

*Мирошниченко М.А.*

*Магистр группы ПиВ(м)-21*

*направления подготовки (специальности):*

*20.04.02 «Природообустройство и водопользование»*

*направленность (профиль):*

*«Водоснабжение и водоотведение»*

*Волгоградский Государственный Аграрный Университет*

## **ТЕХНОЛОГИЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ СТОЛОВОЙ МОРКОВИ КАРДОБА F1 НА ГРЯДАХ**

***Аннотация:** Морковь это универсальный овощ, который ценится за свои вкусовые качества и витаминный состав, однако эта культура очень требовательна к составу почвы, её обработке и содержанию в ней влаги. В статье приведен анализ результатов полевого опыта, заложенного авторами на территории Волгоградской области в 2020 году.*

***Ключевые слова:** столовая морковь, Кардоба F1, урожайность, Волгоградская область, предполивная влажность.*

*Miroshnichenko M. A.*

*Master of the Piv group(m) -21*

*areas of training (specialties):*

*20.04.02 "Environmental management and water use"*

*focus (profile):*

*"Water supply and sanitation"*

*Volgograd State Agrarian University*

## **TECHNOLOGY OF DRIP IRRIGATION OF TABLE CARROTS CORDOBA F1 ON RIDGES**

***Summary:** Carrots are a versatile vegetable that is valued for its taste and vitamin composition, but this crop is very demanding on the composition of the soil, its processing and the content of moisture in it. The article presents an analysis of the results of the field experience established by the authors on the territory of the Volgograd region in 2020.*

***Keywords:** table carrot, Cordoba F1, yield, Volgograd region, pre-watering humidity.*

Столовая морковь относится к традиционным овощным культурам, возделываемым в большинстве сельскохозяйственных регионов России.

Объёмы производства столовой моркови в РФ составляют около 1 млн. тонн, незначительно изменяясь по годам в соответствии с более или менее благоприятными погодными условиями. Снижение объемов производства моркови в России, в первую очередь можно объяснить сложившейся макроэкономической обстановкой, в которой основным фактором влияния является опережающее, по сравнению с Россией развитие технологий в развитых странах дальнего и ближнего зарубежья. Это подтверждается и растущей долей импорта столовой моркови (около 22 % от производимой в России). Основными поставщиками на сегодняшний день остаются Израиль, Беларусь и Китай.

Однако, нельзя не отметить, что по данным Федеральной службы статистики, регионом, с наибольшим количеством посевных площадей столовой моркови на 2019 год стала Волгоградская область. Так, под ее выращивание в регионе отведены около 4,44 тыс.га, что составляет 23,6% от посевных площадей под овощами открытого грунта в области (18,8тыс. га) или 17,8% по России (Рисунок 1). По количеству собранного урожая столовой моркови наш регион также занял первое место, что в процентном отношении составило около 25,3% от общего числа промышленного сбора данной культуры в РФ.

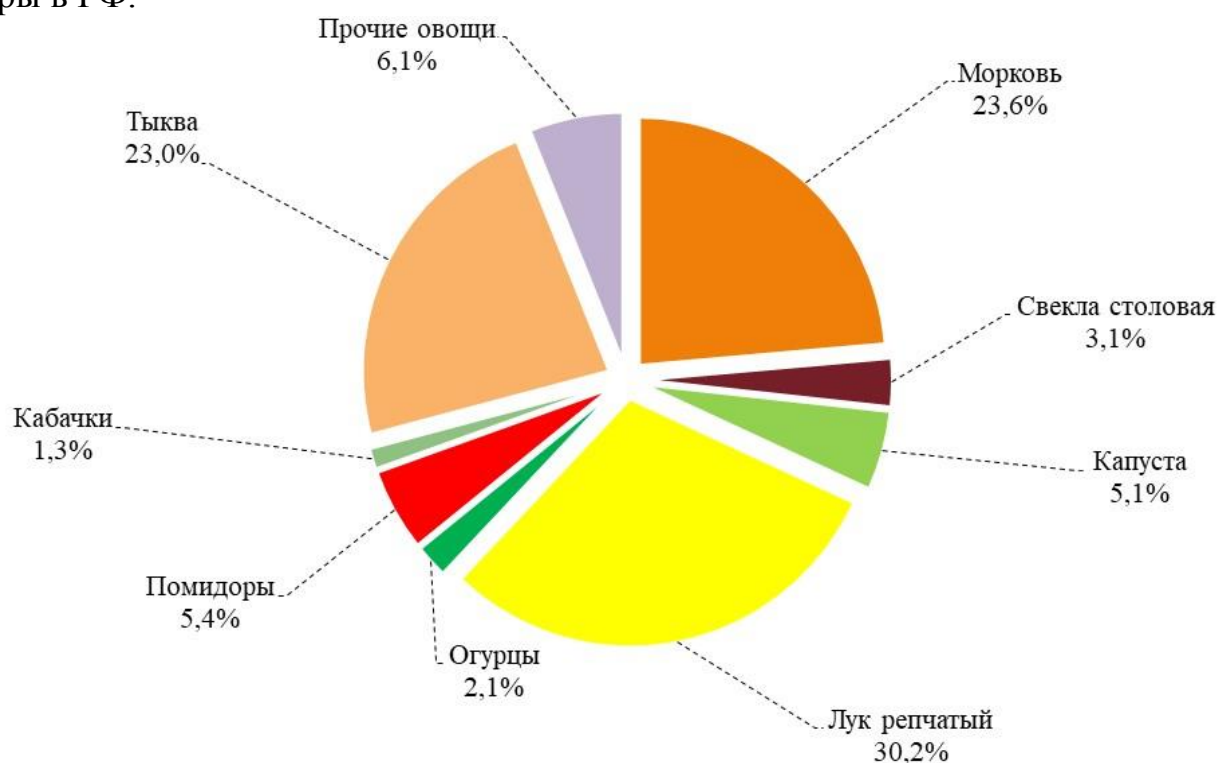


Рисунок 1 – Структура посевных площадей овощей открытого грунта промышленного выращивания в Волгоградской области в 2019 году, %

Однако мы не можем не отметить и тот факт, что подобного прироста продукции на сегодняшний день недостаточно. В среднем, по стране, урожайность столовой моркови колеблется в пределах от 22-24 т/га [1]. Это критически низкий уровень, который определяет высокую себестоимость

моркови и не позволяет отечественной продукции эффективно конкурировать с зарубежным импортом.

Для повышения урожайности моркови необходимо, прежде всего, поддержание оптимального водного режима почвы и уровня минерального питания, т.к. морковь является относительно засухоустойчивой культурой, предъявляющей особые требования к водному режиму как в начальные периоды роста (при слаборазвитой корневой системе), так и в течение всего периода вегетации.

В условиях Нижнего Поволжья, а в частности в Волгоградской области, достичь высоких урожаев столовой моркови (от 35-40 т/га) возможно только при условии организации ее орошения. Так как климат региона резко континентальный, с холодной, малоснежной зимой и продолжительным, жарким, сухим летом. Осадки, выпадающие там минимальны, а следовательно их недостаточно для получения хорошего урожая.

В случаях, когда размер и качество урожая напрямую зависят от точности поддержания влажности почвы и режима питания растений очень эффективно применение технологий капельного орошения.

В ходе анализа исследований, проводимых на территории Волгоградской области по совершенствованию технологии возделывания различных сортов моркови на грядах [2,3,4], нами в 2020 году на полях КФХ «Зайцева В.А.» (Городищенский район Волгоградской области) был заложен полевой опыт по 3-х факторной схеме. Для опыта был выбран среднепоздний сорт столовой моркови Кадоба F1 сортотип Шантане.

Полевой опыт включает следующие варианты: фактор А – условия водообеспечения, фактор В – минеральное питание, фактор С – плотность посева.

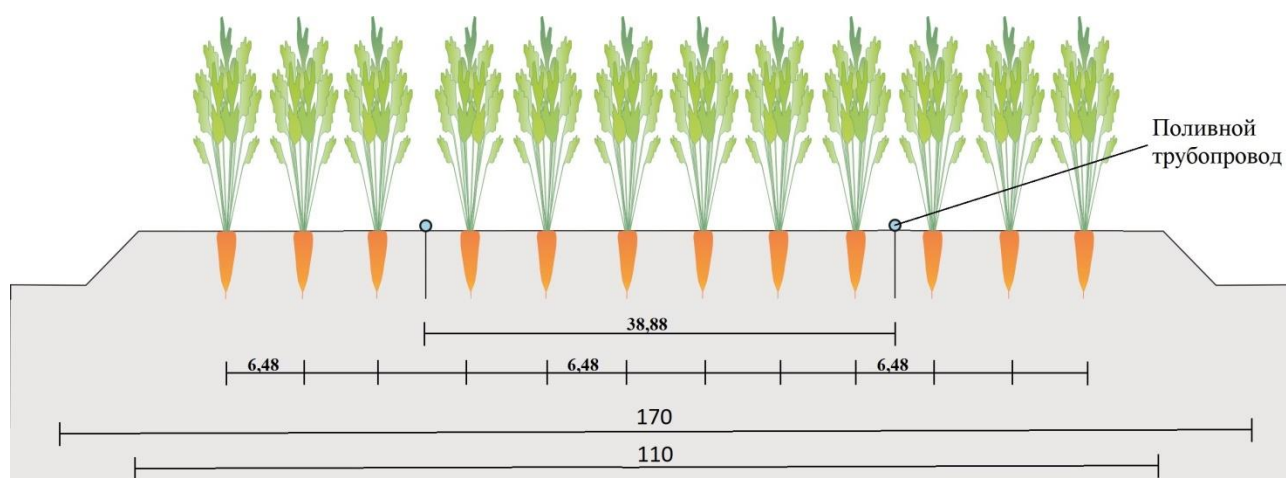
Варианты по первому фактору: А1 – поддержание дифференцированного порога предполивной влажности почвы 70% НВ до фазы образования 2 листа с последующим повышением предполивого порога до 80% НВ в остальные периоды вегетации в слое 0,3 м; А2 – поддержание дифференцированного порога предполивной влажности почвы 70% НВ до фазы образования 2 листа с последующим повышением предполивого порога до 80% НВ в остальные периоды вегетации в слое 0,4 м; А3 – поддержание дифференцированного порога предполивной влажности почвы 70% НВ до фазы образования 2 листа с последующим повышением предполивого порога до 80% НВ в остальные периоды вегетации в слое 0,5 м.

Варианты по второму фактору: В1 – внесение  $N_{165}P_{70}K_{190}$  для получения 90 т/га продукции; В2 – внесение  $N_{210}P_{95}K_{260}$  для получения 110 т/га продукции; В3 – внесение  $N_{255}P_{120}K_{330}$  для получения 130 т/га продукции.

Варианты по третьему фактору: С1 – равномерное распределение посевного материала с одинаковой площадью питания растений в ленте; С2 – дифференцированное распределение посевного материала в ленте с увеличением посевной нормы на 10 % в периферийных группах посевных строк и снижением посевной нормы на 10 % в центре посевной ленты.

На всех вариантах опыта соблюдалась четырехкратная повторность.

Способ посева ленточный с формированием 12-ти посевных строк. Посадка производилась на глубину 0,03 м пневматической сеялкой точного высева Agricola. Расстояние между строчками 6,48 см, расстояние между растениями в строчке 6,79 см (рис. 1). Норма высева семян 1,1 млн. шт./га.



Поддержание дифференцированного порога предполивной влажности почвы на посевах моркови обеспечивалось капельными поливами. Для этих целей использовалась липецкие капельные ленты с расстоянием между выпускными отверстиями 0,3 м и расходом капельницы 1,2 л/ч.

Почвенный покров опытного участка представлен распространёнными в регионе среднесуглинистыми почвами, обладающими хорошими водоудерживающими свойствами. В пахотном слое плотность сложения почвы не превышает  $25 \text{ т/м}^3$  при общей порозности 21,9-23,9 %. Это свидетельствует о том, что такие почвы благоприятны для роста корнеплодных культур. Мощность гумусового горизонта типична для светло-каштановых почв региона и на глубине 0,25 м составляет 1,6-1,7 %. В пахотном слое рН почвы колеблется в пределах от 6,2-7,1.

Почвы опытного участка обеспечены калием. Содержание обменного калия в почве опытного участка по рассматриваемым слоям поддержания уровня предполивной влажности достигает: 0,3м – 322 мг/кг; 0,4 – 274 мг/кг; 0,5 – 212 мг/кг. Содержание легкогидролизуемого азота соответственно 31 мг/кг, 17 мг/кг и 9 мг/кг, а подвижного фосфора 29 мг/кг, 21 мг/кг и 15 мг/кг.

Емкость поглощения почвы средняя, для пахотных горизонтов составляет 22,2-23,4 мг-экв, причем до 2,2-3,2 % от этой емкости занимает поглощенный натрий [5].

Климат региона резко континентальный. Самый жаркий месяц года – июль, а самый холодный – январь. Абсолютный максимум по температуре воздуха в год исследований достигал 34-40°. Лето, как правило, теплое с небольшим количеством осадков. Продолжительность безморозного периода составляет около 160 суток, что является достаточным для завершения вегетации столовой моркови.

Поступление атмосферных осадков и тепла на опытном участке в 2020 году характеризует этот год как сухой. В период с 28 мая по 22 сентября выпало не более 50 мм осадков. Поступление такого количества осадков в регионе обеспечивается с вероятностью 83 %. При этом, сумма среднесуточных температур воздуха за период вегетации моркови составила 2943 °С, что в регионе обеспечивается с вероятностью не более 5 %.

Для сравнения, в 2019 году атмосферные осадки поступили в среднемноголетнем объеме – 110 мм, что в регионе обеспечивается с вероятностью 59 %. При этом поступление тепла было наименьшим, сумма среднесуточных температур воздуха составила 2679 °С, с вероятностью такого проявления 27% (Рис.2).

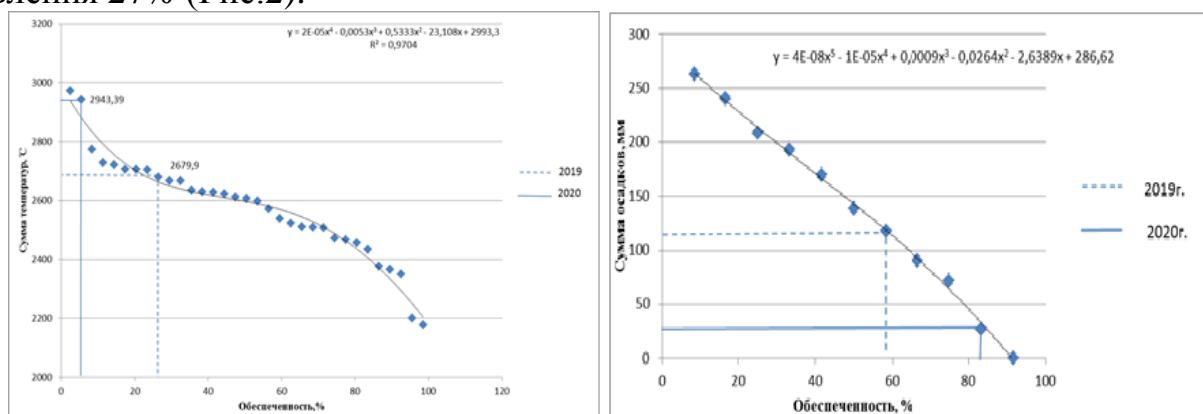


Рисунок 2 – Обеспеченность накопления тепла и осадков в годы проведения исследований

Таблица 2.1 – Погодные условия в период проведения исследований???

Добавить?

В среднем урожайность корнеплодов моркови Кардоба F1 в проведенном опыте 2020 года составила 110,3 т/га (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность моркови по вариантам опыта в 4-х кратной повторности, т/га, 2020г.

Факторы			Повторность 2020				Среднее
A	B	C	I	II	III	IV	
A1	B1	C1	71,8	80,6	80,0	82,5	80,3
		C2	87,0	84,6	88,7	85,3	86,4
	B2	C1	107,0	111,0	108,1	110,7	109,2
		C2	110,2	114,2	112,0	114,4	112,7
	B3	C1	111,2	113,1	108,0	108,5	160,2
		C2	117,2	120,0	117,9	115,3	117,6
A2	B1	C1	82,1	85,0	88,1	87,2	85,6
		C2	89,5	88,6	91,6	87,5	89,3
	B2	C1	107,6	113,7	113,3	110,2	111,2
		C2	119,8	120,8	117,5	116,3	118,6
	B3	C1	117,1	115,2	119,3	116,4	117,0

		C2	121,4	121,2	125,7	124,9	123,3
A3	B1	C1	98,6	102,1	104,0	102,1	101,7
		C2	110,6	110,8	107,2	105,8	108,6
	B2	C1	109,9	108,6	112,1	107,4	109,5
		C2	116,5	119,9	115,2	113,7	116,3
	B3	C1	116,8	113,8	120,5	118,5	117,4
		C2	120,2	120,5	123,3	118,0	120,5
НСР <sub>05</sub>	фактор А						1,19
	фактор В						1,19
	фактор С						0,97
	ABC						2,91

Наибольший урожай был получен при поддержании дифференцированного порога предполивной влажности почвы от 70 до 80% НВ в слое 0,4 м с внесением удобрений N<sub>210</sub>P<sub>95</sub>K<sub>260</sub> и дифференцированным распределением посевного материала в ленте (факторы А1В3С2) – 123,3 т/га.

Разница по вариантам опыта статистически достоверна: НСР<sub>05</sub> по фактору А – 1,19, фактору В – 1,19, по фактору С – 0,97 для частных средних 2,91.

При разработке модели формирования урожая моркови методом множественной нелинейной регрессии нами были включены в анализ различные нелинейные преобразования аргументов регрессионной модели. Использован пакет Statistica v.10. Статистическая значимость включаемых в модель линейных и нелинейных компонентов оценена по методу Парето с исключением несущественных компонентов. При этом компоненты, значимость которых, согласно оценкам Парето, несущественна, из модели исключаются.

Учитывая, что данные имеют достаточно выраженный характер распределения по параболе, нами, в зависимости от способа посева, были выведены 2 уравнения. В качестве исходного уравнения разрабатываемой модели принят полином n-ой степени, где n была принята равной четырем. В ходе расчетов в форму модели были включены только статистически существенные компоненты, и она свелась к уравнению полного полинома второй степени:

$$Y_{C1} = a + b \cdot h + c \cdot \text{NPK} + d \cdot h^2 + e \cdot \text{NPK}^2 + f \cdot h \cdot \text{NPK},$$

где Y – урожайность моркови, т/га; NPK – показатель, характеризующий уровень минерального питания моркови, численно равный дозе вносимого минерального азота, - лимитирующего элемента плодородия почвы, кг. д.в./га; h – расчетная глубина промачивания почвы при проведении капельных поливов, сут.

На рисунке 3 приведен график поверхности отклика урожайности столовой моркови, построенный в соответствии с приведенным выше уравнением. Параметры этого уравнения a= -206,4, b=204,5, c=2,24, d=11,7, e= -0,004, f=-0,79, - установлены методом регрессионного анализа. Коэффициент

детерминации зависимости  $R = 0,93$  характеризует хорошую согласованность теоретической поверхности отклика с опытными данными

На рисунке 4 представлена график поверхности отклика урожайности столовой моркови в соответствии с уравнением полного полинома второй степени для способа посева С2:

$$Y_{C2}=a+b \cdot h+c \cdot NPK+d \cdot h^2+e \cdot NPK^2+f \cdot h \cdot NPK,$$

где  $Y$  – урожайность моркови, т/га;  $NPK$  – показатель, характеризующий уровень минерального питания моркови, численно равный дозе вносимого минерального азота, - лимитирующего элемента плодородия почвы, кг. д.в./га;  $h$  – расчетная глубина промачивания почвы при проведении капельных поливов, сут.

Параметры уравнения  $a=-233,7$ ,  $b=277,0$ ,  $c=2,43$ ,  $d=-5$ ,  $e=-0,004$ ,  $f=-1,07$ , - установлены методом регрессионного анализа. Коэффициент детерминации зависимости  $R = 0,95$

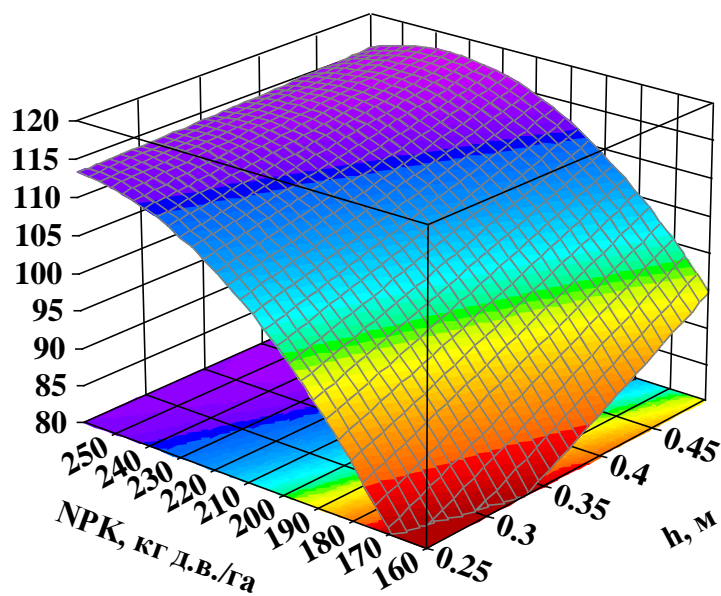


Рисунок 3 – График поверхности отклика урожайности столовой моркови Кардоба F1 в зависимости от уровня минерального питания и условий водообеспечения при капельном поливе (способ посева С1)

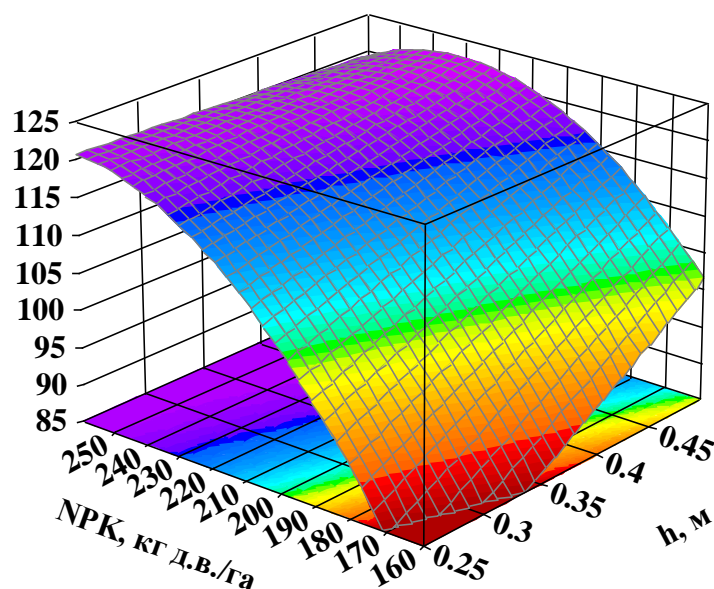


Рисунок 4 – График поверхности отклика урожайности столовой моркови Кардоба F1 в зависимости от уровня минерального питания и условий водообеспечения при капельном поливе (способ посева С2)

Параметры уравнений поверхности отклика по всей совокупности зависимостей урожайности моркови от условий минерального питания и условий водообеспечения приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Параметры уравнений поверхности отклика по группе зависимостей урожайности моркови от условий минерального питания и условий водообеспечения по способам посева

Способ посева	Параметры уравнения						Коэффициент детерминации, R <sup>2</sup>
	a (свободный член)	b (Th)	c (Rd)	d (Th <sup>2</sup> )	e (Rd <sup>2</sup> )	f (Rd·Th)	
C1	-206,4	204,5	2,24	11,7	-0,004	-0,79	0,93
C2	-233,7	277,0	2,43	-5	-0,004	-1,07	0,95

Совместное решение регрессионных моделей позволяет оценить область оптимальных значений обеспеченности регулируемых факторов, с позиций формирования наиболее продуктивных посевов. По этим двум критериям для гибрида Кардоба F1 выгодным оказался способ посева с дифференцированным распределением посевного материала в ленте с увеличением посевной нормы на 10 % в периферийных группах посевных строк и снижением посевной нормы на 10 % в центре посевной ленты (С2) Максимальная урожайность для данного фактора составила 123,3 т/га.



### Библиографический список

1. Федеральная служба государственной статистики. - Центральная база статистических данных. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst18/DBInet.cgi#1>
2. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве [Текст] /А.А. Литвинов /ГНУ Всероссийский НИИ овощеводства, 2011. – 648 с.
3. Pleskachev Yurii Nikolaevich, Chamurliiev Omarii Georgievich, Gubina Larisa Vladimirovna Improved technology of carrot cultivation under drip irrigation // Вестник РУДН. Серия: Агронмия и животноводство. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/improved-technology-of-carrot-cultivation-under-drip-irrigation>.
4. Дубенок Н.Н. Минеральное питание – важный резерв повышения продуктивности по-севои моркови при орошении / Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев. А.А. Мартынова // До-стижения науки и техники АПК. 2010. - № 7. – С.24-27.
5. Бородычев В.В. Возделывание моркови в условиях орошения: от эксперимента к технологии: монография/В.В. Бородычев, А.А. Мартынова, М.Н. Лытов. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2019. – 204 с