностики («N-тестер») фактического уровня содержания хлорофилла в листьях с учетом сортовых особенностей. Определяют оптимальное значение уровня содержания хлорофилла в листьях и количество килограммов действующего вещества азотного удобрения (К), соответствующее одной условной единице содержания хлорофилла в листьях. По разнице между его оптимальным и фактическим значениями (Р) судят о необходимости внесения азотной подкормки, а дозу (N) рассчитывают по формуле: $N = K \times P$, где: К - количество килограммов действующего вещества азотного удобрения, соответствующая одной условной единице содержания хлорофилла в листьях; Р - разница между оптимальным и фактическим значением уровня содержания хлорофилла в листьях, в условных единицах.

Способ позволяет повысить оперативность определения дозы азотной подкормки в полевых условиях.

Основным недостатком данного метода является отсутствие учета содержания в растениях таких элементов минерального питания как фосфор, калий и сера, которые существенно влияют на концентрацию хлорофилла в листьях растений, а их соотношение N:P:K:S определяет, в конечном итоге, показания N-тестера.

Кроме того, в связи с частой сменой сортов, опыт по определению сортовых поправок придется вести постоянно, что значительно повышает трудоемкость этого способа (<http://www.findpatent.ru/patent/245/2453097.html> ©Find-Patent.ru - патентный поиск, 2012-2016).

Известен способ определения дозы второй азотной подкормки для повышения урожайности и качества зерна путем определения концентрации аминокислот в соке листьев. Яровую мягкую пшеницу сорта Московская 35 выращивали при разных режимах питания растений азотом, фосфором и калием; в фазе выхода в трубку в соке листьев определяли концентрацию аминокислот, образующих окрашенные соединения

с реактивом Фолина, по которым оценивали общую концентрацию всех протеиногенных аминокислот, одновременно потребляемых на синтез структурных и функционально активных белков. В зрелых зерновках пшеницы определяли общее содержание белка, которое является основным показателем качества зерна.

5 Существенным недостатком метода является его трудоемкость, а также неполнота сведений о растениях и их потребности в элементах питания, отсутствие полной информации об эффективном плодородии почвы (физиология растений, микробиология, выпуск №5. Новый метод диагностики азотного питания и прогнозирования качества зерна пшеницы. 2017; с. 29-38).

10 Известен способ определения дозы второй азотной подкормки для повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы путем определения в растениях и почве содержания валового азота с учетом погодных условий данной местности. Основа данного метода заключается в использовании новых уровней содержания азота в растениях озимой пшеницы, которые значительно отличаются от ранее установленных.

15 Если раньше поздние некорневые азотные подкормки рекомендовали применять при наличии в листьях растений 3,5-4,0% азота, то теперь авторы рекомендуют 2,0-3,0%.

Основной недостаток данного способа заключается в отсутствии точного описания методики расчета дозы второй азотной подкормки, направленной на повышение урожайности. При этом не учитываются другие необходимые элементы питания

20 растений, не известна точная фаза отбора образцов для проведения анализа. В статье авторы ведут речь о повышении урожайности и качества зерна, но не уточняют, на что именно направлен их метод (Земледелие, выпуск №8. Азотные подкормки растений озимой пшеницы в условиях Ставропольского края. 2017; с. 18-20).

Известен также «Способ определения дозы второй азотной подкормки озимых

25 колосовых культур» по уровню содержания азота в биомассе растений и густоте агрофитоценоза в период стеблевания - прототип. Он заключается в определении валового содержания азота в надземной биомассе растений и фактической густоты АФЦ на V-VI этапе органогенеза. Расчет производится по формуле:

30
$$D = 30 \frac{N_{\text{опт.}}}{N_{\text{факт.}}}, \text{ где}$$

D - доза 2-й азотной подкормки, кг д.в./га; $N_{\text{опт.}}$, % - оптимальное содержание азота в надземной биомассе растений ($N_{\text{опт}}$ для озимой пшеницы - 4,0%; для озимого ячменя - 3,8%); $N_{\text{факт.}}$, % - фактическое содержание азота в биомассе растений. К расчетной

35 дозе подкормки прибавляется поправка на густоту стеблестоя, которая определяется по специальной таблице.

Основной недостаток прототипа (как и всех предыдущих аналогов) заключается в низком уровне точности определения оптимальной дозы второй азотной подкормки озимых колосовых культур в период начала их стеблевания (детерминация ~ 30-35%).

40 Кроме того, доза подкормки не связана с планируемой урожайностью и содержанием элементов питания в почве, а «N опт.» (для обеих культур) зависит от удельной биомассы АФЦ ко времени анализа и сортотипа, то есть не является настоящей константой. («Рациональная система определения дозы и сроков внесения азотных удобрений на озимых колосовых культурах в весенний период». Рекомендации. КНИИСХ. -

45 Краснодар, 2017; с. 10-11).

Заявляемый способ основан на выявленной в результате системного анализа множественной нелинейной регрессионной зависимости оптимальной дозы второй азотной подкормки озимых колосовых культур- от уровня эффективного плодородия

почвы в весенний период, удельной биомассы АФЦ в период начала стеблевания (V-VI этапы органогенеза по Куперман Ф.М.), и валового содержания в ней азота (в % на а.с.в.), дозы первой азотной подкормки, количества осадков в марте и планируемой урожайности.

5 Задача изобретения: повышение эффективности возделывания озимых колосовых культур.

Цель изобретения: повышение точности определения оптимальной дозы второй азотной подкормки озимых колосовых культур с учетом погодных условий, состояния АФЦ, эффективного плодородия почвы и планируемой урожайности, а также -
10 повышение окупаемости азотных удобрений.

Поставленная цель достигается тем, что в известном способе, включающем в себя определение содержания азота в биомассе растений с обследуемого поля, согласно изобретению дополнительно определяют величину удельной биомассы АФЦ, учитывают планируемую урожайность и дозу первой азотной подкормки, проведенной на этом
15 поле, количество осадков, выпавших в марте текущего года, содержание в почве этого же поля азота обменного аммония ($N-NH_4$ в слое 0-20 см), подвижного фосфора (P_2O_5) и обменного калия (K_2O в слое 20-40 см), а оптимальную дозу второй азотной подкормки озимых колосовых культур рассчитывают по формулам:

а) для озимой пшеницы:

$$20 \quad Y = - 27,5 - 0,18427 \cdot d_1 + 0,00533 \cdot d_1^2 - 0,35873 \cdot d_{1,3} + 0,19655 \cdot d_{1,4} - 0,05948 \cdot d_{1,8} - 0,06032 \cdot d_2 + 0,00008 \cdot d_2^2 - 0,05294 \cdot d_{2,3} - 0,00048 \cdot d_{2,5} + 0,00036 \cdot d_{2,6} + 0,00091 \cdot d_{2,7} - 4,56260 \cdot d_3 + 9,53714 \cdot d_3^2 + 0,22912 \cdot d_{3,6} + 0,85854 \cdot d_{3,7} + 1,75409 \cdot d_{3,8} + 0,65873 \cdot d_5 - 0,02896 \cdot d_{5,7} + 0,01311 \cdot d_{5,8} + 0,00124 \cdot d_6^2 - 0,00802 \cdot d_{6,8} + 2,54158 \cdot d_7 + 0,05395 \cdot d_7^2 - 0,05415 \cdot d_{7,8} + 2,38512 \cdot d_8 + 0,06431 \cdot d_8^2;$$

б) для озимого ячменя:

$$30 \quad Y = 45,1 + 0,07939 \cdot d_1^2 + 0,00108 \cdot d_{1,2} - 12,49949 \cdot d_{1,3} + 0,31232 \cdot d_{1,5} - 0,02130 \cdot d_{1,6} - 0,17408 \cdot d_{1,7} + 0,09718 \cdot d_2 + 0,00115 \cdot d_{2,6} - 0,00290 \cdot d_{2,7} - 0,00676 \cdot d_{2,8} + 27,42468 \cdot d_3 - 197,79695 \cdot d_3^2 - 51,20928 \cdot d_{3,4} - 7,50118 \cdot d_{3,5} + 21,90929 \cdot d_{3,8} - 90,28719 \cdot d_4 + 40,14692 \cdot d_4^2 + 1,61509 \cdot d_{4,5} - 5,47766 \cdot d_5 - 0,21318 \cdot d_{5,8} + 1,26977 \cdot d_6 - 0,15320 \cdot d_{6,7} - 2,69464 \cdot d_7 + 0,34994 \cdot d_{7,8} + 0,01975 \cdot d_8^2, \text{ где:}$$

35 Y - доза второй азотной подкормки, кг азота в д.в./га,

$d_n = x_n - K_n$ (разность между величиной каждого фактора и величиной его константы),

x - фактор,

K - константа фактора (среднепогодный уровень фактора),

40 x_1 - доза 1й азотной подкормки, кг д.в./га,

x_2 - удельная биомасса АФЦ (на V-VI этапе органогенеза), г/м²,

x_3 - содержание азота в биомассе, %,

x_4 - содержание $N-NH_4$ в почве в весенний период (слой 0-20 см), мг/кг,

45 x_5 - содержание P_2O_5 в почве в весенний период (слой 20-40 см), мг/кг,

x_6 - содержание K_2O в почве в весенний период (слой 20-40 см), мг/кг,

x_7 - количество осадков, выпавших в марте текущего года, мм,

x_8 - планируемая урожайность, ц/га,

при этом, если первая азотная подкормка на обследуемом поле не проводилась или ее доза рассчитывалась без учета эффективного плодородия почвы, то дополнительно осуществляют отбор проб почвы [вблизи от учетных площадок, с которых отбираются растения (на расстоянии 2-5 метров)] из двух горизонтов - 0-20 см и 20-40 см, агрохимический анализ почвы на содержание в ней $N-NH_4$ (из горизонта 0-20 см) и на содержание P_2O_5 и K_2O (из горизонта 20-40 см), мг/кг по методу Мачигина, результаты используют при расчете оптимальной дозы второй азотной подкормки озимых колосовых культур.

Определение дозы второй азотной подкормки озимых колосовых культур по указанным в заявке формулам (для озимой пшеницы и озимого ячменя) обеспечивает повышение точности определения дозы подкормки и окупаемости азота удобрений, так как позволяет учесть влияние восьми факторов системы: «почва - растения - атмосфера - человек» и их взаимодействий.

Сопоставительный анализ заявляемого технического решения с прототипом позволяет сделать вывод о том, что заявляемый способ определения оптимальной дозы второй азотной подкормки озимых колосовых культур отличается от известного дополнительными действиями: отбором биомассы растений с учетных площадок на обследуемом поле, расчетом удельной биомассы АФЦ и учетом информации о планируемой урожайности, дозе первой азотной подкормки, количестве осадков, выпавших в марте текущего года, о содержании в почве обменного аммония ($N-NH_4$ - в слое 0-20 см), подвижного фосфора и обменного калия (P_2O_5 и K_2O - в слое 20-40 см).

Таким образом, Заявляемое техническое решение соответствует критерию патентоспособности «НОВИЗНА.».

Исследуя уровень техники в процессе проведения патентного поиска по всем видам общедоступных сведений в печати, мы не выявили технических решений, имеющих отличительные признаки заявляемого способа, а также решений, связанных с системным анализом влияния комплекса Заявляемых признаков на дозу второй азотной подкормки озимых колосовых культур.

Следовательно, Заявляемое техническое решение соответствует критерию патентоспособности «ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИЙ УРОВЕНЬ».

Заявляемое техническое решение соответствует и критерию патентоспособности «ПРОМЫШЛЕННАЯ ПРИМЕНИМОСТЬ», так как оно может быть использовано в сельском хозяйстве. И, кроме того, в описании изобретения представлены средства и методы, с помощью которых возможно осуществление способа определения оптимальной дозы второй азотной подкормки озимых колосовых культур в том виде, в котором он охарактеризован в независимом пункте формулы изобретения.

Способ осуществляют следующим образом.

На обследуемом поле, где была проведена первая азотная подкормка и предполагается проведение второй азотной подкормки, для получения планируемого урожая, производят следующие действия: определяют величину удельной биомассы агрофитоценоза (АФЦ) для чего отбирают растительные образцы [выкапывают все растения обследуемой культуры с корнями с двух учетных площадок (по $0,25 \text{ м}^2$) с каждых 25-30 га], в лаборатории отделяют верхнюю зеленую часть стеблей растений от нижней (белой подземной, с корнями), взвешивают зеленую надземную часть растений и определяют удельную биомассу агрофитоценоза (АФЦ), г/м^2 . Затем, в части

взвешенной биомассы (~50 г), в агрохимической лаборатории определяют содержание валового азота (в % на а.с.в.).

При подготовке к расчетам используют уже известную информацию:

- о величине планируемой урожайности на обследуемом поле;

5 - о дозе первой азотной подкормки;

- о количестве осадков, выпавших в марте текущего года, (по данным ближайшего метеорологического поста);

- об уровне эффективного плодородия почвы [о содержании в ней азота обменного аммония (N-NH₄) из слоя 0-20 см, подвижного фосфора (P₂O₅) и обменного калия (K₂O)

10 из слоя 20-40 см] из информации о расчете дозы первой азотной подкормки на этом поле.

Дозу второй азотной подкормки для озимых колосовых культур в кг азота (в д.в./га) рассчитывают по формулам:

а) для озимой пшеницы:

15

$$Y = - 27,5 - 0,18427 \cdot d_1 + 0,00533 \cdot d_1^2 - 0,35873 \cdot d_{1,3} + 0,19655 \cdot d_{1,4} - 0,05948 \cdot d_{1,8} - 0,06032 \cdot d_2 + 0,00008 \cdot d_2^2 - 0,05294 \cdot d_{2,3} - 0,00048 \cdot d_{2,5} + 0,00036 \cdot d_{2,6} + 0,00091 \cdot d_{2,7} - 4,56260 \cdot d_3 + 9,53714 \cdot d_3^2 + 0,22912 \cdot d_{3,6} + 0,85854 \cdot d_{3,7} + 1,75409 \cdot d_{3,8} + 0,65873 \cdot d_5 - 0,02896 \cdot d_{5,7} + 0,01311 \cdot d_{5,8} + 0,00124 \cdot d_6^2 - 0,00802 \cdot d_{6,8} + 2,54158 \cdot d_7 + 0,05395 \cdot d_7^2 - 0,05415 \cdot d_{7,8} + 2,38512 \cdot d_8 + 0,06431 \cdot d_8^2;$$

20

б) для озимого ячменя:

25

$$Y = 45,1 + 0,07939 \cdot d_1^2 + 0,00108 \cdot d_{1,2} - 12,49949 \cdot d_{1,3} + 0,31232 \cdot d_{1,5} - 0,02130 \cdot d_{1,6} - 0,17408 \cdot d_{1,7} + 0,09718 \cdot d_2 + 0,00115 \cdot d_{2,6} - 0,00290 \cdot d_{2,7} - 0,00676 \cdot d_{2,8} + 27,42468 \cdot d_3 - 197,79695 \cdot d_3^2 - 51,20928 \cdot d_{3,4} - 7,50118 \cdot d_{3,5} + 21,90929 \cdot d_{3,8} - 90,28719 \cdot d_4 + 40,14692 \cdot d_4^2 + 1,61509 \cdot d_{4,5} - 5,47766 \cdot d_5 - 0,21318 \cdot d_{5,8} + 1,26977 \cdot d_6 - 0,15320 \cdot d_{6,7} - 2,69464 \cdot d_7 + 0,34994 \cdot d_{7,8} + 0,01975 \cdot d_8^2, \text{ где:}$$

30

Y - доза второй азотной подкормки, кг азота в д.в./га,

$d_n = x_n - K_n$ (разность между величиной каждого фактора и величиной его константы),

x - фактор,

K - константа фактора (среднепогодный уровень фактора),

x_1 - доза 1й азотной подкормки, кг д.в./га,

35

x_2 - удельная биомасса АФЦ (на V-VI этапе органогенеза), г/м²,

x_3 - содержание азота в биомассе, %,

x_4 - содержание N-NH₄ в почве в весенний период (слой 0-20 см), мг/кг,

40

x_5 - содержание P₂O₅ в почве в весенний период (слой 20-40 см), мг/кг,

x_6 - содержание K₂O в почве в весенний период (слой 20-40 см), мг/кг,

x_7 - количество осадков, выпавших в марте текущего года, мм,

x_8 - планируемая урожайность, ц/га.

Примеры конкретного выполнения способа.

45

1. Оптимальную дозу второй азотной подкормки для озимой пшеницы определяли в научном опыте агротехнологического отдела Краснодарского НИИСХ (Табл. 1) в 2015 году на сорте «Юка» (предшественник кукуруза на зерно) в период начала стеблевания (V этап органогенеза по Куперман Ф.М.).

В начале апреля на тех вариантах опыта, где была проведена первая азотная подкормка и планировалась вторая, отбирали растительные образцы (с 1^й и 3^й повторности) с учетных площадок по 0,25 м² с каждой делянки, растения очищали от земли, помещали в полиэтиленовые пакеты с этикеткой и доставляли в лабораторию;

- в лаборатории ножницами отрезали верхнюю зеленую часть стеблей растений от нижней (белой подземной, с корнями);

- взвешивали зеленую надземную часть растений и определяли удельную биомассу АФЦ; она оказалась равной 750 г/м²;

- далее, часть взвешенной биомассы (~50 г) отбирали для проведения анализа на содержание в ней валового азота;

- в агрохимической лаборатории в этой биомассе определяли содержание валового азота (в % на а.с.в.); оно оказалось равным 2,99%.

Кроме того, при подготовке к расчету оптимальной дозы второй азотной подкормки озимой пшеницы была использована уже известная нам информация:

- об уровне планируемой урожайности в опыте - 75 ц/га;

- о дозе первой азотной подкормки - 50 кг д.в./га;

- о содержании в почве опытного участка: азота обменного аммония (N-NH₄) - 6,5 мг/кг; легкоусвояемого фосфора (P₂O₅) - 70 мг/кг; обменного калия (K₂O) - 514 мг/кг.

- о количестве осадков, выпавших в марте 2015 года, (по данным метеорологического поста КНИИСХ) - 35 мм.

Оптимальную дозу второй азотной подкормки озимой пшеницы рассчитывали по формуле:

$$Y = - 27,5 - 0,18427 \cdot d_1 + 0,00533 \cdot d_1^2 - 0,35873 \cdot d_{1,3} + 0,19655 \cdot d_{1,4} - 0,05948 \cdot d_{1,8} - 0,06032 \cdot d_2 + 0,00008 \cdot d_2^2 - 0,05294 \cdot d_{2,3} - 0,00048 \cdot d_{2,5} + 0,00036 \cdot d_{2,6} + 0,00091 \cdot d_{2,7} - 4,56260 \cdot d_3 + 9,53714 \cdot d_3^2 + 0,22912 \cdot d_{3,6} + 0,85854 \cdot d_{3,7} + 1,75409 \cdot d_{3,8} + 0,65873 \cdot d_5 - 0,02896 \cdot d_{5,7} + 0,01311 \cdot d_{5,8} + 0,00124 \cdot d_6^2 - 0,00802 \cdot d_{6,8} + 2,54158 \cdot d_7 + 0,05395 \cdot d_7^2 - 0,05415 \cdot d_{7,8} + 2,38512 \cdot d_8 + 0,06431 \cdot d_8^2, \text{ где:}$$

Y - доза второй азотной подкормки, кг азота в д.в./га;

$d_n = x_n - K_n$ (разность между величиной каждого фактора и величиной его константы);

x - фактор;

K - константа фактора (среднегодовалый уровень фактора);

x_1 - доза 1й азотной подкормки, кг д.в./га; ($K_1=50,3$);

x_2 - удельная биомасса АФЦ (на V этапе органогенеза), г/м²; ($K_2=856$);

x_3 - содержание азота в биомассе, %; ($K_3=3,45$);

x_4 - содержание N-NH₄ в почве рано весной (слой 0-20 см), мг/кг; ($K_4=6,8$);

x_5 - содержание P₂O₅ в почве рано весной (слой 20-40 см), мг/кг; ($K_5=49,4$);

x_6 - содержание K₂O в почве рано весной (слой 20-40 см), мг/кг; ($K_6=380$);

x_7 - количество осадков, выпавших в марте, мм; ($K_7=78$);

x_8 - планируемая урожайность, ц/га; ($K_8=66,2$).

В результате расчета было установлено, что вторая азотная подкормка, рассчитанная заявляемым способом, должна быть 49 кг д.в./га, фактически же внесли 50 кг азота в д.в./га, что в пересчете на аммонийную селитру составляет 145 кг в ф.в./га.

Биологическая урожайность на этом варианте опыта оказалась равной - 72,4 ц/га, в то время, как по прототипу - доза второй подкормки составила 38 кг д.в./га, а урожайность - 66,5 ц/га, что на 5,9 ц/га меньше (Табл. 1).

Окупаемость прибавки урожая от второй азотной подкормки озимой пшеницы, доза которой была рассчитана предлагаемым нами способом, оказалась очень хорошей и составила - 49,2 кг зерна/1 кг азота удобрений (Табл. 1).

2. Оптимальную дозу второй азотной подкормки для озимого ячменя определяли в совместном научном опыте агротехнологического отдела и отдела селекции и семеноводства ячменя Краснодарского НИИСХ (Табл. 2) в 2016 году на перспективном сорте (селекции КНИИСХ) «Серп» (предшественник - горох) в период начала стеблевания (на VI этапе органогенеза по Куперман Ф.М.).

На тех вариантах опыта, где была проведена первая азотная подкормка и планировалась вторая, отбирали растительные образцы (со 2й и 3й полевой повторности) с учетных площадок (по 0,25 м²) с каждой делянки, помещали в полиэтиленовые пакеты с этикеткой и доставляли в лабораторию;

- в лаборатории ножницами отрезали верхнюю зеленую часть стеблей растений от нижней (белой подземной, с корнями);

- взвешивали зеленую надземную часть растений и определяли удельную биомассу АФЦ; она оказалась равной 1062 г/м²;

- далее, часть взвешенной биомассы (~50 г) отбирали для проведения анализа на содержание в ней валового азота;

- в агрохимической лаборатории в этой биомассе определяли содержание валового азота (в % на а.с.в.); оно оказалось равным 2,85%.

Кроме того, при подготовке к расчету оптимальной дозы второй азотной подкормки озимого ячменя была использована уже известная нам информация:

Таблица 1. Результаты сравнительного изучения способов расчета доз 2^й азотной подкормки озимой пшеницы в научном опыте агротехнологического отдела Краснодарского НИИСХ^{*)}; предшественник – кукуруза на зерно; сорт – Юка; 2015г.

№№ п/п	Варианты расчета дозы 2 ^й азотной подкормки	Дозы азотных подкормок, кг д.в./га		Биологическая урожайность, ц/га	Прибавка урожая от 2 ^й подкормки, рассчитанной «Заявляемым» способом при сравнении с «Прототипом», ц/га	Увеличение расхода азота при проведении 2 ^й подкормки при расчете ее дозы «Заявляемым» способом на..., кг д.в./га	Окупаемость прибавки урожая от 2 ^й подкормки при расчете ее дозы «Заявляемым» способом, кг зерна/кг азота удобрений (в д.в.)
		1 ^я	2 ^я				
1	«Прототип»	50	38	66,5	–	–	–
2	«Заявляемый» способ	50	50	72,4	5,9	12	49,2

*) – основное удобрение не вносили; площадь делянки – 23 м²; 5-ти кратная повторность; точность опыта – 3,6%; НСР_(0,95) = 4,7 ц/га;

- об уровне планируемой урожайности в опыте - 87 ц/га;

- о дозе первой азотной подкормки - 40 кг д.в./га;

- об эффективном плодородии опытного участка [содержание в почве азота обменного аммония (N-NH₄) - 4,5 мг/кг; легкоусвояемого фосфора (P₂O₅) - 25,0 мг/кг; обменного калия (K₂O) - 268 мг/кг], а также:

- о количестве осадков, выпавших в марте 2016 года, (по данным метеорологического

поста КНИИСХ) - 33 мм.

Дозу второй азотной подкормки озимого ячменя рассчитывали по формуле:

$$Y = 45,1 + 0,07939 \cdot d_1^2 + 0,00108 \cdot d_{1,2} - 12,49949 \cdot d_{1,3} + 0,31232 \cdot d_{1,5} - 0,02130 \cdot d_{1,6} - 0,17408 \cdot d_{1,7} + 0,09718 \cdot d_2 + 0,00115 \cdot d_{2,6} - 0,00290 \cdot d_{2,7} - 0,00676 \cdot d_{2,8} + 27,42468 \cdot d_3 - 197,79695 \cdot d_3^2 - 51,20928 \cdot d_{3,4} - 7,50118 \cdot d_{3,5} + 21,90929 \cdot d_{3,8} - 90,28719 \cdot d_4 + 40,14692 \cdot d_4^2 + 1,61509 \cdot d_{4,5} - 5,47766 \cdot d_5 - 0,21318 \cdot d_{5,8} + 1,26977 \cdot d_6 - 0,15320 \cdot d_{6,7} - 2,69464 \cdot d_7 + 0,34994 \cdot d_{7,8} + 0,01975 \cdot d_8^2, \text{ где:}$$

Y - доза второй азотной подкормки, кг азота в д.в./га;

$d_n = x_n - K_n$ (разность между величиной каждого фактора и величиной его константы);

x - фактор;

K - константа фактора (среднепогодный уровень фактора);

x_1 - доза 1й азотной подкормки, кг д.в./га; ($K_1=31$);

x_2 - удельная биомасса АФЦ (на VI этапе органогенеза), г/м²; ($K_2=1448$);

x_3 - содержание азота в биомассе, %; ($K_3=2,31$);

x_4 - содержание N-NH₄ в почве рано весной (слой 0-20 см), мг/кг; ($K_4=6,4$);

x_5 - содержание P₂O₅ в почве рано весной (слой 20-40 см), мг/кг; ($K_5=28,6$);

x_6 - содержание K₂O в почве рано весной (слой 20-40 см), мг/кг; ($K_6=355$);

x_7 - количество осадков, выпавших в марте 2016 года, мм; ($K_7=60$);

x_8 - планируемая урожайность, ц/га; ($K_8=76,2$).

В результате расчета было установлено, что вторая азотная подкормка озимого ячменя должна быть 45,2 кг д.в./га, фактически же внесли - 45 кг д.в./га, или 158 кг аммонийной селитры в ф.в./га. После уборки озимого ячменя на том варианте опыта, где использовали заявляемый способ, была получена биологическая урожайность 93,4 ц/га (Табл. 2), в то время как по прототипу - доза подкормки оказалась равной 35 кг д.в./га, а урожайность составила 83,1 ц/га.

Таблица 2. Результаты сравнительного изучения способов расчета доз 2^й азотной подкормки озимого ячменя в совместном научном опыте в Краснодарском НИИСХ^{*)}; предшественник – горох; сорт – Серп; 2016г.

№№ п/п	Варианты способов расчета дозы второй азотной подкормки	Дозы азотных подкормок, кг д.в./га		Биологическая урожайность, ц/га	Увеличение урожайности от 2 ^й подкормки, рассчитанной «Заявляемым» способом при сравнении с «Прототипом», ц/га	Увеличение расхода азота при проведении 2 ^й подкормки при расчете ее дозы «Заявляемым» способом на..., кг д.в./га	Окупаемость прибавки урожая от 2 ^й подкормки при расчете ее дозы «Заявляемым» способом, кг зерна/кг азота удобрений (в д.в.)
		1 ^я	2 ^я				
1	«Прототип»	75	35	83,1	–	–	–
2	«Заявляемый» способ	40	45	93,4	10,3	10	103,0

^{*)} – опыт проводился силами двух отделов: селекции и семеноводства ячменя и агротехнологического; основное удобрение не вносили; площадь делянки – 10 м²; 4-х кратная повторность; точность опыта – 3,1%, НСР_(0,95) = 4,5 ц/га.

Как следует из представленных результатов опыта (Табл. 2), применение заявляемого способа расчета дозы второй азотной подкормки на озимом ячмене способствовало значительному (на 10,3 ц/га) увеличению его урожайности по сравнению с прототипом,

при этом расход азота удобрений увеличился всего на 10 кг д.в./га, а его окупаемость оказалась очень высокой - 103,0 кг зерна/ кг азота д.в. удобрений. Все это говорит о высокой эффективности заявляемого способа.

Кроме того, нами была определена значимость факторов, обуславливающих дозу второй азотной подкормки озимых колосовых культур при расчете по прототипу и заявляемому способу (Табл. 3).

Таблица 3. Факторы, используемые при расчете дозы второй (в период стеблевания) азотной подкормки озимых колосовых культур и их значимость *)

NN п/п	Факторы	Значимость факторов при расчете дозы подкормки, %		
		по прототипу	по заявляемому способу	
			для озимой пшеницы	для озимого ячменя
1	2	3	4	5
1	Содержание азота в надземной биомассе, %	22,8	12,6	13,6
2	Густота АФЦ, стебл./м ²	11,2	-	-
3	Удельная биомасса АФЦ, г/м ²	-	16,8	12,4
4	Содержание в почве ^{**) :} N-NH ₄ , мг/кг;	-	0,7	11,8
5	P ₂ O ₅ , мг/кг;	-	7,8	11,9
6	K ₂ O, мг/кг.	-	4,8	13,2
7	Доза 1 ^й азотной подкормки, кг д.в./га	-	5,7	10,0
8	Количество осадков за март месяц, мм	-	30,9	12,3

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
9	Планируемая урожайность, ц/га	-	15,7	12,9
Суммарная значимость учтенных факторов		34,0	95,0	98,1
Суммарная значимость случайных и не учтенных факторов		66,0	5,0	1,9
Суммарная значимость всех факторов		100,0	100,0	100,0

*) – расчет значимости факторов для обоих «способов» произведен с помощью программы «Пошаговый регрессионный множественный нелинейный анализ»;

**) –... в весенний период; N-NH₄ – в слое 0-20 см; P₂O₅ и K₂O – в слое 20-40 см.

Как следует из этой таблицы, суммарная значимость факторов, обуславливающих точность определения дозы второй азотной подкормки озимых колосовых культур, по заявляемому способу почти в три раза выше, чем по прототипу, что говорит о значительном преимуществе (95,0; 98,1 и 34,0% соответственно) заявляемого способа.

Сравнительный анализ результатов опытов как по озимой пшенице (Табл. 1), так и по озимому ячменю (Табл. 2) убедительно говорит о преимуществе Заявляемого нами «Способа».

Итак, как следует из вышесказанного, использование заявленного способа определения оптимальной дозы азотной подкормки озимых колосовых культур в период стеблевания, позволяет повысить точность ее определения и окупаемость азотных удобрений, что делает возможным достижение поставленной цели и решение поставленной задачи.

(57) Формула изобретения

1. Способ определения оптимальной дозы второй азотной подкормки озимых колосовых культур, включающий в себя определение содержания азота в биомассе растений с обследуемого поля, отличающийся тем, что дополнительно определяют величину удельной биомассы агрофитоценоза (АФЦ), а также учитывают:

- количество осадков, выпавших в марте текущего года;
- величину планируемой урожайности;
- дозу первой азотной подкормки, проведенной на обследуемом поле;
- содержание в почве этого же поля азота обменного аммония (N-NH₄ в слое 0-20 см), подвижного фосфора (P₂O₅) и обменного калия (K₂O в слое 20-40 см), а

оптимальную дозу второй азотной подкормки озимых колосовых культур рассчитывают по формулам:

- а) для озимой пшеницы:

$$Y = - 27,5 - 0,18427 \cdot d_1 + 0,00533 \cdot d_1^2 - 0,35873 \cdot d_{1,3} + 0,19655 \cdot d_{1,4} - 0,05948 \cdot d_{1,8} - 0,06032 \cdot d_2 + 0,00008 \cdot d_2^2 - 0,05294 \cdot d_{2,3} - 0,00048 \cdot d_{2,5} + 0,00036 \cdot d_{2,6} + 0,00091 \cdot d_{2,7} - 4,56260 \cdot d_3 + 9,53714 \cdot d_3^2 + 0,22912 \cdot d_{3,6} + 0,85854 \cdot d_{3,7} + 1,75409 \cdot d_{3,8} + 0,65873 \cdot d_5 - 0,02896 \cdot d_{5,7} + 0,01311 \cdot d_{5,8} + 0,00124 \cdot d_6^2 - 0,00802 \cdot d_{6,8} + 2,54158 \cdot d_7 + 0,05395 \cdot d_7^2 - 0,05415 \cdot d_{7,8} + 2,38512 \cdot d_8 + 0,06431 \cdot d_8^2;$$

б) для озимого ячменя:

$$Y = 45,13 + 0,07939 \cdot d_1^2 + 0,00108 \cdot d_{1,2} - 12,49949 \cdot d_{1,3} + 0,31232 \cdot d_{1,5} - 0,02130 \cdot d_{1,6} - 0,17408 \cdot d_{1,7} + 0,09718 \cdot d_2 + 0,00115 \cdot d_{2,6} - 0,00290 \cdot d_{2,7} - 0,00676 \cdot d_{2,8} + 27,42468 \cdot d_3 - 197,79695 \cdot d_3^2 - 51,20928 \cdot d_{3,4} - 7,50118 \cdot d_{3,5} + 21,90929 \cdot d_{3,8} - 90,28719 \cdot d_4 + 40,14692 \cdot d_4^2 + 1,61509 \cdot d_{4,5} - 5,47766 \cdot d_5 - 0,21318 \cdot d_{5,8} + 1,26977 \cdot d_6 - 0,15320 \cdot d_{6,7} - 2,69464 \cdot d_7 + 0,34994 \cdot d_{7,8} + 0,01975 \cdot d_8^2, \text{ где:}$$

Y - доза второй азотной подкормки, кг азота в д.в./га,

$d_n = x_n - K_n$ (разность между величиной каждого фактора и величиной его константы),

x - фактор,

K - константа фактора (среднемноголетний уровень фактора),

x_1 - доза 1й азотной подкормки, кг д.в./га,

x_2 - удельная биомасса АФЦ (на V-VI этапе органогенеза), г/м²,

x_3 - содержание азота в биомассе, %,

x_4 - содержание N-NH₄ в почве весной (слой 0-20 см), мг/кг,

x_5 - содержание P₂O₅ в почве весной (слой 20-40 см), мг/кг,

x_6 - содержание K₂O в почве весной (слой 20-40 см), мг/кг,

x_7 - количество осадков, выпавших в марте текущего года, мм,

x_8 - планируемая урожайность, ц/га.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что если первая азотная подкормка на обследуемом поле не проводилась или ее доза рассчитывалась без учета эффективного плодородия почвы, то перед расчетом оптимальной дозы азотной подкормки, проводимой в период стеблевания озимых колосовых культур, осуществляют следующие действия:

- отбирают пробы почвы из двух горизонтов - 0-20 см и 20-40 см [вблизи от учетных площадок, с которых отбираются растения (на расстоянии 2-5 метров)];

- проводят агрохимический анализ этой почвы на содержание в ней N-NH₄ (из горизонта 0-20 см) и на содержание P₂O₅ и K₂O (из горизонта 20-40 см), мг/кг по методу Мачигина, а результаты анализа используют при расчете оптимальной дозы азотной подкормки озимых колосовых культур.