МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа № 73 с углубленным изучением предметов эстетического цикла г. Владивостока»

**Засоление почв в условиях обработки дорог противогололедными реагентами в зимний период в городе Владивостоке**

Научно-исследовательская работа

|  |  |
| --- | --- |
|  | Автор работы:Венчаков Валентин Сергеевич, ученик 11 «А» классаНаучный руководитель:Коровицкий Сергей Александрович,учитель химии, биологии и естествознания МБОУ СОШ №73 |

Приморский край

г. Владивосток 2021

Оглавление

[Введение 3](#_Toc55380976)

[1.1. Теоретические аспекты изучения химического состава почвы 4](#_Toc55380977)

[1.2. Методология исследования 10](#_Toc55380978)

[1.3. Химическое состояние почв исследуемых участков (экспериментальная часть) 11](#_Toc55380979)

[Выводы и предложения 13](#_Toc55380980)

[Список литературы 14](#_Toc55380981)

# Введение

Исследование химического состава почвы весьма актуально. По результатам исследования можно предложить пути по улучшению качества почвы и тем самым повышение ее плодородия.

Данная работа посвящена исследованию факта засоления почв придорожных территорий в результате обработки дорог противогололедными реагентами в зимний период, и сравнению значений с фоновыми почвами пришкольного участка.

Целью исследовательской работы являлась оценка засоления городских почв (на примере города Владивосток), на разных удалениях от автомобильной дороги.

Исходя из цели работы, сформированы следующие задачи исследования:

1. Провести количественные лабораторные анализы, такие как определение реакции среды почвенных растворов, гидролитическая кислотность, электропроводность, сумма обменных оснований, емкость катионного обмена, а также содержание обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе (ППК).

2. Дать сравнительную характеристику почвам по имеющимся показателям.

3. Проанализировать полученные результаты и сделать вывод о степени засоления почв.

# 1.1. Теоретические аспекты изучения химического состава почвы

Почва — поверхностный слой литосферы Земли, обладающий плодородием и представляющий собой полифункциональную гетерогенную открытую четырёхфазную (твёрдая, жидкая, газообразная фазы и живые организмы) структурную систему, образовавшуюся в результате выветривания горных пород и жизнедеятельности организмов [1].

Типы почв по гранулометрическим свойствам:

1.Глинистый грунт - Эту разновидность очень легко определить. Так, когда во время весенних подготовительных работ, грунт перекапывается, комья получаются крупными, при увлажнении липнут и из земли можно легко скатать длинный цилиндр, не рассыпающийся при сгибании. Этот вид почв обладает очень плотной структурой с плохой воздушной вентиляцией. Насыщение водой и прогрев земли проходит плохо, в связи с чем посадка и выращивание капризных садовых культур на глинистых грунтах довольно проблематична.

2.Песчаный грунт- Опознать их разновидность очень просто. Основная характеристика таких почв – рыхлость и сыпучесть. Их нельзя сжать в комок, так чтобы тот не рассыпался. Все преимущества этих грунтов также являются их основными недостатками. Быстрый прогрев, легкая циркуляция воздуха, минералов и воды приводит к быстрому охлаждению, пересыханию и вымыванию полезных веществ. Необходимые для растений вещества не успевают задерживаться в такой земле и быстро уходят на глубину.

3. Супесчаный грунт- Эта разновидность почвенного покрова очень похожа на песчаники, но благодаря большему проценту глинистых компонентов лучше удерживает минеральные вещества.

4. Суглинистый грунт- Такие виды оптимальны для выращивания самых разных растений. Их характеристика позволяет обходиться без дополнительной обработки. Такая почва содержит оптимальное количество полезных и необходимых для полноценного роста и развития микроэлементов, а также высокий уровень насыщения корневой системы растений водой и воздухом позволяет добиться не только большого урожая картофеля.

5. Известковый грунт- Очень бедная разновидность земли для садовых работ. Растения, при выращивании на известковом основании, часто страдают от нехватки железа и марганца.

6. Болотистый или торфяной грунт- В первозданном варианте эти почвы непригодны для разбивки сада или огорода. Но после обработки выращивание растений вполне возможно.

7. Черноземный грунт- Черноземы – это мечта садовода. Но среди дачных почв он встречается нечасто. Стойкая с крупной зернистостью структура, обилие гумуса и кальция, идеальный водный и воздушный обмен делают черноземы самыми желанными почвами [6].

Гу́мус (лат. humus «земля, почва») — основное органическое вещество почвы, содержащее питательные вещества, необходимые высшим растениям. Гумус составляет 85—90 % органического вещества почвы и является важным критерием при оценке её плодородности. В весовом составе верхнего слоя почвы содержание гумуса варьирует от долей процента (бурые пустынно-степные почвы) до 10—15 % (чернозёмы) [9].

Гумус составляют индивидуальные (в том числе специфические) органические соединения, продукты их взаимодействия, а также органические соединения, находящиеся в форме органо-минеральных образований.

В земле присутствуют элементы разной величины, в том числе камни, вкрапления пород и минералов. Почва содержит и мелкие частицы, которые различаются только приборами. Свойства субстрата зависят от габаритов включений [2]. Грунты делятся на классы:

1. Глинистые почвы наполовину состоят из горных осадочных пород, например, каолинита, монтмориллонита, алюмосиликата. Состояние образца земли характеризуется вязкостью, тяжестью и липкостью. Вода медленно просачивается через грунт, остается на поверхности. Липкая глина пристает к садовым инструментам и затрудняет обработку огорода.

2. Супесчаные пробы растираются между пальцами, в их составе невооруженным взглядом просматриваются песчинки, пылеватые частицы. Такие грунты содержат песка до 80%, а намоченный образец не скатывается в шнурок. Почвы плохо впитывают влагу, обладают рассыпчатостью и не слишком пригодны для земледелия.

3. Суглинистые почвы бывают легкие и тяжелые в зависимости от состава и крупности зерен. Рыхлые остатки образуются на континентах, содержат 30—50% осадочных пород и 70—60% песка. Диаметр глиняных частиц составляет до 0,005 мм, вкрапления влияют на физические характеристики почвы. Различают следующие суглинки: пылеватые грунты; глинопесчаные почвы; мелкодисперсные земли.

Более легкие суглинки содержат значительный объем кварца, а в тяжелых субстратах присутствует много глинистых минералов. Водорастворимые соли и органические примеси часто обнаруживаются в таких почвах, если они находятся в аридных областях.

Химический состав почвы является отражением элементарного состава всех геосфер, принимающих участие в формировании почвы. Поэтому в состав всякой почвы входят те элементы, которые распространены или встречаются как в литосфере, так и в гидро-, атмо- и биосфере [3].

В состав почв входят почти все элементы периодической системы Менделеева. Однако подавляющее их большинство встречается в почвах в очень малых количествах, поэтому в практике приходится иметь дело всего с 15 элементами. К ним принадлежат прежде всего четыре элемента органогена, т. е. С, N, О и Н, как входящие в состав органических веществ, затем из неметаллов S, Р, Si и С1, а из металлов Na, К, Са, Mg, AI, Fe и Мn.

Перечисленные 15 элементов, составляя основу химического состава литосферы в целом, в то же время входят в зольную часть растительных и животных остатков, которая, в свою очередь, образуется за счет элементов, рассеянных в массе почвы. Количественное содержание в почве этих элементов различно: на первое место надо поставить О и Si, на второе — А1 и Fe, на третье — Са и Mg, а затем — К и все остальные.

Нормальный рост растений обусловлен содержанием в почве доступных форм зольных элементов и азота. Обычно растения усваивают из почвы N, Р, К, S, Са, Mg, Fe, Na, Si в достаточно больших количествах и эти элементы называются макроэлементами, а В, Mn, Mo, Сu, Zn, Со, F используются в ничтожных количествах и называются микроэлементами. К важнейшим из них относятся элементы, без которых невозможно образование белков,— N, Р, S, Fe, Mg; такие элементы, как К, Сu, Mg, Na, оказывают огромное влияние на регуляцию работы клеток и формирование различных тканей растений.

Кислотность почвы:

Кислотность почвы. Почвы, не насыщенные основаниями, обладают кислотностью, которая вызывается ионами водорода. В зависимости от того, в каком состоянии они находятся в почве, кислотность может быть активной, или актуальной, и потенциальной.

По величине рН почвы делят на следующие группы:

|  |  |
| --- | --- |
| Сильнокислые | 3-4 |
| Кислые | 4-5.5 |
| Слабокислые | 5.5-6.5 |
| Нейтральные | 7 |
| Щелочные | 7-8 |
| Сильнощелочные | 8-9 |



Натрий растениями не используется, но безвозвратно вытесняет из почвенно-поглощающего комплекса ионы кальция, магния и железа. Кроме того, при накоплении натрия в почве разрушается её структура: происходит уплотнение, почва заплывает, плохо пропускает воду, чем стимулируется еще большее накопление солей. При высыхании такая почва становится как камень, растения на ней не могут жить.

В результате засоления почв возрастает значение pH, то есть почвы становятся щелочными. Элементы питания переходят в недоступную для растений форму. Кислотность почвы влияет на растворимость солей и усвояемость различных питательных веществ. Фосфор, железо, цинк, марганец, бор лучше усваиваются на кислых почвах. Для большинства растений наиболее благоприятной является слабокислая (pH = 5 - 6) или нейтральная (pH = 7) среда.

Отечественными и зарубежными исследователями отмечено, что натрий и хлориды накапливаются в почвах вдоль автодорог в основном за счет противогололедных реагентов, и в частности, хлорида натрия (песчано- галитные смеси), который в России и Беларуси занимает более 90% от общего

количества применяемых солевых антифризов. Поступление их в почву зависит от периодичности внесения противогололедных реагентов и их суммарных количеств, которые меняются от года к году и во многом зависят от конкретных погодных условий.

По степени насыщения солями выделяют грунты:

слабозасоленные (урожайность падает на 25%);

среднезасоленные (на 50%);

засоленные (на 75%);

сильнозасоленные (на 100%).

Засоленные почвы — почвы, содержащие во всём профиле или в его части легкорастворимые минеральные соли в количествах, вредных для растений (более 0,1—0,3 %). Засоленными при определённых условиях могут быть разнообразные почвы: чернозёмы, каштановые, луговые. Особые признаки имеют такие галоморфные почвы, как солончаки и солонцы [8].

В зависимости от состава солей в почве выделяют несколько основных видов засоления:

1) хлоридное засоление почв обусловлено избыточным содержанием в почве хлорида натрия и хлорида магния (NaCl, МgCl);

2) сульфатное засоление обусловлено накоплением сульфата натрия и сульфата магния (МgЅО4, СаЅО4, Na2SO4);

3) содовое (карбонатное) засоление связано с наличием в почве повышенных количеств гидрокарбоната натрия или других натриевых солей (NaHCO3), NaСО3).

По вредности для растений соли делятся на наиболее вредные (NaCO3, NaHCO3, NaCl) вредные (СаСl2, МgCl2, NaSO4) и менее вредные (МgЅО4, СаЅО4).

Выделяют два вида засоления

Первичное засоление (естественное)– медленно протекающий природный процесс, который в основном вызван подъемом солей из подземных вод к поверхностному слою грунта вследствие восходящего тока влаги. Явление возможно при определенной структуре породы и глубине нахождения соленых подземных вод. Растения поглощают поднявшуюся влагу, а соли остаются в почве и постепенно накапливаются до критического значения. Причиной засоления бывают и выпадающие осадки, поскольку даже в дождевой воде содержится некоторое количество растворенных солей.

Вторичное засоление почв(вызванное антропогенной деятельностью)-наблюдается на орошаемых землях в условиях засушливого климата. На таких территориях подземные воды изначально находятся на значительной глубине, не смачивают поверхностный почвенный пласт. Но на освоенных территориях человек начинает использовать для полива сельскохозяйственных культур оросительную систему. Кроме того, что сама используемая для орошения вода содержит то или иное количество растворенных минералов, остающихся в почве после полива, но также постоянное смачивание почвы приводит к повышению уровня грунтовых вод. Достигнув поверхностного почвенного слоя, грунтовая вода испаряется, а входящие в ее состав соли накапливаются в земле.

Почва обладает важным свойством – плодородием.Плодородие почвы — очень динамичное свойство почвы, способное быстро изменяться под влиянием природных условий и агротехнических приёмов [4].

Плодородие почвы: содержание необходимых для растений питательных веществ и их формы; наличие доступной для растений влаги, уровень устойчивости влажности; хорошая аэрация почвы как важное условие развития корневых систем, а также жизнедеятельности микроорганизмов, обеспечивающих разложение органических и накопление питательных веществ в форме, усвояемой для высших растений; механических состав, структурное состояние и строение; содержание токсических веществ; реакция и др. Важное условие плодородия почвы — отсутствие в почве избыточного количества легкорастворимых солей, главным образом хлоридов и сульфатов натрия и отчасти магния, кальция и др. катионов.

Наиболее важны для определения плодородия почвы следующие показатели:

кислотность;

гранулометрический состав;

содержание гумуса и глины;

содержание фосфора, калия, азота, кальция и других элементов.

Различают следующие виды плодородия: естественное (природное), искусственное, эффективное (экономическое) и потенциальное [5].

Естественное плодородие – то плодородие, которым обладает почва в природном состоянии без вмешательства человека. Естественное плодородие в одном случае может быть сравнительно высоким, в другом весьма низким, но всегда определяется сочетанием и совместным влиянием природных факторов и процессов почвообразования. Естественным плодородием в чистом виде практически обладают лишь целинные земли. Оно определяется биологической продуктивностью, т.е. количеством растительной массы, создаваемой за год на единицу площади.

Искусственное плодородие – плодородие, которым обладает почва в результате целенаправленного воздействия человека (обработки, удобрения, мелиорации и других приемов по окультуриванию). С момента, когда целинный участок вовлекается в оборот и почва становится средством производства и продуктом труда человека, она наряду с естественным приобретает искусственное плодородие. В чистом виде оно возникает при создании субстратов для выращивания растений в теплицах, парниках и т.п.

Эффективное (экономическое) плодородие представляет собой ту часть плодородия почвы, которая реализуется в виде урожая растений. Оно является реальным выражением искусственного и природного плодородия, вместе взятых, и представляет собой результат воздействия человека на почву в определенных социально-экономических условиях. Следовательно, к основным факторам, от которых зависит эффективное плодородие, относятся не только уровень природного плодородия, но в большей степени условия использования почв в производстве, уровень развития науки, техники и реализации их достижений, и растет вместе с ростом последних. Является частью потенциального плодородия почв.

Потенциальное плодородие – это суммарное плодородие почвы, определяемое ее приобретенными в процессе почвообразования или созданными (измененными) человеком свойствами. Характеризуется запасами элементов питания растений, формами их соединений и сложным взаимодействием всех других свойств, определяющих способность почвы в благоприятных условиях обеспечения растений другими факторами – водой, воздухом, теплом (а это возможно при окультуривании) – длительное время мобилизовать в необходимых для растений количествах элементы питания и поддерживать высокий уровень эффективного плодородия. Огромное потенциальное плодородие имеет, например, луговой торфяник, после осушения и освоения на нем получают очень высокие урожаи культурных растений за счет частичного расхода запасного фонда. Высоким потенциальным плодородием обладают черноземные почвы, низким – подзолистые.

Почвенный поглощающий комплекс (ППК) — общность мельчайших коллоидных и предколлоидных почвенных частиц органического, минерального или органо-минерального состава, нерастворимых в воде и способных поглощать и обменивать поглощённые ионы [7].

Kоллоиды- дисперсные системы, промежуточные между истинными растворами и грубодисперсными системами — взвесями, в которых дискретные частицы, капли или пузырьки дисперсной фазы, имеющие размер хотя бы в одном из измерений от 1 до 1000 нм, распределены в дисперсионной среде, обычно непрерывной, отличающейся от первой по составу или агрегатному состоянию. В свободнодисперсных коллоидных системах (дымы, золи) частицы не выпадают в осадок.

Диспе́рснаясисте́ма— образования из двух или большего числа фаз (тел), которые практически не смешиваются и не реагируют друг с другом химически. В типичном случае двухфазной системы первое из веществ (дисперсная фаза) мелко распределено во втором (дисперсионная среда). Если фаз несколько, их можно отделить друг от друга физическим способом (центрифугировать, сепарировать и т.д.).Обычно дисперсные системы — это коллоидные растворы.

Основное свойство ППК это — ёмкость катионного обмена (ЕКО). При всех равных условиях, ЕКО больше в почвах более тяжёлого

гранулометрического состава. Она зависит от содержания в почве илистой фракции, природы ППК и реакции среды.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ЕКО, мг-экв на 100 г почвы** | **Поглотительная способность** | **Почвы** |
| Менее 10 | Очень низкая | Песчаные и супесчаные почвы, подзолы, подбуры ,элювиальные горизонты подзолистых почв |
| 10-15 | Низкая | Подзолистые почвы суглинистого состава |
| 15-30 | Средняя | Серые почвы, буроземы и каштановые почвы |
| Более 30 | Высокая | Черноземы , болотные почвы, гумусовоаккулятивные горизонты почв различного происхождения с высоким содержанием гумуса. |

Важной характеристикой ППК является степень насыщенности основаниями — суммарное количество обменных катионов Са2+ и Мg2+, выраженное в процентах от емкости поглощения. По степени насыщенности основаниями определяют потребность почвы в известковании:

***Степень насыщенности Потребность***

***основаниями, % в известковании***

***Менее 50……………………………………...Сильная***

***50-70…………………………………………..Средняя***

***70-80…………………………………………..Слабая***

***Более 80……………………………………….Не требуется***

# 1.2. Методология исследования

Научная работа состояла из полевых и лабораторных исследований. К полевым работам относились отборы образцов, а к лабораторным относились инструментальные и аналитические определения химического состава почв.

Физико-химические свойства почв определялись по ГОСТ современных лабораторных исследований. Определение суммы обменных оснований производилось методом Каппена-Гильковица, определение гидролитической кислотности методом Каппена, определение актуальной и обменной кислотности почвы и электропроводности - потенциометрическим методом [3]. Определение содержания углерода органических соединений производилось по методу И.В. Тюрина [12].

# 1.3. Химическое состояние почв исследуемых участков (экспериментальная часть)

В ходе исследования были отобраны образцы почв на территории пришкольного участка (фоновые), а также вблизи центральных магистралей (антропогенно-преобразованные). Образцы антропогенно-преобразованных почв были отобраны на трех участках, отличающихся антропогенной нагрузкой. Первый образец был отобран на придомовой территории по улице Шилкинская, второй образец на кольце улицы Третьей Рабочей, и третий на спуске с улицы Адмирала Шефнера. На территории пришкольного участка также были отобраны три образца, первый на откосе под школой, второй на откосе под стадионом и третий на клумбе под школой.

На территории пришкольного участка почвы характеризуются слабокислой реакцией среды со средними значениями pH от 6,4 до 6,8, что характерно для естественных почв Приморского края (таблица 1). Наоборот, в антропогенно-преобразованных почвах придорожных территорий наблюдаются повышенные значения pH, от 7,2 до 7,7. Такие значения реакции среды обусловлены внесением в почву противогололедных реагентов.

Известно, что антропогенное подщелачивание почв вызывает снижение подвижности некоторых химических элементов, в том числе и загрязнителей. Несомненно, это приводит к уменьшению доступных для растений форм элементов питания, а также к закреплению в почвах тяжелых металлов.

Т а б л и ц а 1

Физико-химический состав почв исследуемых участков

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Почва | Участок отбора образца | pH водный | pH солевой, KCl | Гидролитическая кислотность,мг-экв/100г почвы | Электро-проводность,мкСм/см |
| Фоновая | Ф 1 | 6,4 | 5,8 | 3,22 | 104 |
| Ф 2 | 6,8 | 6,4 | 2,52 | 179 |
| Ф 3 | 6,6 | 6,4 | 0,84 | 124 |
| Антропогенно-преобразованная | А 1 | 7,7 | 7,3 | - | 809 |
| А 2 | 7,4 | 7,3 | 1,05 | 3597 |
| А 3 | 7,2 | 7,5 | 1,4 | 1760 |

По величинам электропроводности можно судить о степени засоленности почв. В исследуемых почвах пришкольного участка значения электропроводности находятся в норме, в отличие от почв подверженных обработке противогололедными реагентами. Значения отличаются в десятки раз от фоновых, что говорит о степени засоления (таблица 1).

Т а б л и ц а 2

Катионообменные свойства почв исследуемых участков

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Почва | Участок отбора образца | Сумма обменных оснований,(Са, Mg),мг-экв/100г почвы | Степень насыщенности основаниями,% | Емкость катионного обмена,мг-экв/100г почвы | Обменный натрий, мг-экв/100г почвы |
| Фоновая | Ф 1 | 11,8 | 78,6 | 15,02 | 16 |
| Ф 2 | 43,2 | 94,5 | 45,76 | 18,4 |
| Ф 3 | 26 | 96,9 | 26,84 | 17,6 |
| Антропогенно-преобразованная | А 1 |  |  |  | 30 |
| А 2 | 47,7 | 97,8 | 48,75 | 28,8 |
| А 3 | 49,8 | 97,3 | 51,2 | 32 |

В естественных почвах сумма обменных оснований несколько меньше, чем в антропогенных, что является характерным. Однако, нам удалось обнаружить в ППК антропогенно-преобразованных почв обменный натрий, который варьирует в узком диапазоне значений от 28,8 до 32 мг-экв/100г почвы. Эти результаты позволяют говорить о том, что натрий находится в поглощенном состоянии в ППК придорожных территорий (таблица 2).

Т а б л и ц а 3

Содержание углерода и запасы гумуса почв

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Почва | Участок отбора образца | Углерод общий по Тюрину, % | Гумус, % |
| Фоновая | Ф 1 | 5,4 | 9,3 |
| Ф 2 | 7,5 | 12,93 |
| Ф 3 | 5,8 | 9,99 |
| Антропогенно-преобразованная | А 1 | 2,5 | 4,31 |
| А 2 | 4 | 9,1 |
| А 3 | 2,9 | 4,99 |

Естественные почвы характеризуются характерными значениями углерода общего и гумуса соответственно. Однако, по нашим данным, можно сделать вывод о том, что придорожные почвы характеризуются низкими значениями углерода и гумуса. Вероятно, в результате обработки дорог противогололедными реагентами происходит дегумификация, т.е потеря гумуса почвой в результате антропогенного воздействия (таблица 3).

# Выводы и предложения

Во всех образцах почв придорожных территорий наблюдаются повышенные значения электропроводности, что свидетельствует о высоком содержании растворимых солей в почвенном профиле. В исследуемых почвах пришкольного участка значения электропроводности находятся в норме, в отличие от почв подверженных обработке противогололедными реагентами.

В естественных почвах сумма обменных оснований несколько меньше, чем в антропогенных, что является характерным. Однако, нам удалось обнаружить в ППК антропогенно-преобразованных почв обменный натрий, который варьирует в узком диапазоне значений от 28,8 до 32 мг-экв/100г почвы. Полученные данные указывают на то, что в почвенном поглотительном комплексе содержится натрий.

Естественные почвы характеризуются характерными значениями углерода общего и гумуса соответственно. Однако, по нашим данным, можно сделать вывод о том, что придорожные почвы характеризуются низкими значениями углерода и гумуса.

Исходя из выше сказанного, можно дать рекомендации по улучшению качества почв придорожных территорий. Периодически следует проводить рекультивацию и окультуривание городских почв с целью улучшения экологического состояния окружающей среды.

# Список литературы

1. Ивлев А. М. Эволюция почв. Владивосток, 2005

2. Информационные ресурсы: <https://domsad.guru/sovety/sostav-osnovnye-svojstva-i-harakteristiki-pochvy.html>

3. Самофалова, И.А. Почвоведение. Лабораторный практикум. - Пермь. – 2006.

4. Лит. см. при ст. Почва. И. И. Синягин.

5. Марчик, Т.П. “Почвоведение с основами растениеводства”. А.Л. Ефремов

6. Информационные ресурсы: <https://rozarii.ru/sad-i-ogorod/vidy-pochv.html#i>

7. Ковда, В. А. Почвоведение. Б. Г. Розанов. Учеб. В 2 ч. Ч. 1. Почва и почвообразование. — М.: Высшая школа,1988

8. Балюк, С. А. Экологический состав грунтов Украины. В. В. Медведев, М. М. Мирошниченко // Украинський географический журнал. — 2012, № 2. — С. 38-42

9. Когут, Б. М. // Григорьев — Динамика. — М. : Большая российская энциклопедия, 2007. — С. 157. — (Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю. С. Осипов ; 2004—2017, т. 8). — ISBN 978-5-85270-338-5

10. Азовцева, Н.А. Влияние солевых антифризов на экологическое состояние городских почв: автореф. дис ... канд. биол. наук: 03.00.27 / Н.А Азовцева; МГУ им. М.В.Ломоносова фак. Почвоведения. – М., 2004 – 23 с.

11. Хомяков, Д.М. Воздействие хлоридных противогололедных реагентов на засоление почв. / Д.М.

12. Прожорина, Т.И. Химический анализ почв. Часть 1 /Лабораторный практикум для вузов / Т.И. Прожорина, Е.Д. Затулей. 2008 – С. 10.

13. Хомяков, Е.А. Чекулаева // Агроэкологическая оптимизация земледелия / Всерос. науч.-исслед. ин-т земледелия и защиты почв от эрозии. – Курск, 2004 – C. 505-508.