

УДК 638.1

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМОВ ВНЕСЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ
УДОБРЕНИЙ ПОД КАРТОФЕЛЬ НА ТЁМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ
ПРЕДГОРНОЙ ПРОВИНЦИИ ДАГЕСТАНА**

Астарханов И. Р., Алибалаев Д. А.

Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова

С целью выявления эффективности применения разных способов и доз применения навоза на тёмно-каштановых почвах Предгорного Дагестана в период с 2019 по 2021 гг. были проведены полевые исследования. В результате выявлено, что навоз оказал положительное влияние на водно-физические свойства почвы, при этом, на варианте с локальным внесением отмечены лучшие показатели. При анализе содержания питательных элементов установлено, что содержание нитратного азота и фосфора в начале вегетации было невысоким, затем повысилось до средней степени обеспеченности в фазе бутонизации. Максимальное их наличие в почве отмечено во время цветения. Примерно такая же динамика отмечена по элементу питания калий. Наиболее благоприятные условия сложились на делянках с локальным внесением навоза. В случае применения разбросного способа внесения навоза урожайность клубней повысилась на 5,1 т/га, по сравнению с дозой 10 т/га. В дальнейшем, по мере увеличения доз до 50 т/га прибавки на каждые 10 т/га удобрений снижались. Так, на варианте с дозой 30 т/га прибавка находилась на уровне 3,9 т/га, при 40–2,0 т/га, а при внесении 50 т/га – 0,9 т/га. Наибольшая урожайность клубней картофеля зафиксирована в случае локального внесения навоза. Применяемые агроприемы оказали влияние не только на урожайность клубней, но также на их качественные показатели. Наиболее приемлемые данные отмечены при дозах навоза 20 и 30 т/га, при локальном их внесении.

Ключевые слова: Предгорный Дагестан, тёмно-каштановые почвы, картофель, навоз, способ внесения, разбросной, локальный, дозы навоза, урожайность, качество.

**THE EFFICIENCY OF DIFFERENT METHODS OF INTRODUCING ORGANIC
FERTILIZERS FOR POTATOES ON DARK CHESTNUT SOIL
OF THE FOOTHILLN PROVINCE OF DAGESTAN**

Astarkhanov I.R., Alibalaev D.A.

Dagestan State Agrarian University named after M. M. Dzhambulatov

In order to identify the effectiveness of the use of different methods and doses of manure application on dark chestnut soils of Foothill Dagestan in the period from 2019 to 2021, field studies were conducted. As a result, it was revealed that manure had a positive effect on the water-physical properties of the soil, while the best indicators were noted for the variant with local application. When analyzing the content of nutrients, it was found that the content of nitrate nitrogen and phosphorus at the beginning of the growing season was low, then increased to an average degree of security in the budding phase. Their maximum presence in the soil was noted during flowering. Approximately the same dynamism is noted for the potassium power element. The most favorable conditions have developed on plots with local application of manure. In the case of the use of a spread method of manure application, the yield of tubers increased by 5.1 t / ha, compared with a dose of 10 t / ha. In the future, as the doses increased to 50 t/ha, the increases for every 10 t/ha of fertilizers decreased. So, in the variant with a dose of 30 t / ha, the increase was at the level of 3.9 t / ha, at 40 – 2.0 t / ha, and with the introduction of 50 t / ha – 0.9 t / ha. The highest yield of potato tubers was recorded in the case of local application of manure. The applied agricultural practices have influenced not only the yield of tubers, but also their quality indicators. The most acceptable data were noted at manure doses of 20 and 30 t/ha, with their local application.

Key words: Foothill Dagestan, dark chestnut soils, potatoes, manure, method of application, scattered, local, dose of manure, yield, quality.

Значение картофеля, как ценнейшего продукта питания, сырья для промышленности и корма для животноводства общеизвестно. Своевременное и полное удовлетворение потребностей населения Республики Дагестан в этом продукте питания – одна из важнейших задач, стоящих сегодня перед сельскохозяйственным производством.

Республика Дагестан располагает достаточными земельными ресурсами и благоприятными природными условиями для производства этой важной продовольственной культуры в объемах, обеспечивающих местные потребности, как в продовольственном, так и семенном картофеле. Однако, в хозяйствах и в личном секторе, урожайность картофеля не превышает 65-70 ц/га. Причиной этого является низкое плодородие почв.

Достигнут высоких урожаев клубней картофеля, как считают некоторые авторы, возможно, применением различных видов удобрений [1,2,3,4,6,10].

По данным агрохимцентра «Дагестанский» при резком сокращении применяемых минеральных и органических удобрений за прошедшие 18 лет, почва естественно истощилась, что привело в итоге к снижению продуктивности многих сельскохозяйственных культур, в том числе и картофеля. Аналогичная ситуация сложилась также в Казбековском районе, где сосредоточены наибольшие площади посадок картофеля.

В этих сложных экономических условиях, при больших затратах на приобретение минеральных удобрений необходимо изыскать дополнительные резервы повышения плодородия земель. Выходом из данной ситуации, как отмечают некоторые авторы [5,7,8,9,11-17] является применение органических удобрений (в частности навоза), которые способствуют не только формированию урожая клубней высокого качества, но и способствуют снижению содержания тяжелых металлов, как в клубнях, так и в почве.

Исследований по изучению влияния органических удобрений на урожайность картофеля в Дагестане очень мало.

Целью проведения исследований являлось разработка норм и способов внесения органических удобрений под картофель, позволяющих повысить продуктивность картофеля.

Объекты и методы исследования

Для выполнения поставленной цели и задач в 2019–2021 гг. был заложен двухфакторный полевой опыт по следующей схеме.

Схема 2-х факторного опыта

№ п/п	Фактор А - Определение рационального способа внесения навоза	Фактор В – Дозы навоза
1	Контроль (внесение вразброс)	10 т/га + P ₃₀
2		20 т/га + P ₆₀
3		30 т/га + P ₉₀
4		40 т/га + P ₁₂₀
5		50 т/га + P ₁₅₀
7	Локальное внесение	10 т/га + P ₃₀
8		20 т/га + P ₆₀
9		30 т/га + P ₉₀
10		40 т/га + P ₁₂₀
11		50 т/га + P ₁₅₀

Опыт полевой, размер делянок 50 м², повторность 4-кратная. В качестве объекта исследований был выбран сорт картофеля Волжанин.

Климатические условия за годы исследований соответствовали многолетним показателям подпровинции.

Исследования были проведены на тёмно-каштановых почвах, характеризуются тем, что в естественном состоянии в них содержится достаточное количество элементов питания.

Так, содержание общего азота, фосфора и валового калия составляет в пахотном слое соответственно 0,23–0,35; 1,25–2,21 и 2,1–2,6%.

Запасы гумуса составляют 339,4 т/га, а его содержание в горизонте А – 3,5–5 %. В данных почвах отсутствуют солонцеватость и засоленность, поскольку содержание легко-растворимых солей в них не превышает 0,1% сухого остатка водной вытяжки.

Технология выращивания позднего картофеля в опыте соответствовала зональным рекомендациям (кроме исследуемых вопросов).

Результаты и их обсуждение

Перед закладкой опыта в 2019 году плотность темно-каштановой почвы составила 1,30 г/см³. После уборки клубней картофеля отмечено улучшение данного показателя. На варианте с разбросным способом внесения навоза этот показатель варьировал в пределах 1,13–1,17 г/см³. При локальном внесении плотность была невысокой и колебалась в пределах 1,01–1,11 г/см³.

Содержание агрономически ценных агрегатов – важнейший показатель ее состояния: чем выше их содержание, тем лучше почва. Внесенный под картофель навоз оказал положительное действие на этот показатель. Так, при разбросном способе внесения органических удобрений эти значения характеризуются как хорошие и составили: на 1-м варианте (10 т/га + P₃₀) – 63,2%, втором (20 т/га + P₆₀) – 63,3%, третьем (30 т/га + P₉₀) – 65,1%, 4-м (40 т/га + P₁₂₀) – 66,3 и, наконец, на последнем пятом варианте (50 т/га + P₁₅₀) – 67,1%.

При локальном внесении навоза отмечено отличное состояние, где данный показатель по вариантам опыта составил соответственно 66,0; 68,1; 70,0; 73,0 и 73,3%.

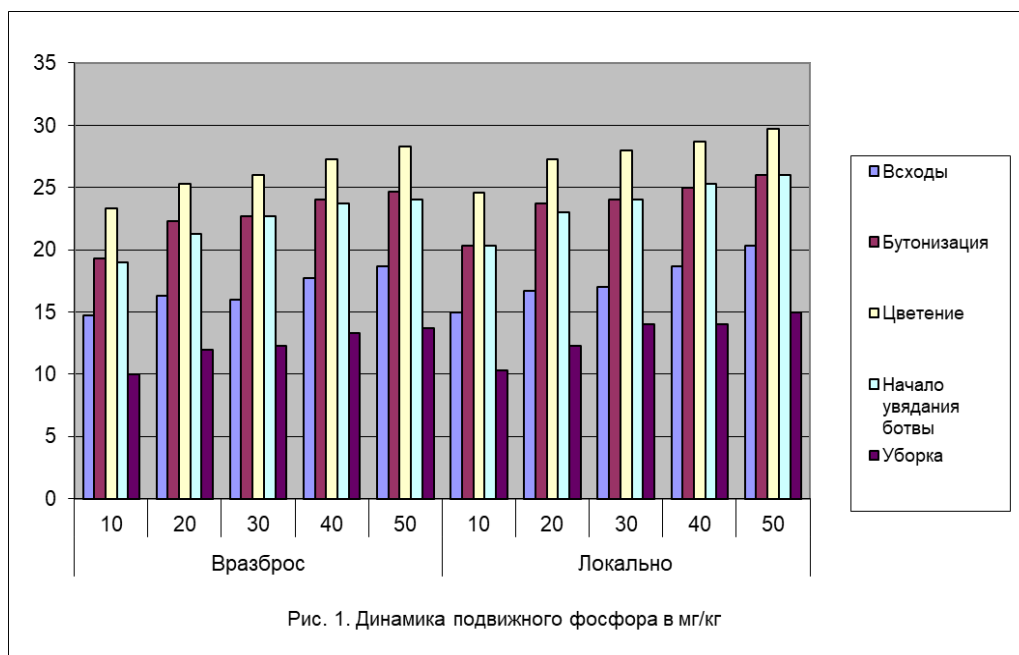
В полевом эксперименте динамика питательных веществ в почве сложилась следующим образом. В фазе всходов содержание нитратного азота характеризовалось как низкое и составило по вариантам опыта: при разбросном способе внесения соответственно 6,85, 7,46, 8,26, 8,87 и 9,12, а при локальном – 6,72, 7,52, 8,31, 8,93 и 9,13 мг/кг.

В период бутонизации, при разбросном способе внесения навоза, содержание азота повысилось до средней степени обеспеченности – соответственно 10,26, 11,32, 12,43, 13,04, 13,18 мг/кг.

При локальном внесении удобрений содержание азота на вариантах с удобрениями повысилось на вариантах опыта соответственно до 10,63, 11,72, 12,88, 13,57 и 14,01 мг/кг. Анализ динамики содержания этого элемента питания в дальнейшем, то есть во время цветения, показал, что содержание азота повысилось, и наибольшим было на делянках с локальным внесением удобрений.

После фазы цветения наблюдается расход нитратного азота и во время увядания ботвы его содержание составило: при первом способе внесения 9,42, 10,96, 12,04, 12,82, 13,19 мг/кг, а в случае применения локального способа – 10,27, 11,84, 12,53, 13,15, 13,30 мг/кг.

Динамика подвижного фосфора была примерно такой же, как и нитратного азота, но в меньших значениях (рис.1). В случае внесения навоза вразброс, во время всходов фосфора содержалось: при дозе 10 т/га – 14,7 мг/кг; 20 т/га – 16,3 мг/кг; 30 т/га – 16,0 мг/кг; 40 т/га – 17,7 мг/кг; 50 т/га – 18,7 мг/кг. При локальном внесении эти показатели составили соответственно – 15,0, 16,7, 17,0, 18,7 и 20,3 мг/кг.

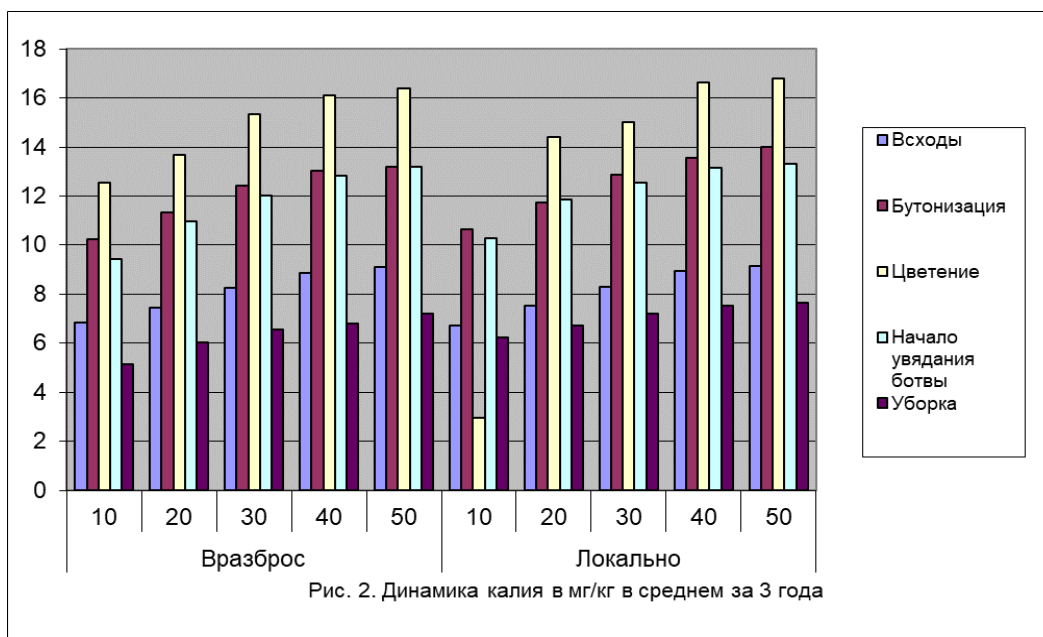


В фазе бутонизации отмечено повышение этого элемента питания при первом способе внесения на 31,3, 36,8, 41,8, 35,6 и 32,0%, а при втором – 35,3, 42,0, 41,2, 33,7 и 28,0%.

В период цветения содержание подвижного фосфора при разбросном способе внесении навоза увеличилось до 23,3, 25,3, 26,0, 27,3 и 28,3 мг/кг, а на варианте с локальным внесением - 24,6, 27,3, 28,0, 28,7, 29,7 мг/кг.

В остальные периоды развития картофеля наблюдалось потребление фосфора и снижение его содержания.

Динамика калия была практически такой же, что и динамика N и P₂O₅, то есть до фазы цветения наблюдалось накопление этого элемента, а затем потребление растениями картофеля (рис. 2). Так, в период появления всходов, в зависимости от способов снесения по вариантам опыта калия содержалось соответственно 32,1, 35,13, 35,63, 36,17, 36,67, 37,25, 31,8, 35,45, 36,12, 36,68, 37,08 и 37,61 мг/кг. Во время цветения содержание данного элемента питания возросло до 45,07, 45,76, 46,32, 46,89, 47,21, 45,96, 46,70, 47,19, 47,50, 47,59 мг/кг.



В период увядания ботвы содержание фосфора снизилось, и составило: при разбросном способе – 19,0, 21,3, 22,7, 23,7, 24,0 мг/кг, а на делянках с локальным внесением- 20,3, 23,0, 24,0, 25,3 и 26,0 мг/кг.

Ко времени уборки содержание калия снизилось, но характеризовалась как достаточное.

Изучаемые агроприемы оказали влияние на урожайность клубней картофеля (таблица 1). При разбросном способе внесения навоза увеличение доз удобрений от 10 до 50 т/га привело к повышению урожайности клубней. Но в то же время прибавки отмечались в зависимости от доз органики.

Таблица 1

Урожайность картофеля в зависимости от доз и способа внесения навоза (т/га)

Доза навоза, т/га	Год			Средняя
	2019	2020	2021	
Вразброс				
10	8,8	6,8	7,8	7,8
20	14,8	10,0	14,0	12,9
30	19,0	12,5	18,9	16,8
40	21,8	13,7	21,0	18,8
50	23,2	14,0	22,0	19,7
Локально				
10	14,2	12,5	13,6	13,4
20	26,3	19,8	25,0	23,7
30	35,6	25,4	32,8	31,3
40	37,7	28,0	36,6	34,1
50	39,0	29,7	38,2	35,6
НСР ₀₅	2,6	2,1	4,1	

Table 1

Potato yield depending on the doses and method of manure application (t/ha)

Manure dose, t/ha	Year			Average
	2019	2020	2021	
Randomly				
10	8,8	6,8	7,8	7,8
20	14,8	10,0	14,0	12,9
30	19,0	12,5	18,9	16,8
40	21,8	13,7	21,0	18,8
50	23,2	14,0	22,0	19,7
Locally				
10	14,2	12,5	13,6	13,4
20	26,3	19,8	25,0	23,7
30	35,6	25,4	32,8	31,3
40	37,7	28,0	36,6	34,1
50	39,0	29,7	38,2	35,6
НСР ₀₅	2,6	2,1	4,1	

Максимальной она была при дозе 20 т/га – 5,1 т/га. В дальнейшем, по мере увеличения доз до 50 т/га прибавки на каждые 10 т/га удобрений снижаются. Так, при дозе 30 т/га прибавка составила 3,9 т/га, 40–2,0 т/га, при 50 т/га – 0,9 т/га. Внесение органических удобрений локальным способом обеспечило повышение урожайности клубней до 75,0%.

На варианте с внесением 10 т/га урожай составил 13,4 т/га. При внесении 20 т/га навоза прибавка составила – 10,3 т/га; 30 т/га – 7,6 т/га; 40–2,8 и 50 т/га – 2,5 т/га.

При сравнении урожайных данных установлено, что на 1-м варианте с локальным внесением навоза прибавка составила 71,8%; 20 т/га – 83,7%; 30 т/га – 86,3%; 40–81,4%; 50 т/га – 80,7%.

Наши исследования показали, что изучаемые дозы и способы внесения навоза оказали влияние не только на урожай, но также и на его качество (табл. 2). При разбросном способе внесения органики, при дозе 10 т/га содержание крахмала составило 15,5%, сухого вещества – 21,8%, а нитратов – 195 мг/кг.

Таблица 2

Влияние доз и способов внесения удобрений на качество урожая картофеля (средняя за 2019-2021гг)

Способ внесения	Дозы навоза, т/га	Крахмал, %	Сухое вещество, %	Нитраты, мг/кг
Вразброс	10	15,5	21,8	195
	20	15,6	22,0	203
	30	15,8	22,1	211
	40	15,4	22,3	220
	50	15,4	22,4	227
Локально	10	15,9	22,2	195
	20	16,0	22,4	203
	30	16,2	22,7	213
	40	15,7	22,9	225
	50	15,5	22,9	220

Table 2

The effect of doses and methods of fertilization on the quality of potato harvest (average for 2019-2021)

Method of application	Of manure dose, t/ha	Starch, %	Dry matter, %	Nitrates, mg/kg
Randomly	10	15,5	21,8	195
	20	15,6	22,0	203
	30	15,8	22,1	211
	40	15,4	22,3	220
	50	15,4	22,4	227
Locally	10	15,9	22,2	195
	20	16,0	22,4	203
	30	16,2	22,7	213
	40	15,7	22,9	225
	50	15,5	22,9	220

При увеличении доз удобрений до 20, 30 т/га отмечено увеличение содержания крахмала на 0,1–0,3%, сухого вещества – 0,2–0,3%. Нитраты увеличились на 8–16 мг/кг. Содержание крахмала при нормах 40 и 50 т/га, по сравнению с первым вариантом снизилось на 0,1%, а сухое вещество возросло на 0,5 и 0,6%.

Количество нитратов на вышеуказанных вариантах также возросло до 211–220 мг/кг, но все же эти дозы были в пределах ПДК. На делянках с локальным внесением навоза отмечено увеличение крахмала и сухого вещества. Причем по крахмалу и сухому веществу наблюдалась такая же картина, что и в первом случае. Нитраты колебались в пределах от 163 до 225 мг/кг.

В среднем за 2019–2021 гг. содержание тяжелых металлов при разбросном случае внесения навоза колебалось в пределах: цинк – 5,01 - 6,09 мг/кг; медь – 0,58 – 0,76; свинец – 1,70 - 2,06; кобальт – 1,02 - 1,15 и ртуть – 0,10 - 0,20 мг/кг.

При локальном внесении они варьировали в следующих градациях: цинк- 5,09–5,98; медь - 0,70–0,95; свинец - 1,66 -2,04; кобальт - 1,02–1,13 и ртуть- 0,12–0,21 мг/кг (таблица 3).

Таблица 3

**Содержание тяжелых металлов в зависимости от доз
и способа внесения навоза (среднее за 2019-2021гг)**

Способ внесения	Нормы навоза, т/га	Цинк, Zn, мг/кг	Медь Cu, мг/кг	Свинец Pb, мг/кг	Кобальт Co, мг/кг	Ртуть Hg, мг/кг
Вразброс	10	5,01	0,58	1,70	1,02	0,10
	20	5,18	0,63	1,76	1,07	0,13
	30	5,33	0,67	1,91	1,09	0,15
	40	5,75	0,73	2,00	1,11	0,17
	50	6,09	0,76	2,06	1,15	0,20
Локально	10	5,09	0,70	1,66	1,02	0,12
	20	5,24	0,75	1,71	1,04	0,14
	30	5,37	0,80	1,87	1,08	0,17
	40	5,69	0,85	1,95	1,11	0,19
	50	5,98	0,95	2,04	1,13	0,21

Table 3

**The content of heavy metals depending on the doses
and method of manure application (average for 2019-2021)**

Method of deposit	Manure norms, t/ha	Zinc, Zn, mg/kg	Copper Cu, mg/kg	Lead Pb, mg/kg	Cobalt Co, mg/kg	Mercury Hg, mg/kg
Randomly	10	5,01	0,58	1,70	1,02	0,10
	20	5,18	0,63	1,76	1,07	0,13
	30	5,33	0,67	1,91	1,09	0,15
	40	5,75	0,73	2,00	1,11	0,17
	50	6,09	0,76	2,06	1,15	0,20
Locally	10	5,09	0,70	1,66	1,02	0,12
	20	5,24	0,75	1,71	1,04	0,14
	30	5,37	0,80	1,87	1,08	0,17
	40	5,69	0,85	1,95	1,11	0,19
	50	5,98	0,95	2,04	1,13	0,21

При применении нормы навоза 10 т/га содержание цинка, меди, свинца, кобальта и ртути составило соответственно 5,01; 0,58; 1,70; 1,02 и 0,10 мг/кг.

С повышением дозы до 50 т/га отмечено увеличение содержания этих металлов, но все же их градации были ниже ПДК. При сравнении разбросного и локального внесения навоза выявлено, что, в последнем случае содержание металлов было несколько выше.

Выводы

Для повышения продуктивности картофеля в условиях предгорного Дагестана рекомендуется органические удобрения вносить локальным способом в дозах 20–30 т/га, при котором повышаются показатели качества и безопасности продукции и улучшается структура почвы.

Список литературы

1. Адиньяев, Э.Д. Как повысить продуктивность картофеля в Северной Осетии/ Э. Д. Адиньяев, В. Х. Козанов // Картофель и овощи. – 2008. - №2. – С.5-6.
 2. Астарханова Т.С., Детоксикация и деградация пестицидов в агроценозах и пути улучшения экологической ситуации / Астарханова Т.С., Березнов А.В., Ладан С.С.// Плодородие. -2021. № 2 (119). -С. 6-8.
 3. Басиев, С.С. Сидераты улучшают плодородие почвы и повышают урожай картофеля/ С. С. Басиев // Картофель и овощи. – 2009. - №7 – С.5-6.
 4. Астарханов И.Р. Влияние структуры почв на аккумуляцию солей тяжелых металлов//Ашурбекова Т.Н., Омариева Л.В., Абдурагимов Р.А., Алибалаев С.Ш., Астарханова Т.С./ Проблемы развития АПК региона. 2017. С. 185
 5. Бексеев, Ш.Г. Картофель/ Ш. Г. Бексеев. – СПб.: Диля, 1998. – 160 с.
 6. Борисова, В.В. Экологическая оценка применения различных видов удобрений под картофель в степном Поволжье/ В. В. Борисова // Сборник материалов II-й Всеросс. конф. «Современные проблемы устойчивого развития АПК России». – 2007 (а) – Дон.ГАУ. – С.66-68.
 7. Бутов, А.В. Приемы биологизации и голландской технологии при возделывании картофеля/ А. В. Бутов // Земледелие. – 2008. - №5. – С.- 23.
 8. Вакуленко, В.В. Комплексное применение биопрепаратов и минеральных удобрений под сахарную свеклу и картофель/ В. В. Вакуленко, О. А. Шаповал, Е. В. Кандыба // Химия в сельском хозяйстве. – 1997. - № 2. – С. 9-10.
 9. Калмыков, С.И. Агроэкологические основы применения удобрений при возделывании картофеля в Саратовском Правобережье /С. И. Калмыков, В. В. Борисова // Сборник матер. Междун. научно-практ. конф. – Саратов, 2007(в) – С.37-46
 10. Кондрашин, Б. Влияние органо-минеральных удобрений на урожайность и качество раннего картофеля/ Б. Кондрашин // Главный агроном. – 2009. - №4. – С.39-40.
 11. Коршунов, А.В. Экологические аспекты применения удобрений в картофелеводстве России/ А. В. Коршунов и др.// Достижения науки и техники АПК. – 2007. - №7. – С.24-27.
 12. Котиков, М. Влияние различных видов удобрений на урожайность и качество картофеля/ М. Котиков, Ю. Васин// Главный агроном. – 2008. - №7. – С.45-46.
 13. Мерзлая, Г. Е. Экологические аспекты применения бесподсти-лочного навоза / Г. Е. Мерзлая и др. // Химизация сельского хозяйства. – 1990. - №7. – С.43-46.
 14. Парасюта, А.Н. Влияние многолетнего применения удобрений на накопление тяжелых металлов в черноземе выщелоченном / А.Н. Парасюта // Агрохимия. - 2000. - №11. – С. 62-65.
 15. Савина, О.В. Урожай и качество картофеля при использовании биологических мелиорантов, навоза и фосфорно-калийных удобрений / О. В. Савина, О. В. Платонова // Сборник докладов Всеросс. научно-практ. конфер. – Рязань, 2008. – С.164-170.
-

Астарханов Ибрагим Рустамханович, профессор кафедры экологии и защиты растений, Дагестанский государственный аграрный университет

367022, Российская Федерация, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М.Гаджиева, 180

Телефон: +7 (8722) 68-24-68

E-mail: ibr-ast@mail.ru

Алибалаев Денис Алибалаевич, аспирант Дагестанский государственный аграрный университет
367022, Российская Федерация, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М.Гаджиева, 180

Телефон: +7 (8722) 68-24-68

E-mail: ibr-ast@mail.ru