

ВЛИЯНИЕ РАСЧЕТНЫХ ФОНОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И ГУСТОТЫ ПОСАДКИ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ РАННЕСПЕЛОГО СОРТА КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**Кокров А.В., Гайнутдинов М.Т., Владимиров В.П., Ситникова Н.В.**

Реферат. Исследования проводили с целью изучения реакции раннеспелого сорта картофеля Беллароза на внесение расчетных доз удобрений и густоту посадки в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Опыты закладывали в 2012-2015 гг. на серой лесной почве среднесуглинистого гранулометрического состава, на опытном поле Закамья Республики Татарстан. В статье представлены результаты 4 летних исследований. Установлено, что наибольшая урожайность в среднем за 4 года – 41,17 т/га формировалась при густоте посадки 66,6 тыс. клубней на фоне питания, рассчитанном на получение урожая 40 т/га. Внесение расчетных доз удобрений на урожайность картофеля 30 т/га в зависимости от густоты посадки повысило урожай клубней на 8,17-10,96 т/га. Самый высокий урожай на этом фоне – 31,18 т/га в среднем за 4 года формировался при густоте посадки 66,6 тыс. шт./га. Следует отметить, что внесение расчетных удобрений на этот уровень урожая повышало эффективность увеличение густоты посадки, где прибавка урожая от этого приема составила 4,22 и 5,81 т/га. Эффективность увеличения густоты посадки при дальнейшем повышении фона питания была не столь высокая. Так, на фоне удобрений рассчитанных на урожай 35 т/га, прибавка от увеличения густоты посадки до 60,6 и 66,6 тыс. по сравнению с 55,5 тыс. шт./га составила 1,62 и 2,62 т/га. На фоне, рассчитанном на получение урожая 40 т/га в среднем за 4 года, было дополнительно получено 1,60 и 2,90 т/га клубней.

Ключевые слова: картофель, густота посадки, дозы удобрений, урожайность, содержание крахмала, сухое вещество, нитраты.

Введение. Фотосинтез – это процесс поглощения света и трансформации его энергии в химический потенциал богатых энергией органических соединений в виде углеводов, жиров, белков. От фотосинтетической деятельности во многом зависит продуктивность растений картофеля. Сюда входят: большое количество показателей и динамического соотношения площади листьев, продолжительность их жизнедеятельности, интенсивность самого процесса фотосинтеза. Важнейшим фактором, влияющим на рост и развитие растений, является солнечная радиация, которая является энергетической основой жизнедеятельности растений. Этот фактор в отличие от других, таких как минеральное питание, водный и температурный режимы, содержание углекислого газа является наиболее трудно регулируемый.

Для дальнейшего повышения продуктивности посадок картофеля в современном земледелии необходимо разрабатывать новые агротехнические приемы возделывания. Одним из задач современного земледелия – разработка и внедрение новых методов, повышающих продуктивность посадок картофеля. В настоящее время к таким методам можно отнести возделывание запланированных урожаев картофеля, который предусматривает разработку комплекса взаимосвязанных элементов технологии возделывания, своевременное осуществление которых обеспечит достижение расчетного уровня урожая.

На основе полученных данных ряд исследова-

вателей отмечают, что оптимальная площадь листьев является 30-40 тыс. м²/га, при котором доля поглощаемой солнечной энергии значительно повышается [11,12]. В работах других исследователей лучшие результаты получали при площади листьев 50 и более тыс. м²/га. Однако они отмечают, что чрезмерное превышение величины площади листьев от оптимального уровня приводит к снижению накопления урожая в расчете на единицу площади листьев [1,6,7].

Внесение удобрений под картофель – необходимое условие для получения высоких урожаев. Особую ценность для повышения урожая и улучшения вкусовых качеств картофеля имеют органические удобрения. Однако органические удобрения разлагаются сравнительно медленно, и в первоначальный период роста растений используется слабо. Для обеспечения растений картофеля питательными веществами в достаточном количестве в самый ранний период его жизни необходимо дополнительно к органическим вносить минеральные удобрения, которые содержат питательные вещества в легкодоступной для растений форме [8].

Эффективность применяемых удобрений во многом зависит от потребности в элементах питания возделываемой культуры. К таким требованиям наиболее полно отвечает расчет доз удобрений балансовым методом, когда питательные вещества находятся в оптимальных соотношениях между элементами удобрений, т.е. при сбалансированном питании и

биологическими особенностями культуры [2,3,4,9,13].

В исследованиях Г.Б. Кирилловой и Ю.П. Жукова [5] установлено, что применение удобрений в рассчитанных с помощью балансовых коэффициентов дозах на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в среднем за 8 лет обеспечило 19,6 т/га клубней картофеля, что составляет 78% от планируемого урожая.

Выбор площади питания растений – один из наиболее важных вопросов при возделывании не только картофеля, но и любой другой сельскохозяйственной культуры. От правильного выбора его зависят величина и качество урожая, а также возможность снижения затраты труда на единицу продукции за счет механизации [10].

Цель наших исследований – выявить влияние густоты посадки и фона питания на урожайность и качество клубней картофеля сорта Беллароза.

Условия, материалы и методы исследования. Почва опытного участка имела следующие агрохимические показатели: Н.л.г. – 12,9 -13,4; P₂O₅ – 114-125; K₂O – 141-170 мг/кг.

Предшественник – озимая пшеница. Густота посадки: 55,5; 60,6; 66,6 тыс. клубней на 1 га. Для посадки использовали клубни средней фракции (60-65 г). Посадку проводили на глубину 8-10 см., во время которой клубни протравливали в 2012 г препаратом Максим и в 2013-2015 гг. использовали – Престиж. После усадки почвы вносили гербицид Зенкор в дозе 1,0 кг/га. Против фитофтороза использовали Ридомил голд МЦ и медьсодержащие препараты, против колорадского жука в 2012 г Актару. Высаживали на четырех фонах питания: 1. Без удобрений (контроль). 2. Навоз 20 т/га + N₆₂₋₇₇P₄₅₋₈₀K₈₀₋₁₃₆. 3. Навоз 30 т/га + N₈₅₋₁₀₇P₅₅₋₉₅K₉₄₋₁₃₉. 4. Навоз 40 т/га + N₁₁₀₋₁₃₄P₈₀₋₁₁₅K₁₀₉₋₁₅₆. Посадку в 2012 и 2015 гг. проводили 12 мая, в 2013 и 2014 гг. – 10 мая. Площадь делянки 72 м², учетная 60 м².

Анализ и обсуждение результатов исследования. Фенологические наблюдения показали, что время наступления и прохождения фаз развития растений в опыте зависело от доз вносимых удобрений и густоты посадки. Установлено, что повышение фона питания закономерно повышало урожайность клубней картофеля сорта Беллароза.

Фотосинтез – это процесс поглощения света и трансформации его энергии в химический потенциал богатых энергией органических соединений в виде углеводов, жиров, белков. От фотосинтетической деятельности во многом зависит продуктивность растений картофеля. Сюда входят, большое количество показателей и динамического соотношения площа-

ди листьев, продолжительность их жизнедеятельности, интенсивность самого процесса фотосинтеза. Важнейшим фактором, влияющим на рост и развитие растений, является солнечная радиация, которая является энергетической основой жизнедеятельности растений. Этот фактор в отличие от других, таких как минеральное питание, водный и температурный режимы, содержание углекислого газа является наиболее трудно регулируемым.

Для дальнейшего повышения продуктивности посадок картофеля в современном земледелии необходимо разрабатывать новые агротехнические приемы возделывания. Одним из задач современного земледелия – разработка и внедрение новых методов, повышающих продуктивность посадок картофеля. В настоящее время к таким методам можно отнести возделывание запланированных урожаев картофеля, который предусматривает разработку комплекса взаимосвязанных элементов технологии возделывания, своевременное осуществление которых обеспечит достижение расчетного уровня урожая.

На основе полученных данных ряд исследователей отмечают, что оптимальная площадь листьев является 30-40 тыс. м²/га, при котором доля поглощаемой солнечной энергии значительно повышается [11,12]. Однако превышение величины площади листьев от оптимального уровня приводит к снижению накопления урожая в расчете на единицу площади листьев [1,6,7].

Наибольшая листовая поверхность в наших опытах отмечена в фазе цветения. Увеличению площади листьев способствовало загущение посадок и особенно применение расчетных доз удобрений. В среднем за четыре года в зависимости от густоты посадки площадь листьев достигала на контроле без внесения удобрений – 23,27-26,50 тыс. м²/га (рисунк 1).

По мере повышения фона питания ее величина значительно увеличивалась. На фоне, рассчитанном на урожай 30 т/га, она в зависимости от числа высаженных клубней варьировала от 39,70 до 43,55 тыс. м²/га, а на фоне 40 т/га соответственно – от 50,48 до 53,98 тыс. м²/га.

Увеличение числа посадки клубней от 55,0 тыс. до 60,60 тыс. штук/га повысило площадь листьев картофеля в зависимости от фона питания от 1,06 до 2,35 тыс. м²/га на фоне, рассчитанном на урожайность 35 т/га. Дальнейшее повышение фона питания не приводило прибавки величины площади листьев за счет увеличения числа растений.

Увеличение густоты посадки до 66,60 тыс. штук/га повысило площадь листьев от 3,23 тыс. м²/га на контроле без внесения удобрений

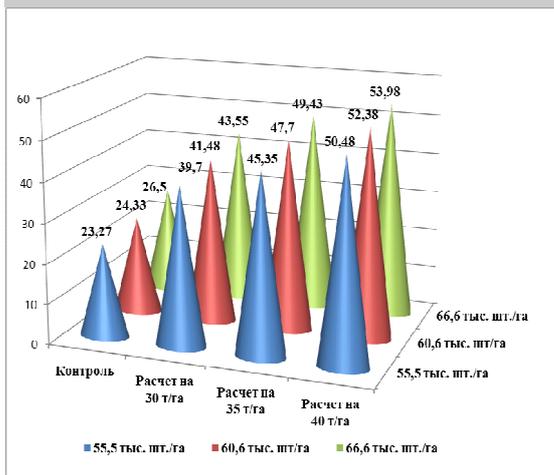


Рисунок 1 – Максимальная площадь листьев посадок картофеля сорта Беллароза в зависимости от площади и фона питания, тыс. м²/га, 2012-2015 гг.

до 4,08 тыс. м²/га на фоне внесения удобрений в расчете на урожайность 35 т/га. Аналогичная густоте посадки 60,6 тыс. шт./га картина наблюдалась на фоне 40 т/га, где прибавка величины листовой поверхности от увеличения густоты посадки составила 3,50 тыс. м²/га, что ниже по сравнению с фонами, рассчитан-

ными на урожайность 30 и 35 т/га.

На фоне удобрений, рассчитанном на урожай 30 т/га, по сравнению с фоном без внесения удобрений, в зависимости от густоты посадки урожай повысился на 8,17-10,96 т/га. Самый высокий урожай на этом фоне питания – 31,18 т/га в среднем за 4 года формировался при густоте посадки 66,6 тыс. шт./га. Внесение расчетных удобрений на этот уровень урожая повышало эффективность увеличения густоты посадки, где прибавка урожая от этого приема составила 4,22 и 5,81 т/га (табл. 1).

На фоне внесения удобрений, рассчитанных на урожай 35 т/га, прибавка от увеличения густоты посадки до 60,6 и 66,6 тыс. по сравнению с 55,5 тыс. шт./га составила 1,62 и 2,63 т/га. На фоне, рассчитанном на получение урожая 40 т/га, в среднем за 4 года было дополнительно получено 1,60 и 2,90 т/га клубней.

Качество клубней в первую очередь зависит от сорта, однако для улучшения его необходимо знать внутренние факторы, которые определяют эти показатели. В наших опытах показатели качества клубней в разной степени

Таблица 1 – Урожайность картофеля в зависимости от доз удобрений и густоты посадки, 2012-2015 гг.

| Фон удобрений | Густота посадки, тыс. шт./га | Урожайность, т/га | | | | | ± от фона питания | ± от густоты посадки |
|----------------------|------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|---------|-------------------|----------------------|
| | | 2012 г | 2013 г | 2014 г | 2015 г | средняя | | |
| Без удобрений | 55,5 | 19,62 | 16,60 | 15,52 | 17,05 | 17,20 | – | – |
| | 60,6 | 22,50 | 18,32 | 16,44 | 19,04 | 19,08 | – | + 1,88 |
| | 66,6 | 22,83 | 19,71 | 18,10 | 20,23 | 20,22 | – | + 3,02 |
| Расчет 30 т/га | 55,5 | 29,51 | 26,81 | 23,48 | 29,65 | 25,37 | 8,17 | – |
| | 60,6 | 31,22 | 28,58 | 26,10 | 32,45 | 29,59 | 10,51 | + 4,22 |
| | 66,6 | 31,80 | 30,42 | 28,84 | 33,65 | 31,18 | 10,96 | + 5,81 |
| Расчет на 35 т/га | 55,5 | 35,63 | 33,47 | 31,64 | 34,87 | 33,90 | 16,70 | – |
| | 60,6 | 37,91 | 34,81 | 32,85 | 36,48 | 35,52 | 16,44 | + 1,62 |
| | 66,6 | 38,30 | 36,10 | 34,10 | 37,56 | 36,52 | 16,30 | + 2,62 |
| Расчет на 40 т/га | 55,5 | 39,94 | 38,06 | 36,41 | 38,65 | 38,27 | 21,07 | – |
| | 60,6 | 41,32 | 40,34 | 37,95 | 39,87 | 39,87 | 20,79 | + 1,60 |
| | 66,6 | 41,50 | 42,10 | 38,75 | 42,33 | 41,17 | 20,95 | + 2,90 |
| НСР ₀₅ А | | 0,69 | 1,36 | 0,65 | 1,09 | | | |
| НСР ₀₅ В | | 0,33 | 0,23 | 0,43 | 0,40 | | | |
| НСР ₀₅ АВ | | 0,60 | 0,71 | 1,13 | 0,68 | | | |

Таблица 2 – Показатели качества клубней картофеля в зависимости от сорта, доз удобрений и густоты посадки, 2012-2015 гг.

| Фон удобрений | Густота посадки, тыс. шт./га | Крахмал, % | Товарность, % | Сухое вещество, % | Нитраты, мг/кг |
|--------------------------|------------------------------|------------|---------------|-------------------|----------------|
| Без удобрений (контроль) | 55,5 | 15,27 | 77,79 | 21,59 | 47,59 |
| | 60,6 | 15,39 | 74,96 | 21,80 | 47,14 |
| | 66,6 | 15,61 | 73,10 | 22,04 | 45,61 |
| Расчет 30 т/га | 55,5 | 14,76 | 88,89 | 21,24 | 62,01 |
| | 60,6 | 14,97 | 86,77 | 21,39 | 60,15 |
| | 66,6 | 15,09 | 84,47 | 21,47 | 57,08 |
| Расчет на 35 т/га | 55,5 | 14,36 | 92,73 | 20,95 | 72,29 |
| | 60,6 | 14,60 | 90,59 | 21,04 | 70,66 |
| | 66,6 | 14,72 | 88,58 | 21,17 | 70,22 |
| Расчет на 40 т/га | 55,5 | 13,60 | 96,67 | 20,34 | 82,81 |
| | 60,6 | 13,67 | 94,24 | 20,49 | 81,67 |
| | 66,6 | 13,80 | 92,44 | 20,58 | 79,31 |

изменялись под влиянием изучаемых агротехнических приёмов (табл. 2).

Наибольшее содержание крахмала – 15,27% отмечалось в клубнях, выращенных на контрольном варианте, без применения удобрений и густоте посадки 66,6 тыс. шт./га. Меньше крахмала содержалось на фоне удобрений, рассчитанном на урожай клубней 40 т/га, где в зависимости от густоты посадки его количество составило – 13,60-13,80%. Увеличение числа растений на единицу площади приводило к некоторому повышению содержания крахмала в клубнях, что можно объяснить физиологически лучшей зрелостью клубней на этих вариантах.

Товарность урожая по мере увеличения фона питания повышалась. Так, на контроле без применения удобрений она в зависимости от густоты посадки составила 73,10-77,79%, а на фоне, рассчитанном на урожайность 40 т/га клубней – 92,44-96,67%.

Выводы:

1. Внесение удобрений в дозе, рассчитанном на урожай 30 т/га, по сравнению с фоном без внесения удобрений, в зависимости от густоты посадки повысило урожай клубней на

8,17-10,96 т/га. Самый высокий урожай на этом фоне – 31,18 т/га в среднем за 4 года формировался при густоте посадки 66,6 тыс. шт./га. Увеличение густоты посадки до 60,6 и 66,6 тыс. шт./га обеспечило повышение урожая на 4,22 и 5,81 т/га.

2. На фоне внесения удобрений, рассчитанных на урожай 35 т/га, прибавка от увеличения густоты посадки до 60,6 и 66,6 тыс. по сравнению с 55,5 тыс. шт./га составила 1,62 и 2,63 т/га. На фоне, рассчитанном, на получение урожая 40 т/га, в среднем за 4 года было дополнительно получено 1,60 и 2,90 т/га клубней.

3. Больше крахмала содержали клубни варианта с густотой посадки 66,6 тыс. шт./га на фоне без внесения удобрений. В клубнях с этого варианта в среднем за 4 года его содержалось 15,61%, сухого вещества – 22,04%, нитратов – 45,61 мг/кг.

4. Удобрения приводили к снижению содержания сухого вещества, крахмала и увеличению количества нитратов в клубнях картофеля. Однако, количество нитратов в клубнях на всех вариантах опыта было ниже ПДК.

Литература

1. Владимиров В.П. Картофель в лесостепи Поволжья / В.П. Владимиров. – Казань.: Центр инновационных технологий, 2006. – 307 с.
2. Горшкова М.А. Нормативная база для проведения комплексной почвенно-растительной диагностики минерального питания макро- и микроэлементов // Современные проблемы почвоведения: науч. тр./ Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева. – М., 2000. – С. 303-316.
3. Ермохин Ю.И. Взаимодействие макро- и микро-элементов в растениях при использовании средств химизации / Ю.И. Ермохин // Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы / Под ред. Ер-макова В.В.– М., 1999. – С. 64-65.
4. Ермохин Ю.И. Концепция единства почвы и растения при разработке системы применения удобрений / Ю.И. Ермохин // Комплексная диагностика потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях / Под ред. Ермохина Ю.И. – Омск, 1989.- С. 17-23.
5. Кириллова Г.Б. Влияние расчетных доз удобрений на урожайность и качество картофеля / Г.Б. Кириллова, Ю.П. Жуков. – Агрехимия. – 2005. - №12. – С. 31-35.
6. Мальцев В.Ф. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России / В.Ф. Мальцев, М.К. Каюмов. – М.: ФГНУ Росинформагротех. 2002. – Т. 2. – 574 с.
7. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах / А.А. Ничипорович // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Издательство АН СССР, 1963, с. 5-36.
8. Писарев Б.А. Книга о картофеле / Б.А. Писарев. – М.: «Московский рабочий», 1977. – 232 с.
9. Ринькис Г.Я. Оптимизация минерального питания / Г.Я. Ринькис - Рига: Зинатне, 1972.-352 с.
10. Синягин И.И. Площадь питания растений / И.И. Синягин. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 384 с.
11. Buttery B. R. Effects of variation in leaf area index on growth of maize and soybeans. – «Crop Sci», 1970, 10, № 1, p. 9-13.
12. Hodanova D. Structure and development of sugar beet canopy. I. Leaf area – Leaf angle relations. – «Photosynthetica», 1972, 6 (4), p. 401-409.
13. Laegreid M., Bockman O.C, Kaarstad O. Agriculture, fertilizers, and the environment. Cambridge: Cambridge University Press. 1999. 294 p.

Сведения об авторах:

Кокров Александр Юрьевич – соискатель

ФГБОУ ДПО «Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса», г. Казань, Россия

Гайнутдинов Марат Талгатович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Исполнительный директор Национального союза селекционеров и семеноводов России, Москва, Россия

Владимиров Владимир Петрович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Vladimirov_53@bk.ru

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», Казань, Россия.

Ситникова Наталья Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, «Казанский государственный

медицинский университет», г. Казань, Россия.

INFLUENCE OF CALCULATED BACKGROUNDS OF MINERAL NUTRITION AND PLANTING DENSITY ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF EARLY-MATURING POTATOES IN THE CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF MIDDLE VOLGA

Kokrov A.V., Gaynutdinov M.T., Vladimirov V.P., Sitnikova N.V.

Abstract. Research was conducted to study the reaction of early varieties of Bellarosa potato to the application of calculated fertilizer doses and planting density in the conditions of the forest steppe of the Middle Volga region. Experiments were laid in 2012-2015 on gray forest soil of medium loamy granulometric composition, on the experimental field of the Transcaucasian Republic of Tatarstan. The article presents the results of 4 summer studies. It was established that the average yield for the 4 years was 41.17 tons per hectare, with a planting density of 66.6 thousand tubers against the background of nutrition, calculated to produce 40 tons per hectare.

The introduction of calculated fertilizer doses for a potato yield of 30 tons per hectare, depending on the planting density, increased the productivity of tubers to 8.17-10.96 tons per hectare. The highest yield against this background – 31.18 tons per hectare on average for 4 years was formed at a density of planting 66,6 thousand pieces per hectare. It should be noted that the introduction of calculated fertilizers at this yield level increased the efficiency of increasing the density of planting, where the yield increase from this intake was 4.22 and 5.81 tons per hectare.

The effectiveness of increasing the density of planting with a further increase in the background of nutrition was not so high. So, against the background of fertilizers calculated for yield of 35 tons per hectare, the increase from the increase in the density of planting to 60.6 and 66.6 thousand, compared to 55.5 thousand pieces per hectare, was 1.62 and 2.62 tons per hectare.

Against the background, calculated for harvesting 40 tons per hectare on average over 4 years, an additional 1.60 and 2.90 tons per hectare of tubers were obtained.

Key words: potatoes, planting density, fertilizer doses, productivity, starch content, dry matter, nitrates.

References

- Vladimirov V.P. *Kartofel v lesostepi Povolzhya*. [Potatoes in the forest-steppe of the Volga region]. / V.P. Vladimirov. – Kazan: Tsentr innovatsionnykh tekhnologiy, 2006. – P. 307.
- Gorshkova M.A. *Normativnaya baza dlya provedeniya kompleksnoy pochvenno-rastitelnoy diagnostiki mineralnogo pitaniya makro- i mikroelementami*. // *Sovremennyye problemy pochvovedeniya: nauch. tr./ Pochvennyy in-t im. V.V. Dokuchaeva*. (Normative base for carrying out complex soil-vegetative diagnostics of mineral nutrition of macro- and microelements. // Modern problems of soil science: scientific papers, dedicated to the Institute named after V.V. Dokuchaev). M., 2000. - P. 303-316.
- Ermokhin Yu.I. *Vzaimodeystvie makro- i mikroelementov v rasteniyakh pri ispolzovanii sredstv khimizatsii*. // *Geoekhimicheskaya ekologiya i biogekhimicheskoe rayonirovanie biosfery*. [Interaction of macro- and microelements in plants using chemical means. / Yu.I. Ermokhin // Geochemical ecology and biogeochemical zoning of the biosphere]. / Edited by Ermakova V.V. - M., 1999. - P. 64-65.
- Ermokhin Yu.I. *Kontseptsiya edinstva pochvy i rasteniya pri razrabotke sistemy primeneniya udobreniy*. // *Kompleksnaya diagnostika potrebnosti selskokhozyaystvennykh kultur v udobreniyakh*. (The concept of soil and plant unity in the development of fertilizer application system. Yu.I. Ermokhin // Complex diagnostics of the necessity of agricultural crops in fertilizers). / Edited by Ermokhina Yu.I. Omsk, 1989. - P. 17-23.
- Kirillova G.B. The effect of calculated fertilizer doses on potato yield and quality. [Vliyanie raschetnykh doz udobreniy na urozhaynost i kachestvo kartofelya]. / G.B. Kirillova, Yu.P. Zhukov. – *Agrokimiya. – Agrochemistry*. – 2005. - №12. – P. 31-35.
- Maltsev V.F. *Sistema biologizatsii zemledeliya Nechernozemnoy zony Rossii*. [System of the biologization of agriculture of the Non-chernozem zone of Russia]. / V.F. Maltsev, M.K. Kayumov. – M.: FGNU Rosinformagrotekh. 2002. – Vol. 2. – P. 574.
- Nichiporovich A.A. *O putyakh povysheniya produktivnosti fotosinteza rasteniy v posevakh*. // *v kn.: Fotosintez i voprosy produktivnosti rasteniy*. [About ways of increase of photosynthesis efficiency of plants in crops. / A.A. Nichiporovich // in the book: Photosynthesis and the issues of plant productivity]. M., izdatelstvo AN SSSR, 1963, P. 5-36.
- Pisarev B.A. *Kniga o kartofele*. [The book about potatoes]. / B.A. Pisarev. – M., “Moskovskiy rabochiy”, 1977. – P. 232.
- Rinkis G.Ya. *Optimizatsiya mineralnogo pitaniya*. [Optimization of mineral nutrition]. / G.Ya. Rinkis - Riga: Zinatne, 1972. – P. 352.
- Sinyagin I.I. *Ploshchad pitaniya rasteniy*. [Plant nutrition]. / I.I. Sinyagin. – M., Rosselkhozizdat, 1975. – P. 384.
- Buttery B. R. Effects of variation in leaf area index on growth of maize and soybeans. – «Crop Sci», 1970, 10, № 1, P. 9-13.
- Hodanova D. Structure and development of sugar beet canopy. I. Leaf area – Leaf angle relations. – «Photosynthetica», 1972, 6 (4), P. 401-409.
- Laegreid M., Bockman O.C, Kaarstad O. *Agriculture, fertilizers, and the environment*. Cambridge: Cambridge University Press. 1999. P. 294.

Authors:

Kokrov Aleksandr Yurevich – Applicant

“Tatar Institute of Retraining of Agrobusinesses”, Kazan, Russia

Gaynutdinov Marat Talgatovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor

Executive Director of the National Union of Breeders and Seed Growers of Russia, Moscow, Russia

Vladimirov Vladimir Petrovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vladimirov_53@bk.ru

Kazan State Agrarian University

Sitnikova Natalia Vladimirovna – Medical